

Université de Technologie de Compiègne

Département Sciences de l'Homme et Technologie

**Quand les concepteurs
anticipent l'organisation pour
maîtriser les risques :**

**Deux projets de modifications
d'installations sur deux sites classés
SEVESO 2**

Thèse pour le Doctorat de Sociologie

Présentée par

Cynthia Colmellere

Annexes

JURY

Mme Mathilde Bourrier, Professeur des Universités, Université de Genève,
Directrice de thèse.

M. Frédéric De Coninck, Professeur, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées.

Mme Gudela Grote, Professeur, Eidgenössische Technische Hochschule Zürich.

M. François Jeffroy, Docteur, Chef du Service d'Etudes des Facteurs Humains,
Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire.

M. Hervé Laroche, Professeur, Ecole Supérieure de Commerce de Paris,
Rapporteur.

Mme Laurence Monnoyer-Smith, Maître de conférences, HDR, Université de
Technologie de Compiègne.

Mme Annie Thébaud-Mony, Directeur de recherche, INSERM, *Rapporteur.*

TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES MATIÈRES	2
ANNEXE I	3
Données recueillies : Entretiens et réunions.	4
site PHARMA :	4
Site CHIMIE :	5
ANNEXES II	6
Données recueillies : questionnaires.	7
Canevas d'entretiens	7
ANNEXES III : SITE CHIMIE	9
Annexe III.1.	10
Vignette 1	10
Revue sur schéma de la solution « bac A »	10
Annexe III.2.	35
Vignette 2	35
Analyse de risques de la solution « bac benzo simplifiée »	35
Annexe III.3.	60
Vignette 3	60
Réunion de présentation de la solution « bac benzo » équipée d'un dispositif en T	60
ANNEXE IV : SITE PARMA	84
Annexe IV.1.	85
Vignette 1	85
Le démarrage d'un système de conduite qui ne tient pas ses promesses	85
Annexe IV.2.	108
Vignette 2	108
La validation, terrain d'affrontement de la Fabrication et de l'Assurance Qualité	108
Annexe IV.3.	121
Vignette 3	121
Les derniers kilomètres du marathon de finalisation du système	121
Annexe IV.4	133
Vignette 4	133
Quand l'atelier fait des siennes	133

ANNEXE I

Données recueillies : Entretiens et réunions.

SITE PHARMA :

20 réunions (durée moyenne 2H)

acteurs	Entretiens (durée moyenne 2h)
Fabrication : <ul style="list-style-type: none"> - Opérateurs (techniciens et AM de quart) - Agent de maîtrise jour - Responsable flux matière - Responsables d'atelier (2) - Responsable des fabrications site 	8+1+1+2+2+2
Maintenance : électricité instrumentation : <ul style="list-style-type: none"> - responsable du service - chargé d'affaires - technicien - technicien responsable validation 	3+3+2+3
Procédés : <ul style="list-style-type: none"> - responsable site - ingénieur chef de projet - expert procédés - technicien rattaché atelier - ingénieur 	2+1+3+2+3
Maintenance service général : <ul style="list-style-type: none"> - responsable maintenance mécanique - technicien responsable atelier - technicien jour - responsable ensemble maintenance (électricité instrumentation mécanique) 	1+1+1+1+1*
Sous-traitants : <ul style="list-style-type: none"> - technicien électricité automatismes - techniciens informatiques (2) - technicien informatique travailleur indépendant 	1+1+1+1
RH	1
Assurance qualité : <ul style="list-style-type: none"> - responsable site - responsable assurance qualité secteur chimie - responsable qualité atelier - assistant responsable qualité atelier 	3+3+1+1
Laboratoire atelier : <ul style="list-style-type: none"> -technicien responsable laboratoire atelier 	1
ChimInfo	2
total	59

SITE CHIMIE :

15 réunions (durée moyenne 4 heures)

acteurs	Entretiens (durée moyenne 2h)
Fabrication : - responsable des fabrications - assistant responsable des fabrications - agent de maîtrise jour - opérateurs postés - journaliers	2+2+1+4+3
Maintenance : - responsable maintenance - technicien automatismes et informatique - technicien opérationnel maintenance	2+1+2
Hygiène sécurité environnement - ingénieur responsable de service (2) - ingénieur sécurité des procédés et chef de projet - responsable sécurité (2)	3+1+2+2
Bureau d'études : - responsable du bureau d'études - technicien chargé d'affaires - technicien de régulation sous-traitant pour le BE - Technicien de régulation et informatique sous-traitant pour le BE	2+4+2+1
Responsable de site	1+1
RH	1
SUG	2
Service médical : - infirmier	3
Stagiaire DRIRE	1
Inspecteur DRIRE	1
total	44

ANNEXES II

CANEVAS D'ENTRETIENS

1. Présentation de l'acteur

- Sa position dans l'entreprise,
- Ses missions,
- Son parcours professionnel :

- √ Nombres d'années dans le groupe industriel,
- √ Sur le site,
- √ Évolutions professionnelles

2. Le projet de modification

- Participation de l'acteur :

- √ Rôle
- √ Type de participation : groupes de travail, coordinateur...
- √ A-t-il déjà participé à d'autres opérations de modification ?
- √ Comment cela s'est déroulé ?
- √ Ses contributions,,
- √ Comment le travail avec les autres acteurs s'est déroulé ?,
- L'ambiance (stress,...),
- √ Quels supports de communication ?
- √ Quels documents ou supports a-t-il utilisé ? Provenance des documents ?
- √ Quels documents a-t-il élaboré ou contribué à élaborer ? Seul ou en groupe ?

- Participation au projet de modification

- √ Rôle
- √ Type d'intervention : coordination, intervention technique, suivi de terrain...
- √ Durée
- √ Son équipe : A-t-il déjà travaillé avec eux ? Comment cela s'est passé ?
- la coopération avec les autres acteurs (en réunion, travail d'équipe sur le terrain...)
- la communication avec les autres acteurs (réunions, mails, courriers internes...)
- les documents utilisés (procédures, consignes, notes d'organisation)
 - Qui les élaborent ? Compétences particulières ? Vérification ? Travail individuel ou de groupes ? Degré d'intervention des opérateurs ?
 - les documents élaborés (procédures, consignes, notes d'organisation, planning d'activité)
 - les documents dont disposent les opérateurs
 - le support de ces documents
 - Note d'organisation permettant aux acteurs d'identifier les différents responsables ainsi que le rôle et les responsabilités ?

- Disponibilité des consignes, procédures, documents de travail (où les trouver ?)
- Implication des opérateurs dans la conception de ces documents ?
- Possibilités d'ajustement des procédures et modes opératoires ?

➤ Les sous-traitants ?

√ Qui ?

√ Convention de travail avec le site

√ Nombre

√ Critères de choix

√ Types de compétences

√ Déjà travaillé avec eux ?

√ Comment cela s'est passé ?

√ Coopération : organisation séparée ou avec l'équipe projet?

√ L'installation actuelle/l'installation future :

Fonctionnement

Son travail ?

ANNEXES III : SITE CHIMIE

VIGNETTE 1

Revue sur schéma de la solution « bac A »

« Jean [responsable des fabrications] a décidé. Nous, les techniques, on n'a pas été consultés. Avec le groupe projet, on n'a pas présenté devant la direction avec les fabricants. » Bernard, Technicien du Bureau d'Etudes, réunion du 2 octobre 2003

1. Improvisations sur un thème de conception imposé

Cette vignette est la première scène de la vie du projet dans l'ordre chronologique. Elle s'inscrit à la fin dans la première période du projet : Les acteurs du site ont décidé de rattacher le poste de dépotage à l'atelier de fabrication « THORIUM » et le comité de pilotage et la direction industrielle ont opté pour le bac A comme système de distribution de l'acide entre les ateliers « THORIUM et PHOSPHORE » (Cf. §5.1.1.), p.167). Sur la base de cette décision, les acteurs de l'équipe projet travaillent à la conception de détail de l'installation. Ils suivent les étapes suivantes : mise au point du schéma TI, revue alarmes et sécurité appelée également analyse de risques, traitement des fiches risques (si l'analyse de risques révèle des risques majeurs résiduels de niveau 1 et 2), validation du schéma TI. La réunion du 2 octobre 2003, retracée dans cette vignette, est une revue du schéma TI mis au point par le technicien du Bureau d'Etudes et du chef de projet sur la base de la décision de la direction industrielle et du comité de pilotage. Il s'agit de mettre au point le schéma TI représentant la future installation.

ON APPREND QUE

L'utilisation du bac A pour distribuer l'acide aux deux ateliers :

pose des problèmes :

d'approvisionnement des ateliers : Les ateliers ne pourront pas être autonomes le week-end

De procédé : il est difficile de conserver l'acide à l'état liquide en été et donc difficile de le dépoter

Présente des risques particuliers :

Il impose d'implanter l'installation dans les étages hauts de l'atelier « THORIUM », très encombré, ce qui présente des risques pour les opérateurs de l'atelier

L'installation sera sous pression

Le bac A est déjà très équipé et sollicité, les nouveaux piquages sur ce bac risquent de le fragiliser

Le système de refroidissement à l'eau glycolée choisi

Ses capacités sont insuffisantes

Présente des risques : Mélange explosif eau/acide

Pollution des fabrications par le glycol en cas de pollution accidentelle du réseau d'acide par de l'eau glycolée.

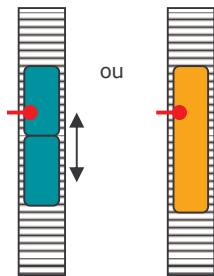
Ce bac de distribution ne fait pas l'unanimité parmi les acteurs réunis. Plus particulièrement, le technicien du Bureau d'Études s'y oppose vivement.

Pourtant, les acteurs de la réunion tentent de concevoir une installation sûre et exploitable....

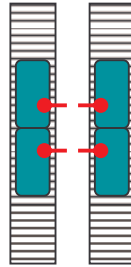
1.1. Configuration de l'installation.

La solution étudiée est la suivante

Figure III.I.1. : Les postes de dépotage actuel et futur

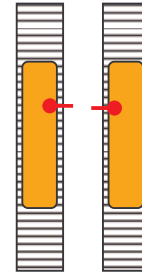


Le poste de dépotage actuel. Il faut déplacer le wagon pour passer d'un container à l'autre pour les wagons équipés de deux containers de 20 m³

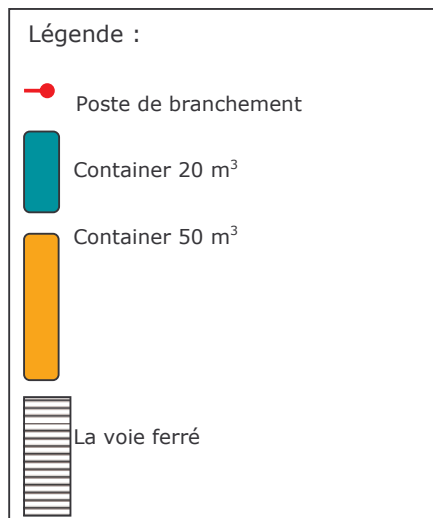


Le futur poste de dépotage : deux voies ferrées avec quatre postes de branchements : un pour chaque container.

ou



Le futur poste de dépotage : deux branchements sur quatre sont utilisés pour brancher les wagons équipés de gros containers de 50 m³ container.



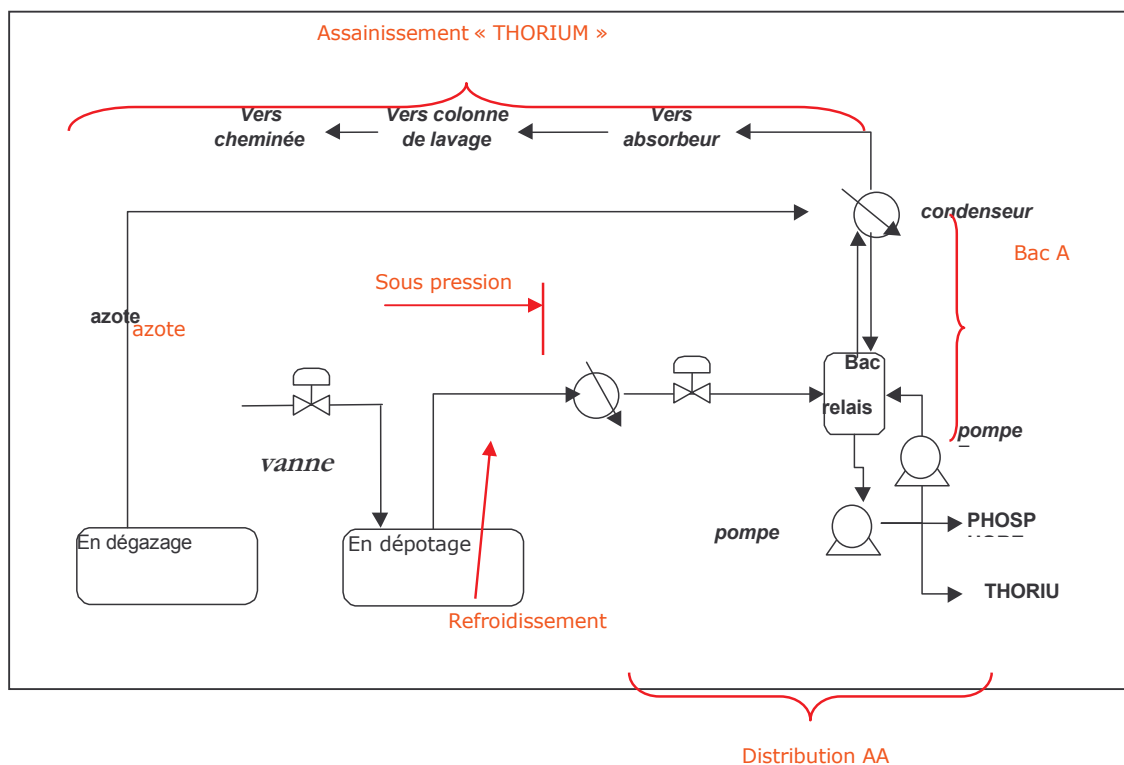
Le poste de dépotage peut recevoir deux types de wagons :

Des wagons portant deux containers de 20 m³ chacun.

Des wagons portant un seul gros container de 50 m³ Dans ce cas un seul wagon est branché sur chaque voie.

Un wagon de chaque type. (non représenté sur le schéma)

Figure III.I.2. : Schéma simplifié de la solution « bac A » implantée sur l'atelier « THORIUM »



1.2. Méthodes et supports de travail

Le schéma TI de l'installation réalisé par le technicien du bureau d'études et le chef de projet, sur la base de la décision du comité de pilotage de l'installation.

1.3. La réunion de revue du schéma TI de la solution « bac A » du 2 octobre 2003

1.3.1. Les acteurs présents

- Bernard : Technicien du Bureau d'Etudes
- Frédéric : Responsable du Bureau d'Etudes
- Louis : Technicien informatique industrielle
- Pierre : Chef de projet
- René : Agent de maîtrise, fabrication
- Thierry : Technicien de régulation

1.3.2. La réunion

La réunion se déroule dans la salle de réunion du bâtiment du Bureau d'Etudes.

a) L'agent de maîtrise de la fabrication découvre l'installation

Autonomie de l'approvisionnement des ateliers le week-end

Bernard : Ca s'est décidé entre Louis [technicien informatique industrielle] et les autres mais Jean [responsable des fabrications] a décidé tout seul. Nous, on n'a plus notre mot à dire, on ne décide plus, on travaille comme on nous dit.

René : J'ai du retard sur vos discussions mais il n'y a qu'une citerne [container] ?

Bernard : Non, quatre. Vous allez vous amuser avec Vincent [adjoind de fabrication] pour les week-ends surtout les longs week-ends. Dès le mercredi tu feras des manœuvres. Tu enlèveras des wagons à moitié vides pour en mettre des pleins [afin que les quantités d'acide soient suffisantes pour les fabrications pendant tout le week-end]. Et tes gars [les opérateurs journaliers]. sont à la journée.

René : On a eu le même problème avec le D. Du coup les gens venaient le samedi et le dimanche. Ce sont des citernes de combien ?

Bernard : 20 m³, pas plus. Pierre va nous dire où on implante la station. On avait une solution de repli...mais là, avec la ParaZ2 [fabriquée dans l'atelier « THORIUM »], tu vas être embêté.

René : La paraZ2 c'est 3 tonnes d'un coup, il faut un débit de 450l/h.

Bernard : Le doseur, il fait 500/600l.

Louis : Non, il fait 900Kg.

Frédéric : C'est 500 après l'évaporateur. Après tu soutires, sachant que l'évaporateur est rempli d'un coup.

René : Non, l'évaporateur, il marche en continu.

Dès le début de la réunion, Bernard, le technicien du Bureau d'Etudes souligne que le dispositif de distribution de l'acide des wagons vers l'atelier a été imposé par Jean, responsable des fabrications et que l'équipe projet n'a pas eu de pouvoir sur cette décision. René, agent de maîtrise de fabrication n'a pas suivi les réunions précédentes. Il s'informe du nombre de containers que les opérateurs pourront brancher avec le nouveau poste de dépotage. Bernard lui explique que la nouvelle station pourra accueillir quatre containers (c'est-à-dire deux wagons portant chacun deux containers de 20 m³. le site reçoit également des wagons portant un seul container de 50 m³. Le futur poste de dépotage permettra de brancher deux wagons de ce type). Cependant, Bernard souligne que l'organisation actuelle des branchements ne permettra pas d'assurer l'approvisionnement des ateliers pendant les week-ends. En effet, les opérateurs du conditionnement, journaliers, effectuent les branchements et les débranchements en semaine. Or, en l'absence de stockage d'acide, les quantités contenues dans les wagons branchés à la station ne sont pas suffisantes pour alimenter les deux ateliers pendant le week-end, ce qui impose aux opérateurs de revenir pendant cette période.

Refroidir l'acide en été

René : Prie le ciel pour que t'arrives à dépoter ta citerne. T'as vu cet été !

Bernard : Ca on le sait mais c'est pas mon problème, c'est pour ça qu'on avait prévu des parades. Il se discute beaucoup de l'A [acide] mais personne ne sait comment elle a été construite cette station. Le barriquand [système de refroidissement] il avait été fait pour distribuer : à 3m³ par heure, ça passait. Aujourd'hui, on lui demande 10 m³, c'est pour ça que ça ne va pas.

René : Aujourd'hui le barriquand il sert à refroidir.

Bernard : Jean [responsable des fabrications] a décidé. Nous, les techniques, on n'a pas été consultés. Avec le groupe projet, on n'a pas présenté devant la direction avec les fabricants. Jean, il veut se faire payer le INFO [système informatique de conduite] sur l'atelier.

René : C'est la plus mauvaise chose qu'on puisse faire. On va avoir des problèmes de dépotage et de distribution. Mais le plus important, c'est la sécurité, on va avoir de sacrés problèmes [parce que le refroidissement ne sera pas assuré notamment en été].

Bernard : Pierre a eu une idée géniale. On refroidit l'A [barriquand de l'ancien poste de dépotage] avant de rentrer et on maintient le réseau sous pression. Je ne comprends pas qu'on n'y ait pas pensé pour l'ancienne station.

Ensuite, René, s'inquiète du déroulement du dépotage en été, lorsque la température est très élevée. En effet, l'acide liquide se vaporise dès que la température ambiante atteint 20°C. Or, on ne peut dépoter l'acide qu'à l'état liquide. C'est pourquoi, dans la conception d'installations utilisant de l'acide comme un poste de dépotage, l'un des objectifs principaux est de conserver l'acide à l'état liquide afin de maîtriser le déroulement du procédé. Par ailleurs, Bernard explique que la solution imposée par le responsable des fabrications, utilise le système de refroidissement actuel. Or, ce dernier est insuffisant pour les quantités d'acide qui seront dépotées. Bernard critique encore le fait que le comité de pilotage n'ait pas consulté les techniciens de l'équipe pour choisir le système de distribution d'acide aux deux ateliers. René souligne qu'en plus des difficultés techniques pour dépoter les wagons, la sécurité ne sera pas assurée. Bernard mentionne que le chef de projet, Pierre, a proposé une solution technique pour conserver l'acide à l'état liquide et que cette solution aurait été applicable à l'ancien poste de dépotage.

Piloter l'arrêt d'urgence en cas de fuite

Thierry : Il faut une électrovanne pour commander le dôme [partie supérieure de la vanne du container sur laquelle les opérateurs branchent un flexible pour le vidanger] sinon, on n'aura pas d'arrêt d'urgence. Il faut qu'on puisse piloter de la salle de commande.

Pierre : Dans l'étude de danger, on a étudié le scénario de rupture du flexible donc il faut pouvoir piloter de la salle de commande.

René : Ca se pilotera d'où ?

Bernard : De « THORIUM » mais on pourra basculer sur « PHOSPHORE ».

Enfin, le technicien de régulation, Thierry, s'inquiète de la possibilité de piloter l'arrêt d'urgence depuis la salle de commande. Pierre explique que la rupture d'un flexible étant un scénario majeur, il est nécessaire de pouvoir couper l'arrivée d'acide à distance, depuis la salle de commande. René demande où se trouvera le système de pilotage du dépotage. Bernard précise que le pilotage se fera le plus souvent depuis la salle de commande de l'atelier « THORIUM » mais qu'il sera également possible depuis celle de l'atelier « PHOSPHORE ».

b) Hauteur d'implantation dans l'atelier « THORIUM » et risques

Pierre : On va voir où ça arrive dans le schéma.

Bernard : La première implantation est sur le schéma ; mais après une visite sur le terrain, on a changé notre fusil d'épaule. Sur le plancher des 5 et 10 mètres, il n'y a plus de place ; je suis embêté car on ne respecte pas les obligations anciennes à savoir pas de conduite d'A dans les planchers. Donc, je suis obligé de monter à 15 mètres. Mais si ça casse, ça arrose tout.

René : Tu ne peux pas agrandir le plancher ?

Frédéric : Ou mettre une lèchefrite [bac de récupération] ? Et pourquoi ne pas s'installer au rez-de-chaussée.

Bernard : D'après les règles internationales [règles d'un Comité Européen Spécialisé], il faut quelque chose pour purger donc on ne peut pas se mettre au rez-de-chaussée. Actuellement, on ne respecte pas les règles. J'aimerais que les décisions prises par les gens à droite et à gauche soient mises sur papier, sur des comptes-rendus officiels, parce que s'il y a un problème, je veux protéger l'équipe projet.

René : Moi, je le sens pas cette histoire de R201 [nom du bac A, utilisé comme dispositif de distribution dans la solution étudiée au cours de la réunion]. C'est peut-être une histoire de sous.

Bernard : On a un projet à mener, il faut le chiffrer même si des choses nous dépassent. On a travaillé sur ce qu'on nous a dit. Au départ, on ne voulait pas monter au-delà de 10 mètres.

Pierre propose de travailler sur le schéma TI de l'installation. Bernard explique que la solution choisie induit des risques supplémentaires. En effet, rattacher le poste de dépotage au bac de distribution d'acide de l'atelier « THORIUM », situé en hauteur, impose d'installer des canalisations d'acide dans les planchers les plus élevés, ce qui est contraire aux règles de conception des installations contenant de l'acide (l'atelier THORIUM compte 4 étages : le rez-de-chaussée, puis quatre étages à 5, 10, 15 et 20 mètres). Ces règles sont élaborées par le Comité Européen Spécialisé. De plus, une fuite d'acide pourrait atteindre les opérateurs travaillant dans les étages inférieurs. Cependant, les deux planchers inférieurs sont trop encombrés pour accueillir la nouvelle installation. René propose d'agrandir le plancher inférieur. Frédéric, responsable du Bureau d'Etudes, propose d'installer une cuvette de récupération sous ce plancher ou d'implanter l'installation au rez-de-chaussée. Bernard explique que les règles de conception internationales imposent un dispositif de purge de l'installation ce qui compromet une installation au rez-de-chaussée. Il souligne alors que ces règles ne sont pas respectées avec la solution imposée par le comité de pilotage et demande une formalisation des choix technologiques associés à la solution « bac A » afin que l'équipe projet n'en soit pas tenue responsable en cas d'accident. René se montre sceptique quant à ce choix de système de distribution qu'il suppose motivé par des raisons financières. Bernard souligne qu'ils doivent travailler sur cette solution même s'ils ne l'approuvent pas.

c) Flexibles et risques de fuite

Bernard : Pierre a fait ses calculs de dispersion, il va nous dire si ça sort de l'usine ou pas.

En aparté, à René : Je sais pas si t'as vu, on a tracé au sol pour faire les sondages de sol. [Ces sondages seront faits en avril 2004] Donc, Pierre doit nous dire si on doit changer notre fusil d'épaule [changer de solution].

Pierre : Pour l'instant, on dépasse. Ce qui était présenté à la DRIRE c'est qu'on ne dépassera pas 2m³/h [débit de fuite]. Ca dépend comment tu fais tes 2m³/h. C'est 2m³/h flexible coupé.

Bernard : J'ai une solution : des flexibles à 15 000 francs. Si le flexible s'arrache un clapet se ferme mais le problème c'est si c'est pas par arrachement.

René : À Pierre : C'est par fuite que tu voulais dire. Sinon, tu mets un détecteur.

Pierre : Mais, à des pressions comme ça, ça va très vite.

Frédéric : Le problème c'est [la connexion] entre le flexible et le wagon.

Pierre : En poussant à 3.5 bars tu en sors de l'A. Ca ne passe pas en 2 minutes et pas en 30 secondes.[le volume d'acide qui s'échappe en trente secondes dépassera les limites du site]

Bernard : T'as pris quoi comme diamètre ?

Pierre : Celui du plongeur, phi 42 [cm].

Bernard : Je te mets des flexibles qui arrivent à 40 [cm] mais le trou sera de 25/26 [cm], en double emboîtement. Si ça sort de l'usine malgré tout ? Qu'est-ce qu'on fait ? On revient à nos solutions [implantation entre les deux ateliers de fabrication et utilisation de l'ancien bac de synthèse de la benzophénone comme bac de distribution] ?

Frédéric : Il faut tout mettre en œuvre pour que ça ne sorte pas, on ne va pas remettre en cause l'implantation.

Bernard se tourne vers Pierre pour lui demander les résultats de ses calculs de scénarios majeurs de fuite. Pierre explique que les calculs actuels montrent que les conséquences d'une fuite dépasseraient le périmètre du site. Bernard propose une solution technologique pour minimiser le volume de fuite : des flexibles équipés d'un clapet se fermant automatiquement en cas d'arrachement. René propose de mettre un détecteur au niveau du branchement des flexibles sur le container (cette connexion est un point de fragilité car des fuites peuvent se produire en cas de défaut d'étanchéité). Pierre explique que le volume de fuite est important parce que le container est sous pression. Frédéric précise que le point de fragilité de cette partie de l'installation se trouve au niveau du branchement du flexible sur le wagon. Pierre calcule qu'une fuite d'acide pendant 30 secondes aurait des conséquences qui dépassent les limites du site car la pression est très élevée (Volume d'acide qui s'échappe = débit de fuite * durée de la fuite, de plus, à diamètre de sortie égal, plus la pression est élevée, plus le débit est important). Bernard demande le diamètre de sortie considéré pour calculer le volume de fuite. Pierre précise que c'est le diamètre de la partie des tuyaux plongeant dans le wagon. Bernard propose des flexibles dont l'embout de branchement sur le wagon présente un diamètre réduit, afin de réduire le volume de fuite. Si cette précaution ne suffit pas, il propose de revenir aux solutions qu'il a préconisées : une implantation différente, entre les deux ateliers de fabrication et l'utilisation d'un autre système de distribution (l'ancien réacteur de synthèse de la benzophénone situé dans l'atelier « THORIUM »). Cependant, Frédéric insiste pour que l'implantation ne soit pas remise en cause.

d) Retour sur la hauteur d'implantation : risques professionnel et nettoyage des canalisations

Frédéric : Au rez-de-chaussée, il faut une capacité pour vidanger. Donc on se met en haut.

Pierre : Il va falloir pomper pour monter tout ça en haut !

Frédéric : Déjà, on se met en haut ou en bas ?

René : S'il y a des interventions pour faire souffler...C'est possible en haut ?

Frédéric : En cas de problème, on vidange où ?

René : Dans le doseur. Mais est-ce une bonne chose de souffler dans le doseur [bac A] ? Est-ce qu'on ne peut pas aller dans l'assainissement ?

Frédéric : Si on va vers l'assainissement pourquoi se mettre en haut alors ?

René : Mais là [en haut], j'y vais quand même dans l'assainissement.

Bernard : Pas directement, on te met un condenseur pour récupérer l'A dans le D203 [bac].

René : Je prends le train en route, ça me gêne.

Bernard : Si tu veux, je t'explique tout cet après -midi.

Frédéric : La justification du premier barriquand c'est qu'on a pris la décision d'envoyer l'A qui vient du dégazage du wagon à la fin du dépotage à l'assainissement par l'intermédiaire d'un condenseur.

Bernard : Sur le wagon à TERRE [entreprise dépotant de l'acide, les techniciens de l'équipe et le chef de projet ont visité leur installation afin de s'en inspirer], ils récupèrent 200 kg d'A. Ils soufflent pendant 8 heures. Nous on ne souffle pas mais on pourrait le faire.

Frédéric : Bon, l'échangeur, on le met en haut ou en bas ? Cette question est liée à l'assainissement.

Frédéric à la conception de l'installation. Il propose de placer la nouvelle installation sur le plancher supérieur. Pierre précise qu'il faudra des pompes pour aspirer l'acide depuis les wagons. Frédéric demande une décision claire : placer l'installation sur le plancher supérieur ou plus bas. René demande alors s'il est possible d'envoyer de l'air dans l'installation si elle se trouve sur le plancher supérieur (afin de nettoyer les tuyauteries avant une intervention de maintenance par exemple). Frédéric s'interroge sur les possibilités de vidange d'acide en cas de fuite. René propose d'utiliser le bac de distribution d'acide vers les deux ateliers (bac A). Cependant, comme cette solution ne lui semble pas très sûre, il propose d'utiliser le réseau d'assainissement. Frédéric ne voit pas l'intérêt de placer l'installation sur le plancher supérieur s'il faut utiliser l'assainissement (situé beaucoup plus bas). René ne comprend pas cette objection. Bernard lui explique qu'un condenseur intermédiaire permettra de récupérer l'acide sous forme de liquide avant de l'envoyer dans le réseau d'assainissement. L'explication n'est pas claire pour René qui n'a pas suivi les étapes précédentes de la conception. Bernard se propose de lui expliquer le fonctionnement de l'installation après la réunion. Frédéric poursuit l'explication : le condenseur permet de récupérer l'acide restant dans les flexibles après le dépotage, afin de l'envoyer vers l'assainissement. Bernard explique que d'autres industriels récupèrent des quantités d'acide importantes de cette manière. Frédéric revient à la question de la hauteur d'implantation du barriquand en rappelant qu'elle conditionne l'utilisation de l'assainissement.

e) Utiliser le Bac A

Pression du circuit d'A

Bernard : Sur le 201 [dispositif de distribution de la solution bac A], il faut qu'on me dise comment il doit fonctionner. Il peut fonctionner à 30 bars ; est-ce qu'on déclassifie l'installation à la pression atmosphérique ?

Pierre : En réunion HAZOP [HAZard and Operability study : méthode utilisée pour analyser les risques induits par la future installation] on verra si on peut mettre les moyens pour le déclasser.

Frédéric : Les conséquences sont très importantes sur les coûts du projet.

Bernard : Il faut que je sache pour mettre les limites et les sécurités.

René : Moi, j'ai vu le réacteur revenir à l'envers dans le doseur deux fois, il y a trois quatre ans, on a fait des fiches incidents. Le réacteur est revenu dans le doseur situé au quatrième étage.

René : Quand on démarre l'hydrolyse en paraZ2 [fabriquée dans l'atelier « THORIUM »], on ouvre la vanne à la main ; si la pompe ne marche pas, ça peut revenir. Alors attention. L'entretien dit que ça ne peut pas revenir car en principe c'est un doseur à clapet mais ça c'est la théorie...

Bernard demande une précision sur le fonctionnement du système de distribution afin de savoir s'il peut concevoir une installation fonctionnant à la pression atmosphérique. Pierre répond que la question sera examinée en réunion d'analyse des risques. Frédéric souligne que les conséquences de cette décision impactent fortement le coût du projet. Bernard précise que les deux solutions impliquent une conception différente de l'installation (une installation sous pression nécessite des dispositifs de sécurité supplémentaires et des dispositifs spécifiques pour passer de la partie sous pression des installations aux parties fonctionnant à la pression atmosphérique, ce qui augmente le coût de l'installation). René explique qu'une installation sous pression présente des risques. Il évoque son expérience passée : le retour de l'acide dans un réacteur situé au quatrième étage, alors que ce dernier était spécifiquement conçu pour éviter ce problème.

Risques associés à l'utilisation du bac A : retour à la solution benzo ?

Bernard : C'est pour ça qu'on évitait ça sur le condenseur. Un type tout seul sur le 201[bac A] ça va mais quand il va y avoir du monde, il va mettre quatre heures au lieu de 2 pour dégazer.

Frédéric : Dégazer quoi ?

Bernard : Il y aura intervention sur les vérins d'A donc des problèmes de fiabilité.

Frédéric : Ca c'est clair !

Pierre : Ce sont des arguments qu'on a essayé de faire valoir mais bon...

Bernard : C'est pour ça que je veux un PV [procès-verbal de réunion].

René : Ca c'est sûr.

Bernard ajoute que ce risque était évité avec la solution qu'il soutenait (solution « benzo »). Il explique que lorsque le bac intermédiaire (bac A) sera sollicité pour le dépotage et les fabrications, les opérations de dégazage du wagon seront plus longues que prévu. Frédéric ne comprend pas. Bernard précise que ces différentes interventions multiplient les sollicitations sur les différents vérins installés sur le bac intermédiaire ce qui pose le problème de leur fiabilité. René acquiesce. Pierre rappelle qu'ils ont présenté cet argument au comité de pilotage, mais sans succès. Bernard, soutenu par René, voit dans ces contraintes autant de justifications pour la rédaction d'un relevé de décision officiel.

f) Définir les protections pour s'installer en hauteur

Encombrement et hauteur d'implantation

Bernard : Bon, on y va. René, toi qui connais l'atelier tu me dis... Je vais nettoyer là où il y avait de l'A anhydre pour avoir de la place.

René : Tu ne peux pas te mettre au rez-de-chaussée car tu ne peux pas purger. Que tu montes à 10 ou 15 mètres, ça ne change rien.

Bernard : A 5 mètres, je pouvais faire un local fermé pour que vous travailliez en sécurité. Je vais essayer de vous faire la même chose plus haut mais ce sera plus difficile.

Frédéric : Bon, on peut faire une lèche frite.

Frédéric dessine sur le schéma TI.

Bernard reprend le travail sur la configuration de l'installation et demande l'avis de René qui connaît bien l'atelier « THORIUM ». Il propose d'enlever les parties d'installation qui ne servent plus afin de libérer de l'espace. René explique que comme il ne peut pas implanter l'installation au rez-de-chaussée, la hauteur d'implantation n'a pas d'importance. Bernard explique qu'au premier étage, à 5 mètres de hauteur, il avait la place de faire un local fermé, plus sûr pour les opérateurs. Il souhaite procéder de façon analogue plus haut, mais il explique qu'il sera limité par l'encombrement des installations. Frédéric suggère d'installer un bac de récupération de l'acide en cas de fuite, sous le plancher. Il le dessine sur le schéma TI.

Diamètre des tuyauteries et risque de percage

Frédéric : Le tuyau d'arrivée d'A, on le calorifuge. On peut aussi diminuer le diamètre.

Bernard : Non, c'est de l'inox diamètre 25 [cm]. Attention, en A, on circule à vitesse lente. Si on va trop vite, on décompose l'A, on vaporise l'A et l'A écope les tuyaux et les troue !

Frédéric propose de calorifuger le tuyau d'arrivée d'acide et de prévoir un diamètre plus faible. Bernard s'oppose à cette dernière proposition : il souligne que l'acide doit circuler à vitesse lente dans les tuyaux or, l'acide circule d'autant plus vite que la canalisation est étroite. La vitesse réchauffe l'acide qui se vaporise et risque alors de percer la conduite.

Vannes de sécurité

Frédéric : ...Là on met une vanne automatique.

Bernard : Ca c'est surtout une vanne de sécurité pour éviter que 30 ou 40 litres d'A retournent en arrière.

Pierre : On peut utiliser les vérins des postes.

René : Si tu as une rupture tu fermes là (René montre sur le schéma) et tu laisses partir.

Bernard : À l'arrivée tu peux fermer.

René : Tu sectionnes donc il y en a un peu qui part aux oiseaux. C'est bon, c'est comme le D.

Frédéric propose ensuite d'ajouter une vanne automatique afin d'éviter le retour de l'acide dans le dispositif de distribution. Pierre propose d'utiliser les vérins présents sur le poste actuel. René montre sur le schéma la vanne permet d'arrêter l'alimentation en acide en amont en cas de fuite en aval.

Bernard précise que le même dispositif existe à l'arrivée. René approuve ce dispositif et le compare à ceux présents sur les installations utilisant du D.

Choisir et positionner les dispositifs de surveillance du procédé

Frédéric : Après l'échangeur, on rentre dans la calandre, on sort, on a un TRC [régulateur de température]. On redescend et on a une vanne de sectionnement.

René : Mais la sonde d'humidité elle est où ?

Bernard : A la sortie du wagon, au collecteur principal.

Thierry : Il y aura un débit, une densité, un niveau.

Frédéric continue à décrire l'installation en suivant le cheminement de l'acide. René s'interroge sur la localisation de la sonde d'humidité (très importante pour la sécurité car l'acide ne doit pas être en contact avec une quantité d'eau trop importante au risque d'exploser). Bernard lui indique qu'elle se trouve en sortie du wagon. Thierry précise qu'à cet endroit l'installation sera équipée de trois types d'appareils de contrôle : un appareil de mesure du débit d'acide, un appareil de mesure de la densité d'eau et un appareil de contrôle du niveau d'acide liquide dans le container.

Choix du matériel pour commander le dépotage

Frédéric : Est-ce que tu peux faire le dépotage avec un FR [robinet], une CV [vanne manuelle] ? Si on peut fonctionner sans FR [robinet], on peut enlever la vanne. C'est autant de coût en moins.

Bernard : Mais Frédéric, ce n'est pas ça qu'il faut regarder. Il faut pouvoir réagir en cas de problème.

Frédéric demande à René s'il souhaite dépoter en commandant une vanne ou un robinet, cette dernière solution étant plus coûteuse car elle demande une vanne supplémentaire. Bernard réagit vivement, selon lui ce choix n'est pas une question de coût mais de sécurité : les opérateurs doivent pouvoir réagir en cas de fuite.

Retour sur le positionnement des dispositifs de contrôle du procédé

Pierre : L'AI [analyseur d'eau] qui mesure l'eau, on peut la mettre après le barriquand [système de refroidissement].

Thierry : Il y aura un débit plus une densité sur le Coriolis.

Bernard : Le TRC [régulateur de température], tu le mets là et la sonde tu la mets dans le coude.

René : Je sais, c'est moi qui l'ai démontée hier.

Louis : L'AI c'est l'analyseur d'eau.

Pierre : Donc, l'AI, on l'enlève de l'autre schéma.

Thierry : Ca fait une redondance de température.

René : On a la température en sortie du barriquand.

Louis : L'AX [sonde mesurant la conductivité du produit c'est-à-dire le nombre de ppm d'eau dans l'acide, 1ppm= 1milligramme d'eau par litre d'acide] ne sert à rien. L'AI, ça suffit, la sonde elle dépasse tout le temps. C'est normal, les wagons ne doivent pas arriver en étant supérieur à 260 [ppm] or, chez nous, ils arrivent à 700 [ppm], donc l'AX ne sert à rien.

Pierre explique que l'analyseur d'eau peut être déplacé. Thierry précise qu'il sera complété par un contrôleur de débit et un contrôleur de densité d'eau dans l'acide. Bernard propose de déplacer l'analyseur d'eau et de mettre à sa place un régulateur de température. Pierre rappelle alors qu'il faut également corriger le schéma de détail de l'installation. Thierry pense que la sonde qui mesure la température fait double emploi. Louis est d'accord. Il précise que l'analyseur d'eau suffit car la conductivité de l'acide contenu dans les wagons arrivant sur le site dépasse la valeur étalon de la sonde.

g) Positionner les vannes de sectionnement de l'installation

Sectionnement de l'installation en cas de fuite

Frédéric : Je déplace la vanne pour pouvoir isoler l'ensemble ; on ne va pas isoler entre chaque instrument.

Louis : Je parle pour la fab [fabrication], c'est pas pratique.

René : Du point de vue sécurité, il faut pouvoir tout décontaminer.

Louis : Dans les faits, on le fait pas, ça prend trop de temps. (A Frédéric) Donc, tu vas devoir remettre des vannes.

René Deux organes de fermeture manuels

Pierre : Et une XV [vanne semi-automatique].

René : Non, je préfère aller sur place et faire ce qu'il y a à faire.

Bernard : René, pour ton info, on a numéroté les vannes.

Frédéric : La règle prise c'est que les vannes manuelles sont des organes de sécurité, pas les XV ou les vannes automatiques.

Frédéric poursuit au sujet de la configuration de l'installation. Il propose de déplacer une vanne pour isoler une section plus grande de l'installation en cas de fuite et éviter aux opérateurs d'avoir à actionner des vannes entre chaque instrument de mesure. Louis l'approuve du point de vue des opérations répétées que cela demanderait aux opérateurs. René explique que pour être en sécurité, il faut pouvoir nettoyer toutes les parties d'installation touchées par une éventuelle fuite. Louis précise que dans les pratiques actuelles, toutes les parties d'installation ne sont pas isolées. Il précise alors à Frédéric qu'il faut prévoir des vannes supplémentaires afin de pouvoir isoler des parties d'installation plus réduites. René propose deux vannes manuelles. Pierre suggère d'ajouter une vanne semi-automatique mais René explique qu'il préfère actionner les vannes manuellement. Bernard informe René que toutes les vannes ont été répertoriées et numérotées. Frédéric rappelle les règles de sécurité appliquées en conception : seules les vannes manuelles sont considérées comme organes de sécurité. Les vannes semi-automatiques et automatiques n'entrent pas de cette catégorie.

Piquages pour nettoyer l'installation

Frédéric : (À René) Si tu veux souffler [envoyer de l'air dans les canalisations pour éliminer l'acide], comment veux-tu tes vannes ?

Bernard : Le problème, c'est que les piquages, Je peux pas encore les mettre. Ca c'est un schéma, il faut qu'on voie ensemble.

René : Au départ des wagons ça été prévu comment pour le soufflage ?

Louis : Le soufflage se fera au départ du bâtiment.

René : Il faut une vanne avec piquage pour que si besoin, je puisse souffler parce que si je souffle comme tu dis, je souffle où ?

Bernard : Dans [vers] le wagon.

René : Mais le wagon, il est à 3,5 bars. Comment je souffle 20 tonnes[20 bars] ?

Bernard : Tout à fait d'accord, René.

René : Si je veux changer des vannes et des vérins, comment je souffle les tuyaux ? Il y a un assainissement de prévu au cas où je souffle parce que je ne veux pas entendre parler du wagon.

Bernard : Il y aura des tuyaux, des cobras [tuyaux permettant d'aspirer les émanations d'acide] qui te ramèneront au 501 [système d'assainissement]. C'est un assainissement ouvert avec des ventilateurs qui amèneront jusqu'à « THORIUM ». Ils se mettront en manuel dans la cabine quand il y aura un incident et ils souffleront. Si on met des robinets partout, il faut pouvoir tirer des tuyaux partout pour l'énergie. Il vaut mieux rester sur l'azote. On souffle vers l'atelier car c'est là que se trouve tout le système de dégazage.

Frédéric demande à René la disposition des vannes qu'il préfère pour envoyer de l'air dans les canalisations afin de les nettoyer. Bernard explique qu'il n'a pas encore décidé de l'emplacement de ces vannes et qu'il a besoin d'en discuter avec René. René demande comment se fera le soufflage. Louis explique que l'air sera envoyé depuis le bâtiment de l'installation, vers le wagon. René demande alors une vanne supplémentaire avec un piquage afin de pouvoir brancher des tuyaux pour le soufflage. Bernard précise que l'air sera envoyé du bâtiment vers le wagon. René réagit vivement, l'opération est impossible car la pression dans le wagon est bien plus élevée que la pression au point de départ. Or, on ne peut souffler de l'air que si la pression à l'arrivée est plus faible que la pression de départ. Bernard est d'accord. René demande alors comment remplacer les vannes et les vérins de l'installation car il faut au préalable envoyer de l'air dans les tuyauteries pour chasser l'acide restant. Bernard explique qu'il pourra se connecter à un réseau de tuyaux arrivant jusqu'à l'assainissement, et que le soufflage pourra être piloté depuis la salle de commande. Il propose de placer des robinets sur les tuyauteries afin de pouvoir les nettoyer facilement, en envoyant de l'air vers l'atelier, tout en utilisant le système d'assainissement.

Positionner la vanne de sectionnement entre le bac A et le circuit sous pression

Frédéric : Revenons à nos moutons. On va du tuyau au doseur.

Bernard : Est-ce que la CV [vanne manuelle] on la laisse là ou on la met au plus près du réservoir pour garder la pression ?

René : Quelle est la longueur de tuyau ?

Bernard : 15 à 20 mètres.

Frédéric : Mais on s'en fout, il est liquide. Il faut être sûr que dans ce tronçon ça ne monte pas en pression, notamment avec la température l'été.

Bernard : On la laisse en bas la CV [vanne manuelle] pour tout grouper. Cette vanne va beaucoup travailler mécaniquement sur l'ensemble de l'installation.

Frédéric : Ok ! On la laisse en bas dans le groupement

Une nouvelle fois, Frédéric recentre la discussion sur la conception de l'installation. Bernard demande s'il faut déplacer une vanne manuelle située près du réservoir de distribution. René s'informe de la longueur du tuyau annexée au réservoir. Frédéric répond vivement que cette donnée n'a pas

d'importance car l'acide reste liquide dans cette portion. Bernard propose alors de ne pas annexer la vanne au bac de distribution et de la laisser près des autres instruments de contrôle.

h) Un système de refroidissement à l'eau glycolée pour refroidir l'acide

Mélange eau glycolée-acide

Frédéric suit le schéma TI : Pour l'eau glycolée sectionnement par une vanne CV, une régulation de température puis on retourne au doseur.

Bernard : Pour l'instant, on n'a pas le diamètre. (A Pierre) Pierre, tu me donneras les calculs et je te donnerai le système de l'échangeur [à l'eau glycolée].

Pierre : L'eau glycolée va dans l'A.

Frédéric : Et pas l'A dans l'eau glycolée ?

Bernard : L'échangeur est plus dangereux que le réservoir [barriquand] car on ne peut pas contrôler la soudure sur la plaque : la radio [contrôle par radiographie] n'est pas possible, on peut faire un peu de ressuage [Essai non destructif permettant de mettre en évidence des discontinuités ouvertes et débouchant en surface (porosité, amorces de rupture, etc.) des tuyauteries, grâce à un produit dont la pénétration et la résorption en assurent la détection.]. C'est pour ça que THORIUM est conçu au Fréon.

Louis : Pourquoi de l'eau glycolée alors ?

Frédéric décrit l'installation à partir du schéma TI. Bernard interroge Pierre sur le diamètre de tuyauterie (Pierre doit les calculer à partir de l'analyse des scénarios de fuite). Il mentionne qu'il en a besoin pour déterminer les spécificités du système d'échangeur (système de refroidissement de l'acide dont les circuits contiennent de l'eau glycolée). Pierre anticipe le fait que l'eau glycolée peut se mélanger à l'acide. Frédéric s'étonne que le contraire ne soit pas possible [l'acide se retrouve accidentellement dans le réseau d'eau glycolée]. Bernard explique alors que ce système de refroidissement à l'eau glycolée est dangereux car l'étanchéité de l'échangeur est difficile à vérifier (les techniques classiques de contrôle des matériaux sont difficiles à mettre en œuvre). Il précise que cette difficulté technique avait justifié l'utilisation d'un système de refroidissement au gaz dans l'atelier « THORIUM ». Louis s'étonne alors que ce système à l'eau glycolée ait été choisi.

Capacités de refroidissement du système à l'eau glycolée

Pierre : Ca été discuté en réunion, notamment à propos de la capacité en eau glycolée.

Louis : Oui, mais l'eau glycolée c'est une capacité de sécurité pour le réacteur en cas d'emballement.

Pierre : Mais il n'y a pas de souci si les « groupes froid » fonctionnent.

René : Et comment ? S'il y a un problème, ton eau glycolée ça part vite.

Bernard : Oui, s'il y a une fuite, ça part très rapidement.

Pierre : Il faut voir en réunion alarme et sécurité. L'eau glycolée dans l'A, l'AI [analyseur d'eau] devrait le voir et la température [le thermomètre] aussi. A TERRE, ils font avec la température, ça permet la détection de l'eau glycolée vers l'A.

Frédéric : On va le rajouter tout de suite car sinon, là, on y a droit. Pierre, ce qui existe c'est une chose, ce qu'on va faire c'en est une autre ! Et ce sont des HV [vannes automatiques] pas des XV [vannes semi-automatiques].

Thierry : Ce sont des XSV [autre dénomination des vannes automatiques].

Frédéric : Ca, on le verra à la réunion alarmes et sécurité.

Pierre explique que cette solution a été discutée en réunion notamment à propos des quantités d'eau glycolée disponibles. Louis précise qu'il doit en rester suffisamment pour refroidir le réacteur de l'atelier en cas d'emballement. Pierre objecte que ce scénario a peu de chance de se produire car le réacteur est équipé de groupes réfrigérants. René, soutenu par Bernard s'oppose : en cas de problème, les ressources en eau glycolée se révéleront rapidement insuffisantes. Pierre propose de reporter cette discussion à la réunion « alarmes et sécurité » (également appelée analyse de risques) au cours de laquelle l'efficacité des systèmes de sécurité est évaluée. Il ajoute que l'analyseur d'eau et le contrôleur de la température permettent de détecter l'eau présente dans l'acide dans l'installation actuelle. En effet, l'arrivée d'eau dans l'acide produit une augmentation de température. Il mentionne que la TERRE se base sur la température pour détecter un éventuel mélange d'eau et d'acide. Frédéric précise qu'il faut mentionner ces systèmes de surveillance de la présence d'eau comme barrières de prévention (en fait, il anticipe l'analyse de risques). Il fait également remarquer à Pierre qu'il doit différencier la future installation de l'actuelle. Il corrige le schéma : il remplace les vannes automatiques par des semi-automatiques. Louis corrige la dénomination qu'il utilise. Frédéric reporte cette discussion sur le codage du matériel à la réunion « alarmes et sécurité » (ou réunion d'analyse de risques).

Détecter le mélange accidentel eau glycolée-A

Bernard : On garde l'analyseur ?

Louis : Oui, on le garde.

Thierry : Il le faut quand même, c'est obligé.

Frédéric : L'A dans l'eau glycolée, comment on le voit ?

Bernard : Si c'est en quantité, vous allez le voir parce que c'est bruyant.

Frédéric : Une fuite, c'est au-delà des ppm.

René : Il y a intérêt à ce que la température fonctionne.

Bernard : La masse volumique va changer.

René : Est-ce que ça va être significatif ?

Bernard : Si c'est une grosse fuite oui, sinon, non.

Thierry : Moi, je laisse la température comme sécurité et l'analyseur à la station. Mais là, l'analyseur ne sert à rien.

Bernard : Si, car l'A fait des perçages d'aiguilles et ça va vite !

René : Il y a deux ans, ils ont changé le barriquand mais ils ne le savaient pas. Ça été polémique.

Thierry : Et la température ?

René : On a la température à l'entrée du barriquand, c'est tout.

Bernard : Au 60 m³ [petit bac de stockage d'acide], l'humidité est normale car il respire sur la colonne d'abattage [système d'assainissement].

Thierry : Quelle est l'utilisation actuelle des historiques des ppm à la sortie du wagon ?

René : On analyse sur le 80 m³. On analyse sur la phase gaz mais ce sont pas des ppm.

Thierry : Il y en a une [sonde de température] au niveau du barriquand.

Bernard : Donc, on ne met pas de sonde au départ ?

Pierre : Moi, je la mettrais, pour avoir la montée en température.

Louis : L'idéal c'est d'en avoir deux.

René : Oui, cet été, on l'a démontée deux fois la sonde.

Bernard demande à l'équipe s'il faut conserver l'analyseur d'eau. Louis et Thierry s'accordent sur la nécessité de le conserver. Frédéric se demande alors comment détecter la présence accidentelle d'acide dans l'eau glycolée du circuit de refroidissement. Bernard explique que le mélange est bruyant (bouillonnement). Il précise que la masse volumique de l'eau glycolée changera de façon significative en cas de fuite d'acide importante. Thierry propose de laisser la sonde de température à la sortie du système de refroidissement à l'eau glycolée et l'analyseur d'eau au niveau de la station de dépotage. Selon lui, l'analyseur d'eau ne sert à rien près du bac A. Bernard le contredit, l'analyseur est précieux à cet endroit pour détecter un mélange de l'acide avec l'eau. René explique que le « barriquand » de la station actuelle a été remplacé deux ans auparavant et que ces risques n'avaient pas été pris en compte. Thierry demande comment la température est surveillée sur l'installation actuelle. René répond que la température est mesurée uniquement à l'entrée du « barriquand ». Bernard précise que l'humidité est contrôlée dans le bac de stockage de 60 m³. Thierry demande alors l'utilisation actuelle des historiques de mesure de la conductivité (quantité d'eau dans l'acide). René précise que ces historiques sont analysés pour le plus gros bac de stockage. Thierry précise que le condenseur [système qui permet de condenser l'acide gaz en liquide] est équipé d'une sonde de température. Bernard se demande s'il faut conserver une sonde de température au niveau du wagon. Pierre l'approuve. Louis propose même d'en mettre deux, une au niveau du wagon et l'autre au niveau du système de refroidissement. René est d'accord car la sonde est tombée plusieurs fois en panne l'été précédent.

Ajouter une vanne de régulation de la température

Bernard : Il y a quelque chose qui m'inquiète pour la température. S'il y a une fuite [d'eau glycolée dans l'acide], il y a une montée en température et l'ouverture de la XV [vanne semi-automatique]. Car le barriquand va vouloir baisser la température donc il va ouvrir la XV.

Louis : Tu mets un seuil

Rene : Et alors ?

Bernard : Et plus d'eau va rentrer.

René : Je me mets à la place du gars sur le pupitre. Il n'aura pas le nez sur cet endroit.

Frédéric : Quelle est la température de l'eau glycolée ?

René : -12 ou -13°C.

Bernard : On a calculé à -20°C. Non, c'est -27°C au refroidisseur, l'eau glycolée circule à -12 -13°C à « THORIUM » et -20°C, c'est à « PHOSPHORE ». A « PHOSPHORE », on a deux machines à froid pour l'eau glycolée. A « THORIUM », l'eau glycolée circule dans la machine à froid, c'est différent.

Louis : Donc, il n'y a pas de régulation et tu es à -12°C. Enlève la vanne régulée et tu mets un TI ou un TS [sonde de température]. Tu laisses les vannes toujours ouvertes et en cas de problèmes, tu les fermes.

Bernard : Ca me gêne ce changement dans les fabrications. Si l'A arrive à -5°C ça va ralentir, notamment pour la paraZ3.

René : Actuellement ça fonctionne entre -5 -10°C, la longueur des tuyaux n'est pas calorifugée.

Bernard : La réaction est plus longue à démarrer si on est à -5°C.

René : Je veux une vanne automatique. Je peux pas dire au type tu montes tu redescends et tu remontes parce que tu n'as pas bien fait.

Louis : On a deux vannes, une de régulation et une de sécurité.

Bernard : C'est important en cas de problème.

Frédéric : En revue alarme et sécurité, on y a droit. Le problème c'est : on met la vanne ou on la met pas ? S'il n'y a pas de vanne, la température de l'A n'est pas constante et donc pas maîtrisée. Est-ce grave pour le procédé en aval ?

Pierre : La température dans l'A neuf, tu la régules ou pas ?

René : Non.

Bernard : Pierre, est-ce qu'à -5°C en A mélangé avec l'eau glycolée on a des glaçons ?

Pierre : Je ne peux pas te répondre de suite. Je pense qu'il n'y a pas de risque vu la température de cristallisation de l'A.

Frédéric : Oui, mais l'eau ?

Pierre : Mais c'est une question de rapport.

Frédéric : Si tu as de l'A à 10°C avec quelques ppm d'eau et si la température n'est pas régulière ici. Frédéric montre un tuyau sur le schéma.

Pierre : Pour moi, en stockage, je m'en fous, mais pour « THORIUM »...(A René) Quelles sont les contraintes aujourd'hui, sur l'A ?

René : Entre 1 et 4°C.

Louis : Les vannes de sécurités ne sont pas automatisées. Ce sont des organes de coupure et on ne met pas d'automatismes ?

Pierre : On pourra en discuter pendant les réunions alarmes et sécurité.

René : Oui, mais pour ça, il faut un schéma TI qui ressemble à l'installation finale.

Bernard s'inquiète du fonctionnement du « barriquand ». En effet, en cas de montée de la température, le système va déclencher l'ouverture de la vanne automatique pour libérer de l'acide froid dans l'installation. Mais, pour refroidir cet acide, le système commandera une arrivée d'eau importante ce qui risque de provoquer un mélange eau/acide. Louis propose de mettre un seuil de température sur la sonde du système de refroidissement. René ne voit pas l'utilité de ce seuil. Bernard est d'accord : malgré le seuil, en cas de montée importante de température les vannes s'ouvriront libérant une grande quantité d'eau. Par ailleurs, René se met à la place des opérateurs et précise qu'ils ne vérifieront pas systématiquement la température. Frédéric demande alors quelle est la température de l'eau glycolée dans le système de refroidissement actuel. René précise alors la température réelle. René précise les températures de fonctionnement des deux ateliers de fabrication selon leur système de refroidissement respectif. Louis propose alors d'associer aux vannes un système de régulation qui les ouvre ou les ferme selon la température. Bernard s'inquiète de la température trop élevée de l'acide avec le nouveau système de distribution car elle ralentira les réactions de synthèse de certains produits. René précise la température de fonctionnement actuelle alors que les tuyaux de l'installation ne sont pas calorifugés (pour les protéger des variations de

température extérieure). Par ailleurs, il insiste surtout pour que la vanne de régulation soit automatique afin que les opérateurs n'aient pas à monter plusieurs fois jusqu'à l'étage d'implantation du système de distribution pour réguler la température. Louis explique qu'il y a en fait deux vannes à cet endroit : une vanne de régulation et une vanne de sécurité (manuelle). Bernard précise que la présence de cette vanne de sécurité est importante pour couper l'arrivée d'acide en cas de mélange avec l'eau. Frédéric rappelle qu'il faut se décider à propos de la vanne de régulation car elle permet de maîtriser la température de l'acide. Il s'enquiert des conséquences sur le procédé si cette vanne est supprimée. Pierre demande alors à René si la température de l'acide est régulée actuellement. René répond que ce n'est pas le cas. Bernard se tourne vers Pierre également spécialistes des procédés pour savoir si l'eau gèle dans de l'acide à -5 °C. Pierre répond que le gel du mélange dépend de la quantité d'eau présente dans le mélange. Frédéric précise la question de Bernard à l'aide du schéma TI. Pierre répond que la question ne se pose pas pour les stockages mais qu'elle devient cruciale dans l'atelier « THORIUM ». Il demande alors à René de préciser les contraintes de température pour l'utilisation de l'acide dans l'atelier THORIUM. René répond. Louis fait remarquer que les organes de sécurité (vannes manuelles) ne sont pas automatisés. Pierre propose de reporter cette discussion à propos de la présence de la vanne de sécurité aux réunions alarmes et sécurité. Bernard n'est pas tout à fait d'accord : il veut finaliser le schéma TI qui est l'un des principaux supports de travail en réunion « alarmes et sécurité ».

i) Retour sur les risques liés à l'utilisation du bac A

Frédéric : Ok pour ce point, on passe à la réception des vapeurs.

Bernard : Pour le dégazage...

Frédéric : On a le réservoir, la canne, le plongeur ?

Bernard : Oui, un petit

Louis : On a une mesure de niveau.

Bernard : Un pesage.

Louis : Il te faut un plongeur.

Bernard : S'il y a un problème, on peut siphonner jusqu'au wagon. Quand le réservoir est plein à la moitié, l'A coule par le petit trou. Si je fais un piquage supplémentaire, il faut faire un dossier mines et tout ça donc je vais nettoyer et garder un piquage existant.

Louis : Mais ils ne marchent pas bien actuellement.

Thierry : Les radars non plus.

Louis : Oui.

Bernard : Le pesage n'est pas fiable et si on met des piquages, on va avoir de gros problèmes supplémentaires.

René : Ce doseur, ça va être une usine à gaz.

Bernard : C'est trop dangereux, personne ne m'y fera rajouter quoi que ce soit (en piquage).

Frédéric clôt cette partie de la discussion et propose d'aborder le problème du dégazage car il concerne directement les équipements ajoutés sur le bac de distribution. Bernard refuse de faire un piquage supplémentaire sur ce bac déjà très équipé. En effet, il veut éviter de fragiliser le bac et

limiter les formalités administratives associées aux inspections de ces piquages par des organismes accrédités. Louis précise que les appareils de mesure qui équipent le bac actuellement fonctionnent mal. Bernard acquiesce, mais insiste surtout sur le fait que les futurs piquages induisent des risques supplémentaires. René redoute lui aussi les conséquences de piquages supplémentaires sur un bac qui sert de récepteur d'acide et de doseur vers les deux ateliers. Bernard renchérit : il ne veut pas ajouter un piquage qui serait source de risques supplémentaires.

j) Retour sur les équipements de contrôle du procédé

Thierry : La mesure de poids fonctionnera toujours même si elle est fausse. Ca donnera des niveaux.

Louis : Mais ça sert à rien si c'est pas fiable !

Bernard : Je vais créer des contraintes [pour les opérateurs] avec le pesage.

Louis : Donc, il ne sert à rien donc tu mets des niveaux.

René : Ca va poser des contraintes en production, parce qu'actuellement c'est le débit qui sert de pesage, donc il faut le changer.

Louis : Le pesage ne sert plus à rien.

Bernard : Je signale que je vais faire quelque chose pour le pesage.

Louis : Mais c'est en cours, on va mettre un débitmètre.

Bernard : OK ! OK !

Thierry reprend le problème des équipements de mesure qui fonctionnent mal. Selon lui, même si le système de mesure du poids fonctionne mal, il permettra quand même d'avoir une idée des niveaux d'acide dans le bac A. Louis objecte qu'un système de mesure non fiable est inutile. De plus, Bernard précise que le système de pesage risque de déstabiliser les opérateurs de la fabrication, habitués à vérifier le débit d'acide et non le poids. Louis répète que la mesure du poids ne sert à rien. Bernard insiste sur le fait qu'il va proposer une solution. Louis lui répond vivement qu'il a déjà trouvé : il suffit de remplacer la mesure du poids par une mesure de débit.

k) Des choix technologiques pour minimiser les risques

Pression de fonctionnement de l'installation et diamètre des tuyauteries

Bernard : Le dégazage se fait en sortie du R201 [bac de distribution] donc il faut modifier le diamètre des piquages actuels car il faut circuler lentement.

Frédéric : Il n'y a pas un problème de pression ?

Bernard : Jusqu'à 500g (0.5bars), ça ne gêne pas. Quand tu seras à 3 bars dans le dôme, tu détends.

Bernard précise qu'il faut modifier les diamètres des tuyauteries installées sur le bac de distribution afin que l'acide circule lentement dans les conduites. Frédéric demande si la pression [de fonctionnement prévue à 3 bars] pose problème. Bernard explique qu'avec une pression de 3 bars il faudra un système de détente avant d'envoyer l'acide dans le système de distribution (qui fonctionne à la pression atmosphérique).

Encombrement de l'installation

Frédéric : On rentre par le haut dans les tubes.

Bernard : Je me suis posé la question. Est-ce qu'on met le condenseur en horizontal ou en vertical pour que ça prenne moins de place ?

Bernard fait un schéma à main levée avec le condenseur en position horizontale.

Frédéric : Effectivement, je le vois mieux comme ça.

Bernard : C'est juste une question de place. Je prends l'option horizontale.

René : Ce qui me turlupine, c'est que Bernard parle de place parce que si on travaille en A il faut de la place.

Bernard : Avec un condenseur horizontal, on diminue le taux de fuite car il n'y a plus de contraintes sur les tubes.

Frédéric demande alors si les tubes sont implantés sur la partie supérieure du bac en question. Bernard explique que cette question dépend de la position du condenseur : horizontal ou vertical. Il préconise la position horizontale pour minimiser l'encombrement des installations. Cette discussion sur l'encombrement des installations inquiète René car l'utilisation d'acide impose des installations aérées. Bernard explique que la position horizontale limite les risques de fuite car les tuyauteries sont moins contraintes.

Diminuer la pression de fonctionnement de l'installation pour simplifier son design

Frédéric : On enlève un organe de sectionnement si on déclassé le réacteur [bac A].

Bernard : Oui et après René m'aidera pour l'appareil à graphite [assainissement] pour le problème de pression.

Frédéric : Ensuite, isolement du pot et je renvoie dans le réacteur. Est-ce qu'il faut un plongeur ?

Bernard : Oui, mais non percé et on peut enlever le pot de garde hydraulique.

Bernard et Frédéric corrigent le schéma TI.

Frédéric : Ce tuyau on le calorifuge ?

Bernard : Non, c'est pas la peine.

Frédéric : Ici, non plus, pas de calorifuge...

L'eau glycolée...

Frédéric explique alors que si le bac de distribution n'est plus sous pression, une vanne de sectionnement peut être enlevée. Bernard approuve mais il souhaite travailler avec René sur les différents niveaux de pression de l'installation notamment au niveau de la colonne d'abattage. Bernard et Frédéric s'accordent pour supprimer un système hydraulique inutile parce que le système de distribution n'est plus sous pression. Frédéric propose de calorifuger un tuyau. Bernard juge que c'est inutile.

1) Retour sur le risque de mélange eau/acide

Retour sur la régulation de température : le pot hydraulique

Bernard : Mon problème, c'est qu'on n'a pas de température [appareil de mesure de la température].

Frédéric : Mais t'as pas besoin de réguler [la température].

Pierre : Donc, on enlève la vanne de régulation.

Frédéric : Même question que tout à l'heure, l'eau glycolée dans l'A ?

Thierry : Dans le pot [hydraulique], actuellement il y a un analyseur et une température.

Frédéric : Donc on va le remettre notre pot rien que pour ça. On met le pot et la température.

Bernard s'inquiète de l'absence d'appareil de mesure de température au niveau du bac A. Frédéric lui explique qu'il est inutile de réguler la température à cet endroit. Pierre propose alors d'enlever la vanne de régulation. Cette question rappelle à Frédéric une question évoquée plus tôt dans la réunion : En l'absence de système de mesure de la température, comment savoir si de l'eau glycolée s'est malencontreusement mélangée à l'acide ? Thierry explique qu'actuellement, l'installation dispose d'un pot hydraulique avec analyseur de température. Frédéric revient sur la décision de supprimer le pot hydraulique dans la nouvelle installation et décide alors de le conserver.

Conduite à tenir en cas de mélange acide/ eau glycolée

René : S'il y a un problème, qu'est-ce que tu fais ?

Bernard : Tu arrêtes l'eau glycolée.

Thierry : Et tu renvoies vers le puisard comme ils le font.

Bernard : Tu peux pas c'est un atelier, il y du monde ! Il faut envoyer dans le 502, le réservoir des effluents acides de THORIUM.

René demande la conduite à tenir en cas de problème (mélange d'eau glycolée et d'acide). Bernard explique qu'il suffit d'arrêter le circuit d'eau glycolée. Thierry complète en proposant d'envoyer le liquide pollué dans le puisard (récupération des effluents chimiques). Bernard réagit vivement car cette opération présente des risques pour les opérateurs présents dans l'atelier. Il propose d'utiliser le réservoir d'effluents acides de l'atelier.

Résistance du pot hydraulique

René : Qu'est-ce qui va se passer, parce que le bac est en plastique ?

Bernard : Quand la température monte, il faut isoler le pot, on met une vanne ?

Pierre : Non, on a dit à cause du déclassement.

Frédéric : Mais si, t'es en phase liquide donc ce n'est pas gênant la vanne.

René s'inquiète de la résistance de ce pot hydraulique car il est en plastique. Bernard propose de l'équiper d'une vanne afin de pouvoir l'isoler en cas de montée de la température. Pierre s'y oppose car ils avaient décidé de ne pas conserver cette vanne car cette partie des installations n'était pas sous pression. Frédéric le corrige : comme l'acide est liquide à cet endroit, l'utilisation d'une vanne ne pose pas de problème.

Retour sur les conséquences du mélange acide/ eau glycolée

Pierre : Il faut qu'on creuse l'eau dans l'A.

Bernard : Quand on a sauté, il y a 20 ans, l'eau est venue dans le réacteur qui a sauté en plus des soupapes équipées de robinets. Donc, dans la conception de « THORIUM », il n'y a plus de refroidissement sur les échangeurs.

René : Dans le système actuel, il y a un aiguillage : un commutateur. En fonction du débit et de la température tu envoies vers l'assainissement et tu as un commutateur pour le débit, pour la température ou pour les deux.

Thierry : Mais ça ne fonctionne pas bien.

Frédéric : La température n'est pas fiable.

Thierry : Pourquoi ce système de commutateur ?

Bernard : Le problème de l'eau dans l'A : Premièrement c'est la quantité d'eau. Ensuite, c'est la pollution avec le glycol qui va polluer la production.

Frédéric : Tu coupes et tu déverses le contenu du pot dans le 502 [bac de récupération des effluents acides de THORIUM]

René indique le 502, au rez-de-chaussée, sur le schéma TI.

Pierre : Je suis étonné que toutes ces sécurités pour empêcher le mélange d'eau et de l'A n'existent pas actuellement.

Bernard : Il y a deux ans, on m'avait demandé une étude pour travailler avec de l'huile mais ça n'a pas été pris.

Pierre : Il faut retrouver les études qui ont été faites.

Frédéric : Là, il faut des réponses pour le mélange A/eau glycolée, sinon, on va y passer une semaine sur le réservoir.

Pierre revient sur le problème de l'eau dans l'acide. Bernard explique qu'une vingtaine d'années plus tôt une explosion avait été provoquée par l'arrivée d'eau dans le réacteur. De ce fait, l'atelier « THORIUM » a été conçu sans échangeur à l'eau glycolée. René explique que sur le poste de dépotage actuel, un système de mesure du débit et de la température évacue le liquide vers l'assainissement. Thierry précise que ce système fonctionne mal. Frédéric explique que c'est parce que la mesure de température n'est pas fiable. Bernard indique que l'introduction d'eau dans l'acide aura deux conséquences : d'une part, selon la quantité d'eau, les conséquences peuvent être graves (jusqu'à l'explosion), d'autre part, l'acide et donc les productions aval seront polluées par le glycol contenu dans l'eau glycolée. Frédéric propose alors un système de déversement de l'acide pollué dans un bac de l'atelier situé au rez-de-chaussée. Pierre s'étonne que ces précautions afin de prévenir l'introduction d'eau dans l'acide ne soient pas en place sur le poste de dépotage actuel. Bernard explique qu'il a travaillé sur une étude afin de remplacer le système à eau glycolée par un système à l'huile mais qu'elle n'a pas été exploitée. Frédéric insiste encore pour que les conséquences du mélange eau/acide soient précisées afin de faire avancer le travail de conception.

m) Finalisation du schéma TI : avancement du projet

Bernard : Alors ces vannes ?!

Pierre : On s'en occupera en réunion alarmes et sécurités.

Bernard : Oui, mais c'est quand le chiffrage ?

Pierre : Mi-novembre.

Frédéric : Donc je mets tous ces problèmes à confirmer avant le chiffrage ?

Bernard : Louis, toi tu vas le mettre sous INFO [marque du système de conduite qui sera installé dans l'atelier THORIUM]. Est-ce que tu peux pigmenter le réservoir R201 [bac de distribution de l'acide] sur le synoptique ?

Louis : Si tout se passe normalement, on va tout pigmenter. Dans un premier temps, on peut faire un double étiquetage ; pour moi il faut le faire mais ça va demander des moyens supplémentaires.

Frédéric : Il faut en parler avec Jérôme [responsable du Service Fiabilité Matériel et responsable hiérarchique de Louis].

Bernard : Moi je vais mettre les repères pigments

Louis : Oui, il n'y a pas de problèmes. Si on monte tout sur INFO, le repérage actuel ne veut plus rien dire donc tant qu'à y être...

Frédéric : Il faut tout reprendre, attention.

Bernard : Ce qui m'inquiète c'est que les schémas TI n'ont pas été pigmentés. Moi, je ne prends que ce qui me concerne [le poste de dépotage et non l'ensemble de « THORIUM »].

Louis : Nous, il faut qu'on regarde avec le passage sous INFO ce qu'on fait.

Bernard : Il faut respecter ce qui a été rentré dans les bécanes [systèmes informatiques de conduite].

Bernard pose alors la question des vannes à placer au niveau du bac de distribution. Pierre reporte la discussion à la réunion « alarmes et sécurité ». Bernard insiste car il s'inquiète du délai pour le chiffrage de l'installation. Pierre rappelle que le chiffrage devra être prêt pour mi-novembre. Frédéric souligne avec humeur qu'il faut confirmer toutes les incertitudes avant d'effectuer le chiffrage. Bernard demande à Louis de préparer le repérage du bac de distribution sur les synoptiques de conduite. Louis mentionne qu'il a besoin de moyens supplémentaires pour traiter l'ensemble de la nouvelle installation (les postes de conduite du poste de dépotage et l'ensemble des postes de conduite de l'atelier « THORIUM »). Frédéric, responsable du chiffrage du projet, précise qu'il doit en parler avec le responsable du service Fiabilité Matériel, responsable hiérarchique de Louis. Bernard indique qu'il placera des repères sur les schémas TI. Frédéric attire son attention sur le fait qu'il faut repérer la nouvelle installation sur l'ensemble des schémas TI. Bernard répond qu'il ne traitera que la partie des schémas relative à son travail, c'est-à-dire uniquement le poste de dépotage. Louis lui explique qu'il faut tout réviser en raison de la rénovation des systèmes de conduite de l'atelier « THORIUM ».

n) Distribution d'acide vers les deux ateliers

Pierre : La distribution dans « THORIUM » et dans « PHOSPHORE » se fait par les mêmes pompes. La ligne d'A recyclé [acide récupéré à la fin des fabrications et réintroduit en amont du procédé] vers la ligne d'A neuf est supprimée.

Bernard : J'ai fait un schéma avec toutes les tuyauteries supprimées et gardées sont colorées, plus toutes les boucles qu'on peut récupérer.

Pierre : Donc, il faut un nouveau piquage pour « PHOSPHORE ».

René : Donc une vanne manuelle.

Frédéric : La XV [vanne semi-automatique] n'a plus d'utilité.

René : Ca va tenir avec une seule vanne manuelle pour alimenter ?

Bernard : Tu as une XV [vanne semi-automatique] pour alimenter chaque pompe. Pourquoi on a mis deux pompes ? C'est de la sécurité des procédés, l'automate bascule d'une pompe à l'autre. L'avantage c'est que s'il y a besoin important en consommation, on démarre les deux pompes.

Frédéric : Les XV [vanne semi-automatique] sont utiles pour les pompes ?

René : Et s'il y a une fuite, comment tu fermes dessous ? Moi je n'y vais pas dessous !

Frédéric : Donc, tu as raison pour les XV [vanne semi-automatique].

René : Partout, il faut des XV [vanne semi-automatique] et en plus des vannes manuelles.

Bernard : Surtout des vannes manuelles en plus.

Pierre remarque alors que la distribution de l'acide vers les deux ateliers empruntera une seule et même ligne de tuyauteries. Bernard mentionne qu'il a préparé un schéma montrant la nouvelle installation et l'ancienne afin de distinguer les parties d'installation et les régulations conservées. Pierre précise alors qu'il faut un nouveau piquage sur le bac de distribution pour l'atelier PHOSPHORE. René remarque qu'il faut ajouter une vanne manuelle à ce piquage. Frédéric observe que la vanne semi-automatique initialement prévue à cet endroit constitue une redondance. René se demande si une vanne manuelle suffit pour piloter l'alimentation des deux ateliers. Bernard lui explique qu'une vanne automatique règle l'alimentation pour chacune des deux pompes qui alimentent en acide les ateliers « PHOSPHORE » et « THORIUM ». Ce système permet une alimentation simultanée des ateliers en cas de besoins importants. Frédéric, dans son souci d'alléger l'installation, demande si des vannes semi-automatiques sont nécessaires. René répond vivement qu'en cas de fuite de la pompe, une intervention manuelle des opérateurs serait très risquée. Frédéric acquiesce. René répète que chaque vanne semi-automatique doit être doublée d'une vanne manuelle. Bernard le soutient.

Annexe III.2.

VIGNETTE 2

Analyse de risques de la solution « bac benzo simplifiée »

Infirmier : J'ai une question toute bête. Est-ce qu'ils ne peuvent pas se tromper de tuyau ?

Chef de projet : Il nous faudrait mettre quelque chose pour diminuer [le niveau de risques].

[...] Il y a tellement de vannes manuelles. Je vais mettre un mode opératoire avec une check-list.

2. Analyser les risques

ON APPREND QUE

Les opérations manuelles représentent des risques pour les opérateurs :

D'approvisionner les deux ateliers sans recourir aux astreintes pour le week-end

Les phases de transition d'un wagon à l'autre sont dangereuses

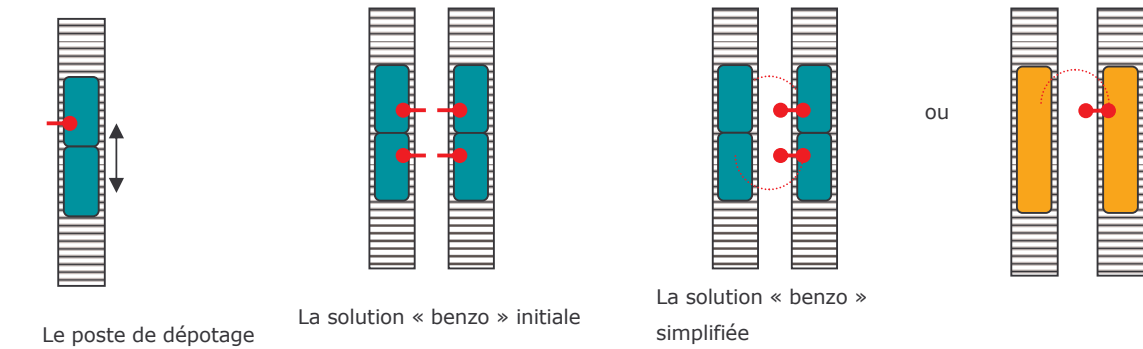
Les concepteurs mobilisent des parades organisationnelles

L'infirmier et le responsable sécurité sont intégrés spécifiquement pour l'analyse de risques...

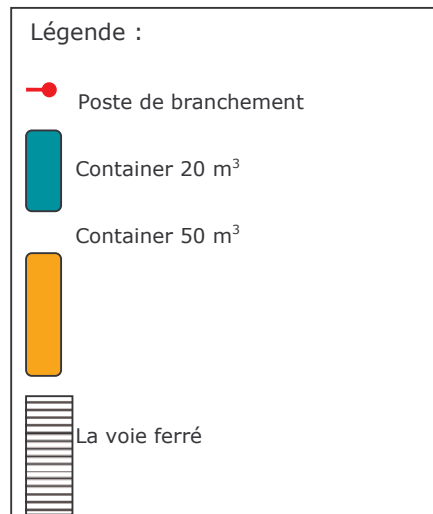
2.1. Configuration de l'installation

La solution étudiée est la suivante :

Figure III.II.1. : La solution « bac benzo » initiale et la solution « bac benzo » simplifiée



Le futur poste de dépotage :
deux voies ferrées avec deux
postes branchements montés
sur bras pivotant.



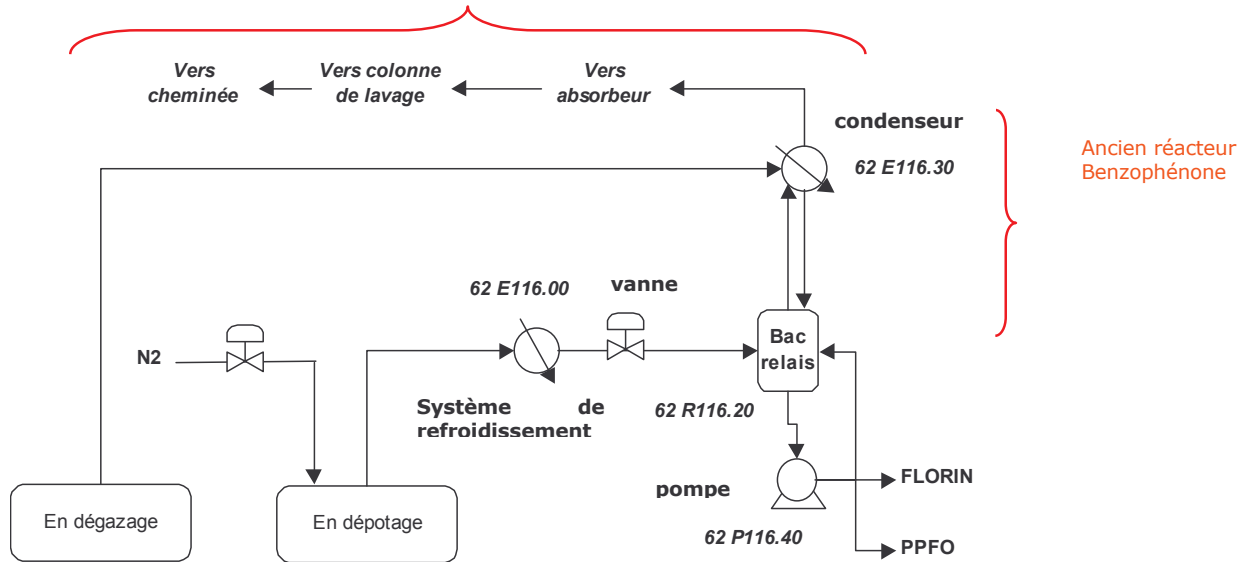
Le poste de dépotage peut recevoir deux types de wagons :

Des wagons portant deux containers de 20 m³ chacun.

Des wagons portant un seul gros container de 50 m³. Dans ce cas un seul wagon est branché sur chaque voie.

Un wagon de chaque type. (non représenté sur le schéma)

Figure III.II.2. : Schéma simplifié de la solution « bac benzo » implantée sur l'atelier « THORIUM »
 Assainissement THORIUM



2.2. Méthodes et supports de travail

2.2.1. La méthode Hazop

Le chef de projet mène cette réunion sur la base d'une méthode à laquelle il a été spécifiquement formé : la méthode HAZOP : HAZard and OPerability study. Elle est présentée dans le « guide d'Industrialisation des procédés » rédigé par TECH. Nous en avons présenté les principes dans le chapitre 5, § 5.2.2. La réunion d'analyse de risques dure deux journées, les 21 et 22 janvier 2004. Nous restituons ici l'essentiel de la première demi-journée de réunion.

2.2.2. Supports pour la réunion :

- Le schéma TI
- Un écran sur lequel est projeté le tableau d'analyse des risques que le chef de projet complète sur un ordinateur portable
- La procédure CHIMIE pour mener l'analyse de risques selon la méthode HAZop
- La première analyse de risques pratiquée sur la solution A neuf avec l'assistance d'un expert du bureau d'études TECH, le 14 octobre 2003, car le chef de projet ne possédait pas l'agrément nécessaire à la conduite de l'analyse de risques.
- Une maquette d'une vanne équipant les wagons.

2.3. Réunion d'analyse des risques : le 21 janvier 2004

2.3.1. Les acteurs présents

- Pierre : Chef de projet
- Bernard : Technicien du Bureau d'Etudes
- Frédéric : Responsable du Bureau d'Etudes
- Thierry : Technicien de régulation
- Louis : Technicien informatique industrielle
- Jacques : Infirmier
- Arnaud : Responsable sécurité du site

2.3.2. La réunion

La réunion se déroule dans salle de réunion du bâtiment du Bureau d'Etudes.

a) Le technicien spécialiste de l'informatique industrielle et le responsable sécurité découvrent l'installation et son fonctionnement

Description rapide de la configuration de l'installation

Louis : J'étais pas là aux dernières réunions. On pourrait avoir un compte-rendu ?

Pierre : Comme grosse modification, il y aura deux postes de dépotage au lieu de quatre. Ensuite, on a tranché, on prend l'option benzo. Il y aura une pompe qui envoie vers « THORIUM » et « PHOSPHORE ».

Louis : Une pour « PHOSPHORE » et une pour « THORIUM » ?

Pierre : Non, une seule.

Frédéric : Comme actuellement, tu as une seule pompe.

Pierre : Sur le poste de dépotage, il y aura une seule vanne automatique du receveur vers le bac relais et pour le reste il y aura seulement des vannes manuelles. Voilà, c'est à peu près tout, ce sont les grosses modifications.

En début de réunion, Pierre affiche le tableau d'analyse des risques sur l'écran vidéo. Bernard déplie le schéma TI de l'installation au centre de la salle de travail. Louis, le technicien en informatique industrielle demande des précisions sur l'avancement de la conception. Comme il doit intervenir une fois que le schéma définitif de l'installation est validé, il n'a pas assisté aux réunions précédentes. Pierre lui explique les principales simplifications décidées à l'issue de la restriction budgétaire, en décembre 2003. Le bac intermédiaire de distribution définitivement choisi est l'ancien réservoir de synthèse de la Benzophénone (*Solution* « benzo »). Il sera équipé d'une pompe pour distribuer l'acide aux deux ateliers. Par ailleurs, l'installation comprendra deux plates-formes permettant de brancher deux wagons au lieu des quatre prévus initialement. Louis demande si chaque atelier disposera de sa pompe d'alimentation. Pierre et Frédéric lui expliquent qu'il n'y en aura qu'une seule envoyant l'acide alternativement vers l'un ou l'autre des deux ateliers. Pierre poursuit sa description des modifications : le nombre de vannes est réduit et beaucoup de vannes automatiques sont remplacées par des vannes manuelles.

Fiabilité de la détection d'acide liquide dans les wagons

Arnaud : Au niveau du dépotage, ça se fera comme avant, avec un pas à pas ou en manuel ?

Pierre : Ce sera en manuel.

Arnaud : Est-ce qu'il y aura quelques chose pour vérifier si c'est (le wagon) vide ou plein ?

Frédéric : Il y aura un niveau comme actuellement qui détecte s'il y a encore du liquide.

Pierre : Le liquide part vers le refroidisseur.

Frédéric : On veut être sûr d'être en liquide donc on refroidit avant d'arriver au niveau.

Arnaud, le responsable sécurité demande des précisions sur le degré d'automatisation du pilotage du dépotage. Pierre précise que le pilotage sera manuel. Arnaud s'inquiète de la présence d'un système de détection de l'état de remplissage du wagon, afin de connaître la quantité restante d'acide à dépoter. Frédéric précise qu'un appareil de mesure de niveau permettra la détection du liquide, comme dans l'installation actuelle. Pierre ajoute que l'acide sera refroidi par un système spécifique. Frédéric explique que cette précaution permet de s'assurer que l'acide reste à l'état liquide afin que l'information donnée par l'appareil de mesure du niveau soit fiable.

b) Mode de vérification de la position des vannes : automatique ou manuel ?

Pierre : Je propose de reprendre ce qui a été fait et de le compléter. On avait attaqué par le dépotage. On regardait comment on pouvait avoir une fuite pendant le branchement

Frédéric : Une question, je voudrais revenir sur le scénario des vannes fuyardes.

Pierre montre sur le schéma TI : Il y a ouverture de l'une de ces trois vannes ou une de ces vannes est fuyarde.

Frédéric : Et le wagon est en cours de dépotage ?

Louis : Il faut donc vérifier manuellement [l'état des vannes] ! Il va vérifier manuellement ou il y a un retour du fin de course ?

Pierre : On va vérifier aujourd'hui si on met des fins de course

Bernard tape sur la table.

Bernard : En A [acide] on a des fins de course sur toutes les vannes et là on est limité en budget. Chaque fin de course c'est une régulation !!!

Pierre : Mais on le voit facilement si une vanne est ouverte ou fermée.

Thierry : Oui.

Louis : Ce qui m'inquiète c'est que celui qui va le faire, il faudra qu'il en vérifie plusieurs. Et il peut se tromper. Ce sont les fab[ricants] qui le feront ?

Thierry : Oui, toutes ces manip [manipulations] ce sont des fab [fabricants] qui les feront.

Pierre introduit l'analyse de risques. A partir du mode opératoire, il reprend le scénario de fuite pendant la phase de branchement Il décrit la configuration des vannes avant que l'opérateur ne procède au branchement du container. Frédéric demande des précisions sur une fuite d'acide au niveau d'une vanne. Pierre indique sur le schéma l'état (ouvert ou fermé) des vannes qui peuvent fuir. Mais Frédéric souhaite des précisions sur la configuration du wagon (avant branchement, en dépotage, dépotage achevé ou en débranchement). Louis s'interroge sur le mode de vérification de l'état des vannes : manuel ou à distance grâce à un système de régulations. Pierre précise que ce choix — entre autres— est à l'ordre du jour de la réunion. Bernard tape du poing sur la table parce que selon lui, les installations dédiées à l'acide ne doivent comporter que des vannes équipées de fins de course pour des raisons de sécurité [les fins de course permettent aux opérateurs de repérer l'état de la vanne : ouverte ou fermée]. Or, les restrictions budgétaires conduisent à la suppression de ces précautions qu'il considère comme élémentaires. Pierre proteste : selon lui, les opérateurs s'apercevront aisément de l'état ouvert ou fermé des vannes. Thierry est du même avis. Louis, n'est pas d'accord. Il redoute une erreur de la part des opérateurs qui auront à vérifier plusieurs vannes. Il demande si les fabricants (les opérateurs postés) effectueront le dépotage. Thierry confirme.

c) Débats de spécialistes autour des normes de notation du matériel sur les schémas TI

Pierre montre sur le schéma TI : Cette vanne est fermée, cette vanne ouverte...

Louis : Là, je vois XYSV [notation désignant une vanne automatique], ça me choque.

Thierry : Mais non, c'est pas grave.

Bernard : On essaie de se mettre aux normes CHIMIE.

Louis : Si on pouvait garder les mêmes notations, ce serait plus simple pour les fabricants.

Thierry : Du moment qu'il y a une action de sécurité sur une vanne, il faut noter XSV [notation désignant une vanne semi-automatique]. Quand on a un asservissement, c'est Y.

Louis : Mais ce n'est pas là qu'il faut le mettre.

Bernard : Les schémas TI doivent être distribués aux interlocuteurs de l'usine. J'aimerais envoyer un schéma bon à 80%.

Louis : Je dis pas que c'est pas la norme.

Bernard : On demandera à Frédéric, c'est le patron du BE [Bureau d'Etudes] et toi, Thierry, tu mettras à jour avec Louis.

Louis : Ta XSV, elle est hors système [le système de régulation n'est pas relié au système informatique de pilotage] ?

Thierry : Oui

Louis : T'as un Y donc elle est dans le système.

Pierre : Le Y c'est toujours un problème quand tu vas dans les usines pour savoir si on le met ou pas, personne n'est d'accord.

Louis : Une action de sécurité liée à l'organe doit être dans le système.

Bernard : Moi je vous propose de prendre les consignes de Frédéric. Louis et Thierry se mettront d'accord sur les boucles. [Systèmes de régulation]. Je n'envoie pas de schéma TI non finalisé.

Pierre : On tranchera ce problème en dehors de la réunion.

Thierry : Revenons à nos moutons.

Bernard : Il faut que l'on sache parce que le temps avance.

Pierre montre sur le schéma TI l'état des vannes que les opérateurs doivent vérifier. Louis l'interrompt. Il s'étonne de la notation des vannes automatiques utilisée par les techniciens de l'équipe projet. Pour Thierry cette question n'est pas importante. Bernard explique qu'ils ont voulu respecter les normes de notations CHIMIE. Louis pense qu'il vaut mieux garder des notations conformes à celles des schémas précédents afin de ne pas dérouter les fabricants. Thierry précise alors les critères de notation qu'ils ont choisis. Louis n'est pas d'accord. Bernard tente de clore le débat : il souhaite que les deux spécialistes s'accordent rapidement afin qu'il puisse finaliser le schéma TI. Louis continue : selon lui, les règles appliquées par l'équipe projet ne sont pas les bonnes. Bernard arrête la discussion et propose de soumettre la décision à Frédéric, responsable du Bureau d'Etudes. Cependant, Louis et Thierry continuent à discuter. Pierre intervient et précise que les règles de notations varient d'une usine à l'autre. Bernard insiste pour soumettre la décision à Frédéric. Il mentionne qu'il n'enverra pas de schéma non finalisé, sous-entendu, tant qu'un terrain d'entente n'aura pas été trouvé. Pierre met fin au débat et propose de reporter cette discussion. Thierry acquiesce. Mais Bernard précise qu'il est nécessaire de se décider à ce stade d'avancement du travail de conception.

d) Les risques pour les opérateurs en cas de fuites au niveau des vannes

Pierre : On en était à la fuite. On avait des vannes fuyardes. Mais ce qu'on disait c'est que les gens sont équipés.

Sur le schéma TI, Pierre désigne les vannes sur lesquelles des fuites peuvent se produire : L'autre risque c'était que le A arrive sur le bras donc il faut aussi que cette vanne soit fuyarde.

Thierry : C'est bien, parce que je peux mettre les indications sur le synoptique.

Pierre montre des vannes sur le schéma TI :

Pour ces vannes, je n'ai pas mis dans le mode opératoire s'il fallait les manipuler. Il faudrait demander à René [agent de maîtrise de la fabrication]. On avait décidé de les mettre à la première Yellow Revue. Est-ce qu'on les oblige à manipuler ces vannes ?

Bernard : Tout sera accessible à partir de ces manifolds [ensemble de conduits et de vannes permettant de diriger l'acide vers des points déterminés de l'installation].

Pierre montrant les vannes : Celles-ci aussi ?

Bernard : Sur la petite plate-forme de sortie [entre les deux wagons] la vanne la plus haute sera à un mètre vingt. En A on part du principe qu'on ne met pas de vannes en hauteur. Comme ça, s'il y a un problème, ça gicle sur le ventre. Ils ont la combi et les bottes et comme ça, ça ne part pas au visage.

Pierre reprend le scénario de fuite au niveau des vannes. Il précise que les opérateurs seront protégés par leurs équipements. Il envisage ensuite une fuite sur une autre vanne : l'acide s'écoulerait alors sur les bras supportant les flexibles. Cependant, il hésite quant à la manipulation de certaines vannes car il n'en a pas discuté avec René, l'agent de maîtrise de la fabrication. Il adresse la question aux acteurs présents. Bernard explique que toutes les vannes seront accessibles depuis la plate-forme de branchement. Pierre n'est pas convaincu. Bernard précise que les vannes sont toutes situées à moins d'un mètre vingt de hauteur afin que les fuites éventuelles n'atteignent pas les opérateurs au niveau du visage.

e) Les risques liés à l'utilisation de flexibles

Risques de confusion entre les flexibles : parades techniques et organisationnelles

Jacques : J'ai une question toute bête. Est-ce qu'ils ne peuvent pas se tromper de tuyau ?

Bernard : On n'aura pas les mêmes diamètres de tuyau, les brides ne seront pas les mêmes. Sur le A liquide, on met des tuyauteries avec réducteur de débit.

Pierre : On avait la même question la dernière fois. Je suis allé voir la station de dépotage actuelle pour voir et les diamètres sont identiques.

Bernard : On met la tuyauterie en DN40 [diamètre nominal de 40 cm] mais pour l'A liquide, on met un flex [flexible] en DN25 [diamètre nominal 25]. Les pièces [qui permettent de relier les différentes tuyauteries et les flexibles] serviront de réducteurs [de diamètre].

Thierry : Oui, mais le gars peut se tromper. Il peut mettre le flexible liquide dans le gaz.

Bernard : Non !

Thierry : Ah oui, il y a un plongeur dans la phase gaz mais pas dans la phase liquide donc ça veut dire aussi qu'il ne peut pas y avoir de retour liquide [dans la phase gaz].

Bernard : Je suis allé voir un dôme. Mais j'aurais aimé voir le fabricant car j'ai de nouveaux joints plus sécurisants. Actuellement, on ne peut pas se tromper pour les branchements parce qu'on a trois diamètres différents.

Pierre : Non, là, on a les mêmes diamètres.

Bernard : Le CTEF [Comite Européen spécialisé] a mal joué alors ! On risque de se tromper.

Pierre : La personne mettra de l'azote dans le liquide et l'azote va partir dans le liquide.

Thierry : On peut faire un bullage [test qui consiste à injecter une petite quantité d'azote], ça ne présente pas de risque particulier.

Bernard : Oui mais quand tu ouvres l'été, ça sort et pourtant, on est à 3 bars ! (Problème de vaporisation de l'A en cas de grosses chaleurs).

Pierre : Pour le flexible, si on intervertit le branchement, l'azote va vers le liquide et l'assainissement.

Thierry : On a un débit sur l'assainissement (contrôle de débit).

Pierre : Sur le dégazage, oui.

Bernard : Le Coriolis [système de mesure du débit d'acide liquide] voit le dégazage.

Louis : On ne pourrait pas mettre des couleurs sur le flexible ?

Thierry : Oui, c'est une bonne idée.

Bernard : Des couleurs sont déjà utilisées sur les différents réseaux. Le rouge, on ne peut pas l'utiliser c'est le réseau incendie.

Louis : Dans ce cas, on met juste le bout du flexible en couleur.

Bernard : Le flexible part à la benne tous les six mois mais on peut peindre le bout.

Louis : Si c'est facilement réalisable, autant ne pas s'en priver.

Bernard : On peint, on met un bout de sparadrap mais on ne peut pas faire plus, il faut que je vois l'inspection... les couleurs sont normalisées. L'A c'est rose, l'azote orange et l'écriture noire. Tout sera repéré et on mettra des hexagones ou des ronds. Le flexible doit être repéré car il est soumis à réglementation.

Jacques observe le jeu de tuyauteries et de vannes en question et se demande si les opérateurs risquent d'intervertir flexible liquide et flexible gaz lors du branchement. Bernard explique que des diamètres différents permettront de distinguer les tuyauteries gaz des tuyauteries liquide. Pierre rappelle que cette question avait déjà été posée. Pour y répondre, il est allé observer l'installation actuelle et a constaté que les diamètres étaient les mêmes. Bernard insiste sur les différences de diamètres entre tuyauteries et flexibles. Thierry revient sur le risque de confusion entre les flexibles servant à dépoter le liquide et ceux servant à l'évacuation du gaz restant dans les wagons après dépotage. Bernard répond catégoriquement que cette erreur n'est pas possible. Thierry observe le schéma et répond lui-même à la question qu'il a posée : la présence d'un détecteur (plongeur) permettra de repérer la vanne de branchement pour la phase gazeuse. Ce détecteur sert à repérer un éventuel retour d'acide liquide dans le container.

Bernard poursuit sur le problème du matériel; il souhaite proposer aux fabricants un nouveau type de joints pour le branchement [Cf. Annexe II.2. : au cours du branchement, les opérateurs doivent placer un joint entre le flexible et la vanne de vidange du wagon). Il précise que la station actuelle permet de ne pas confondre les différentes tuyauteries car les diamètres sont différents. Pierre le reprend : les diamètres sont tous identiques. Bernard répond que c'est une omission de la part du Comité Européen spécialisé et que le risque de confusion entre tuyauterie gaz et tuyauterie liquide est bien réel. Pierre explique que l'opérateur peut brancher par inadvertance le flexible utilisé pour injecter de l'azote afin de nettoyer les wagons après le dégazage à la place des flexibles servant pour la vidange de l'acide. Ils injecteraient alors de l'azote dans l'acide liquide. Thierry propose de faire un test préalable : actionner le réseau d'azote : si la connexion est erronée, l'azote produira des bulles dans l'acide liquide. Il précise que ce test ne présente pas de risque particulier. Bernard objecte que

ce test présente un risque en été car l'acide se vaporise à cause de la chaleur, même s'il est sous pression (la pression permet de limiter l'évaporation de l'acide). Il peut alors s'écouler par le tuyau d'azote car il est sous pression. Arnaud, le responsable sécurité rappelle que la mésaventure s'est déjà produite et que le container s'est vidé tout seul à cause d'une vanne non étanche. Bernard explique qu'avec l'installation prévue ce problème serait détecté très rapidement. Pierre précise qu'en cas de branchement du flexible d'azote sur la vanne de dépotage liquide, le liquide irait vers l'assainissement car le réseau d'azote y est relié. Thierry ajoute que le réseau d'assainissement est équipé d'une mesure de débit (d'acide liquide). Pierre précise que cet appareil est localisé en amont, sur le réseau de dégazage. Bernard confirme.

Afin d'éviter cette confusion, Louis propose de différencier les différents types de flexibles par un code de couleurs. Thierry soutient l'idée. Bernard précise que la coloration des tuyauteries répond à un code normalisé. Louis propose alors de ne colorer que l'extrémité du flexible. Bernard précise qu'une opération devra être renouvelée tous les six mois, à chaque remplacement des flexibles. Louis insiste. Bernard semble d'accord mais se propose d'en informer le service d'inspection. Il précise que les flexibles d'acide seront signalés en rose, l'azote en orange et les lettres inscrites en noir. Il insiste pour que l'ensemble des flexibles soit clairement repérable.

Les flexibles : une nouveauté pour les acteurs opérationnels de la fabrication

Jacques : Le flexible ?

Bernard : Oui, depuis l'année dernière, la réglementation impose d'utiliser des flexibles.

Pierre : Les pièces d'adaptation restent en place ?

Bernard : Non, parce que les wagons sont tête-bêche et je ne veux pas donner trop de rayons de courbure aux flexibles, donc il faut changer les pièces d'adaptation.

Thierry : On pourrait aussi mettre des pièces de couleur ?

Bernard : Il faut que tout le monde soit de la même couleur, Avenmouth [site CHIMIE fabricant de l'acide et fournisseur du site de La-Source] et Derivados [site industriel espagnol fabricant de l'acide et fournisseur du site de La-Source].

Jacques : Est-ce que ce sont toujours les mêmes wagons ?

Bernard : Non. Il faudrait que les wagons qui viennent à La-Source soient dédiés, tous les mêmes. Mais Avenmouth n'a pas encore compris.

Bernard se lève et se dirige vers une petite table sur laquelle est exposée une maquette de vanne : Ca c'est le robinet du wagon ; ce que je ne comprends pas c'est que la réglementation nous impose des joints à doubles emboîtements et que les wagons arrivent avec des joints à faces plates !

Jacques, l'infirmier, relève le mot « flexible » qu'il entend depuis le début de la réunion. Bernard lui explique que l'option des flexibles pour remplacer les bras actuels a été retenue l'année passée pour des raisons réglementaires (en fait depuis la décision de déplacer le poste de dépotage). Pierre discutant en aparté avec Thierry des pièces d'adaptation entre les flexibles et les wagons, se tourne vers Bernard. Il lui demande si les pièces d'adaptation actuelles sont conservées avec le nouveau poste de dépotage. Bernard explique que c'est impossible car le flexible ne doit pas être exagérément courbé lors de son utilisation. Il doit donc prévoir de nouvelles pièces d'adaptation. Thierry propose d'appliquer le code de couleurs aux pièces d'adaptation. Bernard ajoute qu'il faudrait soumettre les

différents types de wagons qui approvisionnent le site au même code couleur. Jacques demande si ces différents wagons sont du même type du point de vue des branchements. Bernard précise que ce n'est pas le cas. Il se lève et se dirige vers une petite table sur laquelle est exposée une maquette de vanne du type de celle montée sur les wagons, destinées au branchement des flexibles pour le dépotage de l'acide liquide. Il précise alors que la réglementation impose un type de joint sur ces vannes et qu'elle n'est pas respectée sur tous les wagons arrivant sur le site.

Les risques de corrosion prématurée des tuyauteries par la vapeur

Jacques : Le flexible utilisé pour la phase liquide, est-ce qu'il sert seulement pour la phase liquide ?

Pierre : Il y a une phase de purge [pour éliminer les restes d'acide liquide] et de dégazage.

Thierry : Et le wagon est balayé à l'azote.

Pierre : Aujourd'hui, les gens chauffent.

Bernard : On est la seule usine à faire ça et ce n'est pas recommandé !

Jacques : Ça présente un risque ?

Bernard : Normalement, c'est interdit d'avoir de la vapeur là-bas. On a fait une arrivée d'air chaud comme ça s'il y a un problème, on peut éviter l'amorce de corrosion. Chez TERRE. Il n'y a pas d'air chaud mais ils soufflent longtemps.

Thierry : Ils soufflent pendant huit heures.

Bernard : Et ils récupèrent 200Kg d'A. Si l'ingénieur procédés dit qu'on souffle 20 minutes, il faudra souffler 20 minutes. Mais il faut arrêter de truffer les consignes. Actuellement, ils soufflent cinq minutes. Je les ai vus travailler. Au départ, ils mettent de la vapeur pour chauffer la cabane mais s'il y a de l'A ça fait boum ! Tu la vois l'installation là-bas, elle est toute pourrie.

Jacques pose des questions concernant l'utilisation des flexibles branchés au niveau des vannes de vidange du wagon. Il demande si les flexibles destinés au dépotage de l'acide liquide remplissent cette seule fonction. Pierre lui explique que ces flexibles restent en place pour la phase de purge des wagons (on enlève les dernières gouttes d'acide en injectant de l'air ou de l'azote dans le wagon) ainsi que pour le dégazage (comme le wagon est sous pression, on évacue l'air sous pression par l'intermédiaire de ces flexibles, après avoir ouvert les vannes). Thierry explique que le balayage des wagons pour évacuer les restes d'acide se fait par injection d'azote. Pierre précise que les pratiques actuelles de dépotage consistent à chauffer le wagon en injectant de la vapeur afin de vaporiser l'acide et de le chasser. Bernard intervient vivement pour préciser que cette pratique est spécifique au site et dangereuse. Jacques s'étonne qu'elle perdure. Bernard rappelle qu'il est normalement interdit d'utiliser de la vapeur car l'eau par réaction avec l'acide corrode les tuyauteries. Il précise que pour cette raison, le poste de dépotage est équipé d'une conduite d'air chaud afin d'évacuer l'eau restante. Cependant, il précise que sur le site de la TERRE, les opérateurs balayent le wagon plus longtemps qu'à La-Source. Thierry précise que cette opération dure 8 heures. Bernard ajoute qu'elle permet de récupérer 200 Kg d'acide liquide par wagon. Cependant, il rappelle que la durée de l'opération de soufflage doit être fixée par l'ingénieur procédé (Pierre) et que les pratiques actuelles sur le site sont dangereuses. Il explique que les opérateurs ne balayent le wagon que 5 minutes et utilisent de la vapeur, ce qui corrode les tuyauteries. Mais surtout, il rappelle que cette pratique fait

courir des risques d'explosion car elle introduit de l'eau dans des tuyauteries contenant de l'acide. (le mélange acide/eau est explosif selon les proportions du mélange)

f) Les risques induits par des opérations très manuelles

Pierre : Au niveau branchement, le seul risque, c'est la fuite d'A.

Jacques : C'est-à-dire le risque de rupture du flexible ?

Pierre : Oui.

Thierry : On a vu le branchement. On considère qu'on est raccordé.

Pierre : Il y a aussi la vérification de l'étanchéité liquide. Il y a des risques pendant cette phase. La personne gonfle les flexibles. A l'arrivée d'azote, elle ouvre les vannes, si une vanne reste fermée, l'azote gonfle ce flexible et l'autre.

Arnaud : Et ça, toujours manuellement ?

Louis : On est obligé d'aller voir sur place pour l'étanchéité.

Jacques : L'azote est à une pression de 6 bars et pas à 3 bars. Est-ce qu'il peut arriver plus ou moins de 6 bars ?

Bernard : C'est 6 bars maximum de pression.

Thierry : On met en pression les deux flexibles. Lors de la première étape, on a la pression sur le PX 14.5 (capteur) S'il fait son test d'étanchéité et qu'il n'y a pas d'azote, c'est qu'il n'y a pas de fuite.

Thierry : Ca veut dire que le test d'étanchéité est caduc. L'événement redouté c'est le test d'étanchéité non effectué. Comme barrière préventive, il y a la vérification manuelle.

Jacques mime la vérification en s'appuyant sur le schéma TI.

Pierre : Même s'il y a beaucoup d'opérations manuelles, on peut faire un pas à pas pour vérifier.

Thierry : On peut le faire valider sur écran.

Pierre récapitule les risques lors de la phase de branchement : il évoque le risque de fuite. Jacques ajoute le risque d'arrachement d'un flexible. Thierry récapitule ce qui vient d'être analysé. Après la phase de branchement Pierre évoque la phase de test d'étanchéité du flexible afin d'identifier les risques qu'elle comporte. Il décrit les opérations effectuées par l'opérateur pour configurer l'installation. Arnaud demande si toutes ces opérations restent manuelles. Louis confirme et rappelle que l'opérateur est obligé de vérifier l'étanchéité au plus près de l'installation. Jacques demande alors si la pression dans le réseau d'azote est constante (il craint qu'en l'absence de pression dans le réseau d'azote, l'acide sous pression remonte dans les tuyaux d'azote). Bernard lui précise qu'elle est égale à 6 bars et ne dépasse jamais cette valeur. Thierry continue la description du fonctionnement de l'installation pendant le test d'étanchéité et confirme à Jacques que l'absence de pression dans le réseau d'azote ne présente pas de risques pour l'opérateur. Il poursuit son analyse en complétant oralement les cases du tableau d'analyse des risques. L'absence de pression dans le réseau d'azote annule la validité du test d'étanchéité. Par conséquent, il faut prévoir un moyen de vérifier l'étanchéité manuellement. Jacques mime les opérations de vérification manuelles à partir du schéma de l'installation et souligne que cette vérification reste complètement manuelle pour les opérateurs. Pierre propose d'associer à cette vérification manuelle un retour sur les écrans de conduite afin de

suivre la séquence d'opérations pas à pas. Louis propose de faire valider le test d'étanchéité à l'écran par les opérateurs afin qu'ils contrôlent la séquence d'opérations effectuées.

g) Nouvelle discussion sur les règles de codage du matériel

Louis : Tu vois (à Thierry), là, je vois un PICS [capteur].

Bernard : Pose la question à Frédéric !

Frédéric : La règle dans les mesures instrumentales, c'est qu'on sépare les fonctions de régulation des sécurités. On sépare les capteurs.

Louis : Sur la boucle, je vois des XSY.

Frédéric : C'est aujourd'hui qu'il faut le régler, ce problème !

Louis : Il y a trois jeux différents sur THORIUM.

Frédéric : Sur le schéma TI, tu dois avoir toutes les indications donc il faut bien le marquer quelque part.

...

Frédéric : La question c'est est-ce qu'on met le Y et le S ?

Louis : Je te ressortirai le papier. On ne peut pas avoir le Y et le S. Là, ça me gêne parce que tout est mélangé. XY, c'est dans le système, c'est l'automatisme et puis, il y a le S.

Thierry : XSV, c'est dans le système.

Louis : C'est commandé par le système [informatique] mais la sécurité est hors système [informatique].

Thierry : Donc il faudrait mettre HSV.

Frédéric : Moi, j'ai appliqué les règles que je connaissais. S'il y a des choses déjà définies et normalisées, on s'adapte.

Louis : Oui, il y a déjà des choses, à THORIUM.

Thierry : En 90, le S voulait dire trois choses. En 94, on mettait le S dans une bulle [sur le schéma, le S indiquant la présence d'une sécurité était indiqué dans une bulle placée près du matériel concerné].

Louis : Il y a la normalisation et nous, on a adapté la normalisation. Nous, le Y, on ne l'appelle plus sécurité mais condition permanente dans le système, par rapport aux automatismes qui ne sont pas permanents.

Frédéric : Dans les cotations des risques, $Y=1/2$ [barrière qui permet d'abaisser le risque d'un demi-point] et la vérification de l'opérateur= $1/2$ [barrière qui permet d'abaisser le risque d'un demi-point] alors que le X fait 0.

Louis : Ce Y là, sur le schéma, il est lié à quoi ? Là je ne le sais pas.

Pierre : Pour l'instant c'est cette réunion qui va nous dire si on met le Y ou pas.

Louis se tourne alors vers Thierry pour lui indiquer le type de système de contrôle qu'il prévoit et la convention de codage qu'il applique pour le signaler sur le schéma. Bernard lui propose de poser la question à Frédéric qui vient de rejoindre la réunion. Frédéric répond immédiatement en exposant la règle appliquée. Mais Louis le contredit. Frédéric soupire et indique que cette discussion doit être réglée au cours de la réunion. Louis explique qu'il existe trois types de codages différents pour le seul atelier « THORIUM » et qu'il serait nécessaire d'appliquer la norme. Frédéric acquiesce et ajoute que toutes les indications doivent figurer sur le schéma TI. Thierry expose les différences entre le codage effectué par l'équipe projet et celui habituellement utilisé par Louis. Louis propose alors de s'appuyer

sur le document qui lui sert de référence car il estime que le codage que l'équipe projet utilise est ambigu. Thierry lui donne un exemple de codage de vanne mais Louis n'est pas d'accord. Frédéric explique que les techniciens de l'équipe ont utilisé les règles du Bureau d'Etudes mais qu'il est d'accord pour adapter les schémas à la norme en vigueur. Thierry retrace l'évolution des codages depuis les années 90. Louis explique les fondements de son codage. En fait, cette question du codage est importante car elle permet de décrire le type de sécurité des différents matériels utilisés. Or, chaque type de sécurité implique un niveau de risque spécifique lors de l'analyse des risques induits par la future installation. Louis montre sur le schéma TI une notation qu'il ne comprend pas. Pierre coupe court au débat et rappelle que l'analyse des risques permettra de déterminer le type de sécurité à privilégier pour le matériel.

h) Retour sur les tests d'étanchéité

Un risque élevé en cas d'erreur de manipulation des vannes

Jacques : Il peut y avoir plusieurs causes au manque d'azote.

Frédéric : La défaillance d'une boucle de régulation ou le manque d'azote.

Pierre remplit le tableau

Thierry : Ou il [l'opérateur] oublie la vanne au milieu et il ne teste que le flexible gaz et il oublie de tester le plus important : le [flexible] liquide.

Frédéric : (Frédéric lit le tableau d'analyse que Pierre est en train de remplir.) Il aurait fallu mettre le branchement dans la colonne « opérations ».

Jacques : On n'a pas vu la mise en place du wagon.

Thierry : On le verra après. Mais c'est vrai qu'il ne faut pas l'oublier.

Pierre : En risque résiduel, on conseille d'être à trois, à 2 c'est toléré, à 1 c'est interdit. Donc, un fin de course sur U3 (vanne), ça peut aider.

Thierry : Des cas de figure comme celui-là, il y en a pleins.

Frédéric : Oui, il faut que les 5 vannes soient ouvertes.

Jacques : Ca en fait des possibilités d'erreurs.

Pierre : Donc là, c'est la vanne U3 fermée ou la vanne C9 fermée, ou...

Frédéric : Moi, je mettrai que c'est le mauvais positionnement de l'une des 5 vannes pour le test d'étanchéité.

Pierre : Est-ce que ça arrive ?

Jacques : Oui.

Thierry : Tous les lundis matin ?

Jacques : Non, mais au moins une fois par an.

Pierre : C'est très fréquent une fois par an.

Pierre consulte la procédure pour le chiffrage des risques :

Pierre : On reste en risque 2. Pour que j'aie une fuite, il faut qu'un flexible soit défaillant.

Frédéric : C'est plutôt les connexions [entre les flexibles et les wagons]. Il faut espérer que les flexibles ne soient pas défaillants ! Au niveau des risques, on est à 2 ! Comment ça se fait ?

Jacques explique qu'il peut y avoir plusieurs causes au manque d'azote au cours du test d'étanchéité. Frédéric précise qu'une boucle de régulation peut être défaillante ou que le réseau peut manquer d'azote. Pierre inscrit dans le tableau les causes d'échec du test d'étanchéité. Thierry ajoute que l'opérateur peut oublier d'actionner l'une des vannes et oublier de tester le flexible contenant le liquide. Frédéric corrige les indications inscrites par Pierre dans la colonne « opérations » [phase en cours] : il a oublié de mentionner la phase de branchement. Jacques s'étonne que la phase de mise en place du wagon n'ait pas été abordée avant celle du branchement. Thierry lui indique qu'elle sera abordée plus tard. Pierre consulte la procédure d'analyse des risques afin de chiffrer le niveau de risques associés au test d'étanchéité. Il propose d'équiper la vanne d'un fin de course afin que l'opérateur puisse plus facilement contrôler son état. Cette précaution permet d'abaisser le niveau de risques. Mais Thierry explique que ce type de risque existe à plusieurs endroits sur l'installation. Frédéric précise qu'il concerne cinq vannes qui doivent être ouvertes dans cette phase de test d'étanchéité. Jacques souligne que les possibilités d'erreurs sont nombreuses. Pierre récapitule les erreurs possibles en énumérant les vannes qui peuvent rester fermées par inadvertance. Frédéric synthétise les différents cas de figure possibles en une phrase. Pierre se tourne vers Jacques et lui demande si ce genre d'erreur se produit souvent. Jacques confirme que c'est le cas. Thierry s'enquiert de la fréquence. Jacques précise que ce type d'erreur se produit être considérée comme très fréquente. Il consulte à nouveau le document et propose d'évaluer le niveau de risques à 2. Pierre poursuit l'analyse des causes d'une fuite au moment du test d'étanchéité. Il identifie la possibilité d'un flexible défaillant. Frédéric souligne que le risque de fuite est plutôt localisé au niveau des connexions entre flexibles et wagons. Il s'étonne du niveau de risque élevé.

Parades organisationnelles

Pierre vérifie dans son document pour le chiffrage des risques.

Pierre : Il nous faudrait mettre quelque chose pour diminuer [le niveau de risques].

Frédéric : Une consigne opérateur ?

Jacques : Ben oui !

Pierre : Il y a tellement de vannes manuelles. Je vais mettre un mode opératoire avec une check-list.

Jacques : Ce sont les gens du conditionnement qui feront le branchement et l'étanchéité ?

Frédéric : Pour moi, ce sont les fabricants.

Pierre : Non, ce sont les gens du conditionnement comme au petit atelier [fabricant des produits à base d'acide A].

Louis : Ce qu'on peut faire, c'est leur faire imprimer sur le synoptique avec l'état des vannes avant de les faire aller sur le terrain. Si ce sont toujours les mêmes personnes, ça ira.

Jacques : Mais ils sont huit et sont polyvalents !

Louis : Ce qui me fait peur, c'est que le week-end, les fabricants, les postés le feront.

Arnaud : Dans ce cas, il faut qu'ils soient trois.

Louis : Si c'est ponctuel, le chef de poste peut venir.

Pierre : Il faudra que le fabricant regarde en termes de charge de travail, surtout s'ils sont sur les deux ateliers.

Jacques : Est-ce que les deux wagons sont branchés en même temps ?

Pierre : Non.

Pierre ajoute dans le tableau un système technique (détecteur d'acide liquide) comme parade (PIC)

*Frédéric : Le PIC n'est pas une barrière, il faut mettre un mode opératoire. Le mode opératoire c'est 0.5 [probabilité d'occurrence ; risque= probabilité*gravité].*

Pierre cherche alors une solution pour l'abaisser. Il propose une consigne pour les opérateurs car les vannes manuelles sont très nombreuses. Jacques acquiesce. Il demande alors si les acteurs du branchement seront les opérateurs du conditionnement (comme actuellement). Frédéric explique qu'ils ont considéré que les fabricants de façon générale effectueront les branchements. Pierre le contredit et explique que le branchement et le débranchement seront effectués par les opérateurs du conditionnement. Louis propose d'imprimer une copie de l'écran indiquant l'état des vannes comme support de travail pour les opérateurs du branchement. Mais il souligne que cette option ne fonctionnera correctement que si les opérateurs chargés de cette étape sont toujours les mêmes. Jacques rétorque que ce n'est pas le cas car ces opérateurs sont nombreux et polyvalents : ils ne sont pas toujours affectés au branchement. Pour Louis, les branchements pendant les week-ends restent risqués car ils seront effectués par les opérateurs postés, en l'absence des opérateurs du conditionnement qui travaillent en semaine et en journée. Arnaud précise que les opérateurs travailleront en trinôme pendant cette période. Louis pense que le chef de poste peut aider ponctuellement deux opérateurs postés. Pierre se montre dubitatif : pour lui la question doit être posée aux acteurs de la fabrication car les chefs de poste s'occupent des deux ateliers simultanément. Il s'inquiète d'une charge de travail déjà très importante. Jacques demande alors si les deux wagons seront branchés en même temps. Pierre lui répond que ce n'est pas le cas. Pierre revient à l'analyse des risques induits par le test d'étanchéité des flexibles. Il propose d'ajouter un système de détection d'acide comme parade à une éventuelle fuite. Cependant, Frédéric et Thierry s'y opposent. Selon eux, le mode opératoire est une parade plus sûre pour les opérateurs. Frédéric précise que le mode opératoire permet d'abaisser la probabilité d'occurrence à un demi-point.

Comparaison des conséquences des différents risques lors du test d'étanchéité

Pierre : Après le mauvais positionnement des vannes, il y a la pression haute comme autre risque [pendant le test d'étanchéité]. Les conséquences : il n'y a pas de risques car l'azote est à la pression maximale de 6 bars.

Bernard : La pression des lignes, c'est la hantise de TECH [Bureau d'études du groupe industriel CHIMIE].

Thierry : Un autre problème est la fuite d'A avec en cause C11 [vanne manuelle] et XSV 1104 [vanne semi-automatique] ouvertes ou fuyardes.

Frédéric : Il y a un cas qu'on n'a pas vu, c'est l'absence d'azote.

Pierre l'ajoute dans le tableau comme cause du manque d'azote (pendant le test d'étanchéité).

Frédéric : Ce sont les mêmes conséquences que précédemment [les mêmes conséquences que la défaillance du détendeur d'azote (le détendeur est un appareil qui permet d'abaisser la pression d'un fluide ou d'un gaz comprimé)].

Pierre : Je ne sais pas si vous voyez d'autres risques pour l'étanchéité ?

Thierry : La vanne du wagon fuyarde.

Frédéric : Mais ça, c'est dans la phase de branchement.

Thierry : La dernière fois, ils avaient de l'A liquide dans la phase gaz. La vanne était fuyarde.

Frédéric : On peut la rajouter dans le branchement.

Dans la colonne des déviations, Pierre ajoute la présence d'acide dans le flexible destiné à la phase gazeuse.

Thierry se lève et montre la maquette de vanne : S'ils ouvrent ça [le dôme de la vanne i.e. sa partie supérieure] et qu'il y a de l'A, selon la saison, il peut y avoir de belles fumerolles.

Pierre : Bon alors les causes possibles sont vannes fuyardes ou emprisonnement d'A [dans le dôme de la vanne]. Comme barrières préventives, on met le port des EPI [Equipements de Protection Individuelle]. Pour moi la probabilité reste la même. Le port des EPI abaisse la gravité.

Thierry : Dans le dôme, c'est une présence limitée, un petit volume d'A. Ce que tu peux ajouter c'est la mise en place des cobras [Tuyaux pour évacuer les émanations d'acide] pour éviter les émanations.

Pierre : Est-ce que vous voyez d'autres risques pendant cette phase des tests d'étanchéité des flexibles ?

Thierry : On apporte un plus par rapport à actuellement car ils ouvrent et regardent si ça fume. C'est un test à l'A.

Pierre continue l'analyse. Il identifie le risque de surpression dans le réseau d'azote mais l'écarte immédiatement car l'installation est conçue pour que la pression d'azote ne dépasse pas 6 bars. Bernard souligne que la surpression préoccupe particulièrement les acteurs du bureau d'études Rhodithec.

Frédéric souligne qu'une déviation n'a pas été abordée dans l'analyse des risques pendant le test d'étanchéité : l'absence d'azote dans le réseau. Pierre l'ajoute dans le tableau comme cause de la défaillance du réseau d'azote. Il demande ensuite aux acteurs s'ils identifient d'autres risques au cours du test d'étanchéité. Thierry pense que la vanne reliant le flexible et le wagon peut fuir. Frédéric écarte ce scénario car il concerne la phase de branchement. Thierry explique qu'il s'est produit dans l'installation actuelle. Frédéric est d'accord pour l'ajouter à l'analyse des risques de la phase de branchement. Pierre l'écrit. Thierry se lève pour montrer la maquette de vanne (du container) en coupe. Il explique que de l'acide gazeux ou liquide selon la température extérieure peut rester emprisonné dans la partie supérieure de la vanne (dôme). De ce fait, les opérateurs peuvent recevoir de l'acide ou des fumerolles d'acide au moment du branchement. Pierre reprend les causes de la fuite d'acide dans cette phase : l'emprisonnement d'acide dans le dôme de la vanne ou une vanne fuyarde. Il propose comme barrière préventive le port des équipements de protection par les opérateurs. Il ajoute que cette barrière permet d'abaisser la gravité des conséquences d'une fuite mais pas sa probabilité d'occurrence. Thierry précise que la quantité d'acide retenue dans le dôme de la vanne est minime. Il propose d'ajouter une protection supplémentaire : des cobras (tuyaux aspirant l'air pour évacuer les émanations d'acide) pour évacuer les émanations d'acide. Pierre reprend l'analyse et demande aux acteurs s'ils envisagent d'autres scénarios. Frédéric relit le tableau d'analyse de risques. Il remarque que Pierre a oublié de préciser que toutes les vannes doivent être ouvertes pour réaliser le test d'étanchéité. Louis insiste pour que les opérateurs disposent d'un support de travail indiquant l'état des nombreuses vannes de l'installation. Pierre récapitule les

causes d'une fuite pendant le test d'étanchéité des flexibles. Thierry précise que la nouvelle installation sera plus sûre car actuellement, en l'absence de fuite visible, les opérateurs n'ont pas d'autres choix que d'ouvrir la vanne du wagon pour vérifier si elle est étanche.

i) Transition d'un wagon à l'autre : une phase à risques

Laisser le wagon en attente en configuration de dépotage : risques

Frédéric : Une fois le test fait, tu attends que la pression ne bouge pas. Une fois que les connexions sont correctes, tu mets à dépoter.

Pierre : Je voulais le mettre en phase d'attente et ils le mettront à dépoter quand ils en auront besoin. J'aime pas le laisser branché 24 heures.

Jacques : Mais tant que les vannes sont fermées

Pierre : Est-ce qu'on prépare le wagon pour qu'il soit dépoté ?

Frédéric : Oui, parce qu'on a vu que le temps entre deux wagons [pour effectuer la transition entre deux wagons] est court.

Bernard : On le laisse prêt à être dépoté l'épreuve faite. Ils dépotent celui-là, ils éprouvent l'autre et ils le laissent prêt à dépoter.

Louis : Tu mets toutes les vannes manuelles en position et les automatismes prennent le relais.

Pierre complète le tableau puis propose d'aborder la phase suivante : le dépotage. Frédéric précise qu'après le test d'étanchéité, l'opérateur doit attendre que la pression soit stabilisée avant de commander le dépotage. Avec cette solution, les opérateurs lancent le dépotage dès la fin du test d'étanchéité. Ensuite, ils laissent le wagon vide branché jusqu'à ce qu'ils aient besoin de le remplacer par un plein. Pierre hésite, après le test d'étanchéité, il préfère que les opérateurs laissent le wagon en attente et ne dépotent l'acide qu'au moment où ils en ont besoin car il ne veut pas qu'un wagon vide sous pression reste branché longtemps (jusqu'à 24 heures). Jacques ne comprend pas les réticences de Pierre. Selon lui, tant que les vannes sont fermées, cette situation ne présente pas de risques. Pierre demande alors à ses collègues s'ils sont d'accord pour mettre le wagon en configuration de dépotage immédiatement après le test d'étanchéité, afin qu'il soit prêt au moment du dépotage. Frédéric juge que cette précaution est nécessaire car les opérateurs disposent de peu de temps pour débrancher un wagon et brancher le suivant. Bernard résume les étapes de cette transition délicate. Louis propose même de préparer la configuration de toutes les vannes manuelles pour le dépotage dès que le test d'étanchéité est terminé. De cette manière, au moment du dépotage, les opérateurs n'auront que les vannes automatiques à actionner.

Capacités de dégazage d'urgence

Bernard : Ca ne va pas marcher. Le dépotage dure 3 à 4 heures. L'autre wagon sera à l'assainissement. Il y a un problème : quand l'un est terminé et l'autre en service et qu'on a besoin de mettre deux wagons à l'assainissement ?

Frédéric : Oui, on ne peut pas décompresser. Lorsqu'on est en dépotage, s'il y a une fuite, il faut arrêter la force motrice. Or, on ne peut pas dégazer rapidement puisque l'autre wagon sera à l'assainissement.

Pierre : Ce sont ces scénarios qu'il faut qu'on écrive !

Bernard : C'est le flexible la pièce sensible.

Pierre : On est d'accord.

Bernard : On doit vider 20 tonnes en deux jours. Le gars a branché son wagon, vérifié l'étanchéité. Quand le wagon est vide, il faut le déconnecter et mettre l'autre.

Frédéric : Oui mais là on met une contrainte de temps. Il n'aura pas le temps de s'équiper.

Bernard : Et puis...calculez bien comment vont faire les gars. Mettez-vous en situation. On met deux wagons, un vide et un plein... C'est là que ça coince. Il nous faut peut-être deux réseaux de dégazage. Si on a un seul réseau de dégazage, s'il y a un problème sur le wagon en service, on ne peut pas dégazer.

Pierre : On a prévu qu'en cas de dégazage d'urgence, on se met en phase transitoire : on peut mettre une sécurité et le wagon reste sous pression jusqu'à ce qu'on puisse le dégazer.

Bernard : Tu dégazes là-bas pendant quatre heures, c'est toi qui me l'as dit et si tu as un problème sur le wagon qu'est-ce que tu comptes faire ?

Pierre : On ferme la vanne [de dépotage, située sur le wagon] et on coupe la force motrice.

Frédéric : Oui, si en coupant la force motrice et en fermant la vanne, il faut voir si ça suffit...le problème, c'est que sur certains wagons [les wagons contenant deux containers de 20 tonnes], il n'y a qu'une seule commande pour les deux vannes. Est-ce qu'on met les vannes en position ou est-ce qu'on attend une demande ?

Bernard : Mais il faut le mettre à dégazer le wagon !

Frédéric : On n'est pas pressé.

Bernard : Ouh...

Mais pour Bernard, cette solution ne peut pas fonctionner car elle n'est pas sûre. Il s'explique : le premier wagon dépoté et vide est en cours de dégazage et connecté au réseau d'assainissement. En cas de problème sur le deuxième wagon alors en cours de vidange, il est impossible de le raccorder à l'assainissement car il n'existe qu'un seul réseau reliant l'installation à l'assainissement. Frédéric est d'accord : en cas de problème sur un wagon en cours de dépotage, il est nécessaire d'arrêter la vidange et de dépressuriser le wagon (abaisser la pression jusqu'à la pression atmosphérique). Or, avec un seul réseau d'assainissement, les opérateurs seront confrontés à la situation décrite par Bernard. Pierre insiste pour que ces scénarios soient écrits (pour l'étude de dangers). Bernard précise que dans les scénarios qu'il décrit, les flexibles sont les parties sensibles (le problème dont il parle sur le wagon en cours de dépotage serait un arrachement du flexible par exemple). Pierre acquiesce. Bernard reprend son scénario. Il explique qu'un wagon contenant 20 tonnes d'acide permet d'alimenter les ateliers pendant deux jours. Mais dès que le wagon est vide, les opérateurs doivent le remplacer. Pour Frédéric, cette alimentation en flux tendus pose une contrainte de temps aux opérateurs qui risquent de ne pas avoir le temps de s'équiper pour procéder rapidement au changement de wagon. Bernard insiste sur la nécessité de se représenter la situation de travail. Selon lui, le seul moyen de résoudre le problème est d'ajouter un réseau d'assainissement supplémentaire. Mais Pierre propose une autre solution. En cas de problème sur le deuxième wagon en cours de dépotage, il suggère de couper l'alimentation, fermer les vannes de dépotage et de faire attendre le wagon dans cette configuration jusqu'à ce que le réseau d'assainissement soit disponible. Bernard n'est pas d'accord car le dégazage d'un wagon dure quatre heures. Il ne veut pas qu'un wagon sous pression contenant encore de l'acide attende quatre heures avant d'être dégazé. Pierre

répète sa solution. Frédéric semble le soutenir mais il hésite sur un point : sur les wagons transportant deux containers de 20 tonnes, une seule et même commande actionne les deux vannes de dégazage des containers. Il se demande alors s'il faut laisser les vannes dans la configuration de dégazage ou attendre le moment du dégazage pour les placer dans cette configuration. Bernard rappelle qu'il ne faut pas attendre pour mettre le wagon à dégazer. Mais Frédéric répond que le dégazage n'est pas urgent. Bernard fait la moue.

Détecter l'état du wagon avant de le dégazer.

Pierre : Le fabricant devra faire ces opérations.

Frédéric : C'est pour ça que je suis pour qu'ils n'aient que les vannes automatiques à actionner. Frédéric montre sur le schéma TI : Tu fermes ici, ici... Donc là, pas d'urgence pour aller actionner les vannes.

Louis : Comment ils vont le savoir que ça n'a pas été dégazé ? Est-ce qu'ils le marquent ?

Jacques : Et il y aura peut-être des changements de postes.

Arnaud : Normalement, après chaque dépotage, il faut dégazer.

Frédéric : La seule contrainte c'est de brancher l'autre [pour le dépoter].

Bernard : Moi, je pense qu'il faut pas laisser le wagon sous pression. Elle va chuter. (A Frédéric) Tu verras que quand ça souffle, l'azote, la pression tombe vite.

Thierry : (À propos de la détection de pression qu'il montre sur le schéma TI) C'est une détection rapide.

Bernard : T'as pas besoin qu'elle soit rapide.

Frédéric : Si, pour savoir s'il y a une fuite en cas de chute rapide.

Bernard : Mais c'est le niveau qui va faire ce travail. Expliquez-moi comment dégazer le wagon si on n'a pas de mainmise ?

Frédéric : On passe en phase de dégazage et on actionne les vannes manuelles.

Pierre : Ok ! Moi, après l'étanchéité j'étais plutôt pour qu'on le laisse isolé.

Pierre s'inquiète de la complexité des opérations pour les opérateurs de la fabrication. Frédéric partage ses doutes et explique que c'est pour cette raison qu'il souhaite que la configuration des vannes pour le dégazage soit préparée immédiatement après le dépotage. Louis est sceptique. Selon lui les opérateurs chargés de débrancher le wagon peuvent avoir des difficultés pour savoir si le wagon a été dégazé ou pas. Jacques est d'accord notamment parce que les différentes étapes du dépotage seront effectuées par des équipes différentes. Arnaud insiste sur le fait que le dégazage doit avoir lieu après chaque vidange. Pour Frédéric la seule contrainte réelle est de brancher le wagon suivant une fois que le premier a été vidangé. Mais Bernard n'est pas d'accord, il refuse de laisser branché un wagon sous pression en attente de dégazage car il redoute une chute de pression (la pression permet d'évacuer aisément l'acide sous forme de gaz restant dans le wagon). Frédéric hésite. Bernard retrace son expérience : la pression peut décroître très vite alors que le wagon n'est pas en dégazage. Frédéric lui demande alors comment s'en rendre compte. Thierry explique qu'ils ont prévu un moyen de détection de chute de pression rapide. Bernard corrige : la détection de la chute de pression n'a pas besoin d'être rapide. Frédéric n'est pas d'accord car ce détecteur permet également de repérer les fuites d'acide sur le wagon. Frédéric insiste pour que l'installation soit mise en configuration de dégazage dès la fin du dépotage afin que les opérateurs n'aient qu'à actionner les

vannes automatiques au moment du dégazage. Pierre valide cette solution car elle confirme ses préconisations concernant la phase de transition entre test d'étanchéité et dépotage : isoler le wagon plein d'acide jusqu'au moment du dépotage.

Maintien de l'approvisionnement en acide des deux ateliers

Frédéric : On en était où niveau bac [bac de distribution de l'acide aux deux ateliers] ?

Thierry : On laissait un niveau minimum.

Louis : Oui, le tampon.

Bernard : T'as pas intérêt à travailler entre des seuils trop importants. Il faut 250 Kg par heure pour « PHOSPHORE » et à peu près pareil pour la production de Z1.

Louis : C'est 400 Kg/h pour le Z1.

Bernard : Tant mieux et le plus gros c'est le Z3 qui nécessite 500 Kg/h. Ça fait donc 1300 Kg/h.

Frédéric : Sur « PHOSPHORE », c'est d'un coup et sur « THORIUM » tu remplis le réservoir et c'est terminé.

Bernard : Sur « THORIUM », ils ont 4 heures de marche. Le niveau bas c'est surtout pour PHOSPHORE.

Frédéric : La solution c'est que si on est en niveau bas, on met la priorité sur « PHOSPHORE ».

Bernard : Oui car « PHOSPHORE » n'a pas de stock.

Louis : Ça dépend comment tu travailles mais tu tiens à peu près une heure.

Bernard : Oui, alors que pour « THORIUM » tu tiens 4 heures, ils ont un stock de quatre heures

Frédéric : Tu as deux possibilités : tu laisses tout prêt après l'étanchéité. Tu manœuvres les vannes que si on est en niveau bas.

Louis : Comme t'es équipé, tu peux mettre le wagon vide au dégazage.

Frédéric : Mais tu te mets une contrainte temps. Je ne vois pas l'inconvénient de mettre les vannes en place.

Pierre : Donc, on part comme ça.

Frédéric : C'est un peu ce qu'on a vendu à Daniel [expert TECH qui avait animé la première analyse de risques de l'équipe projet le 14 octobre 2003]. On ne pouvait pas mettre un seul bras [en fait un seul jeu de flexibles] car ça imposait une contrainte de temps.

Cependant, Frédéric veut s'assurer que cette décision est la bonne. Il souhaite vérifier que l'enchaînement des différentes phases qu'ils ont prévues permettra d'approvisionner les deux ateliers. Pour cela, il aborde tout d'abord le problème du niveau minimal d'acide à conserver dans le bac intermédiaire de distribution afin de prévenir une éventuelle pénurie d'acide. Thierry rappelle que lors des réunions précédentes, ils avaient décidé de laisser un niveau d'acide minimal que Louis appelle « tampon ». Bernard précise que les seuils minimaux ne doivent pas être trop élevés. Il donne la consommation horaire de l'atelier « PHOSPHORE » pour fabriquer le Z1. Louis corrige l'information. Bernard s'empresse d'ajouter la consommation de l'atelier « PHOSPHORE » pour la fabrication d'un autre produit, le Z3. Il calcule rapidement la consommation horaire de cet atelier. Frédéric souligne que l'atelier « PHOSPHORE » consomme ces quantités en une seule fois contrairement à l'atelier « THORIUM » qui dispose d'un stock d'acide. Bernard précise que le réservoir

permet à l'atelier « THORIUM » de fonctionner pendant 4 heures. Il explique donc que le problème du tampon dans le réservoir de distribution concerne principalement l'atelier « PHOSPHORE ». Frédéric propose de donner la priorité à « PHOSPHORE » en cas d'atteinte du niveau bas. Bernard ajoute que « PHOSPHORE » n'a pas de stock d'acide. Louis calcule qu'avec le niveau bas qu'ils ont prévu, l'atelier « PHOSPHORE » peut être alimenté pendant une heure. Frédéric examine la question de l'enchaînement des différentes phases du dépotage en regard de ces contraintes d'alimentation. Il explique qu'il existe deux alternatives : mettre le wagon en configuration de dépotage après le test d'étanchéité lorsque le niveau d'acide dans le bac de distribution a atteint sa limite inférieure ou le mettre dans cette configuration systématiquement, immédiatement après le test d'étanchéité. Louis ajoute que comme les opérateurs sont équipés pour procéder à ce changement de configuration, ils peuvent également mettre le wagon vide en configuration de dégazage. Cependant, Frédéric n'est pas d'accord car cette deuxième tâche fait peser une contrainte de temps sur les opérateurs. En effet, si les opérateurs préparent le premier wagon au dépotage alors que le niveau d'acide dans le bac de distribution a atteint le niveau bas, ils devront effectuer la mise en configuration de dégazage du deuxième wagon très rapidement avant d'aller commander la vidange du premier wagon. Pierre reprend la proposition de Frédéric pour valider collectivement la décision [mettre le wagon en configuration de dépotage immédiatement après le test d'étanchéité]. Frédéric est satisfait. Il explique que cette contrainte de temps leur avait permis de justifier l'utilisation d'un jeu de flexible par wagon afin de ne pas précipiter la phase de transition d'un wagon à l'autre, auprès de l'expert de Rhodithec qui animait la première réunion d'analyse de risques du projet.

j) Etanchéité-dépotage : une phase d'attente à risques

Pierre : La personne a fini l'étanchéité. Elle ouvre cette vanne. Celle-là est fermée. Le flexible va vers l'azote. On va regarder cette phase : attente du dépotage.

Bernard : Tu laisses cette vanne ouverte pendant le dépotage de l'autre wagon ?

Frédéric : Oui, tu es isolé par celle-là.

Bernard fait la moue

Louis : Tu as testé ton flexible jusqu'à la vanne. L'avantage, c'est que tu n'as plus d'intervention [de vannes à actionner manuellement].

Frédéric : Le circuit est connecté et testé.

Thierry : Un seul truc : quand on passe en phase gaz, on souffle la tuyauterie à l'azote. Est-ce qu'il peut y avoir un retour d'A dans le tuyau ?

Frédéric : Tu auras toujours de l'A dans le tuyau, mais c'est pas un problème.

Pierre : On est dans cette phase d'attente. On peut dépoter l'A sur l'autre wagon.

Arnaud : Et si tu en as un au dégazage et l'autre en attente et qu'il y a une fuite ?

Frédéric : Tu as de l'A dans la tuyauterie mais comme tu fais un cycle de balayage avant de déconnecter, donc c'est OK....Quoique, il est plein. Est-ce qu'on peut le balayer?...Oui.

Pierre : Les risques sont les mêmes que tout à l'heure. C'est la pression haute, je vais lister ce qu'il faut faire. Pierre remplit la case barrière du tableau en s'aidant de ce qui a déjà été rempli pour la déviation pression haute.

Thierry : Le problème avec le container plein c'est de savoir quand est-ce qu'il n'y a plus d'A dans le tuyau [flexible].

Frédéric : La déviation si la vanne est fuyarde : C'est le retour inverse dans le flexible du wagon en attente.

Pierre : Ouais.

Pierre remplit les cases du tableau.

Pierre : Si on a emprisonné de l'A et que la température augmente.

Frédéric : Dans le même scénario, tu ne peux pas mettre la vanne fuyarde et puis non fuyarde ! Moi, j'aurais mis pas de risques car les éprouves et le contrôle d'étanchéité ont été réalisés.

Pierre : Mais t'as pas les mêmes risques au bout de six heures ou au bout de 24 heures.

Thierry : Ben oui mais après tu retombes sur les risques du branchement.

Pierre continue à remplir les cases du tableau. Il consulte le compte-rendu de l'analyse de risques effectuée le 14 octobre 2003 et animée par un expert TECH.

Pierre : Je vais mettre ce qu'il [l'expert TECH] a mis parce que si t'as une fuite et que tu ne le vois pas l'A sort très vite. Je vais mettre un test d'étanchéité .Il avait mis niveau 2. On met des détecteurs à A qui abaissent la gravité.

Frédéric : Quel que soit le détecteur, on arrête le dépotage. L'action des détecteurs c'est arrêt du dépotage et l'arrêt du dépotage, c'est la fermeture des vannes sur tout le poste [arrêt d'urgence].

Thierry : Toutes les vannes ?

Frédéric : Oui, même les vannes azote.

Pierre : Est-ce qu'il peut y avoir un autre risque ? Un autre retour inverse à part ce scénario ?

Louis : Quand il va dégazer, tu peux être ouvert les deux en même temps mais bon.

Pierre propose d'examiner en détail la phase de transition entre le test d'étanchéité et le dépotage du wagon. Il précise la configuration de l'installation. Bernard s'étonne qu'une vanne reste ouverte sur le wagon qui n'est pas en cours de dépotage. Louis lui explique que comme toutes les vannes sont doublées, la portion d'installation concernée reste malgré tout isolée. Bernard n'est pas convaincu. Louis ajoute que la préparation immédiate de la configuration de dépotage présente un avantage certain pour les opérateurs : ils ont très peu de matériel à actionner avant de pouvoir dépoter. Frédéric acquiesce. Thierry s'inquiète d'un possible retour d'acide liquide dans les flexibles utilisés pour le soufflage d'azote dans le wagon. Frédéric lui explique qu'il reste toujours de l'acide dans le wagon mais que les quantités présentes ne présentent pas de risques. Pierre reprend la succession des opérations. Cependant Arnaud propose un scénario : alors d'un wagon vide est en dégazage et l'autre en attente de dépotage, il se produit une fuite sur ce deuxième wagon. Frédéric répond un peu rapidement puis réfléchit à haute voix pour en conclure qu'il est toujours possible de balayer les flexibles même si le container est encore plein (puisqu'en cas de problème, on coupe la force motrice et on referme les vannes du wagon). Pierre précise que les risques sont les mêmes que pour le scénario de fuite d'acide pendant la phase de branchement, déjà examiné. Thierry rappelle que la principale difficulté est de détecter la présence d'acide dans les flexibles alors que le container est plein et pas encore en cours de vidange. Frédéric et Pierre examinent les conséquences d'une fuite au niveau de la vanne du wagon en attente de dépotage. Pierre pose alors la question de la présence d'acide dans le dôme de la vanne. Frédéric explique que ces scénarios ne peuvent pas être considérés simultanément dans l'analyse car cela reviendrait à considérer qu'une seule et même vanne est à la

fois étanche et fuyarde. Pierre remplit le tableau et recopie les items identifiés au moment de l'examen de ces scénarios dans la phase de branchement. Frédéric n'est pas d'accord sur le niveau de risque car l'étanchéité des vannes aura été vérifiée au cours du test d'étanchéité et au moment du branchement. Cependant, Pierre objecte que les risques existent car le wagon peut demeurer dans cette phase transitoire pendant 24 heures. Thierry est d'accord mais il précise qu'au bout de 24 h, les risques sont équivalents à ceux de la phase de branchement. Pierre décide de conserver le niveau de risques identifié lors de la première analyse de ce scénario de branchement. Il propose d'ajouter des détecteurs d'acide pour abaisser la gravité des conséquences. Frédéric ajoute que si ces appareils détectent de l'acide toutes les vannes du poste de dépotage seront automatiquement fermées y compris les vannes d'alimentation en azote. Pierre reprend le cours de l'analyse de risques : il demande à ses collègues s'ils anticipent d'autres scénarios. En l'absence de réponse, il aborde la phase de dépotage.

k) Dépotage : ordre d'activation des vannes

Pierre : Donc après c'est la phase de dépotage. On aura ouverture de cette vanne, ouverture de la vanne wagon. (Pierre montre sur le schéma TI)

Louis : D'abord, il y a fermeture de cette vanne, non ?

Thierry : Il y aura les clés. Ils auront fermé les vannes sur le dépotage en cours. Quand le gars arrive à la station, il s'isole manuellement.

Louis : Donc, la vanne automatique est fermée, le wagon aussi. Est-ce qu'on est en service ?

Frédéric : On remet d'abord en service. On a dit que la mise en repli de l'autre se faisait après.

Pierre : Mais, ça n'a pas d'importance, il y a un système de sélectionneur sur place !

Thierry : En fait, il faut retirer la clé et la passer sur l'autre wagon; c'est ce qui avait été demandé lors de la première réunion sécurité. Il ne fallait pas qu'il y ait deux dépotages en même temps.

Pierre : Donc, il [l'opérateur] doit s'équiper.

Thierry : On s'équipe pour brancher mais pas pour fermer les vannes.

Arnaud : Actuellement, ils ne s'équipent pas pour manœuvrer les vannes.

Louis : Donc, il ouvre ses vannes et il tourne sa clé.

Thierry : Ces deux vannes-là, il n'a pas besoin de les tourner; les seules bascules à faire, c'est sur la partie liquide.

Frédéric : Je trouve qu'on a trop de vannes. On en avait mis deux là ? On ne s'y retrouve pas...

Thierry : Ces deux-là ont été demandées par la fab [Fabrication] pour les avoir plus près.

Frédéric : Les deux solutions sont possibles [remettre en service puis mettre en repli la plate-forme qui ne sert pas ou l'inverse] s'il n'est pas indispensable de s'équiper pour manœuvrer les vannes mais c'est à valider. Normalement, l'équipement on le met pour ouvrir les circuits.

Il commence par décrire la configuration de l'installation à partir du schéma TI. Louis l'arrête, il n'est pas d'accord sur l'ordre de fermeture des vannes. Thierry explique que l'installation sera équipée d'un système de clé qui permettra de passer d'un poste de branchement à l'autre. Il ajoute que

l'opérateur devra ensuite isoler manuellement le poste de branchement qui n'est plus utilisé. Louis demande des précisions sur l'ordre de ces opérations. Frédéric précise que le poste de branchement utilisé est mis en marche puis que l'opérateur ferme manuellement toutes les vannes du poste de branchement au repos. Pierre s'étonne de la complexité des interventions car le système de clé permet de sélectionner la plate-forme à distance. Thierry lui explique que la clé doit être utilisée sur chaque plate-forme (pour fermer celle que l'on n'utilise plus et actionner celle que l'on décide d'utiliser). Pierre en conclut que l'opérateur doit s'équiper car il est alors au plus près des installations. Arnaud précise que les opérateurs ne mettent pas d'équipements spécifiques pour actionner les vannes dans les ateliers. Louis et Thierry reprennent la séquence d'actions de l'opérateur. Frédéric les interrompt : il trouve les vannes trop nombreuses. Thierry précise que les fabricants ont demandé le regroupement de certaines vannes ce qui alourdit localement l'installation. Frédéric explique alors que l'ordre des deux étapes de commande du dépotage et d'isolement de la plate-forme inutilisée n'est pas important mais qu'il faut vérifier au préalable que les opérateurs n'ont pas besoin de s'équiper pour fermer les vannes.

La réunion s'arrête pendant la pause déjeuner. Elle reprendra à 14h.

Annexe III.3.

VIGNETTE 3

Réunion de présentation de la solution « bac benzo » équipée d'un dispositif en T

Chef de projet : On s'est réunis avec Bernard [technicien du Bureau d'Etudes] et Jean-Marc [technicien de régulation] et on s'est dit que par rapport aux fins de course qui ont un certain prix...On a automatisé des vannes.

Technicien du Bureau d'Etudes : Ca leur évite d'y aller chaque fois pour brancher et débrancher. Dans notre réflexion avec le T, on a préféré automatiser certaines choses, vu que quatre containers seraient accrochés en même temps.

Chef de projet : On a voulu avoir un poste semi-automatique pour ne pas que les personnes aient trop à intervenir.

3. Réduire les risques pour les opérateurs

Cette vignette est la troisième scène de la vie du projet dans l'ordre chronologique. Elle s'inscrit à la fin dans la troisième période du projet. Les acteurs du site ont décidé de rattacher le poste de dépotage à l'atelier de fabrication « THORIUM » et le comité de pilotage et la direction industrielle ont opté pour le bac benzo comme système de distribution de l'acide entre les ateliers « THORIUM et PHOSPHORE » (Cf. §5.1.1., p.174). Le poste de dépotage défini comporte beaucoup de vannes manuelles, ce qui implique des interventions humaines plus nombreuses. Or, d'une part, les besoins importants en acide pour les différentes fabrications impliquent des opérations de branchement et de débranchement très fréquentes en semaine comme en week-end. Les opérateurs journaliers qui en seront chargé ne travaillent qu'en journée et en semaine. D'autre part, le poste de dépotage est très manuel, ce qui multiplie les interventions sur le poste, en particulier pour les wagons composés de deux containers de 20 m³. De plus, les opérateurs doivent impérativement travailler en binômes. En accord avec le chef de projet, le technicien du Bureau d'Etudes propose une solution technique permettant de diviser par deux le nombre d'opérations de branchement des wagons : il s'agit d'un dispositif en forme de T permettant de brancher deux containers à la fois (Cf. figure 6.1.). Une fois le premier container vide, un opérateur pilote la vidange du deuxième container depuis la salle de commande.

ON APPREND QUE

L'utilisation du T pour distribuer l'acide aux deux ateliers permet :

D'approvisionner les deux ateliers sans recourir aux astreintes pour le week-end

Mais qu'il ne convainc pas le responsable du Bureau d'Etudes parce qu'il induit des coûts supplémentaires

Le T est mis en concurrence avec un système de coude par le responsable du Bureau D'Etudes. Les deux dispositifs sont comparés du point de vue :

Des risques professionnels qu'ils engendrent,

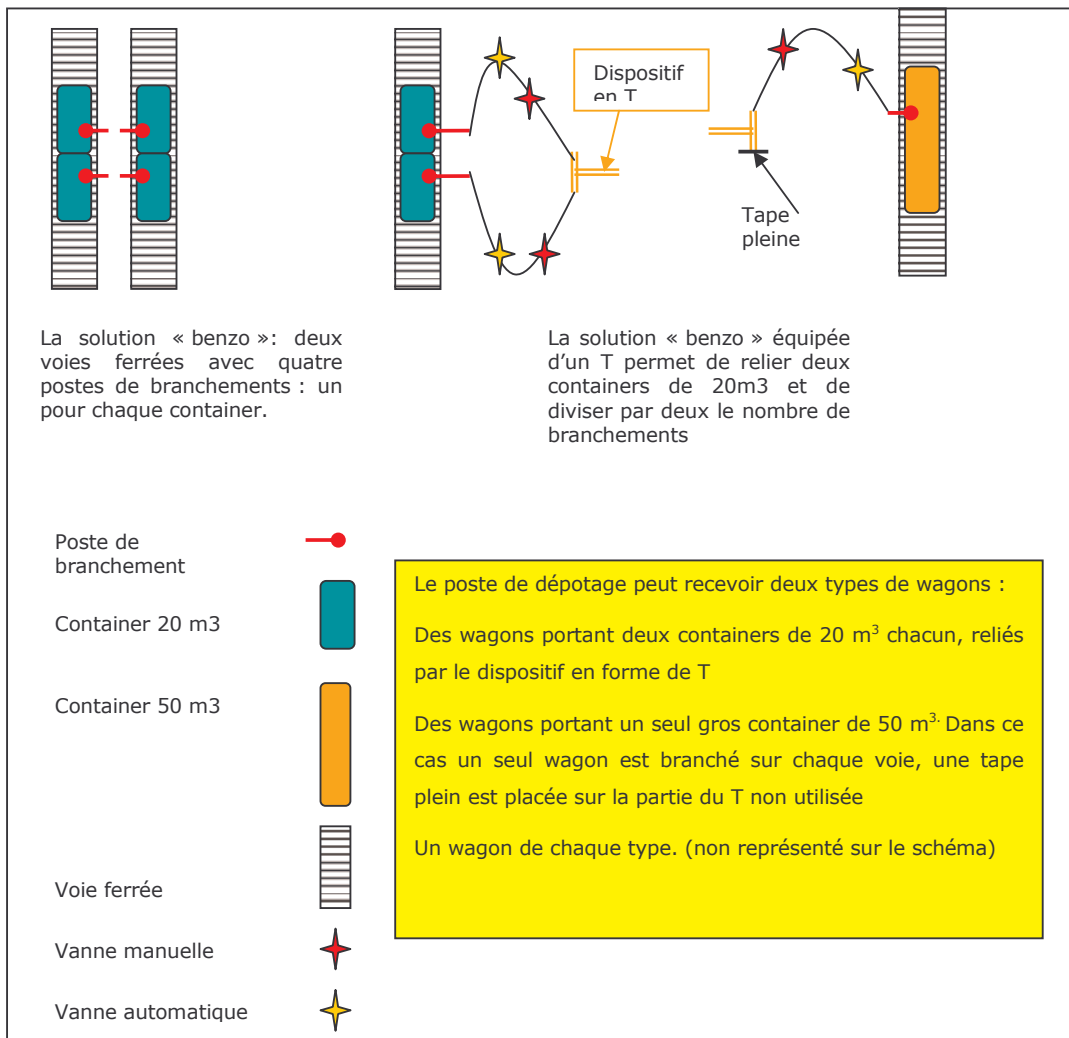
De leurs conséquences sur la réalisation des activités de branchement

De leur coût respectif

La discussion est animée...

Le dispositif en T est finalement conservé grâce à l'intervention de l'adjoint de Fabrication en sa faveur. L'argument de sécurité des opérateurs prime.

3.1. Configuration de l'installation





3.2. Méthodes et supports

Le schéma TI de l'installation modifié par le technicien du Bureau d'Etudes et le chef de projet.

Le mode opératoire général présenté ci-dessous mis au point par le technicien du bureau d'Etudes et le technicien de régulation, à titre indicatif.

EXEMPLE D'OPERATIONS SUR 8 JOURS

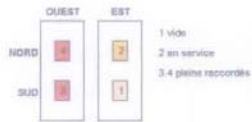


DEBRANCHEMENT WAGON
Allez sur place PERSONNEL DE JOUR
1 DEBRANCHER 1 ET 2 VIDES ET DEGAZES (soufflage mini Chauffer ?)
action sur clef, barrière, panneau, ...
Fin action sur place

2 PERSONNEL WAGONS SORTIR WAGON OUEST VIDE
3 RENTRER NOUVEAU WAGON OUEST PLEIN



RACCORDEMENT CONTENEURS + TEST ETANCHEITE
Allez sur place PERSONNEL DE JOUR
4 RACCORDEMENT CONTENEURS WAGON OUEST
5 CYCLE AUTOMATIQUE TEST ETANCHEITE 3,4
LE WAGON OUEST EST EN ATTENTE
IL EST RACCORDE
LE TEST D'ETANCHEITE A ETE EFFECTUE
Fin action sur place



BASCULEMENT CONTENEUR EN DEPOTAGE
Allez sur place PERSONNEL DE FAB
6 BASCULE SUR 2 (quelqu'un sur place)
Fin action sur place



BASCULEMENT WAGON EN DEPOTAGE + MISE EN DEGAZAGE WAGON VIDE
Allez sur place, configurer les vannes manuelles PERSONNEL DE FAB
7 ISOLER 1 ET 2 PAR VANNES MANUELLES
LE WAGON EST N'EST PLUS EN SERVICE
8 METTRE EN SERVICE 3 (cycle automatique)
LE WAGON OUEST EST EN SERVICE
9 MISE EN DEGAZAGE 1 (cycle automatique)
10 DEGAZAGE 2 EN AUTOMATIQUE
LE WAGON EST EST DEGAZE
Fin action sur place



DEBRANCHEMENT WAGON
Allez sur place PERSONNEL DE JOUR
11 DEBRANCHER 1 ET 2 VIDES ET DEGAZES (soufflage mini Chauffer ?)
action sur clef, barrière, panneau, ...
Fin action sur place

12 PERSONNEL WAGONS SORTIR WAGON EST VIDE
13 RENTRER NOUVEAU WAGON EST PLEIN



REBRANCHEMENT WAGON
Allez sur place PERSONNEL DE JOUR
14 RACCORDEMENT 1,2
15 CYCLE TEST ETANCHEITE 1,2
LE WAGON EST EST EN ATTENTE
IL EST RACCORDE
LE TEST D'ETANCHEITE A ETE EFFECTUE
Fin action sur place



BASCULEMENT WAGON EN DEPOTAGE + MISE EN DEGAZAGE WAGON VIDE
Allez sur place PERSONNEL DE FAB
16 BASCULE SUR 4 (quelqu'un sur place)
17 MISE EN DEGAZAGE 3 (cycle automatique en local)
18 MISE EN DEGAZAGE 4 (cycle automatique en local)
LE WAGON OUEST EST DEGAZE
Fin action sur place



1 RETOUR EN 1

3.3. La réunion du 11 mai 2004

Les acteurs présents

- Pierre : Chef de projet
- Bernard : Technicien du Bureau d'Études
- Frédéric : Responsable du Bureau d'Études
- Jean-Marc : Technicien de régulation. Il remplace Thierry depuis début mai. Le Bureau d'Études ayant réaffecté la mission de Thierry à un sous-traitant en contrat à l'année avec eux.
- Louis : Technicien informatique industrielle
- Jean-Paul : opérateur, délégué syndical et membre du CHSCT de l'usine
- Vincent : Adjoint de fabrication

3.4. La réunion

a) Ouverture de la réunion : les absents ont toujours tort

Bernard : (à propos du schéma TI) On l'avait plus touché depuis qu'on s'est arrêté. On l'a repris hier.

Frédéric : Elles sont passées où, toutes les vannes autour ?

Pierre : On va commencer

Bernard : On n'est pas plus ?

Pierre : René arrivera en retard

Bernard : Et l'entretien ?

Pierre : Comme d'habitude !

Bernard : Je trouve que ce n'est pas bien sérieux de la part de certains.

Pierre : Par rapport à la dernière fois, le T a été ajouté pour dépoter deux containers sur un poste alors qu'avant, il y avait possibilité de dépoter un container par poste. Ce qui a été fait par rapport au schéma d'avant, tu confirmes, Bernard, c'est d'ajouter deux vannes, une de chaque côté du T : une automatique et une manuelle.

Bernard : C'est ce qu'on propose aujourd'hui, on est là pour le valider. C'est pour ça que j'aurais aimé que l'entretien et la fabrication soient là !

Bernard, le technicien du Bureau d'Études, déplie le schéma TI au centre de la table de réunion. Frédéric l'examine rapidement et remarque que la configuration de l'installation a changé depuis la réunion précédente. Pour sa part, Bernard s'étonne du petit nombre d'acteurs réunis. Pierre précise que René, l'agent de maîtrise de la Fabrication arrivera en retard. Bernard souligne le manque de sérieux des acteurs de la Maintenance, absents comme à leur habitude. Pierre commence en expliquant les changements intervenus dans la configuration de l'installation depuis la précédente réunion : le dispositif en T a été ajouté afin de relier deux containers d'un même wagon et le système de vannes de l'installation a été modifié en conséquence. Bernard rappelle que cette nouveauté doit être validée à l'issue de la réunion du jour alors que les futurs utilisateurs manquent à l'appel.

b) Les modifications depuis la réunion précédente

Comparaison des coûts des vannes régulées et des vannes automatiques

Frédéric : Lors de la dernière réunion alarme et sécurité, il y a avait des fins de course, ils n'y sont plus.

Pierre : On s'est réunis avec Bernard et Jean-Marc et on s'est dit que par rapport aux fins de course qui ont un certain prix...On a automatisé des vannes.

Bernard : Ca leur évite d'y aller chaque fois pour brancher et débrancher. Dans notre réflexion avec le T, on a préféré automatiser certaines choses, vu que quatre containers seraient accrochés en même temps.

Pierre : On a voulu avoir un poste semi-automatique pour ne pas que les personnes aient trop à intervenir.

Frédéric : Il faut dissocier deux choses : les réunions alarmes et sécurité faites sans le T où on s'était dit que les fins de courses étaient aussi chers que les vannes [automatiques] et on était resté avec les fins de course, et le T.

Bernard : Pour les fins de course, c'est après les réunions de présentation qu'on s'est posé la question.

Frédéric : Oui, et c'était aussi après la présentation au CHSCT !

Pierre : Le problème c'était les branchements le week-end.

Frédéric : Oui mais il faut le présenter à la direction et on a plus de dix vannes automatiques, c'est 600 KF !

Jean-Marc : On n'a pas chiffré les fins de course.

Frédéric : On avait chiffré en décembre sachant que certaines choses qu'on avait enlevées pourraient revenir en réunion alarmes et sécurité. Il faut dissocier les deux choses : chiffrer les vannes et chiffrer les fins de course, et le T, c'est un autre problème.

Bernard : C'est une réflexion qu'on a eue avec la solution du T, que j'assume.

Jean-Paul : On ne passait pas en week-end ?

Bernard : Pas les grands week-ends de mai.

Jean-Paul : Et les week-ends normaux ?

Bernard : Ca passe pas si tu consommes 20 tonnes en deux jours !

De son côté, Frédéric examine le schéma TI. Il remarque que les systèmes de régulation associés aux vannes manuelles et validées lors de la dernière réunion alarmes et sécurité ont été supprimés. Pierre explique qu'il a travaillé avec Bernard et Jean-Marc, le technicien de régulation remplaçant Thierry et qu'ils ont pris ensemble la décision de remplacer les vannes manuelles équipées de régulations par des vannes automatiques notamment parce qu'elles coûtent moins cher. Bernard soutenu par Pierre ajoute que les vannes automatiques permettent de diminuer le nombre d'interventions des opérateurs. Frédéric rappelle aux deux acteurs qu'ils doivent dissocier les décisions prises en réunions alarmes et sécurité concernant les régulations des vannes et la décision d'ajouter le dispositif en T. De plus, Frédéric leur reproche de ne pas avoir respecté les règles d'un projet en modifiant l'installation présentée comme définitive aux acteurs du CHSCT. Bernard confirme qu'ils ont décidé d'ajouter ce dispositif après la réunion alarmes et sécurité. Pierre explique les raisons de cette modification : avec l'installation équipée de vannes manuelle régulées, les opérateurs de la fabrication sont contraints d'effectuer des branchements le week-end car un container de 20 m³ est insuffisant pour alimenter les deux ateliers de fabrication pendant tout le

week-end. Or, les acteurs journaliers qui effectuent ces branchements ne travaillent pas le week-end. Le dispositif en T permet de diviser par deux le nombre de branchements et d'alimenter les fabrications pendant le week-end. Cependant, pour Frédéric, cette modification pose problème pour l'avancement du projet : il s'agit à présent de convaincre la Direction Industrielle d'accepter cette nouvelle solution alors qu'elle coûte plus cher que la précédente. En effet, même si les vannes automatiques coûtent le même prix que les vannes réglées, le dispositif en T a contraint les concepteurs à ajouter des vannes automatiques afin notamment de piloter la transition automatique d'un container à l'autre. Jean-Marc convient qu'ils n'ont pas évalué le coût de l'installation équipée de vannes réglées, validée en réunion alarmes et sécurité, afin de la comparer à leur solution. Frédéric rappelle qu'une évaluation de cette première option est disponible : en effet, ils avaient chiffré cette solution en décembre, au moment de la restriction budgétaire, sachant que quelques modifications pourraient intervenir notamment à l'issue des réunions alarmes et sécurité. Frédéric précise à nouveau qu'il faut séparer la comparaison du prix des vannes automatiques avec celui des vannes manuelles équipées de régulation d'une part de la comparaison du coût total de l'installation initiale et de l'installation équipée du T. Bernard coupe court à ce débat sur les coûts et affirme qu'il assume la décision prise.

Jean-Paul, représentant les opérateurs au CHSCT s'étonne que la solution précédente, sans le dispositif en T, implique des opérations de branchement le week-end. Bernard explique qu'elle ne permettait pas d'assurer l'approvisionnement des ateliers en particulier pendant les week-ends prolongés, notamment lorsque le site recevait des wagons portant deux containers de 20 m³ et que les deux ateliers consomment plus de 20 m³ en deux jours.

Discussion animée sur le coût total de l'installation et la sécurité

Bernard : On est en train de chipoter pour cinq six vannes XV [vannes semi-automatiques] pour soulager le travail de nos collègues de cabine alors qu'on va balancer des pieux en béton pour 1000KF [kilos francs]. Est-ce qu'on sacrifie la sécurité de l'exploitation pour s'implanter là où on va le faire ? Moi, je vous donne mon avis. Ça faisait un moment que je demandais des sondages de sols. On va demander 1000KF pour ces pieux, mais il va falloir vider les boues qui vont ressortir et il faut trouver une société qui veuille bien y mettre des pieux et travailler avec des boues chimiques ! Les problèmes, il faut les mettre sur la table !

Frédéric : On va travailler sur le schéma TI

Bernard : Ça dure depuis deux ans ! Je l'ai en travers qu'on nous ait pas écoutés, les anciens !

Pierre : Ça va remonter de toute façon.

Bernard : Non, ne me dit pas ça ! Maintenant, le dossier est déposé et le permis de construire aussi !

Frédéric : On ne pouvait pas faire les sondages de sols avant.

Bernard : Si, j'avais demandé car je me souvenais qu'il y avait des bassins !

Bernard répond aux attaques de Frédéric à propos des coûts supplémentaires induits par le remplacement des vannes réglées par des vannes automatiques. Il remet en cause la décision prise de conserver l'implantation de l'installation et de construire des micro-pieux pour soutenir la future installation. Selon lui, ces micro-pieux coûtent cher et pénalisent les investissements dans des

dispositifs de sécurité sur l'installation. Il ajoute qu'il sera difficile de trouver une entreprise pour les construire (acceptant de polluer son matériel d'excavation). Frédéric ne répond pas à ces reproches. Il propose de travailler sur le schéma de l'installation. Mais Bernard continue : il estime qu'il n'a pas été écouté dans les choix de conception alors qu'il travaille sur le site depuis trente ans. Pierre tente de le rassurer en lui disant que les problèmes qu'il évoque seront rapportés au comité de pilotage. Bernard explose : selon lui, il est trop tard car le dossier de demande d'autorisation d'exploiter et la demande de permis de construire sont déposés et entérinent la décision d'implantation. Frédéric explique qu'il était impossible d'effectuer les sondages de sols avant le mois d'avril. Bernard le contredit : il l'avait demandé, se souvenant des anciennes activités de l'usine à cet endroit.

c) Une solution validée par le directeur de l'usine et les acteurs de la Fabrication

Pierre : Pour l'étude de dangers, il fallait faire une présentation de l'installation. On a ajouté le T avec l'aval de Paul [directeur du site] et de Jean [responsable des fabrications]. Puis, on s'est dit, avec Bernard et Jean-Marc que les fins de course ont un prix. Est-ce qu'on ne peut pas automatiser certaines choses ?

Frédéric : Je n'ai rien contre ce T, mais il faut le chiffrer et le présenter à la direction industrielle. Il faut avoir des arguments.

Bernard : On avait présenté à Vincent qui a dit oui. Le T sera défendu par Paul [directeur du site] et Jean [responsable des fabrications] qui sont au courant.

Jean-Marc : Les deux T sont arrivés avec les vérins quand je suis arrivé sur l'affaire. Il y avait très peu de choses à rajouter pour automatiser les phases de branchement, de test et de dépotage...On n'a pas chiffré les fins de course sur les vannes manuelles.

Frédéric : Quand tu dis deux vérins, c'est deux vérins par T ? En tout, il y a quatre T (branches du T) donc ça fait huit vérins ?

Pierre : On argumentera l'ajout du T à partir de la revue alarmes et sécurité.

Pierre justifie auprès de Frédéric les différentes décisions. Il explique qu'il a ajouté le nouveau dispositif dans la présentation de l'installation rédigée pour l'étude de dangers. Il a obtenu l'aval de Jean (responsable des fabrications) et de Paul (directeur du site). Ensuite, il rappelle qu'il a décidé de l'automatisation du nouveau dispositif en concertation avec Bernard et Jean-Marc. Frédéric ne remet pas en cause ce nouveau dispositif mais s'inquiète de l'argumentaire à présenter pour convaincre la Direction Industrielle. Bernard insiste sur le fait que l'adjoint de fabrication était d'accord et que Paul et Jean soutiendront ce dispositif qu'ils ont validé. Jean-Marc explique que les automatismes qu'ils ont ajoutés ne constituent pas une modification majeure. Frédéric compte les vannes automatiques ajoutées. Pierre précise que les résultats de la future revue alarmes et sécurité (de l'installation équipée du dispositif en T) apporteront des arguments pour convaincre la direction industrielle.

d) Les conséquences du dispositif en forme de T sur la sécurité

Frédéric : Il faut qu'on regarde les conséquences sur la sécurité [de ce dispositif en T].

Frédéric : Une question : dans le fonctionnement, on branchera un container puis l'autre ? [La question sous-jacente est : est-il possible de brancher et de vidanger les deux containers de 20 m³ simultanément]

Bernard : Alors qu'on avait le droit de brancher les deux selon les règles CHIMIE.

Jean-Paul : Ca, c'est la théorie, mais en pratique, ce sera possible ou est-ce qu'un asservissement l'empêchera ?

Pierre : Ce sera pas possible [en fait, grâce au T, deux containers seront branchés simultanément mais une vanne automatique empêche de vidanger les deux en même temps et permet de passer à la vidange du second container une fois que le premier est vide].

Jean-Marc : C'est ce qu'on a vu avec René, Bernard et Pierre.

Pierre: Là, sur les T, plutôt que de mettre des vannes manuelles des deux côtés, on en a mis une automatique; comme ça, quand la personne va brancher, elle ouvrira la vanne manuelle et le reste [le passage à la vidange du second container une fois que le premier est vide] sera automatique.

Frédéric insiste sur l'examen des conséquences sur la sécurité de ce nouveau dispositif. Il demande alors comment s'effectuera le branchement des différents wagons. Bernard explique que les règles du groupe industriel autorisent le branchement simultané de deux wagons. Jean-Paul demande si la future installation le permet. Pierre et Jean-Marc répondent par la négative. Pierre indique sur le schéma les vannes manuelles régulées qu'ils ont remplacées par des vannes automatiques.

e) Configuration de l'installation dans le détail

Décider du positionnement et du type de vannes.

Frédéric : A Bernard : Tu as le schéma précédent ? Bernard sort le schéma TI précédent.

Pierre : C'est l'exploitation qui veut la vanne manuelle près du flexible.

Frédéric : Là, on a une vanne automatique

Pierre : On a voulu mettre ça car quand il y aura un seul wagon Bayer, ce sera pratique.

Frédéric : Le risque c'est que quand tu débranches ici, l'A vienne de ce côté. Il faut un double vannage. Sur la partie gaz, une ici et une ici.

Pierre : Quand il y a un seul wagon Bayer, il faut un seul T. Donc ça fait deux vannes. C'était aussi pour anticiper au cas où le T ne soit relié à rien d'un côté pour pas que l'A sorte de l'autre côté. Au niveau des vannes : la vanne automatique d'A liquide, on l'a supprimée. On agira sur la vanne automatique sur le T.

Frédéric : Ah, c'est celle qui commande l'envoi.

Pierre : Pour l'automatisation, la vanne d'azote est automatisée.

Jean-Marc : Pour les vérins, on les a mis sur chaque T plutôt qu'un par ligne.

Frédéric demande à Bernard le schéma TI de la solution précédente. Bernard le déplie à côté du schéma de l'installation actuelle. Pierre mentionne que les acteurs de la fabrication ont demandé une vanne manuelle près du flexible. Frédéric montre une vanne automatique sur le schéma. Pierre lui explique qu'elle permet de faciliter le branchement des wagons de type Bayer. Frédéric précise alors que cette configuration de branchement implique un risque de retour d'acide dans les flexibles qui aspergerait les opérateurs. Pierre explique qu'ils ont prévu cette vanne automatique pour ce type de wagon mais également pour les cas où quatre wagons ne soient pas branchés simultanément. Il ajoute que la vanne commandant l'azote est automatisée. Jean-Marc précise qu'ils ont préféré placer les vannes automatiques au plus près du dispositif en T.

Nombre de lignes d'azote

Pierre : Il y a eu une bataille pour savoir si on mettait un détendeur automatique ou mécanique. Pour des raisons de coûts, on a mis un détendeur mécanique.

Bernard : Deux !

Pierre : Pendant l'analyse de risques, quand on purge sur un T, il y a un risque de retour d'azote. On a dit qu'on mettait deux lignes d'azote indépendantes, qu'on automatisait les vannes d'azote et qu'on supprimait celle-ci.

Bernard : Je t'explique, Frédéric : On avait dit qu'on dégazait le wagon quand les deux containers sont vides. Le détendeur ne comprend pas ce qu'il se passe. Quand tu es en phase de dégazage, tu vas travailler sous pression atmosphérique. Le détendeur ne réagira pas, il donnera le maximum de débit quand on souffle dans les bras. Or, d'un côté on est à pression atmosphérique, de l'autre à trois bars. C'est pour ça qu'il faut deux lignes : une à pression atmosphérique, l'autre à trois bars.

Frédéric : C'est pour ça qu'il y a une ligne par poste [de dépotage].

Bernard : Oui, mais ça aurait été pareil avec un détendeur automatique.

Jean-Paul : Et au niveau consommation d'azote ?

Bernard : On va se le fixer par rapport au temps de balayage qu'on va choisir.

Pierre : Pendant le dépotage, le débit est de 2m³/h, pendant la purge, de 8 m³/h.

Jean-Paul : Tout dépend du temps de dégazage

Bernard : Le dégazage de fait en deux temps : les vannes se ferment; les containers sont sous pression. On décompresse via l'assainissement. Quand la décompression est terminée, après deux trois heures, on va balayer pour nettoyer les flexibles.

Frédéric : Pourquoi deux lignes d'azote alors ?

Bernard : Quand tu vas être en soufflage, tu vas être en pression d'un côté et pas de l'autre [donc tu as besoin d'azote sous pression pour pouvoir souffler dans le wagon]. Quand tu vas ouvrir les containers vides, c'est le vase d'expansion, la pression va tomber.

Pierre : Donc un PCV [vannes automatiques] au lieu de la régulation; un détendeur avec soupape, je crois que tu m'as dit que c'était un détendeur avec soupape intégrée.

Bernard : Une autre solution qui nous coûterait pas plus cher, c'est qu'on laisse la ligne comme prévu.

Pierre explique qu'ils ont choisi un détendeur mécanique pour des raisons de coût. Bernard ajoute qu'il y a deux détendeurs. Pierre décrit la configuration du réseau d'azote décidée à l'issue de l'analyse de risques. Bernard précise à Frédéric les raisons techniques de ce choix. Frédéric comprend mieux. Bernard ajoute que la configuration de l'installation aurait été la même avec un détendeur automatique. Jean-Paul demande des précisions quant à la consommation d'azote. Bernard répond qu'elle dépend de la durée du balayage. Pierre précise les débits d'azote pendant le dépotage et pendant le dégazage. Jean-Paul s'interroge alors sur le temps de dégazage. Bernard précise que cette opération se déroule en deux phases : une décompression du wagon puis un balayage pour nettoyer les flexibles. Frédéric demande alors pourquoi il est nécessaire de prévoir deux lignes d'azote. Bernard répond qu'elles sont nécessaires pour gérer les différences de pression entre les différentes parties de l'installation. Pierre rappelle la décision de remplacer les régulations par des vannes automatiques et d'utiliser un détendeur mécanique.

Détection de l'état du container

Jean-Paul : C'est quel organe qui va nous dire que le container est vide ?

Bernard : Deux Coriolis [débitmètres] et un niveau

Pierre : Tu auras un LY [niveau] comme aujourd'hui.

Jean-Paul : Donc, on aura plusieurs organes.

Jean-Paul s'inquiète de la détection de l'état du container : vide ou plein. Bernard explique que l'installation sera équipée de deux débitmètres et d'une mesure du niveau de liquide dans le container.

Système de refroidissement et réseau d'acide sous pression : problèmes

Bernard : Vous pouvez dépoter même à 50 °C car on met sous pression et on refroidit l'A à 5 °C.

Jean-Paul : A l'eau glycolée ?

Bernard : Oui, soulevez le problème !

Jean-Marc : La question qui se pose c'est s'il faut une mesure de pression ...ou deux pour pallier au problème du détendeur qui ne marche pas.

Pierre : Au démarrage on a cette pression.

Jean-Marc : Au départ, on avait deux mesures de pression.

Pierre : En exploitation, deux mesures de pression c'est mieux.

Jean-Marc : En étude de sécurité, il faut savoir ce qu'il se passe si le détendeur ne marche pas et qu'on lance le dépotage.

Pierre : On verra dans le complément d'analyse de risques.

Bernard précise que l'installation proposée permet de dépoter l'acide même si la température extérieure est élevée, grâce au système de refroidissement sous pression. Jean-Paul s'étonne de l'utilisation conjointe de l'eau glycolée et d'un réseau sous pression. Bernard l'encourage à creuser le problème, sans succès. Jean-Marc relance la discussion sur la nécessité d'un deuxième appareil de mesure de pression en cas de panne du détendeur. Pierre l'approuve. Cependant, Jean-Marc reste sceptique, il attend l'analyse de risques pour préciser les conséquences d'une panne du détendeur.

f) La complexité des tâches pour les opérateurs postés

Distribution des tâches entre opérateurs postés et journaliers de la fabrication

Frédéric : On peut décrire le fonctionnement ?

Pierre : Tu commences par le détail ou je présente le général ? Bernard distribue des copies du mode opératoire général.

Jean-Marc : Déjà, il fallait voir quelles équipes allaient travailler : en bleu, les équipes de jour, en jaune, le personnel des wagons, en vert les gens de la fabrication.

Jean-Paul : Beaucoup de choses ont changé par rapport à la présentation officielle.

Bernard : Il y a l'apparition du T.

Jean-Paul : Même au niveau de la distribution des responsabilités et des fonctions de chacun. Le personnel de fabrication ne devait rien y faire, c'était les gens de jour.

Pierre : C'est plus simple pour le personnel de cabine, il y a moins de vannes à toucher.

Frédéric propose de décrire le fonctionnement de l'installation. Pierre distribue le mode opératoire général (présenté au paragraphe III.2.2.). Jean-Marc explique qu'ils ont différencié les équipes de jour, les équipes de fabrication, le personnel s'occupant des wagons. Jean-Paul remarque des changements depuis la présentation de la solution précédente au CHSCT. Bernard précise qu'ils sont dus au dispositif en T. Jean-Paul remarque que les rôles ont été redistribués et notamment que le personnel posté doit intervenir, ce qui n'était pas le cas avec la précédente solution. Pierre explique que ces interventions seront simples pour les opérateurs postés car l'installation sera automatisée.

Conditions de travail et automatisation de l'installation

Bernard : Oui et non. Le mode opératoire est fait avec une certaine automatisation. Si l'automatisation est revue, le mode opératoire sera modifié.

Pierre : Je pense que le problème du coût se posera sur le T, pas sur l'automatisation.

Bernard : Le T, c'est négligeable. Si on nous refuse le T pour aider les gens. Le mode opératoire sera modifié et ils viendront de nuit tourner les wagons.

Jean-Paul : Après, c'est un problème de gestion du personnel.

Bernard : Ca leur évite de s'équiper à chaque fois.

Frédéric : Ca dépend si le T et le wagon sont branchés pour manœuvrer les vannes, ils n'auront pas besoin de la tenue.

Pierre : Je suis d'accord, sinon, ça veut dire que tu vas dans l'atelier en tenue.

Jean-Paul : Euh, c'est déjà le cas. Maintenant, dans les ateliers, on met la combi pour aller et même pour des prises d'échantillons.

Bernard : Nous, on ne les connaît pas vos procédures. Jean [responsable des fabrications] peut modifier les procédures et le mode opératoire.

Bernard n'est pas tout à fait d'accord. Pour lui, le mode opératoire dépend directement du niveau d'automatisation qui risque d'être modifié (notamment en cas de réduction de budget). Pierre objecte que les discussions quant au coût de cette solution porteront sur le dispositif en T et pas sur le degré d'automatisation. Bernard n'est pas d'accord. Selon lui, le T a un coût négligeable mais aide considérablement les opérateurs. Par contre, une automatisation moindre conduirait le personnel à manipuler des wagons en dehors des horaires de jour. Jean-Paul souligne que la solution choisie implique un choix de gestion du personnel. Bernard ajoute que le dispositif en T et l'automatisation évitent aux opérateurs de s'équiper (sous-entendu comme à chaque fois qu'ils doivent ouvrir un circuit contenant de l'acide). Frédéric précise que les wagons auront été préalablement branchés au dispositif en T. De cette manière, les opérateurs n'auront pas à revêtir la combinaison de protection. Pierre est d'accord, il précise que s'équiper dans ce dernier cas reviendrait à revêtir la combinaison à chaque intervention dans l'atelier. Jean-Paul précise que c'est en fait le cas : les opérateurs s'équipent de la combinaison même pour prélever des échantillons. Bernard répond que l'équipe projet ne connaît pas ces procédures mais que le responsable des fabrications est libre de les modifier ainsi que le mode opératoire.

g) Tests d'étanchéité des flexibles

Tester un container puis l'autre : transition

Frédéric : Là pour ouvrir l'azote jusqu'à la tête du wagon, on ouvre les vannes automatiques, il faut que les vannes manuelles soient ouvertes puis on ouvre les quatre vannes auto.

Pierre : On teste un wagon (container) après l'autre.

Jean-Marc : Tout est prévu pour lancer le test de tous les flexibles par INFO[marque du système de conduite qui sera installé dans l'atelier THORIUM]. de manière automatique.

Frédéric : Tu ouvres toutes les vannes manuelles et en jouant sur les vannes automatiques tu testes le container de droite puis le container de gauche ? Quand le test d'étanchéité est fini, tu fermes tes vannes.

Jean-Marc : Et tu attends.

Bernard : Tu mets le wagon en stand-by, en attente.

Frédéric : Ca veut dire quoi en stand-by ?

Pierre : Tu attends.

Frédéric : Dit autrement, celui-là est vide, tu veux basculer sur l'autre container.

Bernard : C'est une demande de la DRIRE qu'une personne intervienne pour passer d'un container à l'autre.

Frédéric : Donc, quand tu as fini le test d'étanchéité, tu fermes celle-là, tu viens sur place, tu ouvres ta vanne liquide, tu fermes de l'autre côté...

Jean-Marc : Il faut positionner les vannes manuelles. Quand c'est fait, on peut envoyer le cycle de dépotage depuis INFO.

Frédéric : Ici, il faut mettre un mano[mètre] pour être sûr de la pression d'azote. Donc, il faut en rajouter deux.

Jean-Marc : Ils y sont déjà sur l'ancien schéma.

Jean-Paul : Et les clapets ?

Frédéric : Ce n'est pas un organe de sécurité.

Bernard : Le détenteur fera clapet. En cas de problème, la membrane va réagir, se refermer.

Frédéric commence à décrire les opérations à effectuer pour actionner le circuit d'azote et effectuer le test d'étanchéité des deux containers branchés à l'installation par l'intermédiaire du dispositif en T. Pierre précise que les containers sont testés l'un après l'autre. Jean-Marc ajoute que le test d'étanchéité sera lancé automatiquement depuis le système de conduite de la salle de commande. Frédéric récapitule les vannes à manipuler pour effectuer le test d'étanchéité. Jean-Marc ajoute qu'à l'issue du test un temps d'attente est nécessaire. Frédéric ne comprend pas. Il demande comment passer à la vidange du second container une fois que le premier est vide. Bernard précise que la DRIRE a demandé qu'une personne intervienne pour effectuer manuellement le passage d'un container à l'autre. Frédéric poursuit et décrit les manipulations de vannes pour effectuer cette transition. Jean-Marc continue la description : une fois que les vannes manuelles sont positionnées, l'opérateur pilote automatiquement le test d'étanchéité. Frédéric veut ajouter des manomètres afin de contrôler la pression. Jean-Marc lui précise qu'ils existent déjà. Jean-Paul demande si l'installation

comporte des clapets anti-retour. Frédéric rétorque que les clapets ne sont pas des organes de sécurité. Bernard explique que le détendeur assurera cette sécurité anti-retour.

Test d'étanchéité : étapes

Pierre : On va présenter les grandes étapes avec l'état du container. Puis, on fera le mode opératoire. Pierre va au tableau et affiche un schéma animé. Les vannes passent du vert au rouge, de l'ouverture à la fermeture accompagné d'un tableau avec l'état de tous les organes. En bleu l'A gaz, en violet, l'A liquide et en noir l'azote. Ici, je mets une description sommaire. Là, on arrive : toutes les vannes sont fermées, je peux être en dépotage sur l'autre voie. Les flexibles ne sont pas branchés. L'équipe de jour va aller sur place brancher les flexibles et vérifier la vanne du flexible. On fera un pas à pas dans la salle de conduite pour voir dans quel état on est. Avant de brancher, il faut vérifier que toutes les vannes sont fermées. On branche le flexible sur le wagon [container] nord, on branche le flexible sur le wagon [container] sud. On vérifie l'étanchéité du flexible du container nord. On ouvre la vanne nord en manuel, on ouvre la vanne A7, la vanne A9 et on ouvre la vanne manuelle sur le T.

Frédéric : Tu mets l'azote dans le circuit et [puis] tu ouvres les vannes.

Jean-Marc : J'aurais fait le contraire.

Frédéric : Comme ça si tu as des fuites, tu le sais.

Jean-Marc : J'aurais ouvert les vannes puis l'azote.

Frédéric : Oui, mais l'avantage dans ce que je dis, c'est que s'il y a une fuite, l'opérateur l'entend.

Pierre : A Jean-Marc : Ca va pas changer grand-chose.

Frédéric : [Pour le test d'étanchéité] Il fait flexible par flexible.

Jean-Marc : On voulait que ce soit INFO qui vérifie.

Pierre : Pour le test d'étanchéité : j'ouvre les deux vannes automatiques du T nord. Je mets en pression le flexible liquide, je mets en pression le flexible gaz. Je ferme la vanne d'azote.

Frédéric : C'est là que tu vérifies si la pression ne chute pas

Pierre : Vérifier l'étanchéité, valider l'étanchéité. Après, je ferme la vanne du T liquide, je ferme la vanne du T gaz.

Frédéric : Pourquoi tu fermes ?

Pierre : J'ai terminé le test d'étanchéité, je passe à l'autre.

Frédéric : Tu peux fermer qu'à la fin [après avoir vérifié l'étanchéité des deux containers] ?

Pierre : On fait le test d'étanchéité côté sud...Je vérifie que la pression est supérieure à deux bars [i.e. que le réseau est sous pression. Pour cela, les vannes doivent être correctement positionnées].

Frédéric : Comment tu vérifies ?

Jean-Marc : Tu as les fins de course sur les vannes manuelles.

Bernard : Ou la solution manuelle [sans fin de courses] comme à TERRE : une check-list, le gars coche et porte la check-list à la cabine qui commande automatiquement. C'est bien d'automatiser mais il ne faut pas non plus trop les assister, il faut qu'ils réfléchissent.

Pierre propose de présenter les grandes étapes des activités de dépotage et de détailler ensuite le mode opératoire. Il affiche un schéma simplifié de l'installation sur lequel les différents circuits sont représentés en couleur. Il décrit succinctement les différentes étapes de branchement et de tests

d'étanchéité. Frédéric corrige la séquence décrite : l'opérateur doit ouvrir l'arrivée d'azote avant d'actionner les vannes manuelles. Jean-Marc propose d'inverser l'ordre de ces deux dernières opérations. Mais Frédéric n'est pas d'accord car la séquence qu'il propose permet à l'opérateur de détecter une éventuelle fuite (sifflement). Pierre explique à Jean-Marc que l'ordre ne modifie pas grand-chose au schéma qu'ils ont élaboré. Frédéric considère que les tests d'étanchéité sont effectués par l'opérateur. Jean-Marc souligne que l'équipe projet a prévu de les faire piloter depuis le système de conduite. Ensuite, Frédéric et Pierre ne sont pas d'accord sur la manière d'effectuer les tests d'étanchéité, notamment sur la configuration des vannes. Frédéric s'interroge sur la vérification du niveau de pression. Jean-Marc répond que les régulations et les vannes manuelles prévues permettent de le faire. Bernard ajoute qu'une solution plus manuelle avec l'appui d'une check-list est une option possible. Selon lui, l'automatisation trop importante nuit à la réflexion des opérateurs à propos de l'état de l'installation.

h) Adapter l'installation à la réception de plusieurs types de wagons

Une vanne manuelle dédiée aux wagons portant un unique gros container.

Frédéric : Je ne comprends pas l'utilité de cette vanne ?

Bernard : Il faut le deux par deux pour le wagon Bayer.

Frédéric : Actuellement, on fait abstraction des Bayer. A quoi servent ces vannes manuelles ?

Pierre : Pour les wagons Bayer.

Frédéric : Et sans les Bayer quelle est leur utilité ?

Bernard : Tu vidanges le container nord, le container sud est fermé.

Jean-Paul : Et si on n'a qu'une vanne automatique et pas de vanne manuelle, on n'est pas en sécurité?

Frédéric : Là, on aura une XV [vannes semi-automatiques], une vanne classique motorisée, ce sont des vérins motorisés.

Bernard : Des « tout ou rien ».

Examinant le schéma, Frédéric remarque une vanne manuelle supplémentaire dont il ne comprend pas l'utilité [cette vanne manuelle a été ajoutée à une vanne automatique, comme organe de sécurité. L'une des règles appliquée dans la conception des installations utilisant de l'acide impose le double sectionnement, c'est-à-dire que chaque vanne semi-automatique ou automatique est doublée par une vanne manuelle considérée comme organe de sécurité]. Bernard explique qu'elle est nécessaire pour brancher les gros wagons Bayer [dans ce cas, une partie du dispositif en T ne sert pas]. Cette vanne manuelle permet de sectionner la partie inutilisée en respectant la règle du double sectionnement obligatoire]. Frédéric s'assure que ces vannes (manuelles, une pour chacun des deux postes de dépotage) ne servent que pour ce type de wagon. Bernard explique que pour l'autre type de wagon, équipé de deux containers, ces vannes permettent d'isoler le deuxième container lorsque le premier est en cours de vidange. Jean-Paul demande si une vanne automatique suffit pour isoler la partie d'installation qui ne sert pas. Frédéric lui montre que la vanne prévue à cet endroit est semi-automatique. Dès lors, supprimer ces vannes manuelles n'est pas envisageable, c'est pourquoi Frédéric propose une autre modification afin de simplifier l'installation.

Dispositif en T ou coude ?

Frédéric : Quand on fait un wagon Bayer, on ne branche qu'un flexible, on ne peut pas remplacer le T par un coude ?

Bernard : Ca, je ne te le monte pas. On ne monte pas de coude tournant sur l'A. Ce qu'on fera c'est une tape pleine et un flexible.

Frédéric : Pourquoi pas de coude tournant ?

Bernard : Il ne faut pas de brides sur l'A.

Frédéric : Je ne voudrais pas que l'A s'accumule de l'autre côté alors que tu déposes d'un côté.

Bernard : Frédéric, ça marche très bien ce système. A THORIUM, ils ont un double vannage et ils posent une tape pleine sur le collecteur.

Frédéric : Oui mais...

Bernard : On voit que vous n'avez jamais travaillé avec l'A !

Frédéric : Bernard ! Tu n'es pas tout seul, écoute l'avis des autres !

Bernard : On évite, sur l'A de toucher les robinets et les joints.

Frédéric : Mais t'es obligé quand tu mets ta tape pleine. Quand tu fais un balayage, qui te dit que tu n'auras pas d'A [dans la partie coude du T] ? Là, tu as un point mort que tu ne peux pas balayer.

Bernard : Et ça ?

Frédéric : Quoi, ça ?

Bernard : Le sèche-cheveux [système permettant de souffler de l'air pour sécher localement] !

Jean-Marc : (à Frédéric) Tu veux enlever les vannes auto ?

Frédéric : Non, c'est le T.

Bernard : On rajoute des joints !

Frédéric : On supprime quatre vannes et les fins de course et les emmerdements qui vont avec !

Bernard : Mais à THORIUM actuellement ils n'ont pas de problèmes.

Frédéric propose de remplacer le dispositif en T par un coude afin de faciliter le branchement des gros wagons. Bernard refuse. Selon lui, il est dangereux d'utiliser des coudes sur des installations utilisant de l'acide. Il propose de monter sur la partie inutilisée une tape pleine afin de la condamner provisoirement. Frédéric lui explique qu'il craint une accumulation d'acide dans la partie inutilisée du T. Bernard réplique vivement que ce système de tape pleine est utilisé dans l'atelier «THORIUM» et qu'il fonctionne très bien. Frédéric insiste. Bernard s'énerve et fait remarquer à Frédéric qu'il connaît mal les précautions à prendre pour utiliser de l'acide. Frédéric répond vivement qu'il n'est pas tout seul à concevoir le poste. Bernard répète que les robinets et les joints sont des organes critiques avec l'acide. Frédéric s'énerve, selon lui, le système de tape plein ne permet pas d'éviter complètement l'accumulation d'acide dans le dispositif en T. Bernard réplique qu'ils ont prévu un système de soufflage afin d'éliminer l'acide restant. Jean-Marc demande à Frédéric s'il souhaite enlever les vannes automatiques. Frédéric explique qu'il souhaite plutôt remettre en question le dispositif en T. Bernard souligne que cette option ajoute des joints (donc des risques). Frédéric rétorque qu'elle

permet de supprimer quatre vannes et les régulations associées. Bernard répète que l'utilisation du système de tape pleine ne pose pas de problèmes dans l'atelier « THORIUM ».

Décider selon la fréquence de réception des différents types de wagon

Frédéric : Là, on a combien de wagons Bayer ? Toutes les cinq minutes ou tous les six mois ?

Pierre : Actuellement on n'en a pas. Mais, on sait pas, si Medicis [site CHIMIE anglais fabricant de l'acide et livrant au site de La-Source des wagons composés de deux containers de 20 tonnes d'acide] ferme, on va avoir plus de Bayer ?

Frédéric : On va avoir des vannes et des fins de course qui ne servent pas 80% du temps ! Une check-list, ça ne suffit pas ?

Jean-Marc : Mais l'erreur humaine, c'est autant de possibilités sur les vannes manuelles. Ton test [d'étanchéité] ne veut rien dire !

Frédéric : Le test d'étanchéité sera fait systématiquement que ce soit le coude ou le T.

Pierre : Ca aurait été bien, s'il y avait le fabricant. Moi, j'aurais gardé le T.

Pierre part téléphoner à la Fabrication

Frédéric : Si tu en as tous les 6 mois...Avec le coude, tu règles ton problème de manœuvre, de tape pleine.

Jean-Marc : Les vannes manuelles, on peut les mettre si on a un wagon Bayer. Le reste du temps, on ne les met pas. On les met sur la bride du vérin le jour où il y a un wagon Bayer.

On a des vannes manuelles là, là et là et des erreurs humaines...

Frédéric s'informe alors de la fréquence d'arrivée de ces gros wagons sur le site. Pierre ne donne pas de réponse ferme. Il précise que si le site CHIMIE leur envoyant des wagons équipés de deux containers ferme, ils recevront plus de gros wagons Bayer qu'actuellement. Frédéric insiste : selon lui, le système prévu pour ces gros wagons ne servira pas suffisamment pour justifier sa présence permanente, il propose de remplacer par une check-list. Jean-Marc réagit vivement, selon lui cela suppose une installation très manuelle ce qui accroît le risque d'erreur de manipulation. Frédéric explique que le test d'étanchéité aura la même validité avec son système. Pierre n'est pas convaincu par l'argumentaire de Frédéric. Il préfère conserver le dispositif en T. Il part téléphoner à la fabrication afin qu'un représentant rejoigne la réunion. Frédéric insiste : avec son système, les manœuvres sont simplifiées. Jean-Marc préfère conserver des vannes et les mettre en place pour dépoter les gros wagons. Cependant, il souligne que les vannes manuelles sont très nombreuses et multiplient le risque d'erreurs de manipulation pour les opérateurs.

Consulter les fabricants pour décider

Pierre : Vincent, on a des questions sur le T. la question est de réduire les vannes. Quand on a un Bayer, on met une tape pleine

Frédéric : En fonctionnement normal, on a deux containers. Est-ce qu'en fonctionnement normal, ces vannes ont une utilité ?

Vincent : En rouge, ce sont les vannes du wagon. Si tu veux changer un vérin, comment tu fais ?

Frédéric : Mais tu es arrêté quand tu changes de vérin ?

Vincent : Oui.

Frédéric : Mais tu enlèves ton flexible.

Vincent : Ah, Ok. Mais il faut savoir qu'on a tendance à aller plus vers Bayer qu'Avenmouth.

Frédéric : La question c'est qu'on a quatre vannes et les fins de course. La solution c'est: je débranche le T et je mets un coude.

Vincent : C'est peut-être même mieux.

Bernard : Tu enverras les gars tomber les joints ?

Bernard : Je veux éviter de mettre des jeux de brides sur le collecteur. Quand on touche au collecteur, on a des procédures spéciales.

Vincent : Le problème, c'est qu'on peut avoir des wagons de tous les types.

Frédéric : Ca dépend de la fréquence.

Vincent : Mais ça, Dieu seul le sait. Pour la Z3, il faut 20 tonnes par jour. On se fournit là où on peut.

Jean-Paul : Si on peut laisser les vannes pour éviter les interventions des opérateurs.

Bernard : Tu peux avoir un Bayer et deux Avenmouth en attente, puis deux Derivados [wagons provenant d'un fournisseur d'acide espagnol].

Vincent : Aujourd'hui, d'après les bruits, c'est plutôt Bayer. Mais ça peut changer. Mais il faut rester comme ça. C'est de l'A, pas de l'eau.

Frédéric : Le problème, c'est de savoir la fréquence.

Vincent : Si on prend Malvésí [TERRE], ils ont mis des vannes anciennes (et des anciens vérins) il n'y a pas de corrosion, pas d'usure. Tu croirais pas de l'A.

Bernard : Oui, mais par rapport à nous, ils ont des procédures plus strictes, ils n'ont pas de vapeur comme vous allez avoir. Et puis ils sont plus stricts, avec une check-list. Frédéric, on peut mettre des vannes mais sans les fins de course.

Frédéric : Mais on perd tous les bénéfices du test d'étanchéité automatique.

Bernard : La DRIRE à Malvésí se base sur les check-lists.

Vincent : La DRIRE va te demander si le conducteur a bien vérifié. On l'a vu pour les disques. On a dit qu'on vérifiait sur le mano [manomètre]. Eux, ils voulaient : "Et vous savez que l'opérateur a vérifié pendant sa ronde." Elle ne veut pas de transmission en cabine.

Frédéric : Il y a ce que la DRIRE demande et notre ressenti. Je me sentirais plus tranquille avec des fins de course.

Vincent : Je pense qu'il faut laisser la vanne et le fin de course. Qu'est-ce que tu en penses, Jean-Paul ?

Jean-Paul : Oui, plus il y a d'organes de sécurité, mieux c'est.

Vincent : Effectivement, il faut laisser les vannes et les fins de course.

Vincent, l'adjoint de fabrication arrive. Pierre lui expose le problème : enlever le T et réduire le nombre de vannes ou le conserver et poser une tape pleine sur la partie inutilisée lorsque les opérateurs doivent dépoter un wagon de type Bayer. Frédéric précise qu'en fonctionnement normal (le plus courant), les wagons comportent deux containers. Frédéric demande si les vannes qu'il estime superflues ont une utilité. Vincent consulte le schéma affiché au tableau. Il se demande comment isoler une portion d'installation afin de changer les vannes de connexion au wagon dans la configuration proposée par Frédéric. Frédéric objecte que ce genre d'opération est effectué en dehors de tout branchement de wagon. Vincent confirme. Frédéric précise qu'il faut enlever le flexible pour changer la vanne. Vincent saisit tout à coup le fond du questionnement de Frédéric. Il indique alors

qu'ils reçoivent de plus en plus de gros wagons Bayer. Frédéric présente sa proposition : supprimer le dispositif en T et les vannes manuelles équipées de régulations pour les remplacer par un coude ce qui permet de supprimer pour chaque poste de dépotage les deux vannes qui permettent de gérer le passage d'un container à l'autre pour les wagons équipés de deux containers de 20 m³. Vincent convient que cette solution est peut-être préférable. Bernard expose alors les contraintes imposées par cette solution : monter et démonter des joints soumis à des procédures de contrôle spécifiques pour connecter chaque container au coude. Vincent souligne que la variété des wagons reçus est un problème. Pierre ajoute que le problème tient à la fréquence des différents wagons. Vincent ne peut pas donner de précisions, l'approvisionnement étant commandé par les besoins des différentes productions. Jean-Paul demande à ce que les vannes semi-automatiques soient laissées afin de diminuer les interventions des opérateurs. Bernard explique que trois types différents de wagons peuvent se succéder. Vincent précise que la tendance va vers une utilisation plus fréquente des gros wagons mais que rien n'est fixé. En raison de cette variabilité, il souligne que le dispositif en T reste préférable compte tenu des risques liés à l'utilisation de l'acide. Il permet de garder une installation plus automatisée, tout en diminuant le nombre de branchements, ce qui reste préférable qui plus est compte tenu des risques d'erreurs liés aux différents types de wagons. Frédéric revient sur les fréquences d'approvisionnement dans l'espoir de simplifier l'installation. Vincent cite l'entreprise qu'ils ont visitée avant de travailler sur le projet comme un exemple de sécurité et de fiabilité : les installations sont en parfait état (TERRE) alors qu'ils utilisent des vannes manuelles. Bernard explique que leurs procédures de conception et d'utilisation des installations sont plus strictes qu'à La-Source. Il propose alors à Frédéric de conserver les vannes mais d'ôter les régulations associées et d'utiliser des check-lists pour contrôler l'état des vannes manuelles. Frédéric souligne alors qu'ils perdent la possibilité de piloter le test d'étanchéité à distance. Bernard explique que les inspecteurs de la DRIRE contrôlant le site TERRE considèrent essentielle l'utilisation de check-lists spécifiques pour les tests d'étanchéité. Vincent précise que la DRIRE insiste pour une vérification sur l'installation et non à partir de mesures rapportées sur le synoptique en salle de commande. Frédéric répond vivement que les demandes de la DRIRE ne justifient pas à elles seules les décisions de conception. Il souhaite conserver les régulations sur les vannes manuelles car elles sont nombreuses dans l'option du T. Vincent se tourne lors vers Jean-Paul et lui demande ce qu'il en pense. Ce dernier confirme que la solution du T équipée de vannes régulées contribue à la sécurité des opérateurs. Vincent confirme la décision et quitte la réunion.

i) Dépotage, dégazage : mode opératoire

Dépotage

Pierre : La vérification étant faite. Fermeture de la vanne manuelle A9.

Frédéric : Tes vannes automatiques, tu les laisses ouvertes ?

Jean-Marc : Moi, je les aurais fermées.

Frédéric : Moi aussi.

Pierre : On ferme la vanne manu, on ferme la vanne auto et la personne viendra mettre en service, ouvrira ces deux vannes. Après, on est en position d'attente. On arrive en fin de dépotage sur l'autre voie. La personne ferme la vanne C11, la vanne C5.

Frédéric : Tes vérins, tu peux pas les fermer ?

Pierre : Si, si. Là, j'ai fermé, là j'ai ouvert. Après, on valide la phase de dépotage. On ouvre la vanne d'azote, les vannes du wagon et les vérins qui sont sur le T. Donc dans l'ordre, j'ouvre l'azote, les vannes auto, les vannes du wagon.

Jean-Marc : Moi, je positionnerais les vannes manuelles. On ouvrirait les vérins d'azote et les vérins qui sont sur le T.

Pierre : Et je vais rajouter les vannes auto que j'avais oubliées. Là, je suis en phase de dépotage. L'azote arrive, pousse l'A liquide qui va vers le bac relais. Je suis en régulation de niveau par le bac relais, entre le niveau haut et le niveau bas.

Jean-Paul : Au niveau du dépotage, on sait combien on dépotera à ces pressions-là ?

Pierre : 2m³ par heure. A la fin du dépotage un LY [appareil de mesure de la densité] pour la détection par densité, nous indiquera que ça n'est plus du liquide qui arrive. On aura un cumul de ce qui est dépoté. On ferme la vanne liquide.

Frédéric : Tu fermes laquelle ?

Pierre : Celle-ci.

Pierre reprend la séquence des opérations de dépotage après le test d'étanchéité. Frédéric et Jean-Marc corrigent la séquence qu'il décrit, notamment l'oubli de fermeture des vannes automatiques. Pierre continue en décrivant formellement les étapes et la configuration des différents matériels. Là encore, Frédéric le reprend sur la position des vannes. Il continue. Jean-Marc le corrige sur l'ordre d'ouverture des vannes situées sur le wagon, le dispositif en T et l'arrivée d'azote. Pierre corrige un oubli de sa part sur le schéma puis continue la description de la phase de dépotage. Jean-Paul s'informe du débit de dépotage. Pierre lui répond et précise qu'un détecteur de densité permettra de surveiller l'état du wagon. Il continue sa description.

Dégazage

Frédéric : Tu as fait ton balayage ?

Pierre : J'ai mis un timer. Soit c'est l'opérateur qui y va, soit on met un timer.

Jean-Marc : Il est écrit sur le cahier pour la DRIRE qu'une personne doit aller sur place pour changer de container.

Pierre : Si on a confirmation de la fin de dépotage, je ferme la vanne gaz du container dépoté. On laisse basculer. L'opérateur peut reprendre le dépotage s'il voit que ça n'est pas fini. Je vais dépoter le deuxième container, j'ouvre la vanne du wagon, j'ouvre la vanne liquide, j'ouvre l'azote. J'ai la régulation de niveau. Dégazage, décompression sous azote.

Frédéric : Avant de dégazer, il faut isoler la phase liquide, mettre en service l'autre voie et après, on dégaze. Il faut fermer A5 et A11 en premier.

Pierre : On ferme A5 et A11. Là, j'ai fermé A5 et A11. Je considère que j'ai mis l'autre en service. J'ai fini de dépoter. Je ferme A5 et A11 et je ferme C11.

Frédéric : On ferme, on lance l'autre voie et après on dégaze.

Jean-Marc : Une fois qu'on a mis les vannes manu en place, on lance le dégazage.

Pierre : Oui, mais d'abord, on met les vannes manu en place.

Frédéric : Pourquoi ta vanne azote est ouverte ? Le dégazage c'est la décompression plus le balayage

Bernard : C'est une décompression donc il n'y a pas besoin d'azote.

Jean-Marc : Combien de temps dure le balayage ?

Pierre : Pour les wagons Derivados ou Avenmouth c'est deux heures.

Bernard : Oui, pour un volume de 60/70 m3. Sinon, je mets un diamètre plus petit.

Frédéric : Qu'est ce qu'on gagne ?

Bernard : La grosseur des robinets.

Pierre : On a mis DN50 dans le dossier DRIRE.

Bernard : Alors...

Frédéric : Ce qui serait bien, c'est de mettre un plongeur sur le bras liquide.

Frédéric lui demande des précisions sur les vannes à actionner et sur l'opération de balayage. Pierre propose de faire déclencher cette dernière opération à distance, à l'aide d'une minuterie ou de faire intervenir un opérateur sur l'installation pour l'amorcer. Jean-Marc précise que la DRIRE demande une intervention manuelle. Pierre continue la description. Il en arrive à la fin du dépotage. Frédéric corrige l'ordre des opérations qu'il propose. Jean-Marc ajoute quelques précisions. Frédéric et Bernard corrigent la position de la vanne pilotant l'arrivée de l'azote que Pierre avait laissée ouverte. Jean-Marc demande la durée de l'opération de balayage. Pierre précise que pour les wagons équipés de deux containers, cette opération dure deux heures. Bernard confirme et propose de diminuer les diamètres de la conduite d'azote. Pierre n'est pas d'accord car il a rédigé le dossier de demande d'autorisation d'exploiter avec les données actuelles. Bernard en tient compte. Frédéric propose d'équiper le système d'un plongeur permettant de mesurer la hauteur de liquide dans le wagon.

Durée de dégazage/contrainte de temps pour les opérateurs

Bernard : Combien de temps on dégaze ?

Jean-Paul : Il y a une époque où on quand on cassait les joints d'A, on laissait dégazer sur 24 heures.

Pierre : Là, on est morts.

Bernard : Non, mais bon, il ne faut pas qu'il reste d'A liquide dans les tuyaux.

Jean-Paul : Et avec le sèche-cheveux ?

Bernard : Oui, c'est pour ça qu'on l'a mis. L'idéal, c'est de l'azote à 20/20°C. Malvesi dégaze sur 8 heures, 4 heures de décompression et 4 heures de balayage.

Pierre : Oui, mais c'est pour récupérer l'A

Bernard : T'as entendu ce qu'a dit Vincent, pas de vapeur, pas de robinets abîmés. Avec deux jours par wagon, on a un jour pour souffler.

Jean-Paul : Tant qu'à avoir le temps, prenons le temps.

Frédéric : Oui, mais ils ne faut pas faire le branchement dans la précipitation.

Bernard : Je me demande si on fait tout ça à l'azote ou à l'air sec. Pour l'azote, la centrale de « THORIUM » est petite et pour l'air sec il y a peu de consommation. On est obligé de tirer du collecteur d'air contrôle. On le tire plus conséquent et on gagne un collecteur d'azote.

Jean-Paul : Pour l'approvisionnement en azote, pas de problème. Le gars qui livre l'azote et très autonome, il vient à n'importe quelle heure.

Bernard : Là, tu es ouvert plein pot. Il va falloir que tu fixes le débit de balayage. Il faut que la vérine de gaz enveloppe tout le flexible pour le nettoyage.

Pierre : Mais on est à 4 m³/h, je parlais sur 8m³/h.

Bernard : Dégazer la ligne, ça ne m'inquiète pas le plus. C'est pour les flexibles. Le collecteur est construit en chapeau de gendarme; il faut éviter que tout revienne dans le flexible.

Pierre : Tu vas être en laminaire.

Bernard : A 4 m³/h en phase gaz ?

Pierre : C'est turbulent, limite.

Bernard demande la durée de dégazage prévue. Jean-Paul explique qu'ils avaient l'habitude de dégazer le wagon en 24 heures. Pierre précise que cette durée est trop longue compte tenu des besoins en acide pour les fabrications. Bernard précise que le seul impératif est qu'il ne reste pas d'acide à l'état liquide dans les flexibles. Jean-Paul propose d'utiliser le système d'envoi d'azote. Bernard approuve et donne l'exemple de l'installation qu'ils ont visitée chez un autre industriel où les wagons sont dégazés pendant 8 heures. Pierre précise qu'ils effectuent cette opération afin de récupérer le plus d'acide possible. Bernard reprend les propos de Vincent sur l'absence de corrosion de l'installation. Il refuse d'utiliser de la vapeur pour dégazer les tuyauteries afin d'éviter la corrosion des installations. Il calcule que le dégazage pourra durer 24 heures. Jean-Paul est d'accord. Frédéric souligne que cette durée ne doit pas contraindre les opérateurs à effectuer les opérations de branchement dans la précipitation. Bernard rappelle que le débit de balayage doit être fixé afin de balayer les flexibles efficacement. Pierre mentionne qu'il avait fait ses calculs pour un débit de 8 m³ par heure. Bernard s'inquiète d'un retour de vapeurs d'acide dans le flexible. Pierre lui précise que ce n'est pas possible compte tenu du débit. Bernard n'est pas d'accord.

j) Débranchement : précautions préalables au débranchement

Frédéric : On continue.

Pierre : Je ferme les quatre vannes en même temps.

Frédéric : Tu fermes les quatre vannes en même temps ? Le flexible va être en pression.

Pierre : Il faut attendre que la pression retombe un peu...je décomprime, je mets l'azote, je mets le container.

Bernard : J'ai une petite idée : au moment du balayage, on a un sèche-cheveux. Est-ce que ça ne vaudrait pas le coup d'avoir un réchauffeur d'azote à 20-25°C pour être sûr d'avoir évacué l'A ?

Frédéric : Comment ils font actuellement ?

Bernard : Ils balancent de la vapeur.

Frédéric : Pas ici, à TERRE.

Bernard : Ils n'ont pas la même installation. Ils consomment beaucoup d'azote. Ils utilisent l'échangeur plutôt que les wagons.

Frédéric : Je crains que tu vaporises l'A sans arriver à tout sécher. Je laisserais comme ça.

Pierre : Je ferme la vanne du T gaz, je ferme la vanne liquide côté sud.

Frédéric : Il faut tout fermer avant de débrancher.

Jean-Marc : Ce qu'on avait vu avec Vincent c'est que ce sont pas les mêmes équipes qui font le soufflage et le débranchement. Donc on refait un balayage avant le débranchement.

Pierre : Je remettrais en configuration balayage : les personnes ferment les vannes manuelles et débranchent les flexibles.

Frédéric : Si les wagons ne sont pas complètement vides et que j'envoie le dégazage ?

Bernard : L'hiver, tu le verras car le plongeur va jusqu'au fond. En été, tu auras de l'A vaporisé.

Jean-Paul : Pour le balayage à l'azote, une fois qu'on a isolé le circuit est-ce qu'il y a possibilité de ne balayer que le flexible, pour économiser de l'azote.

Bernard : Comment tu dégazes ? Il faut faire tomber dans la colonne de dégazage.

Jean-Paul : Ici, on balaye le circuit une heure et on arrête puisqu'on n'intervient pas ici et on ne balaye que le flexible moyennant un piquage pour aller dans l'assainissement.

Frédéric : L'objectif, c'est pas de balayer le réseau mais on le fait car on va dans l'assainissement. Ca nous fait un réseau de plus.

Bernard : Ca fait des tuyaux en plus et ça coûte cher les tuyaux d'A même pour l'assainissement. Ca nous fait un réseau de plus. Mais j'ai entendu parler d'une nouvelle génération de flexibles, cannelés.

Pierre : Les anglais me disaient qu'en fin de dépotage, les flexibles secouent beaucoup.

Bernard : Vous le verrez des caméras. L'avantage avec le T, c'est qu'on peut mettre des flexibles courts.

Jean-Marc : Il y a un inconvénient c'est l'inter verrouillage compliqué entre les vérins. Au niveau du risque est-ce que ce sera suffisant ?

Pierre : Si détection d'A, on avait dit qu'on arrêterait tout.

Frédéric : Mais c'est pas la détection d'A le problème; ça c'est OK !

Bernard : Vu la présentation des tuyauteries, je serai obligé de faire une pièce pour adapter les flexibles à l'ouverture des wagons.

Frédéric : Et comment tu sauras pour la pression ?

Bernard : Ton indication te dira qu'il n'y a pas d'azote.

Frédéric : Si tu n'as pas ta pression, tu peux avoir un retour arrière c'est pour ça que tu as besoin d'un PI [manomètre].

Bernard : Deux alors.

Frédéric : Oui, deux.

Bernard : Ma question sur l'air ?

Frédéric : La question avait été posée au début, on avait opté pour l'azote.

Bernard : C'est vrai que l'air...

Jean-Paul : Moi, ce qui me gêne, c'est qu'on appelle air le contrôle de l'air sec alors qu'il y a de l'eau qui sort de l'azote...

Frédéric : Demain matin, 9h au bureau d'études

Pierre : Oui, sinon à la maintenance.

Bernard : Oui comme ça on les aura, la maintenance.

Frédéric relance la discussion sur la description des différentes opérations. Pierre reprend à la fin de la vidange du wagon. Frédéric le contredit. Bernard propose une opération supplémentaire afin de

s'assurer qu'il ne reste plus d'acide dans les flexibles. Frédéric lui demande alors les pratiques actuelles en la matière. Bernard répond que les opérateurs utilisent de la vapeur. Frédéric précise sa question : il veut connaître les pratiques du site industriel étalon. Bernard répond qu'ils utilisent de l'azote mais que leur installation est différente du poste de dépotage conçu. Cependant, Frédéric redoute une vaporisation de l'acide avec cette méthode. Il préconise d'en rester à la solution présentée. Pierre continue la description des opérations. Frédéric insiste sur la nécessité de fermer toutes les vannes avant de débrancher le wagon. Jean-Marc précise qu'une opération de balayage supplémentaire est indispensable car les opérateurs qui débrancheront les wagons ne sont pas ceux qui les auront vidangés et soufflés. Frédéric demande alors ce qu'il se passe en cas de démarrage du dégazage alors que les wagons ne sont pas complètement vides. Bernard répond qu'en hiver, le détecteur de niveau permettra de s'en apercevoir, en été, comme l'acide se vaporisera, la détection ne sera pas possible. Jean-Paul demande alors s'il est possible de ne balayer que les flexibles afin d'économiser de l'azote. Bernard ne comprend pas cette question car l'isolement des flexibles empêche de rejeter l'azote pollué dans la colonne d'assainissement prévue à cet effet. Jean-Paul précise sa proposition. Frédéric et Bernard comprennent mieux. Bernard propose même d'utiliser de nouveaux flexibles plus faciles à balayer. Pierre précise que les acteurs de l'usine d'Avenmouth ont remarqué que la fin du dépotage était repérable aux mouvements des flexibles. Bernard ajoute que les caméras qui équiperont la station permettront aux opérateurs de repérer ce mouvement de puis la salle de commande. Il précise que le dispositif en T permet également d'utiliser des flexibles courts. Cependant Jean-Marc souligne la complexité des équipements associés à ce dispositif. Pierre répond qu'en cas de détection d'acide dans les flexibles, le système s'arrêterait. Frédéric intervient vivement, la détection ne pose pas problème. Il s'agit bien de la complexité des opérations pour les opérateurs. Frédéric s'interroge sur la détection de la pression dans les tuyauteries de l'installation. Bernard répond simplement que l'absence d'azote signifiera que l'installation n'est pas sous pression. Frédéric rétorque que cette absence de pression peut provoquer un retour en arrière de l'acide et qu'il est donc nécessaire d'ajouter un manomètre. Bernard est d'accord et précise qu'il en faut deux (un de chaque côté du T). Il revient sur l'utilisation de l'air ou d'azote. Frédéric confirme que l'installation fonctionnera à l'azote comme prévu. Jean-Paul souligne que dans l'installation actuelle, de l'eau (issue de la condensation de vapeur) sort des tuyaux d'azote (en fait, il s'agit d'un défaut de fonctionnement de l'installation actuelle, vieillissante). Frédéric donne rendez-vous à l'équipe le lendemain dans la salle de réunion du Bureau d'Etudes. Pierre propose la salle de réunion du service fiabilité matériel. Bernard approuve cette idée afin qu'un représentant de la maintenance se joigne à eux.

ANNEXE IV : SITE PARMA

VIGNETTE 1

Le démarrage d'un système de conduite qui ne tient pas ses promesses

1. La première panne importante

Le lancement des premières opérations de fabrication a lieu au moment où l'ingénieur responsable de l'atelier quitte ses fonctions et accueille son successeur qui le remplacera officiellement début décembre.

A l'issue de la période de tests du système de conduite avec de l'eau et des solvants, la première opération de production de l'A1 est lancée le 17 novembre 2003. Afin de simplifier son déroulement, le D4, intermédiaire de synthèse de l'A1 n'est pas fabriqué dans l'atelier. Il est directement introduit en amont de la chaîne de fabrication d'A1 (cf. chapitre 3, figure 3.5.).

La deuxième opération complète est lancée le 25 novembre 2003 au soir. Parallèlement, les techniciens de l'équipe projet corrigent les recettes de fabrication et les paramètres de conduite sur des postes informatiques spécifiques, reliés au réseau de l'atelier. Ces modifications découlent des résultats des tests et de la première opération de fabrication. Deux techniciens d'une entreprise sous-traitante engagée pour l'assistance aux tests et le démarrage et un technicien informaticien mandaté par ChimInfo —l'entreprise fabriquant le système— pour modifier la programmation du système, les aident.

Le 27 novembre 2003, le système tombe en panne : les opérateurs ne peuvent plus accéder à l'interface de conduite. La fabrication est arrêtée à l'étape de distillation.

« Nous ne pouvons plus accéder au logiciel, nous ne pouvons plus conduire l'installation. On a perdu le batch [le déroulement de la recette à l'écran]. On n'a plus accès au logiciel de conduite que depuis le poste maître de Louis. [Technicien Système]. » René, Adjoint de fabrication VANADIUM, Réunion journalière de l'atelier, 27/11/2003.

Le technicien informaticien, Bernard, contacte les spécialistes de l'agence ChimInfo de Cergy. Ces derniers surveillent alors le fonctionnement du système grâce à une connexion à distance. Comme les techniciens de l'équipe projet, ils constatent que les modifications de recettes à partir de postes connectés au réseau sont à l'origine de la panne : le système est surchargé de données. Ils proposent de redémarrer à partir de la dernière version sauvegardée de la recette (21 novembre), ce qui fait perdre une semaine de travail de modifications aux techniciens de l'équipe projet. Une deuxième solution consiste à repartir d'une version plus récente de la recette —version du 24 novembre que les techniciens peuvent retrouver même si elle n'a pas été sauvegardée — au risque de rencontrer une panne identique.

Face à cette situation de crise, le chef de projet, Pierre fait appel aux acteurs du comité de pilotage. Il réunit le responsable de l'atelier et son successeur en période recouvrement, l'adjoint de fabrication

ainsi que trois acteurs du comité de pilotage : le responsable de la qualification des procédés, le responsable des fabrications et le responsable du service EICP (Electricité Instrumentation Conduite des Procédés), gestionnaire du contrat passé avec ChimInfo. Il programme une réunion de crise à 14h30. Au cours de cette première réunion que nous retraçons, les acteurs réunis constatent ensemble que l'arrêt inattendu du système de conduite met en jeu la sécurité de l'atelier et menace sa survie économique car les stocks de produits finis sont réduits. Ils estiment que l'intervention du responsable du service EICP auprès de la société ChimInfo est indispensable.

Ce dernier arrive à l'atelier vers 15h30 et prend les rênes de la situation. Tout d'abord, il s'informe de l'état de fonctionnement du système et de l'atelier auprès des acteurs présents. Ensuite, il téléphone au responsable technique de l'agence ChimInfo de Cergy. Enfin, il convoque l'ensemble des acteurs pour une deuxième réunion de crise à 17h30, que nous retraçons également. Bernard et l'agent de maîtrise en poste pour le quart de l'après-midi se joignent aux participants de la première réunion. Il s'agit de décider des actions formelles à engager auprès de la société ChimInfo afin de choisir la meilleure option pour redémarrer et d'obtenir une réparation rapide et durable du système.

Les deux réunions de crise du 23 novembre 2003 se déroulent en salle de réunion de l'atelier VANADIUM. Entre les deux réunions, les acteurs de retrouvent en salle de contrôle.

1.1. Les acteurs

- Antoine : Responsable Qualification de procédés (service EICP)
- Bernard : Technicien automaticien
- Frédéric : Responsable du service Electricité Instrumentation Conduite des Procédés
- Hubert : Technicien informaticien en sous-traitance pour ChimInfo.
- Jean : Responsable des Fabrications chimiques
- Jean-Marc : Technicien Procédés
- Charles : Responsable Assurance Qualité VANADIUM&TITANE
- Paul : Ingénieur responsable de l'atelier (actuel)
- Pierre : Chef de projet
- René : Adjoint de fabrication
- Vincent : Ingénieur responsable de l'atelier (prend son poste officiellement le 1er décembre)

1.2. Première réunion de crise : solliciter officiellement le fournisseur du système et mettre l'atelier en sécurité

a) Premier objectif : Etablir un diagnostic précis de la panne

Une seule certitude : la panne survient lors de la sauvegarde des données

Hubert : Lors des sauvegardes, on a eu un problème de réseau. On a vu que c'était lié à la sauvegarde des recettes à partir d'IBatch [logiciel qui permet la conduite des opérations de fabrication].

Antoine : Il y a une faiblesse dans la communication. Le logiciel procédé ne peut pas être remis en marche. On ne peut pas remettre l'environnement batch qui contient les logiciels avec les recettes pour la conduite. [L'interface de conduite] Donc, c'est du soft [ne concerne pas le programme du système mais la gestion des interfaces]. On n'a accès à aucun logiciel.

Hubert : Tout le fonctionnel marche.

Antoine : C'est la couche d'organisation qui gère les accès qui ne fonctionne pas. Cette couche n'a pas pu être sauvegardée ?

Pierre : Non, la dernière sauvegarde date de vendredi [21 novembre].

Hubert : Le seul point qu'on a c'est que ça arrive à la sauvegarde.

Dans une première partie de la réunion, Hubert explique que la panne provient des sauvegardes des recettes sur le réseau. Antoine précise que les logiciels de conduite sont inaccessibles, c'est-à-dire que les opérateurs ne peuvent pas piloter la fabrication à partir des interfaces informatiques. Hubert confirme ce diagnostic. Antoine s'inquiète de la sauvegarde de la configuration du système au moment de la panne. Pierre confirme ses craintes : la dernière sauvegarde a été effectuée quatre jours avant. Hubert conclut que l'apparition de la panne au moment de la sauvegarde des recettes constitue la seule certitude.

A la recherche de traces pour supporter ce diagnostic

Antoine : Vous avez des traces de ça ?

Hubert : On a les horaires qui correspondent.

Antoine : Est-ce que tu as un listing pour savoir ce à quoi on a fait appel. [Les données du procédé et les couches de programmation du système]

Hubert : Les gens de Cergy ont regardé le fichier de log [connexions sur le système] mais ils ne voient pas à quoi ça correspond.

Antoine : Est-ce qu'ils ont déjà observé ce problème ?

Pierre : Ils ont déjà vu un problème de communication Actuellement, ils ont la main sur le système [grâce à une connexion à distance].

Antoine : Quand est-ce qu'ils font le point ?

Hubert : On a eu les gens de Cergy. Ils devaient rappeler tout à l'heure.

Pierre : Ils ont proposé de retourner à l'ancienne sauvegarde.

Antoine demande alors si des données confirmant ce diagnostic sont disponibles. Hubert répond que les horaires des pannes sont disponibles mais que les techniciens ChimInfo n'ont pas obtenu de résultat en analysant les traces des connexions au système. Antoine demande si ces techniciens ont

rencontré des pannes similaires auparavant. Pierre explique qu'ils ont déjà rencontré des problèmes de communication et qu'ils analysent actuellement le fonctionnement du système grâce à leur connexion à distance. Antoine s'inquiète alors de leur délai de réponse. Hubert assure qu'ils rappelleront dans la journée. Pierre précise qu'ils proposent néanmoins de repartir de la version de la recette la plus ancienne (21 novembre).

b) Deuxième objectif : décider des actions à mener à court terme

Conflit de priorités : terminer l'opération de fabrication en cours
ou réparer le système

Vincent : Il faut travailler sur le problème que nous avons là.

Antoine : Oui, il faut traiter le problème et s'occuper de l'opération en cours dans l'atelier.

Paul : Est-ce qu'on peut redémarrer le CHIMINFO sachant qu'il plante quand on sauvegarde des informations ?

Hubert : Cergy [les techniciens de l'agence ChimInfo de Cergy] doit nous le dire. On a demandé si en remettant l'ancienne recette, on pouvait retrouver le batch. C'est une réponse qu'ils doivent nous donner.

Vincent : Il faut travailler sur la sauvegarde.

Antoine : Il faut pouvoir terminer le batch. Il faut séparer les deux questions : l'opération en cours et le problème du système. Il faut voir si en rechargeant le batch en cours on a les bons paramètres pour finir le batch actuel.

René : Comment on finit le batch ? Je suis plus qu'inquiet !

Paul : Il en est où le batch ?

René : On est en distillation dans le 36 [bac].

Antoine : On a la vue sur quoi ?

René : On a la visualisation mais tous les logiciels de gestion du batch ne marchent plus.

Antoine : Il y en a combien ?

René : Une dizaine !

Hubert : Huit exactement. On se retrouve comme en SMS [ancien système].

René : Euh...Entre le SMS et du manuel.

Paul : Oui, mais on n'est pas en aveugle.

Les premières tensions s'expriment autour des actions à mener pour débloquer la situation. Vincent intervient pour demander un traitement prioritaire des problèmes liés à la sauvegarde des recettes. Antoine l'approuve mais souligne la nécessité de terminer l'opération de fabrication en cours. En effet, le produit se trouve dans un réservoir accueillant la réaction de distillation. S'il y reste trop longtemps, il risque de précipiter et de donner naissance à des impuretés. Paul demande s'il est possible de redémarrer alors que les sauvegardes provoquent l'arrêt du système. Hubert répond qu'il attend la réponse des techniciens de Cergy à ce propos. Vincent revient sur la nécessité de travailler sur la sauvegarde des données. Antoine objecte qu'il faut d'abord terminer l'opération en cours et s'occuper séparément des problèmes dus au système. René s'oppose vivement car il pense très périlleux de terminer l'opération en cours. Son supérieur hiérarchique lui demande alors de préciser

l'avancement de l'opération. René explique que le produit est dans le réacteur de distillation. Antoine demande ce que le système permet de visualiser sur les interfaces. René explique que les interfaces fonctionnent normalement mais que les logiciels de pilotage de la fabrication ne fonctionnent plus. Antoine s'inquiète alors du nombre de logiciels en panne. René les évalue à une dizaine. Hubert précise que l'arrêt des huit logiciels de conduite limite les possibilités de pilotage à celles de l'ancien système. Selon René, la situation est pire : les possibilités de pilotage résiduelles sont plus manuelles qu'avec l'ancien système. Cependant, Paul nuance ce constat car les interfaces permettent encore de visualiser l'état de l'opération de fabrication en cours.

Formaliser le recours au fabricant du système

René : Ca m'embête de retourner en arrière. ChimInfo, ce sont les mêmes personnes qui étaient sur le SMS [ancien système] et sur l'IAS [nouveau système], ils ne peuvent pas nous donner des réponses ? J'ai l'impression qu'ils ne connaissent pas leur système. Il faut régler le problème car il peut se reproduire.

Paul : Comment le disait Antoine, il y a les deux problèmes

René : Ce qu'il y a dans l'atelier, je m'en fous !

Vincent : On donne l'installation à CHIMINFO et ils gèrent.

Charles : C'est lié aux problèmes de mardi [Dysfonctionnements du système au moment du lancement de l'opération de fabrication, 3 jours plus tôt].

René : Oui.

Antoine : Il faut pouvoir terminer le batch. Il faut séparer les deux questions : l'opération en cours et le problème du système. Il faut voir si en rechargeant le batch en cours on a les bons paramètres pour finir le batch actuel.

René : (vivement) Il faut faire un rapport. Où est Frédéric ? [Responsable électricité instrumentation conduite des procédés].

Antoine : Il faut lister les incidents et les questions qu'on pose. Il faut que ce soit écrit, officiel. On est bloqué, ce jour. On est dans l'impasse avec du produit dans l'installation. Il faut les bouger pour qu'ils comprennent qu'on est dans le mur. Il faut récapituler tous les problèmes pour ne pas dire qu'on les a dirigés vers de l'appliquatif ou du logiciel. Il faut qu'ils nous mettent une équipe pour résoudre notre problème. Je souhaiterais une trace écrite pour qu'on n'ait pas de problème de délais avec eux.

Paul : Qui écrit cette note ? Pierre ?

René : (énervé) Ca ne résout pas le problème !

Paul : On ne peut pas le résoudre nous-mêmes !

Antoine : D'abord, il faut mettre l'installation en stabilité.

René aborde alors la question du redémarrage. Il s'oppose à la proposition des techniciens de ChimInfo : retourner à la version de recette sauvegardée la plus ancienne. Il ne les considère pas compétents car ils n'apportent pas de diagnostic précis aux pannes actuelles. De plus, ils ne sont pas toujours parvenus à résoudre les dysfonctionnements de l'ancien système, dont ils avaient également la charge. Paul reprend alors les conseils d'Antoine : S'occuper en priorité de l'opération en cours et régler les problèmes du système par la suite. René proteste vigoureusement. Pour lui, l'atelier n'est pas une priorité car il le considère en sécurité. Vincent tranche : il propose de laisser les techniciens de ChimInfo se débrouiller avec le système et l'installation. Charles intervient pour calmer le débat en demandant si leurs inquiétudes proviennent des premiers soubresauts du système lors du lancement de la deuxième opération. René confirme. Antoine insiste pour terminer l'opération en cours. Il veut

savoir si recharger les paramètres de la recette actuelle permettrait de la terminer. René ignore cette préoccupation. Il demande l'écriture d'un rapport exposant les événements et réclame l'intervention de Frédéric, interlocuteur de ChimInfo. Antoine détaille le contenu du rapport qu'il considère indispensable pour contraindre l'entreprise ChimInfo à intervenir rapidement. Il souhaite exposer la situation de blocage de l'atelier et recenser l'ensemble des problèmes dus au système. Paul suggère que Pierre s'occupe de la rédaction. René explose : la rédaction d'un document détaillé ne résoudra pas la panne. Il souhaite que Frédéric intervienne auprès de ChimInfo pour une réparation rapide des pannes. Son supérieur hiérarchique réplique qu'ils ne peuvent pas résoudre ces problèmes seuls. Antoine revient à nouveau sur la nécessité de stabiliser l'opération en cours.

c) Donner la priorité à l'intervention du fabricant du système

Le responsable des fabrications chimiques rejoint la réunion

Pierre : On a perdu des données sur le batch. On a perdu l'enchaînement des recettes. On n'a ni vision ni possibilité d'action car on n'a plus de logiciel de conduite.

Jean : En terme de sécurité, quelles sont les conséquences ?

Pierre : On est en distillation dans le 36[bac].

Jean : Et on n'a pas de possibilité d'action ?

Paul : On peut piloter le [bac] 36.

Jean : Donc la phase en cours tourne mais on ne peut pas faire la suivante. Est-ce que CHIMINFO suit ce qu'il se passe ?

Pierre : Oui, depuis mardi.

Jean : Qu'est-ce qui est à l'origine des problèmes ?

Pierre : L'enregistrement des recettes.

Charles : Sur le poste de développement.

Jean, le responsable des fabrications chimiques rejoint la réunion. Pierre lui explique qu'il est impossible de conduire la fabrication. Jean s'inquiète alors des conséquences sur la sécurité de l'atelier. Pierre précise que le produit se trouve dans le réacteur de distillation. Jean demande s'il est encore possible de commander la fabrication. Paul explique qu'il est possible de piloter le réservoir de distillation. Jean en déduit qu'il n'est pas possible de passer à la phase suivante. Il demande si l'entreprise ChimInfo surveille l'évolution de la situation. Pierre confirme qu'ils y travaillent depuis la veille. Jean s'inquiète alors de l'origine des pannes. Pierre explique que l'enregistrement des recettes est en cause. Charles précise que ces enregistrements ont lieu sur des postes spécifiques reliés au réseau.

Mettre ChimInfo en demeure

Jean : Où en est CHIMINFO ?

Antoine : Ils cherchent, ils doivent rappeler. Je propose d'écrire un message pour qu'ils nous donnent un plan d'action.

Jean : Pour les mettre en demeure. Ça fait plusieurs fois qu'on a des problèmes sérieux. Il faut leur écrire pour qu'ils mettent une équipe pour mettre en relation le fonctionnel à Lyon et le Hard à Cergy.

Paul : Ils proposent de revenir à la dernière sauvegarde.

Jean : Non, non, on va pas repartir comme avant.

Antoine : Il ne faut pas nous contenter du téléphone sinon, nous n'aurons que des réponses partielles.

Jean : Il faut qu'ils comprennent qu'on est bloqué et que ça a des conséquences économiques importantes.

Jean s'informe auprès d'Antoine de l'avancement des investigations des techniciens de ChimInfo. Ce dernier lui répond qu'ils les contacteront dans la journée. Il expose sa proposition d'écrire un rapport formalisant la demande de réparation. Jean approuve l'initiative qu'il juge indispensable pour contraindre les acteurs de ChimInfo à agir. Paul explique que les spécialistes de ChimInfo préconisent de repartir de la version de recette la plus ancienne, Jean rejette cette option. Antoine insiste sur la nécessité de rédiger un courrier afin d'obtenir une réparation valable. Jean soutient cette décision et propose d'insister sur les conséquences économiques de l'arrêt de la fabrication pour argumenter leur requête.

Convoquer les ressources internationales de l'entreprise ChimInfo

Jean : Et les Etats-Unis, ils ne peuvent pas aider ?

Antoine : Il faut que CHIMINFO ici se rende compte pour appeler les Etats-Unis. Et puis, avoir une équipe à Cergy et une à Lyon, ça ne facilite pas le diagnostic.

Jean/ Il n'y a pas eu un problème de mémoire ?

Hubert : On a déjà augmenté la mémoire ce matin. Mais je ne l'ai jamais vu tourner sur site, IAbatch [nouveau système].

René : Et celui qui nous a formés, D. [spécialiste technique de l'agence de Lyon] ?

[...]

Paul : Non, non, il faut passer par les canaux officiels.

Jean : Donc, on récapitule les accidents par Fax. Est-ce qu'il faut faxer et envoyer un courrier ? Il faut relancer par téléphone. Aujourd'hui, la balle est dans leur camp. [...] Il faut centrer sur l'aspect financier.

Antoine : On est bloqué, il faut un diagnostic et une solution.

Paul propose de s'adresser aux divisions américaines de ChimInfo afin d'accélérer l'analyse des dysfonctionnements. Pour Antoine, ce recours est prématuré, d'autant plus que la distribution des tâches de diagnostic entre les agences de Lyon et de Cergy complique déjà le travail des spécialistes. Jean s'assure que les problèmes ne proviennent pas des capacités de stockages de données. Hubert précise que les capacités ont été augmentées le matin même. Cependant, il avoue qu'il n'a jamais vu le système fonctionner sur site. C'est pourquoi, il ne peut pas établir de diagnostic précis. René propose de s'adresser directement au spécialiste de l'agence de Lyon qui a formé les équipes d'encadrement à l'utilisation du système. Son supérieur hiérarchique objecte qu'il vaut mieux emprunter les voies officielles. Jean récapitule les actions formelles à mener auprès de ChimInfo. Il entend faire valoir l'argument financier. Antoine résume la situation : l'atelier est arrêté, il est nécessaire de comprendre pourquoi et de remédier aux dysfonctionnements.

d) Gérer la situation de l'atelier

L'adjoint de fabrication gère l'opération de fabrication en cours

Jean : Du point de vue sécurité, il faut faire une déclaration de situation.

René : Non.

Jean : On en est où ?

René : Pour l'A1 [A1] on en est à la distillation d'isopropylamine. Et pour le D4, rien. [La fabrication du D4 est arrêtée]

Jean : Donc c'est dans la phase d'organisation qu'on a perdu la main ?

Antoine : Oui, c'est la phase de supervision qui gère les différentes actions qu'on a perdues.

René : Au niveau sécurité, on est bien !

Hubert : On a un bouton de repli.

René : On ne craint rien du point de vue sécurité.

Charles : Jusqu'où tu vas la conduire ?

René : On charge la MIBK [Méthylisobutylcétone], on met l'agitation à 80°C et on attend.

En raison des risques induits par cette situation, Jean souligne la nécessité d'en informer officiellement l'ensemble du site. René s'y oppose. Jean lui demande alors des précisions sur l'état d'avancement de l'opération. René explique que le mélange est dans la phase de distillation. Jean semble rassuré. Il s'assure que les dysfonctionnements touchent les logiciels permettant le pilotage. Antoine confirme. René assure que l'atelier est en sécurité. Hubert l'appuie en précisant notamment que le système dispose d'un mécanisme de repli en cas de problème dans l'opération en cours. Charles demande à René s'il souhaite faire avancer la réaction. René propose d'ajouter un réactif, de chauffer le mélange puis de l'agiter afin d'éviter la formation d'impuretés.

« L'image de marque » du système se dégrade auprès des opérateurs

René : L'image de marque en a pris un coup auprès des utilisateurs.

Antoine : Il faut les informer tout de suite.

René : Il y en a qui étaient réticents [au nouveau système] et d'autres qui s'y faisaient. Mais là, l'image de marque a dégringolé.

Jean : Il faut leur expliquer que c'est un démarrage complexe.

Cependant, René souligne la dégradation de « l'image de marque » du système et du projet auprès des opérateurs tant chez ceux qui rejetaient le nouveau système que ceux qui commençaient à se l'approprier. Antoine et Jean proposent de les informer de la situation.

e) Epilogue : en attendant le responsable du service EICP

Antoine : On a besoin de lui [responsable travaux neufs elec/instrum]. Il doit écrire la lettre. C'est lui qui traite le contrat.

Vincent : C'est le responsable site de l'EICP. [Électricité instrumentation Conduite des Procédés]

Antoine : Quand on a eu des modifications à faire avancer, ça a marché quand il a écrit.

Charles : Par écrit, c'est une réclamation officielle.

Antoine : Par téléphone, on n'aura pas de réponses parce qu'ils vont interpréter. Et puis, le courrier nous oblige à être factuel.

Cette réunion se termine un peu après 15h. Les acteurs se dispersent et retournent en salle de contrôle. Ils attendent impatiemment Frédéric, responsable du service EICP et gestionnaire du contrat avec ChimInfo. René et Pierre retournent auprès des techniciens qui travaillent à la résolution de la panne. Antoine et Charles discutent des modalités d'intervention du responsable du service EICP auprès du fournisseur du système. Frédéric arrive vers 15h30.

1.3. Entre deux réunions de crise, Frédéric, responsable du service EICP (Electricité, Instrumentation Conduite des Procédés) passe à l'action

Frédéric arrive.

Frédéric : Une liste factuelle, un fax et un courrier à CHIMINFO, c'est comme ça que je procède. Je veux qu'ils viennent vérifier sur place et qu'ils renvoient une proposition par courrier.

Jean : Il faut insister sur le fait que l'atelier est bloqué et que ça a des répercussions économiques. S'ils ne sont pas bêtes, ils vont se dire qu'on va se tourner vers eux [pour leur demander de réparer le système selon les termes du contrat car le système n'est pas encore officiellement réceptionné par le site].

Frédéric recherche dans son classeur la valeur journalière de la production.

Jean : Il ne faut pas mettre la valeur. On leur met la pression, c'est tout !

Frédéric : C'est une perte économique et une perte auprès des clients,

Antoine : On n'a pas les éléments nécessaires pour savoir comment continuer.

Jean : On a un risque économique et un risque sécurité.

Frédéric note les différents éléments.

Frédéric : (à Hubert, technicien informaticien mandaté par ChimInfo pour l'installation du système) Peux-tu voir s'ils ont déjà eu ce genre de problème ?

Frédéric : Bon, côté CHIMINFO, il y a H. [responsable technique de l'agence de Cergy] et M. [responsable technique agence de Lyon]

Pierre : Pour l'instant, c'est H. de Cergy qui est notre contact. A un moment quand on a eu les problèmes de communication, il a vu la surcharge du réseau et le problème de câble.

Frédéric : Ah...Mais il faudrait qu'ils viennent ici parce que la télémaintenance ne suffit pas toujours.

Frédéric s'enquiert de la situation de l'atelier auprès de Jean. Il explique son plan d'action : rédiger un rapport exposant la situation de l'atelier afin qu'un expert technique intervienne. Il souhaite obtenir un engagement formel de la part de ChimInfo pour réparer le système. Ensuite, il s'informe des conséquences de la panne sur les activités de fabrication afin d'argumenter sa demande. Jean insiste sur les conséquences financières de l'arrêt du système. Enfin, Frédéric s'isole dans un bureau pour téléphoner à ses interlocuteurs de l'agence de Cergy.

A l'issue de cette première phase de travail, les spécialistes de ChimInfo ne savent pas déterminer l'origine précise de la panne. Ils recommandent de repartir de la recette sauvegardée le 21 novembre et d'observer le comportement du système en cours de fonctionnement.

Les acteurs réunis s'accordent sur la nécessité d'une intervention spécifique de ChimInfo. Ils font le point sur l'état de fonctionnement du système : il est encore possible de piloter la fabrication en manuel. Cependant, ils s'opposent quant aux actions à privilégier. Paul souhaite que les modifications de recettes que les techniciens effectuaient pour finaliser le système soient traitées en priorité. Antoine, soutenu par Paul insiste pour que l'opération de fabrication en cours soit terminée. René se démarque de ces propositions : il assure que l'atelier est en sécurité et désapprouve la solution proposée par ChimInfo.

De son côté, Frédéric a obtenu auprès de ChimInfo le déplacement d'un technicien spécialiste. Il s'agit à présent pour les acteurs impliqués dans cette situation de crise de décider de la version de recette à recharger dans le système pour redémarrer. Ensuite, ils doivent s'organiser pour repartir dans la configuration choisie.

1.4. Deuxième réunion de crise : résoudre le dilemme sûreté/disponibilité de l'atelier pour sortir de la crise

a) Résultats des démarches de Frédéric

Frédéric : On a parlé 1h30 avec ChimInfo parce qu'ils ne lâchent pas les mecs comme ça. Ce sont de beaux commerciaux. Je me retrouve comme en 1998. Les fabricants ne sont pas contents de la sécurité, de la production ni de la qualité des produits !

Antoine : On a un problème, il faut le résoudre. (A Frédéric) T'as eu qui au téléphone ?

Frédéric : H. [responsable technique] notre contact habituel à Cergy. Il nous a rappelés au bout de deux heures et on a fait une conférence à 3 avec M. V. [responsable technique de l'agence de Lyon]. Il nous a confirmé qu'ils allaient faire certains tests. On a été directifs pour leur imposer de faire venir des techniciens. Ils veulent venir avec un poste supplémentaire. Ils envoient un technicien de Pontoise [Cergy].

Bernard : Il n'arrivera pas avant une heure trente car il lui fut le temps de trouver le matériel.

A 17h30, Frédéric anime la deuxième réunion de crise de la journée. Tout d'abord, il expose le résultat de ses discussions téléphoniques avec les acteurs de l'agence ChimInfo de Cergy : Il a réussi à obtenir le déplacement d'un technicien spécialiste du système. Antoine lui demande de plus amples explications. Frédéric explique qu'il s'est d'abord entretenu avec son interlocuteur habituel de l'agence de Cergy. Ensuite, ils ont discuté avec le responsable de l'agence de Lyon au cours d'une conférence téléphonique. Frédéric a obtenu que les techniciens de ChimInfo recherchent les causes de la panne et envoient un spécialiste de l'agence de Cergy. Bernard précise que ce spécialiste n'arrivera qu'en début de soirée, équipé d'un poste informatique supplémentaire. En fait, le technicien n'arrivera que le lendemain matin.

b) Redémarrer immédiatement ou effectuer au préalable les modifications de recette

Option 1 : redémarrer immédiatement et identifier les défauts de fonctionnement du système.

Frédéric : Ils ont un doute. On a deux cas de figure : recharger la recette sauvegardée le 21 novembre mais on ne peut plus piloter. Donc, il nous faut récupérer l'installation. Est-ce qu'on peut récupérer le fichier de la recette du 24 [novembre] ?

Bernard : On a récupéré le répertoire vérolé sur le poste de location pour voir les défauts mais on n'est jamais sûrs.

Antoine : Comment on peut savoir que la production est correcte ? Ils vont toucher aux séquences !

Bernard : Si on repart du 21 novembre on fait un RAZ sur le travail fait depuis.

Frédéric : Et si on repart sur le 24 novembre ?

Pierre : Il y en a un qui découvre.

Frédéric : On peut faire des tests pour identifier les fichiers en défaut.

Les acteurs réunis hésitent quant à l'option à privilégier pour redémarrer l'atelier : repartir avec la version la plus récente de la recette ou privilégier la version sauvegardée une semaine plus tôt. Tous abordent le problème sous un angle différent. Tout d'abord, Frédéric demande s'il est possible de repartir de la version de la recette la plus récente en recherchant parallèlement l'origine de la panne dans le fichier de données enregistrées. Bernard se montre sceptique : selon lui, l'analyse des répertoires de données ne garantit pas l'identification des pannes. Par ailleurs, Antoine craint que le travail de modifications qui reprendra avec le démarrage de la fabrication, compromette la détection des défauts dans le déroulement de la fabrication. Bernard précise qu'ils perdront une semaine de travail de modification s'ils repartent de la version de recette la plus ancienne. Frédéric suggère de repartir de la version du 24 novembre. Pierre se montre perplexe. Frédéric propose de procéder à des tests pour identifier les défauts.

Option 2 : effectuer les corrections avant de redémarrer

Vincent : Il faut prendre le temps de faire toutes les modifications.

Frédéric : Ca fait deux jours de boulot.

Bernard : Mais même après les modifications, on ne sera plus sûrs de rien.

René : Vous les faites où les modifications ?

Bernard : Sur un poste extérieur. [Déconnecté du réseau]

Vincent insiste pour que toutes les modifications de recettes nécessaires soient faites avant de redémarrer. Frédéric estime que ce travail prendra deux jours. Mais, Bernard doute. Selon lui, effectuer les modifications au préalable ne garantit pas un démarrage sans risque de panne. René demande alors sur quel poste il souhaite modifier les recettes. Bernard privilégie des postes de travail déconnectés du réseau.

Actualité des données enregistrées

Jean : Est-ce stable chimiquement ?

René : Oui.

Frédéric : Y-a-t-il un enregistrement de ce qui a été chargé ?

Pierre : Oui, à partir du batch [piloteage informatique de la fabrication]].

Bernard : Oui, l'outil batch permet d'alimenter la table SQL [historiques des données de fabrication].

Frédéric : Est-ce que ce qu'on verra correspondra à ce qui est chargé dans l'installation ?

Jean s'enquiert de la stabilité du procédé. René assure qu'il est stable. Frédéric s'inquiète de l'enregistrement des données de fabrication jusqu'à la survenue de la panne. Pierre confirme que l'outil de pilotage a permis de le faire. Bernard précise que ces données sont stockées dans des répertoires spécifiques. Frédéric veut s'assurer que l'état d'avancement du procédé de fabrication indiqué sur les écrans correspondra à l'état du procédé dans l'atelier.

Le choix du technicien automatique : Etablir le diagnostic puis démarrer

Bernard : Tant qu'on n'est pas sûr de ce qui est vérolé, on ne peut pas redémarrer l'installation.

Jean : On a peut-être des problèmes de connectique ?

Bernard : Non, on a regardé.

Pour Bernard, tant que l'origine des dysfonctionnements n'est pas précisément identifiée, le démarrage de l'installation reste risqué. Jean s'assure que les pannes ne proviennent pas de connexions défectueuses du matériel informatique. (Le problème s'étant déjà produit). Bernard écarte cette possibilité, déjà envisagée.

Le choix de ChimInfo : Redémarrer, puis établir le diagnostic

Antoine : Est-ce qu'on dispose d'une façon de diagnostiquer à quel moment ça se passe ? [La panne du système]

Bernard : Ils proposent de repartir et d'analyser après.

Antoine : Donc ils vous proposent de redémarrer du 21 mais de recommencer la même chose ?!

Antoine s'enquiert des ressources disponibles pour identifier le moment où la panne se produit. Bernard rapporte les recommandations des techniciens de ChimInfo : démarrer avec la version la plus ancienne et observer le comportement du système en marche. Antoine s'inquiète de la répétition du scénario de panne.

La précaution des techniciens : Effectuer des modifications sur des postes déconnectés du réseau.

Bernard : On ne fera pas de modifications en ligne.

Vincent : Mais c'est ce qui se fait normalement.

Bernard : Et c'est ce qu'ils vendent !

Bernard nuance ses craintes et précise qu'ils modifieront les recettes à partir de postes déconnectés du réseau. Vincent proteste car ils perdent ainsi une fonctionnalité spécifique du système : modifier

les recettes en ligne afin que les corrections soient prises en compte immédiatement. Bernard souligne que c'est d'ailleurs l'un des arguments de vente de ChimInfo.

L'adjoind de fabrication tranche : faire les modifications puis démarrer

René : Quelle est la solution ?

Bernard : Aucune idée ?

René : C'est de repartir, de faire les modifications à partir du bureau, de sauvegarder sur le poste en ligne et d'exporter la recette.

Bernard : Je n'ai plus beaucoup de certitudes.

René : Y'a pas 36 possibilités.

Frédéric : Donc ça veut dire : faire les modifs avec appui vendredi et samedi pour un démarrage dimanche.

Malgré les doutes exprimés par Bernard, et les recommandations des spécialistes de ChimInfo, René veut redémarrer la fabrication. Il propose d'effectuer les modifications sur des postes informatiques isolés du réseau. Sur cette base, Frédéric prévoit l'organisation des activités de l'équipe projet : deux jours de modifications des recettes pour un démarrage le dimanche.

c) Organiser le démarrage

S'organiser pour effectuer les modifications

Antoine: On a CHIMINFO samedi.

Frédéric : Il y en a un dimanche et il reste le temps qu'il faut.

Pierre : Il faut trouver des gens de chez nous pour faire les modifications.

Frédéric : Hubert. [Technicien informaticien sous-traitant ChimInfo] a dit combien de personnes ?

Bernard : Jean-Marc pour les recettes et moi pour le côté dynamique. On a fait des modifs sur les contrôleurs.

Pierre : L'objectif est de redémarrer l'A1.

Bernard : Deux personnes pendant deux jours, ça n'est pas forcément nécessaire.

Antoine : Il faut plus de deux jours de travail. Donc il n'est pas question de démarrer dimanche.

Bernard : On peut attaquer les modifs ce soir. Jean-Marc est de nuit.

Pierre : Non, c'est Martin [technicien environnement de l'atelier qui a rejoint l'équipe projet].

Bernard : Donc, Jean-Marc est là jusqu'au moins demain midi.

Antoine rappelle que le spécialiste de ChimInfo travaillera le samedi. Frédéric ajoute qu'il doit rester le temps nécessaire à la réparation du système, le cas échéant, le dimanche. Pour Pierre, le problème des ressources internes pour effectuer les modifications se pose. Frédéric s'enquiert des personnes disponibles. Bernard se propose de modifier les recettes en collaboration avec Jean-Marc. Pierre rappelle que le but de ces modifications est de pouvoir redémarrer la fabrication de l'A1. Bernard doute que l'intervention de deux personnes supplémentaires à plein temps pendant les deux jours soit nécessaire. Cependant, selon Antoine, les modifications demandent plus de deux jours de travail

ce qui ne permet pas de démarrer le dimanche. Bernard insiste alors pour commencer immédiatement aidé du technicien procédés en quart de nuit. Pierre précise alors que c'est Martin, technicien environnement qui a rejoint l'équipe projet récemment, qui prendra ce quart.

L'organisation du démarrage dépend du diagnostic de ChimInfo

Frédéric : Comment on procède ? On repart du 21 [de la version de recette du 21 novembre] ?

Jean : Il faut attendre que le mec [spécialiste de ChimInfo] vienne et jette un œil.

Bernard : Ils ont déjà regardé sur le réseau.

Antoine : Ca va lui prendre du temps.

Bernard : On peut commencer les modifs sur le poste de location.

Frédéric : Qu'est-ce qu'on décide ?

Pierre : Ce soir, le technicien ne dira pas grand-chose.

Frédéric examine la possibilité de démarrer avec la version de recette la plus ancienne. Dans un premier temps, Jean propose d'attendre le diagnostic précis du technicien ChimInfo. Mais Bernard insiste pour entamer les modifications sachant que les techniciens de ChimInfo ont déjà commencé leur travail de diagnostic à distance. Pierre ajoute que le technicien attendu ne pourra se prononcer sur les dysfonctionnements avant le lendemain.

Prolonger les contributions

Jean : Si je comprends bien on reprend du 21. Ca fait déborder samedi et on va se retrouver confrontés au problème de personnel. Qu'est-ce qu'il faut comme personnel ?

Pierre : On a Jean-Marc, Martin et Bernard.

Jean : On a la bonne volonté des gens. Sur l'aspect compensation, je ne veux pas qu'on embête les gens qui donnent un coup de main. Les heures sup. vous faites comme vous le voulez, vous le voyez avec votre vie familiale.

Frédéric : Côté extérieur, on a Hubert et J. [technicien société extérieure].

René : Ne nous emballons pas, la semaine prochaine, on n'a plus personne [intervenants extérieurs]

Pierre : Ca se finissait lundi à six heures. Les instrumentistes on n'en a plus besoin.

Jean : On en remet une couche.

Jean s'inquiète alors des acteurs disponibles jusqu'au démarrage. Pierre mentionne Jean-Marc, Bernard et Martin. Jean assure alors qu'ils seront dédommagés financièrement pour leurs contributions en dehors de leurs horaires de travail. Frédéric répertorie également les ressources externes : Hubert ainsi que les deux techniciens d'une petite entreprise extérieure engagée pour les tests de validation et le démarrage. René souligne d'emblée que ces intervenants ne seront plus sur le site dès le lundi suivant (au moment du redémarrage). Pierre confirme. Jean propose alors de prolonger leur contribution.

L'adjoind de fabrication gère l'opération de fabrication en cours

René : Ca veut dire relancer lundi soir. Il faut aller plus loin dans l'opération pour ne pas laisser cinq jours dans le 36. On la met dans le 40 qui est en email.

Charles : On la réchauffera avant le transfert.

René : Ca veut dire une décantation. Alors, il faut profiter qu'on ait les automaticiens.

René pose alors la question de l'avancement de l'opération de fabrication. En effet, le produit ne peut rester dans le bac actuel jusqu'à la date de redémarrage prévue (risque de formation d'impuretés dans le produit) : il faut donc faire avancer la fabrication pour stabiliser le procédé. Comme le pilotage reste très manuel, René souhaite l'assistance des techniciens informaticien et automaticiens.

Commencer les modifications immédiatement

Frédéric : On a identifié les moyens : Jean-Marc et Hubert..

Bernard : La liste des modifications logicielles est claire.

Jean : Comme quoi la traçabilité a du bon.

Pierre : Il faut imprimer la version papier de la recette pour les modifs.

Frédéric : On se propose pour le groupe [équipe projet] une intervention ce week-end à partir de samedi matin.

Bernard : Tout de suite

Frédéric : Est-ce qu'on est certain d'avoir suffisamment de monde ? Et dans le cas contraire, qu'est-ce qu'on fait ?

Jean : On voit si les gens ont des problèmes.

René : On fait un point demain à 16 heures.

Bernard : Le plus gros du travail, c'est le recettage. C'est Jean-Marc et Martin.

René : Normalement, ils arrêtaient ce week-end.

Pierre : Le numéro de batch va être planté.

Bernard : Il faut voir avec Martin.

Frédéric récapitule les ressources disponibles. Bernard précise que la liste des modifications à effectuer est prête. Pierre rappelle qu'il est nécessaire de disposer d'une version imprimée de la recette comme support pour le travail de modifications. Frédéric planifie l'intervention du groupe de techniciens à partir du samedi matin. Bernard préfère commencer immédiatement. Frédéric se demande si les ressources de l'équipe sont suffisantes. Jean propose de commencer et d'aviser en cas de problème. René propose une réunion d'avancement le lendemain, à 16 heures. Bernard précise que le principal travail consiste à modifier les recettes et qu'il revient à Jean-Marc et à Martin. René rappelle que ces deux techniciens devaient terminer leur participation aux modifications dès le week-end. Pierre précise que le numéro de lot de fabrication ne sera plus valable car ils repartent d'une version de recette plus ancienne.

Le technicien procédés et le technicien automaticien remettent en cause la décision de repartir de la version de recette la plus ancienne

Appelés par le responsable du service EICP Jean-Marc et Hubert arrivent.

Frédéric : On regardait comment redémarrer l'IAS. (A Hubert) Toi qui a une bonne lisibilité est-ce qu'on doit repartir du 21 ?

Hubert : Je n'ai pas de vision là-dessus.

Frédéric : Il vaut mieux repartir du 21 ?

Jean-Marc : Il faut voir que c'est consécutif à une opération particulière et à des enregistrements de modifications en ligne. Vous n'estimez pas la masse de travail.

Frédéric : Quelle est votre proposition ?

Jean-Marc : Tous les tests ne sont pas faits.

Hubert : J'ai importé...Si l'environnement display fonctionne, on peut démarrer l'applicatif. [...] On n'a rien qui permette de dire que c'est ça. On a un problème avec les modifications en ligne. [...]

Hubert : Si on a une configuration, on peut réinsérer une base de données qui tourne.

Bernard : Il faut voir avec V. [responsable technique ChimInfo de l'agence de Lyon].

Frédéric : Donc on a une remise en cause du postulat de tout à l'heure. On peut recharger une image du 24.

Hubert : De ce matin ?

Jean-Marc : Oui, on peut recharger l'image de ce matin.

Frédéric : Selon V, il faut s'assurer que ces fichiers ne sont pas abîmés. On aura une confirmation par V. Donc on reprend une décision demain matin.

Frédéric invite Hubert et Jean-Marc à rejoindre la réunion. Ils reviennent alors sur le choix de la version de recette à privilégier. Frédéric demande à Hubert s'ils doivent redémarrer de la version de recette la plus ancienne. Hubert n'a pas de réponse précise à fournir car il ne connaît pas l'origine exacte des dysfonctionnements. Jean-Marc explique que la panne se produit à cause des modifications en ligne. Il précise que le travail de modification sera très important s'ils repartent de la version de recette la plus ancienne. Frédéric leur demande alors quelle solution ils proposent. Jean-Marc répond qu'ils n'ont pas effectué tous les tests d'identification des défauts. Hubert explique que l'environnement informatique des interfaces fonctionne ainsi que la configuration de pilotage. Il ajoute qu'il est possible de recharger des données dans le système pour redémarrer. Bernard suggère d'attendre l'avis du spécialiste de l'agence de Lyon. Frédéric propose alors de repartir de la sauvegarde la plus récente. Jean-Marc confirme qu'il est possible de recharger cette version de recette dans le système. Frédéric est d'accord, à condition de pouvoir récupérer les fichiers de données abîmés afin de les analyser. Cependant, dans l'attente d'une confirmation à ce sujet de la part du spécialiste technique de l'agence de Lyon, il reporte la décision définitive au lendemain matin.

L'adjoint de fabrication soutient les propositions des techniciens

René : Tentons

Bernard : Il a proposé deux solutions.

René : Au niveau sécurité, on est tranquille. On fait comme Jean-Marc a dit. Si ça va pas lundi, on repart sur l'autre solution. J'ai plus confiance dans Hubert que dans V. [responsable technique de l'agence de Lyon]. Et puis les gens ont besoin de se reposer. (S'adressant à Jean) On tient au niveau prod ?

Jean : Avec un mois de retard, on tient au service client. Ce qui est perdu est perdu. De toute façon, on démarre. Il faut démarrer dans de bonnes conditions et faire correctement les choses.

René ne veut pas attendre : il propose de suivre l'avis des techniciens de l'équipe projet. D'une part, il confirme que l'atelier est en sécurité. D'autre part, il propose repartir de la version la plus ancienne de la recette en cas de problème. Par ailleurs, il préfère que les techniciens se reposent jusqu'au

lendemain matin, avant de commencer les corrections. Jean lui confirme que les niveaux actuels des stocks permettent de tolérer un retard de livraison des commandes d'un mois, ce qui permet de faire face à un délai supplémentaire.

Ils repartent donc de la version de recette la plus récente en effectuant les modifications à partir de postes déconnectés du réseau.

d) Epilogue : des pannes dont l'origine ne sera pas élucidée

Le technicien de l'agence de Cergy arrivera le lendemain en fin de matinée avec un poste informatique supplémentaire afin de mener les investigations sur le système. De plus, un spécialiste de l'agence de Lyon qui a formé le personnel d'encadrement de l'atelier et de l'équipe projet se déplace spécialement pour aider au diagnostic des pannes.

Cependant, les différents spécialistes de ChimInfo n'identifieront jamais précisément l'origine de la panne. En effet, ils n'arriveront pas à en reproduire la configuration précise sur leur plate-forme de travail. Comme ils attribuent en grande partie le problème à une surcharge du système, ils proposent de remplacer le logiciel de conduite par une version plus récente. Ils apporteront également des corrections dans la programmation du système sous forme de « patches ». Ces corrections sont transparentes pour les techniciens du site qui n'ont pas accès à la programmation du système.

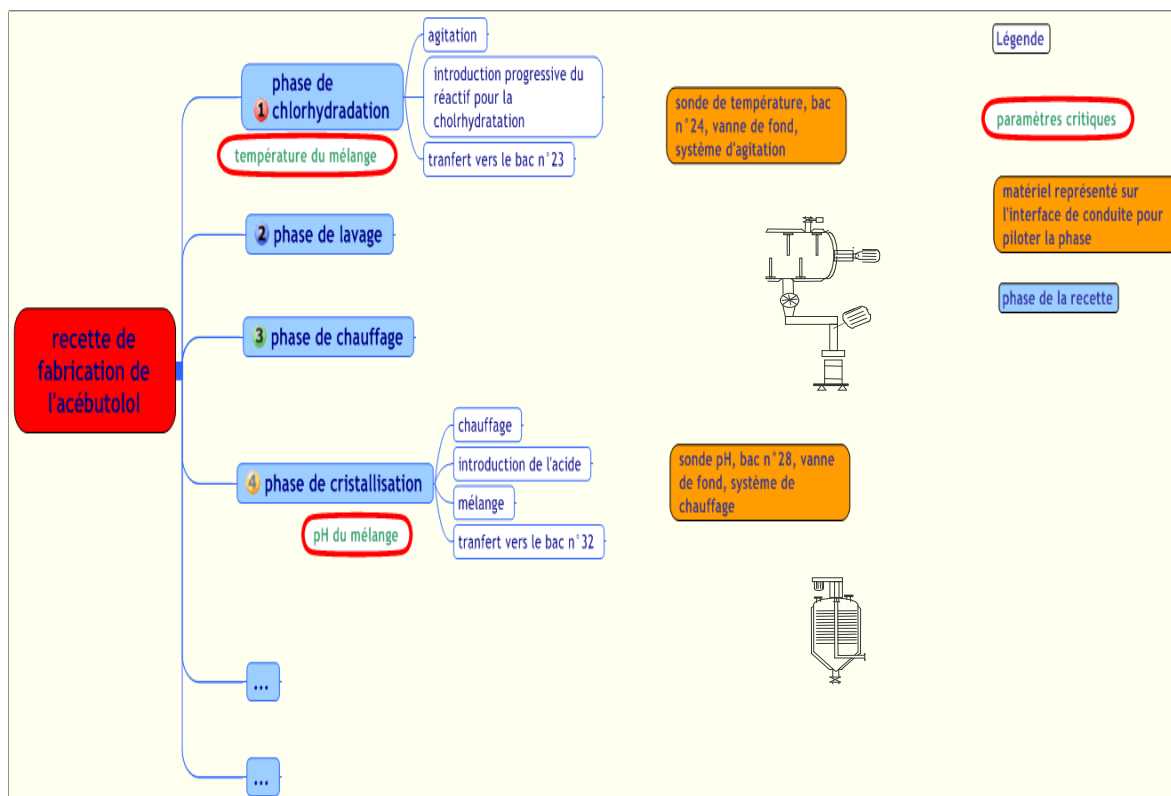


Figure IV.1. : Recette de fabrication, phase, paramètres critiques

1.5. Les dysfonctionnements du système depuis la salle de commandes du VANADIUM

Depuis sa mise en service, le système de conduite connaît de nombreux dysfonctionnements qui compromettent les activités de conduite et prolongent les interventions des techniciens de l'équipe projet. L'atelier n'est plus uniquement le territoire des fabricants. La salle de commande accueille l'équipe projet assistée par des techniciens en sous-traitance. Ils cohabitent avec les opérateurs encadrés de près par l'adjoint de fabrication. Ce dernier s'implique beaucoup dans l'avancement des opérations tant auprès des acteurs de l'équipe projet qu'auprès des opérateurs qui tentent d'approprier un outil de travail capricieux.

a) L'adjoint de fabrication intervient dans le travail de l'équipe projet

Concrètement, René, l'adjoint de fabrication s'implique dans le travail des techniciens de l'équipe projet. Il surveille attentivement leurs interventions sur le système de conduite et l'avancement de leur travail :

Dans la salle de commande : 17/11/2003 :

« René : (à Bernard) Qu'est-ce que vous avez fait à 11h31 ? Vous m'avez passé tous les blocs automatiques en manuel !

Bernard : C'était au moment du « restart » [redémarrage de la phase en cours], pour le pallier [pallier de pression].

Bernard : Quand tu fais restart, tu perds tes régul[at]ions.

René : Monsieur Bernard, vous n'avez pas mes félicitations !

Bernard : Mais encore faut-il le savoir que c'est en auto[matique] les régul[at]ions !»

Par ailleurs, pendant les tests et les premières opérations de fabrication, il exerce une forte pression pour redémarrer au plus vite chaque fois qu'un dysfonctionnement se produit. Il invoque les contraintes du planning de fabrication. En l'absence de stocks, il impose aux acteurs de l'équipe projet de redémarrer alors qu'ils ont besoin de temps pour implémenter les corrections révélées par les tests du système.

Réunion d'avancement le 20 novembre 2003, 16h :

« Pierre : On aurait souhaité faire un break, un break de correction d'une demi-journée.

René : Qui vous en empêche ?

Pierre : Ben, c'est pas facile.

René : Qui est là ce week-end ?

Pierre : Jean-Marc, Martin.

Martin : Le break de corrections ce serait bien de le faire une fois l'opération terminée.

René : Non ! Vous n'avez pas le temps !!!

Pierre : Donc, nous n'irons pas au terme de ces deux opérations ?!

René : Non ! On recommence lundi.

...

René : C'est quoi ton histoire de break ?

Pierre : On aimerait avoir une demi-journée pour faire un point entre nous sur les modifications.

René : Pourquoi pas lundi ?

Pierre : Mais on redémarre quand alors ?

René : Ben, lundi !

Pierre : Les deux ? Le D4 [intermédiaire de fabrication de l'A1] et l'A1 [A1] ?

René : Non, l'A1 seulement parce qu'on a des stocks de D4. On redémarrera le D4 quand on sera dans le 38 [réacteur].

Martin : Que ce soit le D4 ou l'A1, on va relancer une recette non modifiée donc on va avoir des problèmes.

René : Alors ça, c'est votre organisation !

Martin : Mais on ne peut pas tout modifier [ils n'en ont pas le temps.]

René : Si, on peut modifier le batch.

Pierre : Alors, ça veut dire que pour le D4 on part du 38 [réacteur] et donc on n'aura fait les modifs que pour la troisième opération ?

René : En clair, il me faut la recette n-ième version pour lundi parce qu'on a des problèmes de stocks d'A1. »

Il s'implique beaucoup dans la résolution des dysfonctionnements du système et la réalisation des corrections. Concrètement, il pilote parfois la fabrication et se rend dans l'atelier pour actionner des vannes, ajuster des capteurs ou régler les utilités (eau, vapeur, air, azote) :

Dans la salle de commande le 17/11/2003

« René : Personne ne connaît le batch [le pilotage de la fabrication avec le nouveau système]. A part Jean-Marc [technicien procédés], Martin [technicien environnement] et moi-même.

René vérifie sur l'écran une transition entre deux appareils.

René : Mais il n'y a pas de pression là-dedans ! Une alarme sonore se déclenche. Je vais remettre le vide sur l'atelier comme ça au moins...

René quitte la salle de commande pour se rendre dans l'atelier. Il revient cinq minutes plus tard.

René : (s'adressant à Pierre qui garde appuyé le bouton d'acquis de l'alarme afin qu'elle ne sonne plus) : Tu peux enlever ton doigt, ça va arrêter de sonner. Pour le PT 3108 [bac] j'ai mis le vide sur l'atelier. C'est efficace ! Bon, j'ai résolu le problème de cette sonnerie. J'aimerais que les autres règlent leurs problèmes ! »

Il intervient pour résoudre des blocages. Par exemple, afin de remettre en marche le système, il propose d'utiliser une fonction qu'il est l'un des seuls à connaître, en tant qu'encadrant de l'atelier : le formateur de ChimInfo la lui a indiquée tout en précisant qu'il valait mieux éviter de l'utiliser. Effectivement, René provoque une panne, heureusement de courte durée.

Ces interventions entraînent des tensions avec les techniciens occupés à un démarrage difficile. Nous les avons observées à plusieurs reprises dans la salle de commande.

Dans la salle de commande, le 17/11/2003

« René : Qui est là pour changer cette nuit ?

Pierre : Jean-Marc [technicien procédés].

René : Non, non : pour le programme.

Bernard : Thierry sera là [automaticien en sous-traitance]

René : À partir du moment où on modifie un paramètre, il faut modifier dans le batch en cours et dans la recette. Pour le batch en cours, Monsieur Pierre a les droits [peut les modifier sous son login].

Bernard : Mais là, c'est fait !

René : Oui, pour le batch en cours, mais t'en as une dizaine en cours qui vont défiler.

Hubert commence à modifier les paramètres sur son poste informatique. Une alarme se déclenche. De son côté, Bernard montre à un automaticien en sous-traitance comment changer les paramètres.

Bernard : C'est dommage qu'il n'y ait pas de possibilité de faire des impressions. Bon, on continuera à la main. Je crois qu'il y a un document prévu pour ça. Il se lève et va chercher un classeur ; il en sort un tableau dans lequel il consigne les modifications.

René (à Pierre) : Tu pourras changer la recette. Il se connecte et change les paramètres dans le batch en cours.

René (tout haut) : Notez ce que j'ai fait dans le batch en cours et aussi qu'il faut le faire pour le reste ! Donc là je met -850. Monsieur Hubert [Technicien informaticien] le débit de coulée de soude, c'est 800 ! »

Les techniciens de l'équipe projet n'apprécient pas ses interventions qu'ils jugent souvent intempestives.

« Il faut dire que c'est un grand communicant (ironique). Techniquement, il est très compétent et il a le savoir pour lui. Le savoir c'est le pouvoir, j'en ai mais je ne le donne pas, c'est sa manière de fonctionner. Seulement, le problème c'est qu'on est censé travailler en équipe. Et pour la partie assistance aux opérateurs [démarrage du nouveau système de conduite], il est venu mettre son grain de sel et c'était pas forcément bienvenu. » Martin, Technicien environnement, 24/01/2004.

Pierre les trouve particulièrement malvenues parce que le conflit se déroule devant les opérateurs.

« J'aurais préféré que certaines remarques avec René se fassent dans un bureau plutôt que dans la salle de contrôle. Surtout les remarques qu'il fait assez fort dans la salle, ça aurait été mieux dans un bureau plutôt que devant les opérateurs qui en profitent. » Pierre, chef de projet, 5/11/2003.

Cependant, comme le montrent les échanges en salle de commande et en réunion, les différents techniciens réagissent peu à ses remarques.

b) L'adjoint de fabrication assiste les opérateurs

René aide les opérateurs à se familiariser avec le système : il pilote avec eux la fabrication, se rend dans l'atelier pour actionner une vanne ou vérifier l'état de fonctionnement du matériel.

« Normalement, je n'ai rien à y faire. Logiquement, je devrais être en vacances et rattraper du retard sur la gestion documentaire : procédures etc.

...sans système démarré, pas de production, donc pour moi plus vite ce sera fait, mieux ce sera...

Moi, je ne suis qu'utilisateur. Je veille à ce que ça avance et j'apporte une contribution pour répondre aux questions, pour les aider à s'approprier le système. » René, Adjoint de fabrication, 29/10/2003.

Il souhaite que les opérateurs apprennent à manipuler le système dans les meilleures conditions et deviennent indépendants le plus rapidement possible. C'est pourquoi, il insiste auprès des acteurs de l'équipe projet pour qu'ils les aident à comprendre les écueils rencontrés au cours de la fabrication.

Réunion

« René : On s'occupe du 35 [bac] et puis après, ils n'ont plus besoin de vous. Je les ai vus au travail, ils n'ont pas besoin de vous.

Pierre : On voit encore des bêtises.

René : Vous n'allez pas rester six mois ! Il faut qu'ils se débrouillent. Pour ceux que j'ai vus ce matin, quand il y a un bug sur une vanne, ils sont capables de se débrouiller. (À Pierre). Qu'est-ce que t'as vu d'autre ?

Pierre : Ce que je crains c'est que quand ça plante, certaines équipes touchent un peu n'importe où. Notre rôle c'est aussi un peu de les calmer. Moi, j'ai vu plusieurs fois la phase plante, on « aborte » la phase [on relance la phase e cours] !

Martin : Oui, même le BAba n'y est pas forcément.

René : Il va bien falloir qu'ils se débrouillent. Votre rôle c'est que quand ça ne va pas, on leur montre l'analyse fonctionnelle. Si on veut qu'ils oublient « abort », il faut qu'ils prennent l'habitude de venir voir ce qui sort sur l'imprimante et d'utiliser l'analyse fonctionnelle.

Bernard : Je ne suis pas trop d'accord. Il faut aussi savoir acquitter une alarme au moment où elle arrive et pour l'instant, ça ne se fait pas.

René : Votre rôle c'est de leur apprendre à chercher au bon endroit quand ça plante ! »

René valorise les opérateurs alors qu'ils travaillent encadrés par l'équipe projet. Il montre qu'ils sont indispensables pour résoudre les petits blocages du système.

Dans la salle de commande, le 17 novembre 2003

René est allé vérifier l'état d'une vanne dans l'atelier

Pierre expliquant à un opérateur : On ne peut pas corriger le paramètre pour actionner la vanne normalement tant que la phase est en cours.

Bernard à un autre opérateur : Tu peux aller voir si la vanne manuelle n'est pas fermée ?

L'opérateur met ses lunettes et part dans l'atelier

Pierre à René revenant de l'atelier accompagné d'un opérateur (en lui montrant sur l'écran) : Il n'y a pas de vanne manuelle là-dessus ?

René : Ca va s'arranger. (Se tournant vers les opérateurs) Attendez, ça va couler.

Pierre consultant l'écran : C'est bon !

René : Heureusement qu'ils y sont allés, sinon, vous y seriez encore.

Pierre : Qu'est-ce qu'il y avait ?

Opérateur : Il n'y avait plus d'azote sur le doseur.

René consultant l'écran : Pourquoi il continue à augmenter alors.

Pierre : C'est une petite erreur.

René : Une de plus ! Je sens qu'il va y en avoir beaucoup des comme ça. Charles [Responsable assurance qualité VANADIUM&TITANE] va devoir ressigner une recette pour la prochaine opé [opération de fabrication].

Comme on l'a évoqué, il se montre soucieux des exigences des opérateurs relativement au système. A l'issue de leur formation au pilotage du nouveau système, effectuée en juin 2003, il leur a transmis des questionnaires de satisfaction qu'ils ont dûment remplis. De plus, il les a consultés sur les modifications qu'ils souhaitaient voir faites sur le système à la suite de cette formation. Il a ensuite décidé de garder celles qui lui semblaient pertinentes.

« Les opérateurs ont été informés il y a deux ans. J'en ai amenés voir la maquette pour leur demander leur avis sur la philosophie [la logique] des synoptiques en 200, entre septembre et décembre 2001. On a essayé de tenir compte des remarques dans la mesure où ChimInfo allait accepter les remarques et dans la mesure où ils savaient faire...Lorsque ChimInfo a fini les synoptiques j'ai amené quelqu'un les corriger et faire les demandes de modifications en ligne. On a créé l'A F[analyse Fonctionnelle] et les synoptiques en même temps. La personne qui est venue a vérifié que ce qu'on a donné à ChimInfo était bien en ligne. Il fallait quelqu'un qui ait des capacités d'attention et qui soit minutieux pour vérifier point à point la concordance entre cahier des charges et photocopies des synoptiques. Nous sommes restés deux jours à Lyon. La FAT[Factory Acceptance Test] a démarré fin janvier 2003. On a corrigé les synoptiques de manière à ce qu'ils [les opérateurs] fassent la FAT avec les bons synoptiques » René, Adjoint de fabrication, 29/10/2003.

Cependant, il a toujours insisté pour que le système soit piloté en mode semi-automatique même au moment du démarrage, afin de limiter les risques. Cette position ne satisfaisait pas l'expert procédés en particulier.

« Je suis radicalement opposé à la manière dont est programmé le CHIMINFO [pas d'accès aux fonctions de base mais seulement aux fonctions complexes comme la distillation qui est composée de trois fonctions de base : le chauffage, le contrôle de la pression et le transfert]. Si on veut gérer les difficultés d'un atelier au démarrage, il est indispensable de pouvoir manipuler les fonctions en manuel or le CHIMINFO donne les recettes et les organes, et les recettes sont très complexes. Avec les fonctions élémentaires, on peut faire toutes les opérations de génie chimique simples avec toutes les sécurités associées. Si les opérateurs connaissent ce qu'il y a dans les fonctions, ils vont comprendre comment ça marche.[...]

Je suis intervenu au niveau de l'analyse fonctionnelle. J'ai insisté pour qu'on ait des reprises des fonctions en semi-manuel. Le système existe mais à un niveau trop haut. Il faut donner à l'opérateur un niveau d'intervention suffisamment intégré pour respecter le niveau de sécurité mais un niveau suffisamment élémentaire pour pouvoir intervenir en cas de problème. » Serge, Expert procédés, 28/06/2004.

Enfin, il se montre protecteur à leur égard. Il s'oppose à la proposition de son supérieur hiérarchique de muter les opérateurs ne parvenant pas à s'approprier le nouveau système à l'atelier de fabrication du C3 (intermédiaire de fabrication de l'A1) dont le pilotage et le fonctionnement sont plus simples.

« Dans les équipes il y a trois populations : ceux qui comprennent, ceux qui n'ont pas forcément compris mais qui feront des efforts et ceux qui n'ont pas forcément compris mais qui n'apprendront jamais. Ces derniers m'inquiètent, il y en a trois ou quatre sur l'ensemble des équipes que je sens comme ça.

Lors de la phase de démarrage, le groupe 1 sera leader. A l'usage on verra ceux qui n'ont pas acquis les connaissances quand les gens du groupe 3 seront seuls avec le nouveau système. Avec le nouveau système, la fabrication sera bloquée. Mais comme il y a moins de prise en main du système possible, il n'y aura pas d'erreurs aux conséquences chimiques, seulement des conséquences économiques.

Pour régler le problème (catégorie de personnel qui ne s'adapte pas), on peut envisager de laisser ces gens au bâtiment 124 et d'autres mutations internes ».Paul, Responsable de l'atelier 13/10/2003.

« J'aimerais leur laisser le temps de bien vouloir, on les suivra. Je ne veux pas les muter à l'autre bâtiment. Ca peut être ressenti comme une ségrégation, comme si la personne n'avait pas de possibilités. Humainement ce n'est pas bien.

On prendra le temps qu'il faut pour qu'ils s'habituent au système. On leur laissera un an s'il le faut. »René, Adjoint de fabrication, 29/10/2003.

Comme on l'a vu au cours de la première réunion de crise, René est très soucieux de l'image de marque du système de conduite auprès des opérateurs. C'est en partie pour cette raison qu'il refuse de les informer des dysfonctionnements.

VIGNETTE 2

La validation, terrain d'affrontement de la Fabrication et de l'Assurance Qualité

Tout d'abord, la validation de la recette de fabrication de l'A1 intervient au moment du démarrage après la première inter campagne succédant au démarrage. Cette étape est toujours délicate car elle nécessite des ajustements du matériel qui vient d'être révisé. Ensuite, depuis sa mise en service, le système connaît de nombreux dysfonctionnements dus en grande partie à des insuffisances dans sa programmation (Cf. vignette 1, annexe IV.1.). Par ailleurs, des pannes de matériel ont marqué les premières campagnes de production : un bouchage du système de chargement du chlorure d'aluminium et la panne pendant trois semaines d'un appareil très sensible nécessaire à la fabrication du B2 (ces deux pannes font l'objet de la vignette 4, annexe IV.3). Nous avons vu, dans le paragraphe précédent les conséquences de ces pannes sur le planning de fabrication et celui du projet. Des pannes de capteurs perturbent également le déroulement des tests préparatoires au démarrage de la fabrication. Les acteurs de l'équipe projet les attribuent au fait qu'ils ont sous-estimé l'état de l'atelier.

« Si on a un problème avec le pilotage d'une vanne, il faut arrêter le batch, mettre l'installation en sécurité et changer la vanne. Il y a 15 organes par unité et certaines vannes sont fortement sollicitées. Ca a été pris en compte mais est-ce qu'on a été assez généreux ? » Jean-Marc, Technicien procédés, 30/10/2003.

« Les problèmes se produisent parce que les opérateurs ne peuvent pas by-passer. Donc, on est obligé de changer les appareils. Pour les problèmes mécaniques on n'avait pas anticipé ; mais on n'avait pas non plus pris en compte les organes défaillants en instrumentation parce qu'on ne pensait pas en trouver autant. » Pierre, Chef de projet, 5/11/2003.

La réunion du 27 mai 2004 est une réunion d'avancement de la validation de la recette de fabrication de l'A1. Elle réunit : le responsable de l'atelier, le responsable Assurance Qualité des ateliers VANADIUM&TITANE, le technicien procédés et le technicien automatique. Le chef de projet et le technicien responsable de la validation manquent à l'appel.

Au cours de cette réunion, menée par le responsable Assurance Qualité, l'objectif est de répertorier les non-conformités à partir des fiches d'écart, d'identifier leur origine à partir des fiches de suivi de fabrication afin de proposer des actions correctives. Ensuite, les acteurs réunis planifient les corrections en regard des disponibilités du technicien automatique et du technicien procédés d'une part et des dates planifiées pour les prochaines campagnes de fabrication d'autre part. Bernard corrige les paramètres de fabrication, les critères de pilotage des organes de l'atelier (ouverture/fermeture des vannes). Jean-Marc s'occupe de la révision des recettes de fabrication. Enfin, les acteurs réunis ajustent également le planning de validation pour tenir compte des modifications.

2.1. Supports de travail

- Les fiches de suivi complétées par les opérateurs
- Les fiches d'écarts (écarts entre le déroulement de la recette effectif et le déroulement prévu)
- Le planning de validation

2.2. La réunion du 27 mai 2003

2.2.1. Les acteurs présents

- Bernard : Technicien automaticien
- Jean-Marc : Technicien procédés
- Charles : Responsable Assurance Qualité des ateliers VANADIUM&TITANE
- Vincent : Ingénieur responsable de l'atelier

2.2.2. La réunion

Les acteurs présents identifient des non-conformités dont le nombre et la gravité compromettent la validation de la recette de fabrication de l'A1. L'analyse des fiches de suivi de fabrication et des fiches d'écarts met en évidence trois sources de non-conformités :

- Des lacunes dans la programmation des recettes qui empêchent de retracer l'ensemble des actions des différents opérateurs lors des phases de transferts.
- Des erreurs de programmation dans le système qui rendent difficiles l'exploitation des historiques des différents paramètres critiques.
- Des causes indépendantes du système de conduite :
 - Des avaries des appareils d'instrumentation,
 - Des fiches de suivi de la fabrication peu renseignées par les opérateurs.

a) Des insuffisances dans la programmation du système

Améliorer la traçabilité des phases de transfert

Charles : Il y avait des points de différence, des non-conformités. Les points faibles étaient notamment sur les acquits opérateurs [validation informatique].

[...]

Charles : Ce qui me gêne c'est qu'on a un transfert [d'une phase à la suivante dans la recette] et on ne sait pas qui l'a démarré.

Jean-Marc : Vous voulez qu'on le mette ?

Vincent : Si c'est possible, autant le faire.

Jean-Marc : Vous voulez les phases de transfert de réacteur à réacteur ou de réacteur à filtre ? En tout, on a dix phases.

Charles : Si c'est une question d'une dizaine ou d'une quinzaine de phases sur tout un batch, ça vaut le coup.

Jean-Marc : Ca va très vite.

En début de réunion, Charles souligne que la programmation actuelle de la recette ne permet pas de retracer les actions de chaque opérateur, comme la réglementation l'exige. Cette lacune concerne plus particulièrement les phases de transfert. Jean-Marc propose alors de modifier la recette en ce sens. Vincent et Charles souhaitent que la modification soit effectuée sur l'ensemble des phases de transfert.

Formaliser les modifications des phases de transfert pour le dossier de validation

Bernard : Et puis, il n'y a pas de fiche d'écarts.

Jean-Marc : J'ai pas encore commencé à les revoir mais on peut ouvrir une FML. [Feuille de Modification Logiciel]

Charles : Ca sera réglé en juin ?

Bernard : Oui, obligatoirement, on ne redémarrera pas sans début juillet.

Vincent : Oui, ce sera réglé, s'il y a dix à quinze modifications.

Jean-Marc : Je peux faire la modif séance tenante. C'est fait en dix minutes. C'est politique, s'il faut le faire, on le fait.

Charles : On dit que la FML est lancée. Il faut que ce soit lisible pour tout le monde. Si je dis la FML est lancée, on considère que c'est bon ?

Ensuite, Bernard s'inquiète de la formalisation de ces écarts afin de pouvoir ouvrir une feuille de modification¹ (FML), qui doit être intégrée au rapport final de validation. Charles, gestionnaire et garant du respect du planning des modifications s'enquiert du délai de réalisation. Bernard précise que ces modifications devront être faites pour le démarrage de la prochaine campagne d'A1, début juillet.

Programmation des paramètres critiques du procédé

Vincent : Je propose qu'on valide avec trois lots.

Charles : Non, le problème se pose de manière plus générale, pas seulement sur les trois lots. J'ai une question qui s'adresse à Pierre, on a un problème avec la température. Dans deux cas on est au-dessus et dans deux cas on est au-dessous. Le problème est de savoir si pour le procédé, il faut une fourchette ou une valeur ? Quand on donne une température, est-ce qu'on ne doit pas mettre une plage ?

Jean-Marc : Que disent les BPF [Bonnes Pratiques de Fabrication] ?

Bernard : On peut mettre environ ?

Jean-Marc : Si on peut être un peu au-dessus ou un peu au-dessous, il faut mettre environ.

Charles : On peut mettre une valeur plus ou moins quelque chose. Mais c'est bête, parce que si les BPF disent 50, on met 50.

Jean-Marc : D'ailleurs d'où ça vient cette température à 50°C ?

Vincent : C'est ce qui est indiqué dans les feuilles de marche.

Charles : Pour la deuxième coulée ?

Jean-Marc : Oui, quand la deuxième coulée est en jeu.

¹ Conformément à la procédure de modification, toutes les modifications doivent être tracées. Chacune fait donc l'objet d'une fiche particulière qui fait partie du dossier final de validation.

Charles : Alors [compte tenu du caractère critique de la température de mélange à cette étape], on peut rien mettre, il faut voir avec Pierre.

Comme les non-conformités sont nombreuses, Vincent propose de valider la recette à partir des données issues de trois lots de fabrication. Charles n'est pas d'accord car les non-conformités ne sont pas ponctuelles. Elles révèlent des problèmes qui concernent l'ensemble des lots fabriqués. C'est pourquoi, il souhaite les résoudre avant de statuer sur la validation. Il se tourne vers Pierre pour le questionner à propos de la programmation d'une température. Ainsi, pour la deuxième étape de coulée du procédé, une valeur définie de la température a été programmée. Or, dans les lots de fabrication que les acteurs examinent, le produit atteint systématiquement une température proche mais différente de cette valeur. Afin d'éviter ces non-conformités, Charles propose de remplacer la température fixée par une fourchette de valeurs. Jean-Marc hésite en regard des règles de fabrication. Pour Vincent, cette valeur correspond à une indication sur les feuilles de marches : c'est donc un paramètre fixé conformément aux Bonnes Pratiques de Fabrication (traduction des exigences réglementaires). En l'absence de Pierre, également spécialiste des procédés, ils ne prennent pas de décision quant à la référence à programmer.

Des paramètres critiques disparaissent dans la bande morte

Charles : Les non-conformités que nous avons eues sont dues aux bandes mortes.

Bernard : J'ai revu toutes les bandes mortes et on a recadré sur les paramètres critiques.

Charles : Quels paramètres critiques ?

Bernard : Tous les paramètres critiques de la bande morte !

Vincent : Est-ce qu'on peut avoir tous les paramètres critiques des organes ?

Bernard : Ce serait énorme !

Charles : Est-ce que tu as appliqué la règle des trois cinquièmes pour les poids. [trois valeurs des poids sur cinq doivent être lisibles donc en dehors de la bande morte]

Vincent : Oui, pour les pesons en particulier ?

Bernard : Oui.

Vincent : Les bandes mortes, ça ne concerne que les historiques ? Ca ne change pas les exigences ?

Bernard : Non.

Enfin, le système ne permet pas d'enregistrer l'ensemble des données de fabrication car l'enregistrement ne se fait pas en continu. Les différentes données sont enregistrées selon des pics d'enregistrement qui se produisent à une fréquence fixée. Entre deux pics, les données se retrouvent dans la « bande morte » : elles n'apparaissent pas dans les historiques et sont donc inexploitable. Un nombre important de valeurs des paramètres critiques qualité se retrouve dans la bande morte et engendre des non-conformités. En effet, ces valeurs sont indispensables pour auditer les lots de produits fabriqués et valider les recettes. Bernard explique qu'il a procédé à une modification afin

qu'un nombre suffisant de valeurs des paramètres critiques soit exploitable. Il précise à Vincent que le problème de la bande morte n'affecte pas les exigences².

b) De la maintenance des appareils d'instrumentation

Comment vérifier l'instrumentation pendant la validation ?

Charles : Et pour les non-conformités, est-ce qu'on peut avoir une idée de l'origine ?

Vincent : Elles sont dues à des défauts de capteurs.

Bernard : J'ai fait des photocopies de fiches [d'écarts]. Les actions correctives ont été faites.

Charles : Pendant la validation, que peut-on faire de plus pour les capteurs ?

Bernard : La VME [visite de maintenance du matériel élec/instrum] c'est toutes les deux semaines. Pendant la validation, on peut le faire toutes les semaines.

Vincent : Non, pour la validation, il faut fonctionner comme d'habitude, sinon, l'auditeur va dire qu'il y a un problème.

Charles : Si vous n'avez pas confiance dans la durée pour le déroulement de la recette !

Bernard : Cette VME on l'a mise en route il y a longtemps.

Vincent : Là, on a eu une campagne d'A1 longue, donc elle a fatigué.

Jean-Marc : C'est vrai.

Charles : Mais il n'y a pas de surveillance renforcée au niveau d'une sonde sensible par exemple ?

Bernard : Non, on a une prise d'échantillon. C'est un champignon renversé. On sait qu'à la jonction tube/champignon, on a un joint qui peut être abîmé.

Jean-Marc : Oui, à cause des variations de température et des produits organiques.

Vincent : En instrum[entation], il faut absolument revenir à des campagnes normales.

Charles : Mais tu vérifies au début de la campagne ou tous les quinze jours systématiquement ?

Bernard : Tous les quinze jours !

Vincent : Oui, mais la visite est renvoyée à toutes les inters campagnes pour le reste du matériel. Bon, on met gestion au cas par cas [pour le matériel sensible].

Charles : J'aime pas trop ça parce qu'on ne le fera pas !

Charles interroge les acteurs présents sur les origines de non-conformités (qu'il désigne sur les fiches). Vincent explique que des pannes des appareils mesurant les paramètres critiques ont également provoqué des écarts de validation. En particulier, le dysfonctionnement d'une sonde pH — matériel sensible — empêche la mesure de l'acidité du mélange lors d'une phase critique.

Dans un premier temps, les acteurs réunis recherchent une solution spécifique pour la période de validation. Bernard propose de doubler la fréquence des visites des appareils sensibles pendant la validation. Vincent refuse cette procédure exceptionnelle car elle pourrait être utilisée contre l'atelier en cas d'audit. En effet, l'auditeur pourrait en déduire qu'en dehors des périodes de validation, les

² Petits programmes qui tournent parallèlement au déroulement de la recette de fabrication pour vérifier que les paramètres critiques qualité sont conformes aux valeurs fixées au cours de la fabrication.

paramètres critiques ne sont pas correctement mesurés puisque les capteurs sont contrôlés moins souvent. Pour Charles, la question de l'organisation de la maintenance se pose pour l'ensemble du matériel sensible. Vincent décrit une procédure de surveillance bimensuelle pour le matériel sensible et une maintenance souvent reportée aux périodes d'inter campagnes pour le matériel classique. La discussion se cristallise alors autour du dilemme suivant : organiser des visites plus fréquentes pendant la validation afin de s'affranchir de tout problème indépendant du fonctionnement du système mais courir le risque d'une remarque par un auditeur ou garder l'organisation habituelle des visites de matériel et prendre le risque de connaître de nouveaux dysfonctionnements. Vincent propose une procédure de visite exceptionnelle pour la validation complétée par une procédure de visite au cas par cas pour les appareils sensibles. Cependant, elle ne fait pas l'unanimité. Charles n'est pas convaincu car il redoute que la visite au cas par cas ne soit pas faite systématiquement.

Organiser spécifiquement la maintenance des capteurs pendant la validation

Bernard : Faut voir avec E. [technicien de maintenance] ce qui est possible.

Vincent : On a eu un arrêt de deux mois. Ce qu'on peut dire c'est que si on a un arrêt d'un mois, il faut la démonter systématiquement.

Charles : Non, il faut mettre quelque chose qu'on va faire au cas par cas. Comme ça, ça veut dire que tu te réserves le droit de ne pas le faire s'il n'y a pas de problème particulier.

Bernard : Ce qui est important c'est de détecter les problèmes le plus tôt possible et de mettre en face des actions correctives. Mais on ne peut pas mettre des actions [planifiées] sur tout.

Vincent : Oui, mais c'est vrai qu'on n'est pas à l'abri d'une défaillance capteur.

Bernard : En fait, c'est politique. Quand on parlait de surveillance renforcée, c'était pour être sûr de ne pas avoir de problème pendant la validation.

Vincent : On peut faire un complément de validation. La sonde pH marche bien pendant trois lots consécutifs. Si on montre que la recette marche bien et que la sonde pH se comporte normalement pendant trois lots consécutifs, on valide.

Charles : Mais ça marchait très bien avant [avec la procédure de maintenance habituelle] ?

Bernard : Là, c'est plus général, c'est une remarque de Jérôme. [Responsable des ressources techniques] il faut s'affranchir de tous les éléments extérieurs pendant la validation.

Charles : Oui, dans le sens où comme on valide une recette, on ne valide pas les capteurs. Il faut donc s'assurer que les capteurs ne viennent pas polluer la validation.

Bernard : Il faut voir avec l'instrum [les acteurs de la maintenance instrumentation].

Charles : Donc, là-dessus, on ne marque rien.

Bernard : Pour la prochaine validation, il faut demander à Y [technicien de maintenance] de vérifier tous les capteurs critiques.

Ils reportent la décision que Bernard propose de soumettre à l'avis du technicien de la maintenance chargé de cette partie des installations. Vincent propose de réviser systématiquement la sonde incriminée lorsque l'arrêt des installations atteint un mois. Pour Charles, il vaut mieux restreindre les interventions de maintenance du matériel sensible aux pannes. Bernard souligne qu'il est important de détecter les dysfonctionnements des appareils d'instrumentation le plus tôt possible afin d'y

remédier. Cependant, il convient qu'il est impossible de planifier des interventions sur chaque pièce de matériel sensible. Vincent est d'accord mais il s'inquiète de pannes inopinées. Bernard explique que la démarche de surveillance renforcée du matériel pendant la validation permet de limiter les causes de non-conformités extérieures au déroulement du processus de fabrication. Encore une fois, Vincent propose de considérer le fonctionnement de la sonde pH sur trois lots de fabrication pour la validation. Charles s'étonne de cette remise en cause des procédures de maintenance. Bernard rapporte les recommandations de Jérôme, responsable des Ressources Techniques : la situation de validation ne doit pas être entravée par des événements indépendants du fonctionnement du système. Charles acquiesce. Bernard propose d'en référer à aux acteurs de la maintenance. Charles ne mentionne aucune décision à ce sujet. Bernard propose que l'agent de maîtrise de maintenance vérifie les capteurs critiques pour préparer la prochaine phase de validation.

Choisir la période de la campagne de fabrication la plus favorable pour la validation

Charles : Alors, l'idéal, c'est de faire la validation en début de campagne.

Bernard : Pas tout à fait au début.

Charles : Au début, comme ça t'es au plus près de la vérification des capteurs.

Bernard : C'est mieux de le faire quand on est en vitesse de croisière et qu'on est sûr que tout fonctionne normalement.

Charles : D'accord. Bon, alors qu'est-ce qu'on a comme écarts de validation ?

Puisqu'il n'est pas possible de statuer sur l'organisation de la maintenance pour l'adapter aux contraintes de la validation, les acteurs renversent le problème. La discussion se focalise alors sur la période de la campagne pendant laquelle il faut procéder à la validation de la recette. Charles préconise le début de la campagne, au plus près de la visite planifiée des appareils d'instrumentation. Bernard recommande de commencer plus tard, une fois que la production a atteint son rythme de croisière. Finalement, Charles convient que c'est la meilleure solution. Cependant, la question de l'organisation de la maintenance des capteurs reste en suspens.

Les pratiques des opérateurs opposent l'ingénieur de Fabrication et le responsable de l'Assurance Qualité

Les opérateurs ne renseignent pas les feuilles de marche

Charles : Les opérateurs ont noté peu d'événements.

Vincent : C. [opérateur] demande des exemples pour savoir si les autres [ateliers] le font [la validation].

Bernard : On avait demandé à CHIMINFO des modifications pour obliger les opérateurs à remplir les feuilles mais on a peu d'espoir de les obtenir.

La validation n'est pas seulement remise en cause par la présence de non-conformités. Charles souligne le manque d'application des opérateurs pour compléter les fiches de suivi de fabrication. Vincent rapporte les interrogations des opérateurs : ils souhaitent savoir s'ils sont les seuls sur le site à devoir compléter des fiches de suivi pour la validation. Bernard explique que le fournisseur du

système n'a pas amélioré les programmes pour inciter les opérateurs à renseigner les fiches de suivi de la fabrication.

Les opérateurs relancent systématiquement la phase de fabrication en cours en cas de dysfonctionnement

Vincent : Avec tous les jumps qu'on a faits pour le Gay-Lu[ssac] [appareil de l'atelier].[jump= saut de la phase pour laquelle le système signale le défaut de fonctionnement de l'appareil afin de pouvoir continuer l'opération de fabrication]

Bernard : Les "need comment" en italique isolés, tu ne peux pas t'en servir comme tu veux.

Charles : Il faut le rappeler aux opérateurs les jours de remonte. La formation aux opérateurs c'est Pierre. Mais le problème, c'est que quand il y a une anomalie, les opérateurs ne savent pas trop. Ils ne cherchent pas trop et relancent systématiquement.

Jean-Marc : En formation, on avait dit qu'on ferait une piqûre de rappel pour les fondamentaux de l'IAS et qu'on montrerait comment utiliser l'outil analyse fonctionnelle.

Vincent : Il faudrait faire en sorte qu'ils utilisent davantage l'analyse fonctionnelle.

Bernard : Le but est de leur donner des outils pour comprendre le plantage des phases.

Jean-Marc : Ils ont besoin de l'analyse fonctionnelle et d'un peu de connaissances procédés.

Vincent souligne que les dysfonctionnements au niveau d'un appareil de l'atelier (le « Gay-Lussac ») ont contraint les opérateurs à ignorer certaines phases de la recette. Bernard, très présent en salle de commande depuis le démarrage confirme ces pratiques. Il met en cause les possibilités de programmation offertes par le système, notamment les demandes des commentaires en ligne, pour inciter les opérateurs à renseigner plus précisément les fiches de suivi. Pour Charles, ces fiches révèlent que les opérateurs n'utilisent pas le système selon les modalités prévues : dès que le système signale un dysfonctionnement dans le déroulement de la fabrication, au lieu d'en rechercher l'origine, ils relancent systématiquement la phase en cours. Selon lui, ces comportements tiennent à leur manque de connaissances. Il propose alors d'organiser un complément de formation. Jean-Marc reconnaît la persistance des difficultés des opérateurs. Il met également en cause le manque de formation des opérateurs, plus particulièrement sur les aspects fondamentaux (se connecter au système, piloter le développement normal de la recette), et sur l'utilisation de supports (analyse fonctionnelle, guide de conduite, mode opératoire...) pour comprendre les dysfonctionnements. Vincent demande des moyens afin qu'ils utilisent mieux l'analyse fonctionnelle pour interpréter les difficultés qu'ils rencontrent. Bernard et Jean-marc l'approuvent : la priorité est de donner aux opérateurs des connaissances et des supports de travail pour comprendre les dysfonctionnements.

Les opérateurs ne maîtrisent pas la surveillance des paramètres critiques

Bernard : Et le fonctionnement des "exigences". Certains ne connaissent même pas l'existence des exigences.

Vincent : Mais, c'est pas sur les feuilles de marche ?

Bernard : Non, les exigences tournent en parallèle de ce qu'ils ont sur l'écran.

Charles : Ils ont l'affichage avec par exemple la teneur en eau de l'isopropanone [produit chimique].

Bernard : Il faut leur mettre un message pour qu'ils comprennent mieux.

Jean-Marc : C'est un problème de formation.

Vincent : Mais, t'avais fait un guide ?

Jean-Marc : Oui, mais je ne rentre pas dans le détail des exigences dans le guide. Je dis juste que par exemple, dans la phase, on demande de saisir la valeur du titre.

Charles : Et on leur demande "voulez-vous continuer ? »

Jean-Marc : Quand il y a une non-conformité, le bandeau [avec un message] arrive comme pour une phase mais en fait, c'est une exigence. La phase est en deux blocs : d'abord une analyse ensuite, une fois l'analyse faite, on demande le complément en eau. Que ce soit conforme ou pas, la phase se termine.

Charles : Donc, il faut toujours répondre oui ?

Jean-Marc : Non, si le titre n'est pas bon, tu as le temps de faire ce qu'il faut.

Charles : Bon, alors là, il faut revoir la logique de la phase.

Jean-Marc : On va revoir la phase pour le titre et l'exigence.

Bernard souligne que les opérateurs ne maîtrisent pas le fonctionnement des exigences. Vincent s'étonne du fait que les feuilles de marche ne contiennent pas plus d'informations à ce propos. Bernard explique que les exigences sont des programmes qui ne s'affichent pas à l'écran. Charles ajoute que seules les valeurs des paramètres critiques s'affichent à l'écran. Bernard propose d'ajouter des messages à l'écran afin que les opérateurs comprennent mieux. Selon Jean-Marc, les opérateurs éprouvent des difficultés parce qu'ils manquent de formation. Vincent s'étonne de ces difficultés alors que les opérateurs dispose d'un guide rédigé par Jean-Marc. Cependant, Jean-marc explique qu'il n'avait pas détaillé le fonctionnement des exigences. Charles ajoute que le programme permet d'afficher à l'écran un message demandant à l'opérateur qui a vérifié la valeur du paramètre critique de lancer la phase suivante du procédé. Jean-Marc détaille le fonctionnement des exigences : un message arrive à l'écran pour demander à l'opérateur de vérifier la valeur d'un paramètre ou de procéder à une analyse. Puis, le système demande à l'opérateur de compléter la phase en cours pour la terminer. Que la valeur du paramètre soit conforme ou pas, le système termine la phase en cours. Charles s'étonne : dans tous les cas, l'opérateur agit toujours comme si le paramètre était conforme puisque la phase se termine. Jean-Marc explique que le système laisse le temps à l'opérateur de corriger le paramètre dans le procédé en cours. Charles considère qu'il ne permet pas de comprendre la conduite à adopter en cas de dysfonctionnement. Jean-Marc propose de revoir la programmation de cette phase.

Re-former les opérateurs.

Charles : Qui s'occupe de la formation ?

Jean-Marc : Faudrait voir avec Jacques.

Vincent : Je veux bien m'en occuper les mardis de remonte, mais il faut un support.

Jean-Marc : Sachant que pour certains opérateurs, il faudrait tout reprendre à zéro.

Bernard : Oui, leur montrer comment se logger, remplir les valeurs à l'écran

Vincent : Mais c'est dans ton guide !

Jean-Marc : Non, j'avais considéré que c'était des bases.

Vincent propose de contribuer à la formation des opérateurs à condition que Pierre lui fournisse les supports de formation. Jean-Marc souligne que cette formation doit rappeler les bases d'utilisation du système. Bernard confirme que la formation doit reprendre les bases de la conduite : se connecter avec son profil personnel, compléter la valeur de paramètre procédé à l'écran. S'ils s'accordent sur la nécessité d'un complément de formation, en l'absence de Pierre, les acteurs réunis ne prennent pas de décision définitive quant à son contenu et à son organisation. Vincent proteste, car il suppose que ces bases figurent dans le guide rédigé par Jean-Marc. Jean-Marc explique qu'il ne les avait pas détaillées, considérant que ces bases étaient acquises par les opérateurs.

Les supports comme aides aux opérateurs

Bernard : On pourrait aussi ajouter des éléments d'historiques sur les check-lists.

Charles : C'est que...

Vincent : Il n'y a plus de place en bas des feuilles.

Charles : Pour les cases à remplir pour les interventions manuelles, ce qui est souhaitable, c'est qu'ils les rentrent dans le système, comme ça elles apparaîtront dans le journal batch. Et si on leur dit d'écrire dans des cases sur le papier, ça ne va pas les inciter à remplir le journal batch.

L'implication relative des opérateurs dans le suivi de la fabrication se répercute également sur le travail de Bernard. En effet, pour analyser les dysfonctionnements, il a besoin des historiques du procédé de fabrication (évolution des températures, du pH, de la pression... du mélange lors des différentes étapes de fabrication). Or, ils ne figurent pas sur les feuilles de suivi de fabrication. Il propose d'ajouter ces éléments sur les feuilles de suivi de la fabrication. Vincent objecte que les feuilles sont déjà trop fournies. Le responsable de l'Assurance Qualité préconise un renseignement plus soigneux du journal batch, directement à l'écran. Selon lui, demander des renseignements supplémentaires sur les feuilles de suivi n'aidera pas les opérateurs à renseigner le journal batch.

Changer les mentalités dans les équipes

Bernard : C'est un problème de comportement et de rigueur individuelle.

Charles : Certains sont motivés et considèrent que ça fait partie de leur boulot pour progresser. Pour d'autres, on les a tellement éduqués dans le sens de sortir des fûts et qu'on s'arrange après avec la qualité...

Vincent : Si déjà il y avait moins de relances.

Charles : C'est sûr, mais l'évolution [des pratiques] ne se fera pas comme ça. Il faut déjà qu'ils comprennent l'importance de la traçabilité pendant la fabrication du lot !

Jean-Marc : Oui, mais tu peux saisir correctement quand tu sais ce que tu fais et que tu sais ce que le système fait !

Charles : Pour beaucoup, la relance de phase est systématique. Parfois, on a des relances de phase quand une vanne est en discordance !

Bernard met en cause « la rigueur personnelle » des opérateurs. Charles renforce cette critique : selon lui, les opérateurs et leur encadrement privilégient les objectifs de production au détriment de la qualité, avec laquelle on peut « s'arranger ». Vincent de répond pas à cette remarque. Il regrette que les relances soient aussi nombreuses. Pour Charles, les pratiques ne changeront que si la traçabilité du processus de fabrication devient un objectif pour les opérateurs. Pour Jean-Marc, le

problème provient des lacunes dans la connaissance du procédé et du fonctionnement du système. Charles ajoute que les relances intempestives de phases est systématique, même en cas de dysfonctionnement des vannes.

Une validation compromise

Vincent : La c'est déjà bien de savoir ce qui ne va pas. Mais est-ce qu'ils savent où chercher ?

Jean-Marc : le problème c'est que jusque là ils avaient une assistance. Il leur suffisait de lever la main.

Charles : Dans la mesure où on a privilégié le fait de sortir du produit et pas leur apprentissage du système.

Jean-Marc : Il faut que de leur côté, ce soit plus facile de comprendre ce qu'il se passe pour éviter les plantages en cascade.

Charles : Dans l'état actuel des choses, on ne peut pas valider les recettes et le journal-batch. Il faut que les réserves soient levées.

Vincent : Si on voit avec Pierre pour lancer la formation et qu'il est d'accord, c'est bon.

Charles : Oui, mais c'est pareil pour le problème des bandes mortes. Il faut voir avec Pierre quand il compte faire la formation.

Vincent : On arrive en été, ça va être chaud [difficile]

Charles : Il faut pas le marquer alors !

Vincent : Sinon, on le fait pendant les 5 remontes du mois de juin, en dix slides maxi. (A Bernard et à Jean-Marc) Vous, on ne va pas vous bloquer. Je vais voir avec Pierre. On peut essayer de s'inspirer du document établi.

Selon Vincent, les opérateurs ne savent pas sur quels supports s'appuyer pour comprendre les dysfonctionnements. Jean-Marc souligne qu'ils bénéficient des explications des différents techniciens présents en salle de commande. Charles explique ces lacunes par la priorité donnée à la production plutôt qu'à l'apprentissage du système. Jean-Marc insiste sur la nécessité pour les opérateurs de comprendre le fonctionnement du système et le déroulement du procédé. Charles souligne que les recettes ne peuvent pas être validées pour le moment. Vincent propose de discuter avec Pierre d'une formation supplémentaire. Cependant, comme le souligne Charles, ils ne peuvent pas organiser cette formation en l'absence de Pierre. Vincent explique que les effectifs réduits en cette période estivale contraignent le planning de la formation. Charles refuse alors de prendre acte de la formation. Vincent insiste et propose d'effectuer cette formation pendant les périodes de remonte, au mois de juin, afin de ne pas bloquer le travail de l'équipe projet. Il propose de travailler avec Pierre, sur la base des documents utilisés lors de la première session de formation.

Organiser formellement la validation

Vincent : Moi, je veux bien venir dimanche.

Charles : Venir, c'est pas le problème. Le problème, c'est de les motiver. Combien de fois quand t'es là, ça marche et quand t'es parti, plus rien. Est-ce qu'il ne faut pas donner des responsabilités pour la validation ?

Jean-Marc : Bien vu Charles !

Vincent : On a beaucoup d'absents et de malades.

Charles : Ben alors, c'est pas la peine de vouloir faire de la validation !

Vincent : Je regarderai tout à l'heure, s'il n'y a pas beaucoup de relances, on peut retrouver ce qu'il s'est passé à chaque fois. Mais il faut que ce soit noté à chaque fois pour pouvoir le valider !

Vincent propose de venir assister les opérateurs le dimanche pour la validation. Pour Charles, sa présence ne résoudra pas le problème. Il propose d'organiser plus formellement la validation en attribuant des responsabilités précises aux opérateurs. Jean-Marc soutient cette idée. Vincent souligne que beaucoup d'opérateurs sont absents en cette période. Charles répond sèchement que ces conditions ne permettent pas de mener correctement la validation. Vincent se propose d'examiner en détail les relances des opérateurs pour faire avancer la validation.

Le responsable de l'atelier remet en cause le processus de validation

Vincent : Mais on s'embête beaucoup ! Au Y [atelier de fabrication d'anti-cancéreux, le plus moderne du site] on a fait avec des check-lists et ça suffisait !

Charles : Oui mais leur système n'est pas validé !

Vincent : Mais à quoi ça sert de le valider ?

Charles : Ca montre que la recette se déroule effectivement comme dans le mode opératoire et que tout est respecté.

Vincent : A quoi ça sert de faire tout ce papier ?

Jean-Marc : À chaque fois que l'opérateur fait quelque chose, c'est tracé dans le système et il doit le noter.

Charles : Le but de la validation c'est de retrouver toutes les données écrites dans le journal batch.

Charles : Là, le problème c'est pas le fait qu'il manque des données dans une case. Là, il en manque pendant tout un batch ! Dans ce que tu dis, tu remets en cause la validation même. Donc tu le dis à François [technicien de qualification] deux jours avant le batch !

Vincent : Mais si on sort tous les éléments bruts, ça ne suffit pas ?

Charles : C'est pas ce qui est prévu ! De toute façon, s'il n'y a pas de responsabilisation dans les équipes, les gens ne rentreront pas plus de trucs dans le système !

Bernard : Il faut en discuter avec François.

Vincent : Je ne vois pas pourquoi pas ça n'irait pas si on ressort tous les éléments bruts ?

Charles : Mais c'est pas ce qui est prévu pour faire de la validation !

Vincent : Mais on valide le procédé de cette manière !

Charles : Non, on valide le fait que la recette donne ce qui est demandé par le procédé.

Vincent : Mais il faut montrer qu'on a bien respecté les températures. Si on sort les historiques ça suffit.

Charles : Mais les historiques ne sont pas validés !

Bernard : Si, on considère que les historiques CHIMINFO sont validés.

Vincent : Et on montre à l'auditeur qu'on respecte les températures de charge.

Charles : Oui mais dans ce cas, on valide l'enchaînement des choses, pas le procédé ! Bon, on ne démarre pas le 2 juin.

Vincent : On conduit une validation qu'on n'a jamais faite ailleurs avec des points toutes les minutes !

Charles : Tu déformes la réalité !

Mais le ton monte. Vincent finit par entrer en conflit avec le responsable de l'Assurance Qualité. Vincent remet en question la nécessité de mener une validation aussi rigoureuse alors que la démarche suivie dans l'atelier le plus moderne du site a été beaucoup plus légère. Charles répond que le système de conduite de cet atelier n'est pas validé. Vincent remet en cause l'utilité d'une telle validation. Charles explique qu'elle permet de montrer que la recette de fabrication se déroule conformément au mode opératoire et que les différents paramètres de fabrication sont respectés. Vincent critique la quantité importante de documents. Jean-Marc explique que les interventions des opérateurs sont retracées dans le système informatique et sur le papier. Charles ajoute que le but de la validation est de retrouver toutes ces données dans le journal de suivi de la fabrication (journal batch). Il s'emporte : il manque des données sur l'ensemble des lots de fabrication. Encore une fois, Vincent remet en cause la validation. Charles le renvoie au technicien responsable de la validation. Vincent propose de sortir toutes les données brutes (toutes les données du procédé enregistrées par le système). Charles répond vivement que cette façon de faire ne correspond pas au protocole de validation. Il souligne que les opérateurs ne renseigneront pas mieux les documents tant qu'ils ne sont pas formellement impliqués dans la validation. Bernard propose d'en discuter avec le technicien responsable de la validation. Vincent revient sur son idée d'imprimer toutes les données brutes. Charles lui répond comme précédemment. Vincent insiste. Selon lui, les données brutes permettent de valider le procédé de fabrication. Charles n'est pas d'accord, la validation doit permettre de vérifier que la recette de fabrication programmée dans le système permet de respecter le procédé de fabrication. Vincent insiste, selon lui l'historique des valeurs permet de démontrer que les valeurs des différents paramètres ont été respectées. Charles objecte que les historiques n'ont pas été validés, ce qui ne permet pas de les utiliser pour valider la recette. Bernard le contredit : les historiques sont validés. Vincent est satisfait, les historiques permettront de démontrer en cas d'audit que les paramètres ont été respectés. Cependant, Charles explique que cette démarche ne permet pas de valider le procédé mais seulement l'enchaînement des différentes étapes de fabrication. Compte tenu de ces divergences, il refuse de démarrer la validation le 2 juin. Vincent ajoute que cette validation est trop rigoureuse. Charles lui répond qu'il exagère.

La validation de la recette de fabrication de l'A1 sera prononcée au début du mois de juin. Les erreurs et les lacunes dans la programmation du système seront corrigées dans la foulée. Afin que les opérateurs complètent les fiches de suivi de fabrication, Pierre, François et Vincent assisteront les opérateurs en journée pour finir la validation de la recette A1 mais également pour la validation du journal batch et celle de la recette de fabrication du B2. Néanmoins, les fiches resteront toujours incomplètes lors des quarts de nuit et de week-end.

L'organisation de la maintenance du matériel d'instrumentation sensible ne sera pas modifiée, les visites auront toujours lieu deux fois par mois. Par contre les appareils montrant des signes de défaillance pendant la validation seront immédiatement contrôlés et réparés.

VIGNETTE 3

Les derniers kilomètres du marathon de finalisation du système

3. Un système difficile à finaliser

De novembre 2003 à mars 2004, les pannes du système de conduite se succèdent. Certaines empêchent les opérateurs de se connecter pour conduire la fabrication. D'autres les contraignent à pratiquer de nombreuses reprises manuelles. Le technicien procédés, le technicien automatique et le technicien système interviennent souvent dans les activités de conduite afin de mettre l'atelier en sécurité et de faire avancer la fabrication. L'ingénieur responsable de l'atelier s'implique également dans la mise en sécurité de l'atelier ; il passe de nombreux week-end à l'atelier pour faire face aux pannes imprévues. Comme ces problèmes persistent, le responsable des Ressources techniques décide de ne pas accuser réception du système de conduite tant que ChimInfo, le fabricant du système, ne résout pas ces pannes. Cependant, pour ChimInfo, les ressources ne sont pas faciles à mobiliser. Les acteurs de PHARMA pensent que ChimInfo ne considère pas ce projet comme important. Effectivement, les acteurs de ChimInfo traitent bien souvent des projets d'envergure beaucoup plus grande.

« PHARMA, c'est un client ancien. On a des relations qui datent. Pour nous, cinq postes opérateurs avec huit calculateurs c'est une taille moyenne. Pour nous, un gros projet commence quand il y a une vingtaine de calculateurs. Mais on a l'habitude de traiter des projets de toutes les tailles. » Responsable technique, ChimInfo, agence de Cergy, 08/04/2005.

Par ailleurs, le responsable du service EICP rappelle que les techniciens de ChimInfo ne réagissaient pas toujours rapidement pour réparer l'ancien système dont ils assuraient la maintenance.

« De temps du SMS, on avait du mal à avoir une réactivité de la part des équipes de ChimInfo. » Frédéric, responsable EICP. 15/05/2004

Appuyé par son supérieur, le responsable des Ressources Techniques, il engage alors des négociations avec les instances européennes et américaines de ChimInfo. Après un mois de pourparlers, ils réussissent à impliquer les unités américaines et hollandaises dans la résolution de leurs problèmes :

« La plate-forme parisienne de ChimInfo assure la mise en route du système mais pas la conception ni le développement. Mon rôle a été de les canaliser et de leur faire prendre conscience que nos problèmes étaient l'une de leurs priorités. Pendant un mois, ils ont gardé les problèmes dans leur équipe française ; on est monté au créneau avec Jérôme [son supérieur hiérarchique et responsable des Ressources Techniques]. On a perdu un mois avant que l'équipe des Etats-Unis dans le Massachusetts intervienne. On a du envoyer des courriers avec accusés de réception en dressant une liste des problématiques et les demandes d'implémentation de solutions. On a eu six téléconférences avec les deux centres d'expertises, aux US et en Hollande. » Frédéric, responsable EICP, 29/06/2004.

L'envoi de lettres recommandées avec accusé de réception formalise les demandes de réparation sous peine de sanctions financières. Les « salutations réservées » de Frédéric et de son supérieur hiérarchique, Jérôme concluent ces lettres. Les discussions entre les deux parties se déroulent au cours de conférences téléphoniques dont les comptes-rendus sont envoyés aux différents acteurs de l'équipe projet et du comité de pilotage. Des réunions d'avancement des interventions de l'entreprise ChimInfo sont organisées tous les deux mois. Celle du premier juillet que nous détaillons dans cette vignette en est un exemple. Elles regroupent le chef de projet, l'ingénieur de fabrication responsable de l'atelier, le responsable EICP, le responsable des Ressources Techniques et un responsable technique de l'agence ChimInfo de Cergy. Le technicien automaticien et le technicien système se joignent à eux selon leurs disponibilités. Comme on l'a vu en conclusion de la vignette 1, pour remédier aux pannes récurrentes du système, les spécialistes de ChimInfo installent une nouvelle version du logiciel de conduite, début avril 2004. Cependant, au mois de juillet 2004, le système n'est pas encore finalisé. En particulier :

- Le système d'enregistrement des données de fabrication ne répond pas aux exigences réglementaires (conservation des données de fabrication pendant onze ans),
- Des problèmes de connexion du matériel informatique persistent.

ON APPREND QUE

Les insuffisances du système pour le stockage de ces données compromettent le respect de ces exigences. De plus, elle suspend la validation du système de conduite. En effet, la validation de la recette ne sera effective que lorsque les acteurs du site auront vérifié que les modifications effectuées permettent de fabriquer des produits de qualité en suivant un processus conforme aux exigences réglementaires.

3.1. La réunion du premier juillet 2004

La réunion se déroule dans la salle de réunion du bâtiment de la direction du site de Saint-Clair.

3.1.1. Supports

Les acteurs réunis travaillent à partir du compte-rendu de la réunion précédente sous format informatique, projeté sur un écran. Frédéric le complète au fur et à mesure pour constituer le compte-rendu de la réunion du jour. Les supports de travail principaux des acteurs réunis sont les comptes-rendus des réunions précédentes sur lesquelles figurent les actions correctives entreprises, les personnes chargées de les mettre en place ainsi que les délais envisagés.

3.1.2. Les acteurs présents

- *Bernard* : Technicien automaticien
- *Frédéric* : Responsable du service Electricité Instrumentation Conduite des Procédés
- *Jérôme* : Responsable des Ressources Techniques
- *Pierre* : Chef de projet
- Responsable technique ChimInfo

- Vincent : Ingénieur responsable de l'atelier

3.1.3. La réunion

Comme pour chacune de ces réunions d'avancement, l'objectif est de faire le point sur les contributions du fournisseur du système, de trouver des solutions aux problèmes non résolus et d'organiser les actions correctives restantes.

Les acteurs de l'équipe projet et le représentant de la société CHIMINFO négocient pour coordonner actions correctives et organisation des activités de fabrication d'une part ainsi que les contributions des techniciens de l'équipe projet et celles des acteurs de la société CHIMINFO d'autre part.

Les acteurs de l'équipe projet insistent pour une résolution rapide des problèmes pour deux raisons principales. Tout d'abord, en raison de la surcharge du système en données, les acteurs de la fabrication ont du alléger le processus de fabrication. Ainsi, ils ont décidé de ne pas fabriquer le D4, intermédiaire de synthèse de l'A1, mais de l'acheter à l'extérieur. Ensuite, l'absence de dispositif fiable de stockage des données de fabrication compromet le respect des exigences réglementaires relatives à la qualité des produits et des processus de fabrication.

a) Organiser les activités de l'atelier pour faciliter la finalisation du système

Pierre : En fait, la prochaine campagne est allégée. Si vous vous souvenez, l'A1 est produit en deux parties : une recette pour le produit intermédiaire et une pour le produit final. Là, on achète l'intermédiaire car on a peu de personnel donc on aura une seule recette qui tournera. Mais on a des problèmes de connexion du matériel.

Afin de prévenir les risques de pannes sans compromettre complètement la production et de faire face à la réduction des effectifs de fabrication en cette période estivale, le responsable de l'atelier et le chef de projet décident de réduire la charge du système en ne faisant tourner qu'une partie de la recette (Cf. schéma déroulement de la fabrication de l'A1, chapitre 3, figure 3.5.). Ils achètent à l'extérieur l'intermédiaire de synthèse de l'A1 (le D4).

Il faut souligner que l'achat de produits intermédiaires à l'extérieur du site présente des risques pour la qualité finale du produit car ils peuvent présenter des défauts de pureté³ De plus, ce choix induit des coûts de fabrication supplémentaires.

b) Valider les modifications du système effectuées par ChimInfo

Bernard : Pour moi, on ne considérera la modification que quand on se retrouvera dans la même configuration.

Vincent : A savoir, fin janvier 2005.

Responsable technique ChimInfo : Donc vous retournerez vérifier à ce moment-là ?

Frédéric en écrivant sur le compte-rendu : Les solutions mises en œuvre par ChimInfo : Les quick fix [corrections dans la programmation du système sous forme de patches] seront éprouvés à partir de janvier 2005.

Responsable technique ChimInfo : Le code modifié n'est pas lié aux recettes.

³ Pour l'approvisionnement en matières premières et en produits intermédiaires, l'atelier a recours à des fournisseurs habilités. Cependant, ces produits n'atteignent pas toujours le niveau de qualité du D4 fabriqué dans l'atelier.

Pierre : Je suis d'accord.

Frédéric : Mais pour nous, on aura une configuration identique B2, A1+ D4 à ce moment-là.

Bernard explique que la validation ne pourra avoir lieu qu'une fois que le système se retrouvera dans une configuration identique à celle de la panne. Vincent précise que ce sera le cas en janvier 2005 : le produit fabriqué sera l'A1 et l'ensemble des recettes correspondantes seront lancées, comme c'était le cas au moment de la panne. Le responsable ChimInfo s'étonne d'une vérification aussi tardive. Frédéric mentionne cette échéance dans le compte-rendu de réunion. Le responsable technique ChimInfo explique que les modifications de programmation ne concernent pas les recettes. Pierre et Frédéric acquiescent mais ce dernier précise que la configuration de fabrication doit être rigoureusement identique afin de pouvoir valider la modification.

c) Régler le problème de la sauvegarde des données

Déterminer des supports permettant une sauvegarde des données conforme à la réglementation

Frédéric : Pour moi, le contenu de ce qu'on voulait a été défini avec François [Technicien de qualification] et validé par Charles, ce sont les exigences qualité de la pharmacie. Il nous faut être capable de relire ces données pendant onze ans à partir du moment où le lot est produit.

Responsable technique ChimInfo : Ces données sont sur PC SQL [le poste informatique dédié à l'impression et la sauvegarde des historiques des données de fabrication] et sauvegardées sur supports externes.

Frédéric : Mais est-ce qu'on peut les relire dans onze ans ?

Responsable technique ChimInfo : Ce type de CD-ROM a une durée de vie importante.

Frédéric : Vous dites une durée de vie importante, c'est un an ? Deux ans ? Je préfère que vous me disiez : « je ne sais pas ».

Responsable technique ChimInfo : Le problème c'est comment on va s'y prendre pour sauvegarder ?

Frédéric : Ce sont des choses sur lesquelles il faut qu'on ait des garanties.

Responsable technique ChimInfo : Ces CD sont utilisés sur d'autres sites.

Frédéric : Pour moi, cette réponse ne me satisfait pas. Je veux une garantie qu'on peut conserver ces données. Imaginez un accident côté client. L'inspection vient nous voir et va nous demander ces données. Si on ne les donne pas, on est responsable de ce qui s'est passé !

Responsable technique ChimInfo : On utilise ces CD à Les-Eaux [autre site pharmaceutique du groupe industriel]. Donc ça doit être validé pour ces données-là !

Vincent : Mais il faut qu'on puisse décharger le système en données. Mais il faut aussi qu'on puisse recharger ces données si on en a besoin !

Ensuite, Frédéric aborde la question de la sauvegarde des données. Il rappelle que François, technicien de qualification avait défini les besoins de l'atelier en la matière et que Charles avait validé le document correspondant. Ces demandes correspondent aux exigences réglementaires relatives à la fabrication d'actifs pharmaceutiques qui rendent obligatoires la conservation des données relatives à la fabrication de chaque lot pendant onze ans. Ces données doivent permettre à un auditeur de retrouver toutes les valeurs prises par les différents paramètres du procédé de fabrication mais

également toutes les actions de chaque opérateur intervenant sur le processus de fabrication. (Cf. chapitre 7, vignette 2 sur la validation). Le responsable technique ChimInfo précise que les données apparaissent dans les historiques de fabrication et sont archivées sur des Cd-rom. Frédéric demande s'il est possible de les relire pendant onze ans. Le responsable technique ChimInfo explique que ces supports durent longtemps. Frédéric souhaite une réponse plus précise. Le responsable technique ChimInfo ne connaît pas la durée de vie de ces supports numériques. Dès lors, il s'interroge sur la manière de sauvegarder les données. Frédéric répète qu'il souhaite des garanties. Pour le responsable technique ChimInfo, le fait que ces CD soient utilisés sur un autre site du groupe PHARMA attestent du fait qu'ils permettent de respecter la réglementation. Cette réponse est insuffisante pour Frédéric. Il explique qu'en cas d'accident sanitaire lié à la qualité des produits, l'atelier doit fournir les données concernant le lot de fabrication incriminé sous peine d'être tenu responsable. Le responsable technique ChimInfo répète que ces supports sont utilisés sur un autre site du groupe ce qui assure le respect de la réglementation. Vincent ajoute vivement qu'ils ont besoin de pouvoir enregistrer des données afin de décharger le système mais également afin de les recharger en cas de panne ou de problème sanitaire.

Les CD-Rom : une solution provisoire pour sauvegarder des données

Responsable technique ChimInfo : Il y a deux choses, le CD de travail et les logiciels qui permettent de charger les données : ce sont les drivers. On a essayé ces deux logiciels et ils ne donnent pas de satisfaction par rapport à ce que vous voulez.

Bernard : La solution CD Rom est plus facile à mettre en œuvre pour vous parce que c'est plus rapide à mettre en place.

Responsable technique ChimInfo : Oui, on n'a pas besoin de driver.

Frédéric : Au moins pour soulager la base de données, on peut mettre provisoirement des données sur CD rom ? J'en ai et c'est vrai que trois ans après, je peux les relire.

Responsable technique ChimInfo : Pour l'instant, je peux sauvegarder ces données sur CD rom.

Vincent : Il faut un classement des données, une architecture avec un répertoire. On grave le CD, on vérifie les données et on les supprime du disque dur. Il faut qu'il n'y ait pas d'erreurs de manip derrière. Vous voyez la difficulté ?

Responsable technique ChimInfo : Là, actuellement, j'ai un petit problème de ressources.

Frédéric : Est-ce que vous pouvez faire remonter à CHIMINFO Hollande ?

Responsable technique ChimInfo : C'est pas eux qui vont donner les ressources !

Frédéric : Au départ, on a bien dit que c'était pour de la fabrication de médicament. Pour moi, c'est de la validation ce problème. On avait bien défini la sauvegarde de données.

Frédéric : Est-ce que M. G. [responsable technique ChimInfo] est là.

Responsable technique ChimInfo : Il est en congés pour quatre semaines.

Le responsable technique ChimInfo distingue supports d'enregistrements et logiciels permettant de charger les données dans le système. Il explique qu'il ne dispose pas de logiciel répondant aux caractéristiques demandées. Bernard convient que les cd-rom sont des supports aisés à utiliser et à

mettre en place. Le responsable technique ChimInfo ajoute qu'ils ne nécessitent pas de logiciel de chargement des données. Frédéric propose de les utiliser comme solution provisoire. Le responsable technique ChimInfo est d'accord. Vincent souligne que le classement des données et les opérations pour enregistrer les données sur cd à partir du poste informatique présentent des risques d'erreurs. Le responsable technique ChimInfo avoue qu'il manque de ressources en personnel pour traiter ce problème. Frédéric lui demande alors de faire appel à la division hollandaise de ChimInfo. Le responsable technique ChimInfo objecte que cette division de l'entreprise ne fournira pas de personnel. Frédéric rappelle que cette demande de supports spécifiques avait été clairement établie et qu'elle concerne plus précisément la validation du système. Il s'enquiert de la présence du supérieur hiérarchique de son interlocuteur. Ce dernier répond qu'il est en congés.

Définir les données à enregistrer

Vincent : Je vois que supprimer les données sur le disque dur, ce sont des manip délicates, il faut bien regarder.

Frédéric (en notant les congés des différents interlocuteurs de ChimInfo) : de fin juin au 31 juillet, vous, M. H [responsable technique ChimInfo]. Du 6 juillet au 13 août. Et M.L [technicien ChimInfo], il est là tout le mois de juillet mais ensuite en congés jusqu'à fin août.

Frédéric : Est-ce qu'il y aura la hotline ?

Responsable technique ChimInfo : Oui, pendant les congés, il y aura quelqu'un qui connaît votre installation.

Frédéric : Il faut définir les données. On va mettre J. [technicien de qualification]. Vous avez le temps [Bernard], d'ici demain ?

Bernard : Ben oui, il faut bien !

Frédéric : Même aujourd'hui ? Donc je retiens pour demain au plus tard.

Responsable technique ChimInfo : La question c'est aussi de savoir si on n'allait pas utiliser le logiciel dont vous nous avez parlé, comme ça on est sous le même format. Il faut qu'on fasse un choix. Si on décide d'implémenter ce logiciel-là, on fait des essais chez vous. Il faut qu'on mette à jour l'API [programme] pour pouvoir mettre ce logiciel.

Vincent : Est-ce qu'on n'a pas intérêt à sauvegarder les données sous un format texte lisible par tout logiciel alors que si on utilise un logiciel spécifique, on ne pourrait plus le lire avec un nouveau logiciel par exemple

Responsable technique ChimInfo : Oui, mais il fut déjà savoir quelles données on enregistre.

Frédéric : Bon, vous voulez un cahier des charges. On va vous le transmettre. Je peux vous transmettre les coordonnées de la personne qui a adapté une méthode pour l'analyse fonctionnelle et qui a développé des algorithmes... Pour les phases, les bases de données étaient trop interactives donc il a travaillé sous fichier texte et il a défini des algorithmes pour rendre ces fichiers de données inaltérables. C'est la méthode « delta nodes » [méthode de programmation].

Vincent revient sur les risques inhérents à la suppression des données de la mémoire du système informatiques (risques de perte des données). Frédéric consigne les périodes de congés des différents intervenants de ChimInfo. Il s'inquiète également de la disponibilité de la ligne téléphonique directe en cas de panne. Le responsable technique ChimInfo le rassure à ce sujet. Frédéric convient avec Bernard que ce dernier aura défini les données à sauvegarder pour le lendemain. Le responsable technique ChimInfo propose alors de s'appuyer sur un logiciel de gestion des données déjà utilisé

dans l'atelier. Cependant, il précise qu'il devra adapter la configuration du système. Vincent propose d'utiliser un format de données lisible par n'importe quel logiciel afin de limiter les risques de pertes de données. Le responsable technique ChimInfo approuve à condition de définir au préalable les données à sauvegarder. Frédéric s'engage alors à lui livrer le cahier des charges à cet effet. Il lui propose également les coordonnées du spécialiste qui a conçu la méthode de programmation utilisée dans l'atelier.

L'impression du journal des données de fabrication dure trop longtemps

Vincent : le temps pour sortir les journaux batch est très long.

[...]

Vincent : Moi, je voudrais rajouter un point pour avoir l'avis de M. H. [responsable technique ChimInfo] sur les journaux batch.

Bernard : C'est lié à la base de données SQL. Quand on édite le rapport, on scrute toute la base de données. Si on édite le rapport, on pourra alléger les journaux batch.

Frédéric : On le rajoute à l'ordre du jour.

Pierre : Donc, on va parler du journal batch.

Vincent évoque également à deux reprises ce problème de gestion de données à travers la durée d'impression du « journal batch » contenant les données sur la production de chaque lot de produit. Il demande l'avis du responsable technique ChimInfo. Bernard explique que le système ne permet pas de sélectionner les données nécessaires pour l'analyse des dossiers de lots. Les acteurs sont obligés d'imprimer bien plus de données que nécessaires, ce qui complique et allonge le travail d'analyse des acteurs de l'Assurance Qualité. Frédéric l'ajoute à l'ordre du jour.

d) Glisser l'intervention des techniciens de ChimInfo dans le planning de fabrication serré de l'atelier

Pierre : lui coupant la parole. Ce sera fait quand ?

Responsable technique ChimInfo : Il nous faut un délai. Le matériel sera disponible à Cergy pour lundi au plus tard. On peut implémenter la solution la semaine prochaine. J'ai cru comprendre que vous arrêtez mercredi. On a quelques manip à faire, sur le ring pour que les infos ne traversent pas ce hub [système de communication] qui surveille. Le hub bloque le port en fonction de l'absence ou de la présence d'infos. On le fait mardi à Cergy et on implémente mercredi ou jeudi ici ?

Bernard : Est-ce bien prudent sachant que tout le monde est absent ?

Pierre : (A Bernard) T'es pas là la semaine prochaine ?

Bernard : Non.

Pierre : Pour l'implanter, il faut que tout soit arrêté.

Responsable technique ChimInfo : Il faut qu'on puisse poser des bornes pour alimenter en 220 V.

Pierre : Donc, à un moment donné, on coupe la communication.

Frédéric : On va perdre des données SQL.

Responsable technique ChimInfo : Elles sont stockées pendant un moment.

Frédéric : Donc, il faut le faire pendant l'inter campagne. Vous avez un créneau entre le 5 et le 9 [juillet] ? Est-ce réaliste pour vous ?

Responsable technique ChimInfo : C'est du matériel qu'on a déjà utilisé sur le réseau Ethernet. Pour la coupure de communication, comptez une heure.

Bernard : On est sûr du résultat, on n'aura pas de surprise ?

Responsable technique ChimInfo : La connectique est identique aux hubs que vous avez : les hubs qui communiquent par réseau de fibres optiques qui mesurent 1,5 m. on a installé ce matériel dans une papeterie. On l'a installé en 1998. Je n'en ai jamais entendu parler depuis [il 'y a pas eu de problèmes].

Bernard : Je ne m'attends pas à des problèmes particuliers. Je vous propose de vous donner la date exacte de l'intervention la semaine prochaine ?

Pierre : L'arrêt c'est mercredi !

Bernard : Oui !

Pierre : Donc on peut dire le sept, à moins qu'il y ait beaucoup de choses à faire.

Frédéric : Je préférerais qu'on se laisse du temps au cas où M.H. [responsable technique ChimInfo] ait beaucoup de choses à faire.

Pierre : Oui, mais le VANADIUM a peut-être besoin de redémarrer ?

Vincent : Non, mais on a un contrôle Apave le 8. Jean-Marc a fait de toutes petites recettes faciles à arrêter.

Responsable technique ChimInfo : Qu'est-ce qu'on dit, le 7 ou le 8 ?

Frédéric : De préférence le sept si vous pouvez. Il faut prendre contact avec Louis [technicien système].

Le responsable technique ChimInfo explique tout d'abord qu'il a pris du retard dans la mise au point de la nouvelle version du logiciel de conduite. Il propose de l'installer la semaine suivante lorsque le système de conduite sera arrêté, en début d'inter campagne. Auparavant, les derniers ajustements techniques seront effectués sur la plate-forme de Cergy. Bernard rejette cette proposition car il sera absent à ce moment-là. Pierre précise que l'installation ne peut être faite que si le système est complètement arrêté. Le responsable technique ChimInfo rappelle la contrainte d'alimentation électrique. Pierre remarque que la communication entre les différents éléments du réseau sera interrompue. Frédéric s'inquiète de la sauvegarde des données dans cette situation. Le responsable technique ChimInfo explique que les données sont sauvegardées pour une durée limitée. Frédéric propose alors une fourchette d'intervention de cinq jours, pendant l'inter campagne. Le responsable technique ChimInfo explique qu'il utilisera du matériel déjà en place dans l'atelier et que la coupure durera une heure. Bernard s'inquiète de problèmes éventuels. Le responsable technique ChimInfo donne les caractéristiques techniques du matériel de connexion et explique qu'il a déjà installé ce matériel chez un autre industriel et n'a pas rencontré de problème. Bernard semble satisfait. Il lui propose de se mettre d'accord sur une date d'intervention la semaine suivante. Cependant, Pierre précise que le système sera arrêté le mercredi. Il propose donc une date précise. Frédéric préfère que la manipulation ait lieu en début d'arrêt afin de pouvoir réagir en cas de problème inattendu. Pierre s'assure que le système n'a pas besoin de démarrer les recettes d'inter campagne. Vincent précise que les recettes pour l'inter campagne sont légères et faciles à arrêter. Frédéric fixe donc la date d'intervention au 7 juillet.

e) Retour sur les supports et les modalités de sauvegarde des données

Responsable technique ChimInfo : Ce que vous souhaitez, c'est que la copie du fichier sur le support soit non modifiable ?

Frédéric : Oui, c'est ça. Mais on a aussi le problème du support. Donc, on a un double impératif. Je vais faire un cahier des charges pour établir les procédures. Je vous le transmets la semaine prochaine, au plus tard mardi.

Responsable technique ChimInfo : Pensez à l'incident suivant : le PC SQL [poste informatique qui gère les historiques] tombe en panne, les données sur le disque [dur] ne sont pas disponibles. A quelle fréquence comptez-vous faire des sauvegardes ? Est-ce que ça peut être tous les jours ?

Frédéric : On ne reconduit pas le poste de technicien système pour le suivi de l'IAS à plein temps [les sauvegardes seront moins fréquentes].

Responsable technique ChimInfo : La question, c'est vis-à-vis de ces données. Sur une fabrication, qu'est-ce que vous pouvez perdre sur une journée ?

Vincent : Si on n'a plus la preuve qu'on a respecté la recette, on va avoir de gros problèmes d'assurance qualité. On ne peut pas avoir deux disques durs qui se reproduisent ?

Responsable technique ChimInfo : On en avait parlé. Il faut que les données puissent rester si un disque est en panne et qu'on ne fait de sauvegarde qu'une fois par semaine.

Vincent : Le problème, c'est que le journal batch fait partie du dossier de lots.

Responsable technique ChimInfo : Pour une journée, comment feriez-vous ?

Vincent : Au pire, on imprime les courbes de la journée et on fait une fiche incident ? (A Bernard) Sur le SMS c'était comment ?

Bernard : Oh ! C'était pas une référence, le SMS.

Frédéric : On ne peut pas se référer au passé, le SMS ne répondait pas aux exigences de la pharmacie !

Responsable technique ChimInfo : Et ça n'était peut-être pas les mêmes exigences.

Frédéric : Elles existaient peut-être mais elles n'étaient pas retransmises par l'AQ. [Assurance qualité]

Responsable technique ChimInfo : Le cahier des charges avait été relu par G. [responsable technique ChimInfo]. C'était sibyllin pour la sauvegarde de données.

Le responsable technique ChimInfo souhaite préciser les besoins de l'atelier en matière de sauvegarde des données. Il rappelle que les données enregistrées ne doivent pas pouvoir être modifiées. Frédéric ajoute que le support doit permettre de les relire pendant onze ans. Il souhaite écrire un cahier des charges à l'intention du responsable ChimInfo pour la semaine suivante. Le responsable technique ChimInfo s'enquiert de la fréquence des opérations de sauvegarde notamment en cas de panne du poste informatique de gestion des historiques. Frédéric précise que le poste de technicien système dans l'atelier va être supprimé. Or, il s'occupait de la sauvegarde des données. CHIMINFO doit donc proposer une solution autorisant des sauvegardes aisées et relativement peu fréquentes (pas plus d'une fois par semaine). Vincent propose un système composé de deux disques durs, en cas de panne du système informatique. Le responsable technique ChimInfo demande la procédure suivie en cas de pertes de données sur une journée de travail de fabrication. Vincent propose d'imprimer les historiques des paramètres et de rédiger une fiche incident. Il se réfère aux pratiques en vigueur avec l'ancien système de conduite. Cependant, Bernard et Frédéric objectent

que l'ancien système ne répondait pas à la réglementation. Le responsable technique ChimInfo rappelle que le cahier des charges, relu par son supérieur hiérarchique, ne précisait pas suffisamment les modalités de sauvegarde des données.

f) Des corrections du système auditables

Frédéric : Vous m'avez envoyé la CAR [Customer Action Request]. On ne voit pas la demande PHARMA pour le dysfonctionnement de l'IAbatch. Si vous mettez après le n° de CAR (PHARMA), l'auditeur le verra et ne nous embêtera pas.

Responsable technique ChimInfo : Oui, c'est ce que j'ai oublié de vous remettre. Voici la CAR avec le nom de la personne qui s'en occupe.

Frédéric : C'est la version 8 ? Il faut être clair, soit c'est la version huit avec addendum ou c'est la version 8.1 ?

Responsable technique ChimInfo : C'est la version 8 avec addendum. On n'en change pas la version pour autant, c'est la version huit avec un patch. C'est bien d'avoir les pièces jointes, si c'est pas confidentiel.

Jérôme, le responsable des Ressources Techniques arrive.

Pierre : Parce que là, si on a un auditeur.

Responsable technique ChimInfo : Il y a tout un historique que je peux vous joindre. Je peux vous donner le texte des CAR.

Pierre : Ce qu'ils veulent savoir c'est ce qui a changé

Le responsable technique ChimInfo montre à Pierre les différentes versions sur son ordinateur portable.

Responsable technique ChimInfo : Là, ils vous disent les programmes impactés avec leur taille. Est-ce que ça vous convient ?

Pierre : Je pense qu'il faut qu'on ait ça dans nos dossiers.

Jérôme : Et il faut qu'on dise que ça n'a aucun impact.

Frédéric : Là, on a le courrier envoyé par M. H [responsable technique ChimInfo]. Ce qu'on se disait c'est que si un auditeur demande comment vous prouvez que ça n'a pas d'impacts ? C'est pour éviter que la FDA [Food and Drug Administration] aille les embêter et en rajouter une couche.

Jérôme : Attends. Ce sont des codes qui nous échappent. On a la garantie écrite du fournisseur que ça n'a pas d'impact sur les données stockées. On peut leur dire qu'on est prêt à aller faire un audit avec vous chez CHIMINFO.

Frédéric : Elle [la FDA] le fera mais on peut éviter ça en leur montrant la traçabilité de la démarche c'est-à-dire un minimum de transparence par rapport à ChimInfo.

Jérôme : J'ai pas bien compris.

Pierre : Là, avec ce texte, on est incapable de dire quels changements de code on a fait. En joignant le texte de M. H. [responsable technique ChimInfo], on les a.

Jérôme : Est-ce qu'on a des fiches incidents ? On a fait un rapport ?

Frédéric : On boucle l'ensemble des fiches incidents.

Jérôme : En précisant les modifications et votre garantie. Pas par mail mais par courrier écrit.

Responsable technique ChimInfo : Ce texte a été validé par Houston.

Jérôme : Moi, ça me va bien. (A Frédéric)) Attention dans ton CR [compte-rendu de réunion] de bien mettre les dates.

Frédéric : J'ai fait une demande de chiffrage pour une licence, pour l'instant on a dit en attente lors du dernier codir [comité de direction].

Frédéric demande au responsable technique de préciser le numéro de la demande d'intervention (CAR : Customer Action Request) pour les modifications car elles présentent un enjeu réglementaire. Le responsable technique ChimInfo lui remet le document correspondant. Frédéric lui demande alors de préciser la version du logiciel implantée. Le responsable technique explique que la version ne change pas même si un patch a été ajouté au programme. Jérôme, responsable des Ressources Techniques rejoint la réunion. Pierre précise que ces documents sont nécessaires en cas d'audit. Le responsable technique ChimInfo propose de leur donner les textes des demandes d'achats. Il explique que ces documents détaillent les parties de programmes modifiés et leur importance. Pierre insiste pour que ces documents fassent partie du dossier final de validation. Jérôme ajoute qu'ils doivent également permettre de démontrer que les modifications n'ont pas d'impact sur les données de fabrication archivées. En cas d'audit de la FDA, il propose de procéder à un audit de contrôle chez ChimInfo. Frédéric explique que les documents retraçant les modifications effectuées évitent cette vérification supplémentaire. Jérôme doute de cette explication. Pierre explique que les documents permettent de rendre compte précisément des modifications de programmation. Jérôme s'inquiète de l'élaboration des fiches incident à l'origine des modifications afin de compléter le dossier de validation. Frédéric confirme qu'elles sont en cours de finalisation. Jérôme insiste pour obtenir la description des modifications et les garanties de l'entreprise ChimInfo par écrit. Le responsable technique ChimInfo explique que le document en question a été signé par les instances américaines de sa société. Jérôme se montre satisfait. Il demande à Frédéric de dater le compte-rendu de réunion en cours de rédaction. Frédéric lui précise qu'il a demandé une licence supplémentaire pour installer le logiciel de conduite sur un poste supplémentaire.

Finalisation du dossier de réalisation

Bernard : Il faudrait mettre à jour le dossier de réalisation fourni par CHIMINFO Lyon. Le dossier de réalisation est un document référencé qui rentre dans la constitution du dossier de validation.

Responsable technique ChimInfo : Pour le Hardware [La partie programmée par ChimInfo] ?

Bernard : Oui.

Responsable technique ChimInfo : Il faudra que nous retournions à l'atelier et que vous me montriez.

Afin d'attester de la conformité des recettes et du système de conduite, les acteurs de l'atelier doivent également attester de la conformité des modifications opérées. Ainsi, comme le rappelle Bernard, un dossier de modifications doit être constitué. Il regroupe les fiches des incidents survenus lors du démarrage du système et les modifications effectuées afin de permettre le déroulement de recettes de fabrication et la production de produit conformes aux standards de qualité. Il fait partie du dossier de validation des recettes et du système.

g) Epilogue : vers un fonctionnement plus régulier du système de conduite.

A l'issue de cette réunion, les nouvelles connexions seront installées le 8 juillet comme prévu. Un système de sauvegarde des données sous forme de cd-rom sera mis en place. Actuellement, une analyse complémentaire est en cours afin de les remplacer par des DVD.

Des tests de charge du système seront effectués pour la recette de fabrication du B2 au mois d'octobre 2004 et pour vérifier l'efficacité des modifications sur la recette de fabrication d'A1 en janvier 2005.

En ce qui concerne l'organisation de l'atelier, le poste de technicien système a été supprimé. Cependant, Frédéric a organisé un système d'astreinte reposant sur trois acteurs : Bernard, Thierry, un technicien automaticien sous-traitant — ayant travaillé sur le projet depuis la phase tests précédant l'installation du système — et Hubert travaillant pour ChimInfo (cet acteur travaille actuellement sur un autre gros projet sur le site à temps plein).

VIGNETTE 4

Quand l'atelier fait des siennes

Depuis l'installation du nouveau système et son démarrage, les problèmes matériels se succèdent dans l'atelier. Ils concernent la mécanique et l'instrumentation. De novembre 2003 à mai 2004 ils ralentissent considérablement les activités de fabrication et retardent l'avancement du projet. (Cf. chronologie du projet, figure 7.1.)

Ainsi, la phase de tests avec de l'eau et des solvants dure une semaine de plus que les deux semaines planifiées initialement.

« On avait deux semaines pour faire les tests [eau-solvants]. On va réussir à finir à la fin de la semaine. Mais ça ne s'est pas déroulé comme je l'espérais parce qu'on a eu des problèmes d'installation pas prévus : on a eu des bouchages, une pompe qui a lâché, un disque de rupture éclaté ce qui nous fait perdre du temps. Nous avons eu beaucoup de problèmes d'instrumentation. On a beaucoup fait intervenir les gens de Mélec [entreprise de maintenance s'occupant de l'électricité/instrumentation]. Les problèmes de l'installation dénotent du niveau d'entretien de l'atelier qui est un peu insuffisant. Ce niveau insuffisant est dû à l'ancien système. C'est surtout sur les fins de course, lorsque l'ancien système signalait une discordance [indication contraire à l'état de la vanne] les opérateurs forçaient le système et ne faisaient pas la demande de travail pour changer le fin de course. » Pierre, Chef de projet, 5/11/2003.

Deux épisodes matériels paralysent la production :

- un bouchage dans l'installation de chargement du chlorure d'aluminium — matière première pour la fabrication d'A1 — qui nécessite une intervention à hauts risques.
- la panne du Block, appareil très spécifique utilisé pour la production de B2. Cette dernière provoquera l'arrêt de l'atelier pendant trois semaines.

Ces deux incidents sont marqués par deux caractéristiques. D'une part la difficulté des acteurs de l'atelier pour établir leurs causes. D'autre part, le recours indispensable à des compétences extérieures à l'atelier pour y remédier.

4.1. Une périlleuse intervention de débouchage

Mardi 18 novembre 2003, en début de soirée, les opérateurs ne parviennent pas à charger le chlorure d'aluminium, réactif nécessaire à la fabrication de l'A1. La fabrication est paralysée. Le dispositif de chargement du chlorure d'aluminium est très spécifique et l'automate pilotant le chargement complexe : le réservoir de produit se trouve à l'extérieur de l'atelier et un système à air pulsé permet d'aspirer le produit vers l'atelier. L'installation a été mise au point et installée quelques années plus tôt avec la contribution de Michel, l'ancien ingénieur procédés. Le lendemain matin, comme les opérateurs ne parviennent pas à charger le produit, Vincent convoque une cellule de crise composée de l'agent de maîtrise de quart en poste, le responsable de la cellule procédés du site et

l'agent de maîtrise de plate-forme. Cependant, il ne parvient pas à joindre Michel alors en congés maladie.

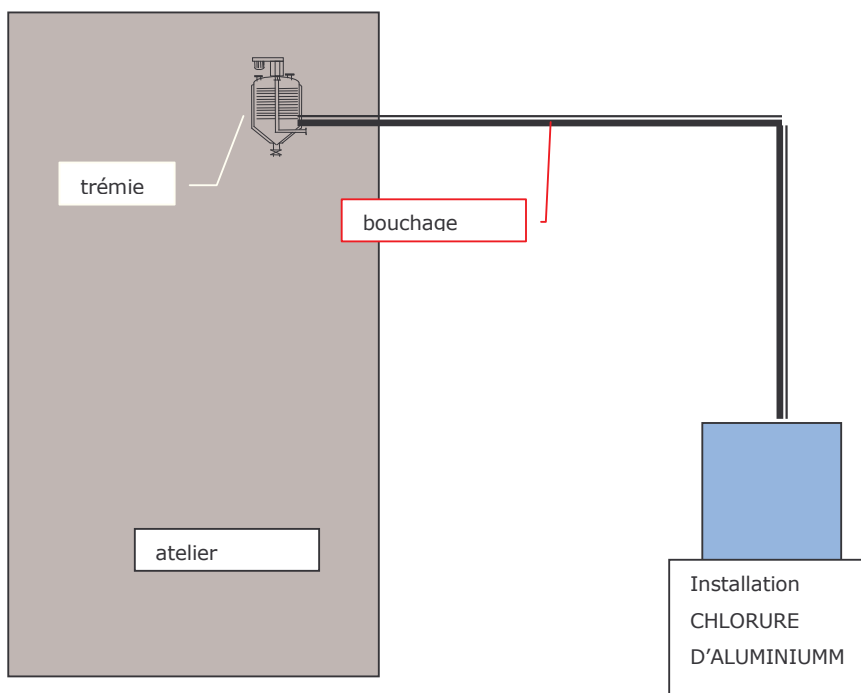
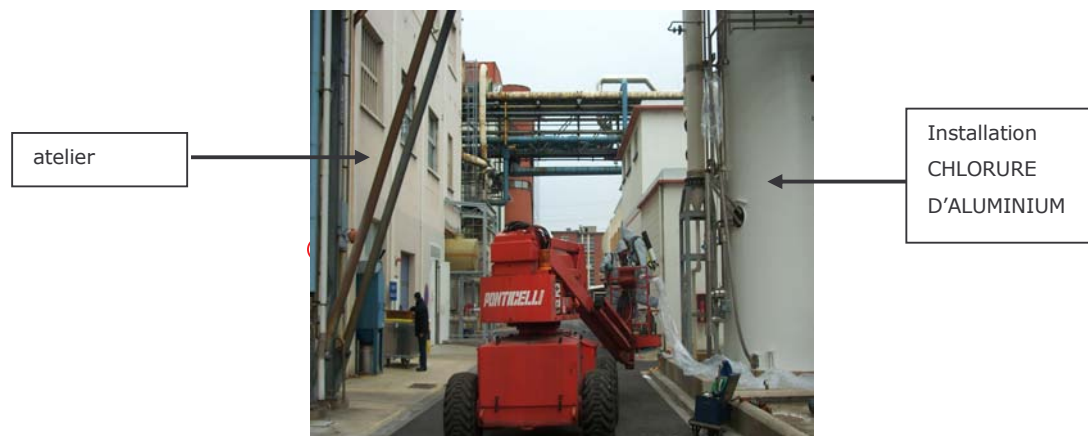


Figure IV.3.1 : Photo et Plan de situation très simplifié de l'installation « Chlorure d'aluminium ».

Sous l'égide de Serge, l'expert procédés, les acteurs réunis travaillent à partir du schéma Tuyauterie Instrumentation⁴ et d'un schéma des capteurs de l'installation. Ils vérifient méticuleusement l'état de chaque élément de l'installation lorsqu'elle fonctionne normalement. L'agent de maîtrise plate-forme a détecté une fuite d'azote, il a également sondé les tuyauteries afin de localiser le bouchage. Serge propose d'appliquer la procédure de débouchage classique : elle consiste à introduire de l'azote sous pression dans le circuit de chargement, afin de pousser le bouchon vers l'atelier. Cependant, si les tuyauteries concernées contiennent encore un liquide, le risque est d'aggraver le bouchage et de devoir les démonter car le chlorure d'aluminium s'amalgame en présence d'humidité. Etant donné la toxicité du produit, cette intervention manuelle présente des risques importants. En effet, au contact de l'eau, le chlorure d'aluminium dégage de grandes quantités de chlorure d'hydrogène gazeux, extrêmement toxique. Or, en ce mois de novembre, l'atmosphère est très humide. Par conséquent, cette intervention nécessite une organisation spécifique. Le périmètre de l'atelier doit être bouclé. L'assistance des pompiers est indispensable car les intervenants travailleront sous ARI⁵ (Appareil Respiratoire Isolant). De plus, si la quantité de produit est importante, il faut également dresser des tentes afin de confiner le dégagement gazeux.

Les acteurs de la fabrication appliquent la procédure de débouchage. Cependant, elle ne fonctionne pas. Les acteurs de la cellule de crise accompagnés de l'agent de maîtrise instrumentation et de l'agent de maîtrise flux matières se rendent au chevet de l'installation. Ils hésitent entre une défaillance du système de conduite et un dysfonctionnement de l'automate de transfert du chlorure d'aluminium. En coordination avec les acteurs restés dans l'atelier, ils procèdent à des essais afin d'identifier l'origine du dysfonctionnement. Mais leurs tentatives restent sans succès. Ils parviennent à localiser l'agrégat de produit. Ils balayent les tuyauteries à l'azote, mais ne parviennent pas à déplacer le bouchon. Ils n'ont alors pas d'autre choix que de démonter la portion de tuyauterie dans laquelle ils ont localisé l'amas. Dans le meilleur des cas, le bouchon est constitué de produit sec et reste donc localisé. Après l'avoir délogé, il suffit de remonter l'installation et de redémarrer la fabrication. Dans le pire des cas, le produit est mélangé à de l'eau, les tuyauteries sont polluées jusqu'à la trémie⁶. Il faut alors démonter les tuyauteries et le réceptacle et nettoyer ce dernier minutieusement, ce qui demande trois jours de travail supplémentaire et l'arrêt de la fabrication.

Le responsable de l'atelier convoque alors le CHSCT (Comité d'Hygiène Sécurité et des Conditions de Travail) afin de les informer et de préparer l'intervention.

Introduction de la réunion avec le CHSCT, 19 novembre 2003, 14h

⁴ Le schéma TI représente la configuration de l'installation et les différents organes qui la compose : vannes, tuyaux, instrumentation.

⁵ Système respiratoire avec masque et bouteilles d'oxygène.

⁶ Trémie : Grand entonnoir de forme pyramidale ou conique en métal destiné à recueillir, à stocker ou à déverser divers types de matériaux qui doivent ensuite subir un traitement.

RESPONSABLE ATELIER : La problématique c'est qu'au démarrage du ChimInfo, il est nécessaire de charger du chlorure d'alu dans la trémie. On l'a fait cette nuit mais le chlorure d'alu n'est pas arrivé dans la trémie, là-haut. Un certain nombre de manip[ulations] ont été faites cette nuit, mais je ne sais pas exactement lesquelles. On a appelé Serge [expert procédés] pour nous aider. Ce matin, on a essayé de remettre le silo en situation de non transfert puis d'injecter de l'azote vers l'atelier ; c'est-à-dire qu'on a suivi le protocole de débouchage classique mais ça n'a rien donné. »

Réunion avec le CHSCT, 19 novembre 2003, 14h

« SERGE : (suivant le schéma TI de l'installation) on se propose d'amorcer le démontage de cette boîte et de partir vers le haut et une fois arrivé de l'autre côté, de repartir vers là et de remonter. S'il y a du chlorure d'alu, on démonte et on fait un transfert. Si c'est de la gomme [mélange chlorure d'aluminium et liquide], on démonte la trémie. Avec un DN 80 [diamètre en sortie dans la trémie] donc il faudra vider à la petite cuillère sous le silo. C'est pas très facile. Il faudra peut-être même sortir la trémie et l'amener dans le local HCl [Acide Chlorhydrique] et la vider à la petite cuillère dans des fûts ! »

L'intervention a lieu le lendemain matin. Comme les tuyauteries sont en hauteur, elle nécessite une nacelle. Le responsable de l'atelier choisit l'agent de maîtrise plate-forme pour intervenir. Ce dernier est accompagné d'un technicien de maintenance sous-traitant habilité à piloter la nacelle. Ils sont équipés de combinaisons intégrales, d'un masque et de bouteilles. Un système d'assainissement d'air est installé sur la zone de travail. Sous l'œil attentif des deux ingénieurs de fabrication, de René et de l'agent de maîtrise de maintenance responsable des inters campagnes, les deux hommes préparent la portion d'installation concernée (pose de platines). Ensuite, ils démontent les tuyauteries et recueillent un agrégat de poudre dans un grand sachet de plastique. Enfin, ils remontent l'installation. Au total, l'intervention dure une heure, ce qui oblige les intervenants à remplacer leurs bouteilles. Le bouchon de poudre très localisé a donc des conséquences bien moins fâcheuses que prévu. Cependant, la fabrication a été interrompue pendant deux jours. A ce stade du projet, ce retard n'impacte pas le planning des fabrications car la fabrication avec le nouveau système vient tout juste de commencer. De plus, les techniciens de l'équipe projet ont continué à travailler sur la programmation du système.

« Le bouchage au chlorure d'alu, on a perdu une journée qu'on n'aurait pas du perdre si on connaissait mieux l'installation. Ça a démontré que les gens qui géraient ça ne connaissent pas l'installation [le personnel de l'atelier de la Maintenance et de la Fabrication ne connaissent pas les spécificités du silo de chlorure d'aluminium]. La connaissance était répartie sur quatre à cinq personnes et cette connaissance globale ne s'est pas cristallisée. Au 124, on a eu un problème de bouchage. Un des plus anciens agent de maîtrise me demande : « pourquoi vous n'avez pas utilisé le truc... En 94, quand on a fait l'augmentation de capacité, on a fait une amélioration pour le débouchage. » Mais à part ceux qui étaient là en 94, personne ne savait ça. » Serge, expert procédés,

Les acteurs de l'atelier et du projet découvriront qu'il est dû aux caractéristiques du lot de produit chargé dans l'installation. En effet, l'atelier se fournit habituellement auprès d'un fabricant français. Exceptionnellement, ils ont fait appel à un fournisseur israélien. Le produit fourni n'ayant pas la même granulométrie que le produit habituel, il s'est agrégé lors de son aspiration vers l'atelier.

Figure IV.3.2. : Le débouchage en images



Préparation de l'intervention : préparation de l'installation afin d'accéder à la partie incriminée



Préparation des intervenants : Les deux intervenants s'équipent avec l'aide des pompiers



Les deux intervenants montent dans la nacelle



Débouchage : Les deux intervenants ouvrent les tuyauteries. Les opérateurs en salle de commande envoient de l'azote dans la canalisation afin de déloger l'agrégat de produit

4.2. Une modification pirate paralyse l'atelier

Le 17 d'avril 2004, à l'issue de l'inter campagne précédant le démarrage de la production de B2, un des principaux appareils de l'atelier, le Block⁷, refuse de démarrer. Afin de s'assurer qu'il fonctionne correctement, les techniciens de la maintenance ont l'habitude de procéder à des essais une semaine avant le démarrage de la campagne. Cependant, cette fois, l'agent de maîtrise qui s'en occupe est absent. L'essai n'est donc pas effectué et au moment du démarrage, l'appareil refuse de fonctionner. L'ingénieur de fabrication et son adjoint tentent de comprendre les raisons de la panne. Le 19 avril 2003, comme ils n'y parviennent pas, ils convoquent le responsable de la maintenance, le responsable du service EICP et leur supérieur hiérarchique, le responsable des Ressources Techniques. Ils discutent ensemble d'un protocole d'essais pour repérer l'origine de la panne. Jean-Paul, l'ingénieur responsable de la maintenance et son supérieur hiérarchique, Jérôme s'impliquent opérationnellement auprès de l'encadrement de l'atelier. Ils étudient minutieusement les plans de l'installation, procèdent à une batterie de tests afin de vérifier le fonctionnement de chaque organe de la machine. Cependant, ils ne parviennent pas à identifier ce qui provoque la panne. Ils envisagent même de rappeler le fabricant de l'appareil.

« Là, je suis intervenu parce qu'on s'en sortait pas. C'est la première fois qu'on rencontré d'aussi gros problèmes. J'ai essayé de comprendre le fonctionnement des équipements. Le Block, je le connaissais un peu mais je ne m'étais jamais penché sérieusement dessus. J'ai essayé de comprendre comment c'était construit et comment ça marchait. Avec Vincent [ingénieur de fabrication responsable de l'atelier] on a compris qu'un paramètre nous échappait. Dans ces cas là, j'apporte de la méthode. On a vérifié tout le matériel pour être sûr qu'il n'y a pas d'anomalies. Parallèlement, on s'est documenté. Après un contrôle physique des équipements de manière systématique et méthodique, au bout d'une semaine, on n'avait pas trouvé. On s'est dit que c'était pas classique.[...] Ce qui est difficile, c'est que vous avez une pression pour redémarrer au plus vite. On est contraint d'aller vite alors que je sais par expérience qu'on peut passer beaucoup de temps à chercher à côté de la cible. » Jérôme, Ingénieur responsable de la Maintenance de l'atelier, 29/06/2004.

Pendant trois semaines, la situation de l'atelier reste bloquée.

L'ancien ingénieur de maintenance, actuellement ingénieur aux achats propose ses services. Cependant, il ne sera pas impliqué :

« Le Block c'est une grosse boîte qu'il faut connaître par cœur. Pendant des années, il y a eu des problèmes au démarrage mais jamais des arrêts de trois semaines. C'est très malvenu pour la vie économique du site. Quand il ne fonctionne pas, il y a tout un tas de gens qui ont des idées. Puis, les patrons se réunissent et ont aussi un tas d'idées. On avait un mode opératoire dans lequel on faisait des tests à l'azote et puis, avec des détecteurs à azote, on cherchait les fuites. On avait une véritable méthode de tests. Mon supérieur a proposé à Jérôme [Responsable maintenance et travaux neufs] et à Jean [Responsable des fabrications chimiques] que je me mette à disposition mais il ne s'est rien passé, on n'est pas venu me chercher. » Ingénieur achats, ancien ingénieur de Maintenance de l'atelier VANADIUM, 10/06/2004.

Finalement, l'ingénieur de Maintenance fait appel à l'agent de maîtrise de maintenance responsable des travaux neufs revenu de congés [celui qui a l'habitude de démarrer l'appareil et le connaît

⁷ Nous avons modifié le nom de l'appareil.

parfaitement]. Ce dernier examine l'appareil et se rend compte qu'il a été modifié. Cette modification effectuée pour pallier un dysfonctionnement empêche le bon fonctionnement de l'appareil.

« En ce qui me concerne, je n'ai pas été intégré au départ. Pourquoi ? Je l'ignore. A la troisième semaine, Jean-Paul [Ingénieur responsable de la maintenance] est venu me voir un vendredi soir en me disant que le gars de Sterling avait dit que les éjecteurs c'était pas son problème. Pierre a exposé le problème du vide perdu après le démarrage. J'ai dit que c'était la chambre de chauffage de la tuyère qui ne fonctionne pas et c'est comme ça qu'on a solutionné le problème. » Agent de maîtrise maintenance, travaux neufs, 09/06/ 2004

Après une rapide recherche, ils se rendent compte que cette modification a été effectuée par le technicien chargé de la maintenance mécanique⁸ de l'atelier. Cependant, il n'en a informé ni sa hiérarchie, ni ses collègues. La panne du Block résulte donc du non-respect d'une procédure de modification d'installation : toute modification sur les appareils de l'atelier doit être validée et tracée. Pour les différents acteurs de la Maintenance qui sont intervenus dans la résolution du problème, ce contournement de la procédure résulte d'un manque de compétences de la part de son auteur.

« Il s'est dit [le technicien qui a décidé seul de la modification] la chambre de préchauffage est percée, je vais essayer de compenser en mettant un serpentín autour pour chauffer. Mais surtout, il a commis l'erreur de ne pas faire valider sa modification. » Agent de maîtrise Maintenance, 09/j06/ 2004

« C'est un problème d'incompétence technique. Pour cet atelier il y a des procédés avec une poussée au vide. Ces installations sont des bêtes à chagrin. Sur cette installation, il y a eu une modification que je qualifierais de « pirate » par un technicien qui n'a pas compris ce qu'il faisait et n'a toujours pas compris ! » Jérôme, Responsable des Ressources Techniques, 25/10/2004.

« Et puis, on a eu quelqu'un qui connaissait le problème dès le lundi matin [agent de maîtrise maintenance]. C'est là qu'en revoyant tout on s'est aperçu qu'une modification avait été faite le mois d'avant et que le problème était là. D'autres modifications ont été faites mais celle-là n'avait pas été dite. C'est un problème de rigueur chez certains techniciens de maintenance. La cause première de tout ça c'est le non-respect de procédure : une modification non tracée, ce qui est inconcevable dans une industrie comme la nôtre. Il n'y avait aucune volonté de mal faire mais un manque de prise de conscience qu'une telle modification était importante. » Jean-Paul, Ingénieur responsable de la Maintenance de l'atelier, 29/06/2004.

4.3. Des opérateurs dépités

Les soubresauts du système et les incidents matériels découragent les opérateurs. Mais surtout, ils s'accompagnent de la réapparition des pratiques d'ajustements dans la conduite du système que les instigateurs du projet souhaitaient voir disparaître.

4.3.1. Le retour des pratiques proscrites

Comme on l'a vu dans les objectifs du projet (chapitre 4), les responsables de l'atelier ont souhaité remédier à des pratiques qu'ils jugeaient dangereuses pour la sécurité des opérateurs et contraire à l'atteinte des objectifs de fabrication. Ainsi, ils utilisent la technologie du nouveau système comme levier pour régulariser les activités de conduite.

⁸ Cet agent de maîtrise de la maintenance n'a pas souhaité être interviewé. Nous avons convenu avec lui de trois rendez-vous successifs. A chaque fois, il était absent pour cause de maladie subite !

Lors du démarrage de l'atelier, les arrêts inopinés du système font émerger les difficultés des opérateurs pour utiliser le nouveau système.

« Je pensais qu'on aurait moins de problèmes. Je pense que ça a un impact psychologique sur les opérateurs. Le fait qu'on soit obligés de prendre la main même de nuit nous donne droit à des remarques : » Le système n'est pas au point, il est tout le temps arrêté. » Les seules personnes qui peuvent intervenir dessus au niveau PHARMA, c'est René, Jean-Marc Martin et moi. C'est une volonté des fabricants parce que quand on redémarre, on a accès à tout. Les opérateurs sont frustrés parce que le système tombe en panne et ils peuvent seulement regarder ce qu'il se passe. Alors, chaque fois qu'on est arrêté, c'est le ChimInfo. » Pierre, chef de projet, 5/11/2003.

Dans la réunion d'avancement de la validation du 27 mai 2004 (chapitre 7, vignette 2), les acteurs réunis s'accordent sur le développement d'une tendance nouvelle chez les opérateurs : dès qu'ils rencontrent un écueil dans le déroulement de la fabrication, ils relancent le déroulement de la phase de fabrication en cours. Ces pratiques sont mises en jeu lorsque des dysfonctionnements du système de conduite surviennent mais également lorsqu'un capteur ou un matériel de l'atelier ne réagit pas comme prévu.

Les ajustements ne s'arrêtent pas à la relance systématique : afin de pallier les blocages inhérents à leur hiérarchie d'accès à la conduite, les opérateurs utilisent le profil et le mot de passe de l'agent de maîtrise afin de faire avancer la fabrication. Presque un an après le démarrage, Louis nous fait part du développement de ces pratiques :

« En 1987 avec le SMS [ancien système], c'était pareil. Au début, il y avait un système de clés pour l'AM [agent de maîtrise] mais il était obligé de revenir toutes les heures.[...] Les opérateurs utilisent le mot de passe de l'AM quand il est en congés. Parce que s'il y a une transition à forcer, ils ne peuvent pas. Et puis, le technicien d'atelier remplace l'AM quand il est en congés alors...Là, si on a un audit, ça va faire bizarre. Parfois, les AM changent d'équipe : s'il est de matin et qu'il utilise son matricule et que son équipe est de l'après -midi et utilise son matricule on aura un AM qui a travaillé 16 heures ! » Louis, Technicien système, 15/10/2004.

Elles sont connues de l'encadrement qui décide d'élargir les droits des techniciens d'ateliers créant ainsi une hiérarchie d'accès intermédiaire entre maîtrise et opérateurs.

L'encadrement est au courant, mais ça arrange tout le monde. J'en ai parlé à Vincent [responsable de l'atelier]. Il m'a dit qu'il allait agir pour que les TA [techniciens d'ateliers] aient des droits supplémentaires, mais ça n'a pas changé. Pourtant, on peut aussi donner des droits provisoirement. A l'arrivée, ces problèmes résultent toujours d'un manque de personnel ou d'un manque d'organisation. » Louis, technicien système, 15/10/2004.

4.3.2. Aux origines de ces pratiques

Du point des opérateurs du VANADIUM, leurs difficultés et cette parade qu'ils mettent en jeu trouvent trois explications :

- la technologie inadaptée aux fonctions du système.
- une formation lacunaire au pilotage du nouveau système.
- des ressources limitées dans les équipes et au sein de l'assistance procédés

a) Une technologie insuffisante pour conduire la fabrication

Tout d'abord, ces pratiques servent à pallier les insuffisances d'un système de conduite conçu comme « une Ferrari avec un moteur de Solex ! ». De plus, les opérateurs mettent en cause un niveau d'élaboration du système insuffisant en regard de la complexité de l'atelier. Ils l'expriment lors d'une réunion de présentation d'une étude pour la fiabilisation du procédé de fabrication de l'A1 :

« Depuis qu'on a redémarré le ChimInfo, le 31 [appareil], on ne le maîtrise plus du tout. On en arrive à ne plus rien voir. Pourtant, c'est la base le 31, Si on n'arrive pas à fabriquer là-dedans, on ne peut pas fabriquer correctement. »

« Avec un système qui ne marche pas, la fiabilité du produit, c'est pas la peine d'en parler. Les BPF [Bonnes Pratiques de Fabrication], c'est de la flûte. L'op[ération] de retraitement était plus mauvaise qu'avant le retraitement » Opérateur, 12/07/2004.

A plusieurs reprises, ils soulignent l'obsolescence de la technologie du nouveau système qui existait déjà au moment du démarrage de l'atelier.

« J'attends du nouveau système qu'il marche correctement, qu'il fasse son boulot de vrai système de conduite, qu'on ait plus à bidouiller les paramètres. Mais on n'espère pas de miracle avec celui-là. ChimInfo l'avait déjà quand ils [l'encadrement de l'atelier] ont acheté l'autre [cette génération de système existait déjà en 1987. Cependant, elle n'était pas complètement fiabilisée c'est pourquoi la génération précédente avait été préférée par l'encadrement de l'atelier] ! » Opérateur, 4/11/2004.

Ensuite, les opérateurs soulignent la « fermeture » du nouveau système de conduite. Pour eux le pilotage par blocs d'appareils, les empêchant d'accéder aux capteurs et aux organes de façon individuelle complique la conduite de la fabrication.

Nous assistons à une discussion entre un opérateur et le technicien automatique, Bernard en salle de commandes :

« Opérateur 1 : Ils ont donné l'accès aux instrum[entistes] [en fait les automaticiens et informaticiens] et pas à nous !

Bernard : On fabrique du médicament, on ne peut pas faire n'importe quoi. On ne peut pas donner les privilèges à tout le monde. »

Opérateur 2 : Le TA [technicien d'Atelier] n'est pas autorisé à forcer la transition. Il devait demander à l'Homme Système [technicien système] pour forcer la transition. C'est débile, l'Homme Système ne connaît pas le procédé !

Bernard : je ne tire pas les ficelles. Vous êtes mes clients. Je travaille avec un cahier des charges.

Opérateur 1 : Tout le monde est démotivé. Eux-là [désignant l'encadrement], ils ne savent pas ce qu'ils font !

Opérateur 2 : Ils nous ont donné une Ferrari avec un moteur de Solex »

Cette remarque rejoint leur crainte de voir leurs activités devenir dépendantes des interventions de la maintenance instrumentation et mécanique. Avant même le démarrage, ils soulignent la nécessité « d'assouplir » le système notamment les hiérarchies d'accès au pilotage.

« Sur un système qui va verrouiller, j'espère qu'ils ont prévu des parades car sinon, on va être souvent bloqué. » Opérateur, 4/11/2003

D'une part, les opérateurs anticipent des arrêts fréquents dus au vieillissement du matériel de l'atelier.

« Là, le système sera plus facile à réparer. Mais est-ce que l'atelier va suivre ? Parce qu'il est vieux l'atelier. Il y a des vannes qui sont très vieilles. » Opérateur, 24/10/2003.

Selon eux, l'état de l'atelier les empêche de mener à bien les activités de fabrication.

« Si le Filtre fonctionne et si le Block fonctionne, on pourra redémarrer. Mais là, on ne fabrique pas, ça s'appelle pas fabriquer ça. » 13/07/2004 Opérateur

Un expert procédés a été détaché au VANADIUM afin de travailler sur l'amélioration du procédé. Il présente le résultat de son travail aux équipes de fabrication :

Réunion du 13/07/2004

Opérateur : Si on mettait le D4 dans un filtre neuf et qu'on coulait ensuite, ça irait. Mais ils ne veulent pas mettre le pognon. On fait le brut avec un Z. et le pur avec un filtre du Moyen-âge. L'étuve est chargée à bloc à une tonne et demie au lieu d'une tonne ! Comment ça peut marcher ?

Ils redoutent leur dépendance des interventions des acteurs de la Maintenance.

« Avec l'ancien système, c'était intéressant, dès qu'on avait un problème, on pouvait tout faire alors que là ça va être « allô instrum » ou peut-être même « allô l'informatique »... Parfois, quand on n'y arrivait pas, on était obligé d'appeler l'instrumentation. Mais, c'étaient les cartes ChimInfo qui sautaient en bas (dans la salle des armoires). Ça faisait disjoncter toute la salle ; tous les écrans étaient noirs. » Opérateur, 23/10/2003.

Ils souhaitent pallier les dysfonctionnements d'un atelier vieillissant notamment en dehors des horaires de jour :

« On a beaucoup de vannes en discordance et ça bloque le système. Si ce sont des XV [vannes automatiques], on finit de les fermer ou de les ouvrir manuellement. Si elles ne sont pas accessibles, on fait croire au système que c'est ouvert ou fermé. Comment le nouveau système va réagir ? Ils vont être obligés de donner l'accès aux AM [agents de maîtrise] car les appareils de l'atelier vieillissent. Si on ne peut plus entrer dedans on aura des problèmes très importants la nuit et le week-end. » Opérateur, 27/11/2003.

« Il n'y a pas d'alarme de dysfonctionnement des vannes. Si une vanne est souvent en discordance, on lui fait croire qu'elle marche. Il faut une clé pour entrer dans le système. Au départ, ce sont les AM qui l'avaient. Au bout de six à huit mois, elle était sur les pupitres, pour les codes d'accès ce sera idem. Le système sera tout beau tout neuf mais pas l'atelier. Quand on a fait la validation, on ne devait pas avoir les codes d'accès. On a fait plus de 1000 validations. Quand on bloquait, l'instrumentiste nous débloquent et puis, il nous a donné le code. On l'appelait alors qu'il était en réunion donc il nous a donné le code. Là, ça va être pareil d'autant plus que les nouvelles XV, on ne peut plus les tourner manuellement. Sinon, il faudra un instrumentiste et un automaticien en 5*8 et c'est pas dans les objectifs actuels. » Opérateur, 23/10/2003.

D'autre part, ils souhaitent également que le nouveau système leur permette de produire dans le respect des objectifs fixés :

« Par contre, celui d'aujourd'hui est trop verrouillé, trop lourd par rapport à celui d'avant. Il va poser problème. Il va falloir qu'ils l'assouplissent s'ils veulent qu'on sorte du produit. » Opérateur 27/11/2003

Ils reconnaissent que le nouveau système permettra d'améliorer la traçabilité des activités.

« Dans l'ancien système, on ne pouvait pas revenir en arrière à plus de trois jours. C'était pas bien au niveau de la traçabilité. Avec le nouveau système, on pourra revenir en arrière et on saura qui fait quoi. Avant, quand il y avait une bêtise, même involontaire, on ne retrouvait pas la personne. » Opérateur, 4/11/2003.

Cependant, ils redoutent une perte de leurs savoir-faire acquis avec l'exercice de pratiques de fabrication beaucoup plus manuelles.

« Avec l'ancien système, on pouvait tout faire. Là c'est lui qui va commander... Le risque avec l'ancien système c'est que les gens touchaient à tout. J'ai connu des ateliers qui fonctionnaient tout en manuel. Là c'est le système qui prend tout en charge. J'ai appris le métier sur place quand tout se faisait à la main...Je ne sais pas si l'automatisation est un plus pour l'humain. C'est un plus pour la chimie parce que le système fait toujours la même chose... mais le jour où tout ça (le système) sera figé, plombé, on ne ressentira plus les choses. » Opérateur, 4/11/2003.

« Là, c'est le jour et la nuit; on est de plus en plus assistés par la machine. J'ai peur que ce soit de moins en moins intéressant surtout quand on a fabriqué sur le terrain. Il y a des choses qu'il faut avoir vécues sur le terrain pour comprendre. Les conditions de travail se sont améliorées : on n'en prend moins dans la tête (sous-entendu des produits toxiques et dangereux). Avant, on était huit heures dans l'atelier. Aujourd'hui sur un quart de huit heures on est au moins la moitié du temps en salle de contrôle. » Opérateur, 4/11/2003.

« Le risque, c'est de rester sur la chaise. Quand le système sera figé, dans un an, on sera de plus en plus assisté. Pour les jeunes, ce sera plus dur, par ce qu'ils ne connaissent pas l'atelier. Le risque c'est que pour eux ce soit une console de jeux. Quand une colonne s'emballe, il faut quand même savoir ce que c'est et réagir en conséquence. » Opérateur, 23/10/2003.

b) Une formation lacunaire au pilotage du système

Du point de vue de leurs difficultés avec les nouvelles interfaces, ils déplorent une formation effectuée trop tôt.

« La formation était courte et pas assez approfondie. J'aurais aimé qu'ils le fassent à l'approche de l'installation du système. Tout le monde a du oublier. (Q : Que pensez-vous du contenu de la formation ?) Le contenu était médiocre. On a fait beaucoup de simulations qui ne fonctionnaient pas et il manquait des documents. Je suis passé dans le premier groupe et on a essuyé les plâtres. Beaucoup de choses ne marchaient pas. Il aurait fallu que ce soit plus complet et avec des simulations au point. » Opérateur, 23/10/2003.

Si certains opérateurs ont participé à la validation sur plate-forme, ils regrettent de ne pouvoir utiliser ce qu'ils ont appris au cours de cette phase particulière. Cette formation a été intégrée tardivement à l'agenda du projet. Cette initiative a été particulièrement soutenue par l'expert procédés du site et Paul alors responsable de l'atelier :

« Selon ma mauvaise habitude, j'ai joué les Cassandra et j'ai gagné. Au début du projet, j'ai cherché à convaincre des changements culturels et (j'ai) demandé qu'on y mette les moyens. J'ai participé à la validation des maquettes. Puis, je ne m'en suis pas occupé en sécurité des procédés. Je suis intervenu en poussant très très fort pour que quelqu'un qui a les compétences évalue le changement pour les opérateurs et la formation nécessaire.

Mais on est parti trop tard et on n'a pas pu couvrir tout le projet. On ne s'en est pas beaucoup servi. On les a formés vite et il aurait fallu les accompagner. On n'avait pas prévu qu'il y aurait autant de défaillances. Qui s'est posé ma question de savoir comment les accompagner face à des situations imprévues. Tous les gens qui ont vu le travail d'E. A. [ergonome d'un cabinet de conseil qui a conçu les grands principes de la formation] l'ont trouvé intéressant mais on s'est arrêté en route. » Expert procédés, 28/06/2004.

Elle a été sous-traitée à un cabinet spécialisé qui compte tenu des délais impartis a travaillé sur une partie réduite du procédé de fabrication et avec l'assistance de très peu d'opérateurs. Si l'on examine les documents élaborés pour préparer cette formation, on note qu'elle a été principalement axée sur le changement de configuration des interfaces de conduite : la configuration des installations et le pilotage sur deux écrans au lieu d'un, le pilotage par phase du procédé. De plus, le travail de détail sur les activités de conduite s'est basé sur un fonctionnement nominal du système et des activités de conduite. L'état réel de l'atelier et les fonctionnalités réelles du système entraînant les by-pass volontaires du matériel et les forçages du système n'ont pas été pris en compte.

c) Des ressources limitées dans les équipes et en assistance procédés

Enfin, plusieurs d'entre eux mettent en cause le manque de ressources dans les équipes de fabrication :

Tout d'abord, ils espèrent une compensation financière pour les dédommager d'un démarrage difficile et prolongé. Les opérateurs exprimeront leurs doléances au responsable de l'atelier.

Le responsable de l'atelier arrive en salle de commandes ; deux opérateurs l'apostrophent :

L'opérateur 1 pose des questions sur l'attribution des augmentations. Il s'étonne du fait qu'elles n'aient pas été attribuées à l'ensemble des effectifs. Le responsable de l'atelier explique que ce n'était pas possible. L'opérateur explose :

Opérateur 1 : On a fait le démarrage, on vous a écouté on fait des analyses [de laboratoire] et au bout, on n'a rien du tout.

Opérateur 2 : Donnez-nous les moyens de produire. On respire des vapeurs de xylène en haut du Filtre. Il faut qu'il allonge, Jean [responsable des fabrications]. Tout le monde s'en fout !!!

Responsable de l'atelier : Mais non, Jérôme est venu une vingtaine d'heures la semaine dernière [pour travailler sur la panne du Block].

Opérateur 1 : Mais à quoi ça a servi ? »

Ils dénoncent également le manque d'effectif dans les équipes. Les opérateurs mutés dans d'autres ateliers pour des raisons de santé n'ont pas été remplacés :

Réunion du 13/07/2004

« Expert procédés : J'ai regardé les actions à mettre en place car on ne peut pas tout surveiller.

Opérateur : Oui, d'autant plus qu'on est de moins en moins dans les équipes. »

« On court très peu de risques, sauf en cas d'accident, une tuyauterie ou un joint qui lâche. C'est rarissime que ça arrive juste au moment où on passe ! Quand on a un problème de sécurité dans l'atelier, on fait remonter l'info. On est assez solidaire dans les équipes. On menace de faire des débrayages [grèves] pour des choses que l'on estime justes. Par exemple, il y a deux ans, on était trois pour deux ateliers ! [pour les deux bâtiments du VANADIUM°] On a appelé le chef de service et on a menacé de se mettre en débrayage. On n'était pas assez pour assumer toutes les tâches. Q : Comment la situation a-t-elle évolué ? On va dire que ça s'est amélioré. »
Opérateur, 20/10/2003.

Ils écrivent un courrier de doléances au responsable des fabrications afin d'obtenir des améliorations du matériel et du personnel supplémentaire. Les réponses leur seront données lors d'une réunion avec le responsable de l'atelier et Jean, le 14 juillet 2004.

Enfin, ils dénoncent un manque de compétences en procédés affectées à l'atelier, notamment depuis le départ de l'ingénieur procédés :

« On n'a pas d'encadrement technique. Il n'y a pas d'organisation. Le week-end, on est obligé de laisser tomber parce qu'on n'a pas les compétences. On démarre le système et on nous laisse ; l'ingénieur procédés est parti. Jean-Marc [technicien procédés] ne peut pas s'en occuper ! » Opérateur

Jusqu'en septembre 2003, l'atelier disposait d'un ingénieur assisté d'un agent de maîtrise, tous deux spécialisés dans la chimie des procédés. A cette date, l'ingénieur procédé, à sa demande quitte le poste pour rejoindre une unité du secteur biologique. Il ne sera pas remplacé, conformément à la décision de la direction du site de réduire les compétences en procédés affectées aux ateliers de fabrications chimiques. De ce fait, les techniciens procédés assument seuls cette spécialité dans l'atelier car sur le site de Saint-Clair en particulier, les ingénieurs de fabrication ne travaillent pas sur les procédés [comme c'est le cas sur d'autres sites du groupe]. Ils sont gestionnaires de production. Les compétences procédés locales reposent alors sur un technicien procédés. Un ingénieur procédés chargé de grands projets sur le site et, en cas de problème important un expert procédés peuvent l'aider. Pourtant, comme le procédé de fabrication de l'A1 n'est pas complètement stabilisé, les compétences procédés demeurent cruciales pour le fonctionnement de l'atelier. L'ancien ingénieur procédés souligne cette dérive qu'il attribue à la volonté stratégique de développer la fonction Assurance Qualité au détriment des services de fabrication et d'appuis.

« Ce qui m'a surpris au VANADIUM, c'est qu'on est toujours en modification. On fait les mêmes molécules depuis 20 ans et on est toujours en modification des procédés. L'ingénieur procédés manque, on n'a pas de recul, c'est au jour le jour. On n'a que le temps de calculer le rendement, point final. » Louis, Technicien système, 15/10/2004.

« L'adjoint procédés fait du suivi de paramètres critiques qualité, du suivi de mise en œuvre de modifications procédés, des projets comme le changement de verreries comme des colonnes ou des échangeurs. Pour faire le suivi de fabrication côté procédés, il faut être près du terrain. Actuellement, il n'y a plus d'adjoint procédés car il est accaparé par le CHIMINFO. L'ingénieur procédés, c'est Pierre [chef de projet] mais il est accaparé par deux projets : le CHIMINFO et les COV [Composés Organiques Volatils]. Il reste un seul cadre au VANADIUM, c'est le responsable de l'atelier. En Assurance Qualité, le nombre de cadres augmente et dans les ateliers, ça diminue. C'est toujours la fabrication [au sens large les ressources pour fabriquer, compétences procédés incluses] qu'on déshabille pour les services d'appui. C'est un choix critiquable. Ou alors, c'est peut-être qu'on ne servait à rien. On serait dans un atelier où les procédés sont figés, ça peut se justifier mais l'A1 au VANADIUM n'est pas encore en phase stable ! » Michel, ancien ingénieur procédés à l'atelier VANADIUM, 1/12/2003.

Un ingénieur expert en procédés, travaillant ponctuellement sur l'amélioration du procédé A1 nous confirme que cette nouvelle organisation des compétences procédés contraint son travail. Elle multiplie les difficultés d'accès aux données relatives aux procédés afin d'analyser les problèmes rencontrés et de proposer des améliorations. Le départ prématuré de l'ingénieur procédés, les difficultés dans la finalisation du système de conduite, et les insuffisances du nouveau logiciel d'extraction de données de fabrication compliquent le travail d'amélioration des procédés.

*« Au VANADIUM, au début, je n'ai pas eu facilement accès aux données car Paul ne savait pas où elles étaient. Il savait que Michel faisait des extractions de données dans le serveur AS 400 alimenté par le contrôle qualité et qu'il les mettait dans une base Excel. Du jour où Michel est parti, plus personne ne s'en est vraiment occupé. »
Serge, expert en procédés, 13/07/2004.*

De plus, le technicien procédés de l'atelier est mobilisé à plein temps sur le projet de remplacement du système de conduite, il ne peut s'occuper du procédé. Le technicien environnement recruté pour l'assister, même s'il en a les compétences ne peut les mettre à profit car il est lui aussi mobilisé sur le projet avant sa mutation dans une autre unité de l'usine.

Université de Technologie de Compiègne

Département Sciences de l'Homme et Technologie

**Quand les concepteurs
anticipent l'organisation pour
maîtriser les risques :**

**Deux projets de modifications
d'installations sur deux sites classés
SEVESO 2**

Thèse pour le Doctorat de Sociologie

Présentée par

Cynthia Colmellere

JURY

Mme Mathilde Bourrier, Professeur des Universités, Université de Genève,
Directrice de thèse.

M. Frédéric De Coninck, Professeur, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées.

Mme Gudela Grote, Professeur, Eldgenössische Technische Hochschule Zürich.

M. François Jeffroy, Docteur, Chef du Service d'Etudes des Facteurs Humains,
Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire.

M. Hervé Laroche, Professeur, Ecole Supérieure de Commerce de Paris,
Rapporteur.

Mme Laurence Monnoyer-Smith, Maître de conférences, HDR, Université de
Technologie de Compiègne.

Mme Annie Thébaud-Mony, Directeur de recherche, INSERM, *Rapporteur.*

RESUME

Les recherches sur la fiabilité des systèmes socio-techniques à risques, montrent qu'il existe des lacunes organisationnelles dues aux difficultés des techniciens et ingénieurs pour concevoir l'organisation en relation avec la technologie exploitée. Cette thèse aborde le processus de conception comme une construction sociale, contingente et située. L'analyse des contributions des acteurs à deux projets de modifications d'installations chimiques à risques, montre qu'ils anticipent partiellement l'organisation, en relation avec les dispositifs techniques. La perspective sociologique et dynamique adoptée met en évidence les forces et les faiblesses de l'organisation et des pratiques de conception pour prendre en compte les risques majeurs et professionnels. Plus généralement, elle interroge les coûts humains et socio-économiques du travail de conception dans des industries très réglementées, où les exigences de rentabilité et de compétitivité s'ajoutent aux impératifs de maîtrise des risques.

SUMMARY

Research on the reliability of high-risk systems shows that there are failures in organisation which arise from the difficulties that engineers and technicians have in conceiving organisation in relation to the technology used. This thesis treats the design process as a social, contingent and contextual construction. An analysis of the contribution of actors engaged in the modification of high-risk chemical installations shows that their anticipation of the organisation in relation to the technical systems is partial. The social and dynamic perspective adopted reveals the strengths and weaknesses of organisation and design practices in order to take account of the major professional risks. Moreover it questions the human and socio-economic costs of design in highly regulated industries where demands of profitability and competitiveness are additional to the requirements for risk management.

REMERCIEMENTS

C'est avec beaucoup d'émotion que j'achève de rédiger cette thèse. Bien sûr, la satisfaction d'avoir mené à son terme cette étape, même si de nombreuses imperfections demeurent. Mais surtout, ce travail concrétise des rencontres, des relations, des échanges avec des personnes sans lesquelles je ne pourrais écrire ces lignes. C'est aussi pour eux que ce mémoire est écrit, et, je commence donc en les remerciant une première fois toutes et tous.

Je remercie tout d'abord les acteurs industriels des quatre sites qui m'ont ouvert leurs portes pour y observer les mille et une petites choses qui composent le travail de conception. Je remercie particulièrement tous les acteurs rencontrés pour la gentillesse de leur accueil, leur disponibilité et l'intérêt qu'ils ont porté à ma démarche.

Je remercie ma directrice de thèse, Mathilde Bourrier pour m'avoir poussée à emprunter les pentes escarpées des sciences humaines et sociales et surtout, pour être restée convaincue que l'ingénieur parviendrait à y trouver sa place sans perdre ses origines. Je la remercie aussi pour sa direction de thèse atypique et chaleureuse, loin de tout formalisme académique.

Je remercie également François Jeffroy pour m'avoir accueillie pendant ces années à l'IRSN, pour sa confiance renouvelée et son regard analytique et critique, indispensable au mûrissement de ce projet.

Je remercie également Emmanuelle Levy et Marcel Lepetit pour leur accueil au sein du cabinet DS&O, et pour leur relecture et leurs remarques constructives.

Je remercie particulièrement Jacques Theureau, dont la relecture riche et toujours enthousiaste m'a permis d'identifier les faiblesses comme les particularités de ce travail, notamment dans sa phase finale.

A l'Université de Technologie de Compiègne, je remercie Laurence Monnoyer-Smith pour sa confiance lorsqu'elle m'a proposé d'assurer les cours de sociologie industrielle.

Je remercie tous les membres du Service d'Etudes des Facteurs Humains pour leur gentillesse et l'ambiance chaleureuse, à l'instar du qualificatif « humain ». Je pense particulièrement à Marie dont je partage le bureau depuis cinq ans. Son humour a dédramatisé bien des situations.

A l'IRSN, je pense également à Geneviève Baumont, que je remercie pour son amitié, ses encouragements et son enthousiasme sans faille.

Un grand merci à Antoine pour ses beaux dessins.

Je remercie Véronique, Florence, Hélène pour les moments musicaux, indispensables composantes d'un équilibre souvent difficile à maintenir.

Je remercie également Monique, Christelle (aussi pour ses talents de graphiste), José, Virginie J, Virginie B, Thomas, Arnaud, Rosanna, Sezin, Gaëlle ainsi que ma famille.

Enfin, je pense tout particulièrement à Sylvain. *Pour Sylvain.*

SOMMAIRE

Introduction	1
Partie I.....	6
Chapitre 1.....	7
fiabilité et conception technico-organisationnelle	7
1.1. Design organisationnel et fiabilité des industries à hauts risques.....	8
1.1.1. <i>Les causes structurelles et sociales des grands accidents technologiques</i>	8
1.1.1.1. A chaque type de structure son risque d'erreur	8
1.1.1.2. Des caractéristiques structurelles et des principes de conception fatals.....	10
1.1.1.3. Conclusion.....	13
1.1.2. <i>La fiabilité au quotidien : fondements sociaux, organisationnels et technologiques</i>	14
1.1.2.1. Les organisations à haute fiabilité.....	14
1.1.2.2. Fiabilité et design organisationnel.....	16
1.1.2.3. Logiques, structures organisationnelles et culture de contrôle	18
1.1.2.4. Conclusion.....	19
1.2. Organisation, technologie et risques : perspectives croisées.....	20
1.2.1. <i>Organisation, technologie, risques : les ingrédients de la situation de travail</i>	20
1.2.1.1. De l'analyse scientifique du travail à l'analyse des situations de travail : les enjeux de l'ergonomie 20	20
1.2.1.2. Prescription et automatisation : mutations technologiques et organisationnelles.....	24
1.2.1.3. Une vision partielle de l'organisation	29
1.2.2. <i>L'organisation comme une construction sociale</i>	29
1.2.2.1. Organisation et règles de travail.....	29
1.2.2.2. Automatisation et organisation du travail.....	32
1.2.2.3. La technique comme construction sociale : une problématique délaissée ?.....	34
1.2.3. <i>La technique comme une construction sociale</i>	36
1.2.3.1. La dimension centrale des objets techniques.....	36
1.2.3.2. L'organisation comme le résultat du processus d'innovation	37
1.2.3.3. L'objet technique pour relier conception et usages	37
1.2.3.4. Appréhender la conception technico-organisationnelle dans les univers à risques : possibilités et limites de la sociologie de l'innovation.....	38
1.2.4. <i>« Les hommes et les machines » : pour une sociologie des réseaux sociotechniques</i>	41
1.2.4.1. La solidarité technique au cœur du fonctionnement des réseaux.....	41
1.2.4.2. Formes d'organisation et activité technique	42
1.2.4.3. Risque et activité technique : la notion de violence des réseaux sociotechniques	43
1.2.4.4. Relation technologie / organisation dans les univers à risques : possibilités et limites de la sociologie des réseaux sociotechniques	43
1.2.5. <i>Technologie, organisation et risques, anatomie d'un triptyque</i>	45
1.2.5.1. Les principales approches des relations entre technologie et organisation	45
1.2.5.2. Technologie et organisation : deux sphères autonomes en relation	46
1.2.5.3. L'analyse conjointe des relations de pouvoir et du processus de conception pour appréhender la relation entre technologie et organisation	47
1.2.5.4. Champ de conception organisationnelle, champ de conception technologique et risques. ...	48
1.3. Analyser le processus de conception	53
1.3.1. <i>Concevoir en équipe projet</i>	53
1.3.1.1. Manager un projet pour construire des savoirs et des relations.....	53
1.3.1.2. Le processus de conception est une question d'organisation.....	54
1.3.1.3. De l'équipe projet à l'acteur du projet de conception	58
1.3.2. <i>Les acteurs du processus de conception</i>	59
1.3.2.1. Comprendre et accompagner les activités de conception : les contributions de l'ergonome	59
1.3.2.2. Les dimensions sociales du processus de conception	62
1.3.2.3. Acteur, équipe projet : perspectives croisées	65
1.3.3. <i>L'équipe projet est inscrite dans un environnement</i>	66
1.3.4. <i>Dynamique ou dynamiques du projet ?</i>	67
1.3.5. <i>Acteur/action/activité : pour une approche dynamique du processus de conception</i>	70
1.3.6. <i>Conclusion</i>	71
Chapitre 2.....	72
Methodologie.....	72
2.1. Les projets de modifications d'installation comme objets d'analyse	73
2.1.1. <i>Deux projets de modifications, l'ingénieur et le sociologue</i>	73
2.1.2. <i>Des vignettes pour appréhender les projets de conception</i>	76
2.2. Recueillir des données	77
2.2.1. <i>Accéder au terrain avec le double regard de l'ingénieur et du sociologue</i>	77
2.2.1.1. Une entrée par les voies officielles	77
2.2.1.2. Ingénieur et sociologue : talon d'Achille ou botte secrète ?	77
2.2.1.3. Etre ingénieur : un passeport auprès de certains acteurs ?	78
2.2.2. <i>Recueillir des données</i>	81
2.2.2.1. Les entretiens.....	81
2.2.2.2. L'observation des réunions de travail : la dynamique du travail de conception.....	83
2.3. Comparer deux projets singuliers	84
2.3.1. <i>Analyser les données recueillies</i>	84
2.3.2. <i>Documents et supports de travail : comprendre le travail de conception et le fonctionnement de l'organisation projet</i>	89
2.3.3. <i>Comparer deux projets singuliers</i>	90
2.3.3.1. Comparaison et démarche d'enquête	90
2.3.3.2. Analyse comparative	90

Partie II	92
Chapitre 3	93
<i>économie, activités à risques, réglementation : les composantes de l'environnement des deux projets de modification</i>	93
3.1. Deux sites chimiques aux antipodes : la chimie organique séculaire et la production de médicaments d'avenir	94
3.1.1. Le site CHIMIE de La-Source : Un site historique en transition	94
3.1.2. Le site PHARMA de Saint-Clair : production et qualité	97
3.2. Fabriquer des produits et maintenir les installations : la toile de fond des deux projets	99
3.2.1. Les fabrications	99
3.2.1.1. « THORIUM » et « PHOSPHORE » : les deux ateliers « poumons » de l'usine CHIMIE de La-Source	99
3.2.1.2. L'atelier VANADIUM : « le tracteur » de l'usine PHARMA Saint-Clair	101
3.2.2. Une maintenance courante sous-traitée sur les deux sites	107
3.2.2.1. La-Source : la maintenance courante échappe aux acteurs du site	107
3.2.2.2. PHARMA : Une maintenance tripartite	108
3.3. Installations à risques, installations réglementées	109
3.3.1. CHIMIE : utiliser de l'acide A : risques professionnels et risque d'accident majeur	109
3.3.1.1. Travailler avec l'acide A	109
3.3.1.2. Des parades réglementaires centrées sur le risque d'accident majeur	112
3.3.2. PHARMA : Produire des principes actifs pour les médicaments : des risques pour les travailleurs et pour les consommateurs	114
3.3.2.1. Un atelier complexe et dangereux	114
3.3.2.2. Une réglementation qui touche les produits fabriqués et les processus de fabrication	115
3.4. Conclusion :	119
Chapitre 4	120
<i>technologie, risques, organisation : les ingrédients des deux projets de modification</i>	120
4.1. Objectifs des projets	121
4.1.1. CHIMIE : modifier le poste de dépotage pour respecter les prescriptions d'un arrêté préfectoral	121
4.1.2. PHARMA : Remplacer un système de conduite vieillissant et se mettre en conformité avec la réglementation du médicament	122
4.2. S'organiser pour concevoir : choisir des acteurs et distribuer les rôles	124
4.2.1. CHIMIE : S'organiser pour modifier le poste de dépotage d'acide A	124
4.2.1.1. Une équipe projet qui conçoit	124
4.2.1.2. Un Comité de Pilotage qui décide	127
4.2.1.3. L'inspecteur des installations classées : l'exercice du contrôle	130
4.2.2. PHARMA : S'organiser pour remplacer le système de conduite	131
4.2.2.1. L'équipe projet : un cœur de techniciens	131
4.2.2.2. Un Comité de Pilotage en appui	133
4.3. Conclusion	135
Partie III	136
Chapitre 5	137
<i>Scènes de la vie du projet de modification du poste de dépotage d'acide A</i>	137
5.1. Situation initiale : le dépotage de l'acide A avant la mise en conformité	138
5.1.1. Logistique	138
5.1.2. Description de l'installation	138
5.1.3. Les acteurs du dépotage	139
5.1.3.1. Les opérateurs journaliers de la fabrication effectuent les opérations délicates de branchement et de débranchement	140
5.1.3.2. Les opérateurs du SUG pilotent et surveillent le dépotage	140
5.1.3.3. Une installation vieillissante	142
5.2. Les enjeux du projet de modification du poste de dépotage	143
5.2.1. Les enjeux réglementaires : obtenir l'autorisation d'exploiter le futur poste de dépotage	143
5.2.2. Les enjeux organisationnels : articuler organisation des activités de l'atelier THORIUM avec les activités de dépotage	143
5.2.3. Les enjeux technologiques : Difficulté technique modérée pour installation à hauts risques	143
5.2.4. Les enjeux de persuasion	144
5.3. Une brève histoire de la mise en conformité du poste de dépotage d'acide A	145
5.3.1. Petite chronologie du projet	145
5.3.1.1. Première période : Du cabanage du poste de dépotage actuel à une nouvelle installation	145
5.3.1.2. Deuxième période : restrictions budgétaires	147
5.3.1.3. Troisième période : Contraintes pratiques	149
5.3.1.4. Quatrième période : modifications finales	151
5.3.2. La vie parallèle du dossier de demande d'autorisation d'exploiter	154
5.3.2.1. Le chef de projet rédige le dossier	154
5.3.2.2. L'inspecteur de la DRIRE instruit le dossier	155
5.4. Méthodes et supports du travail de conception	160
5.4.1. Le schéma Technologie Instrumentation (TI) : support et trace des activités de conception	160
5.4.2. Analyse des risques selon la méthode HAZop	161
5.4.2.1. Généralités	161
5.4.2.2. La réunion Hazop du 14 octobre 2003, quelques données	163
5.4.3. Les finitions de l'installation au couperet de l'analyse de la valeur	164
5.4.3.1. Principes généraux	164
5.4.3.2. L'analyse de la valeur dans le projet de modification du poste de dépotage	165
Chapitre 6	168
<i>Quand les concepteurs pensent l'organisation, la technologie et les risques</i>	168
6.1. Dynamique et fondements des choix de conception du futur poste de dépotage	169
6.1.1. Mettre en œuvre le procédé	169

6.1.1.1.	Maîtriser la température de l'acide A.....	169
6.1.1.2.	Maîtriser la pression de l'acide A.....	172
6.1.1.3.	Distribuer l'acide aux ateliers « THORIUM » et « PHOSPHORE »	173
6.1.2.	Surveiller le procédé	175
6.1.3.	Dépoter l'acide A	176
6.1.3.1.	Nombre de postes de dépotage, une question de risques et d'organisation	177
6.1.3.2.	Brancher les flexibles aux wagons	178
6.1.3.3.	Dégazer les wagons (= décompresser le wagon + balayer les flexibles et le wagon)	179
6.1.4.	Choisir le niveau d'automatisation des vannes de l'installation.....	182
6.1.4.1.	Brancher les wagons et tester l'étanchéité des flexibles.....	182
6.1.4.2.	Commander le dépotage	186
6.1.4.3.	Arrêts d'urgence	186
6.1.5.	Sectionner l'installation	187
6.1.6.	Protéger les travailleurs.....	188
6.1.6.1.	Abriter les opérateurs	188
6.1.6.2.	Configurer l'installation	188
6.1.6.3.	Equiper les opérateurs	189
6.1.6.4.	Assainir l'environnement de travail	190
6.1.6.5.	Prévoir des systèmes de secours.....	190
6.2.	Conjuguer technologie et organisation pour maîtriser les risques	191
6.2.1.	La technologie pour maîtriser les risques	191
6.2.1.1.	Analyser la manière dont les choix technologiques impactent les risques majeurs et professionnels	191
6.2.1.2.	Prendre en compte les risques majeurs et professionnels pour faire des choix technologiques.....	194
6.2.1.3.	Une automatisation « raisonnée » pour prévenir les risques majeurs et professionnels	198
6.2.2.	Quelle prise en compte de l'organisation dans la conception ?	201
6.2.2.1.	Les concepteurs pensent l'organisation	201
6.2.2.2.	Les ingrédients de la conception organisationnelle	207
6.2.2.3.	La construction progressive des choix technico-organisationnels.....	209
6.3.	Conclusion :	215
Chapitre 7.....		216
Des structures organisationnelles et des méthodes de conception déterminantes.....		216
7.1.	La construction collective de la maîtrise des risques.....	217
7.1.1.	Dépasser une solution « bac A » qui le dépasse.....	217
7.1.1.1.	Les risques majeurs et professionnels en jeu	217
7.1.1.2.	Convaincre le responsable du Bureau d'Etudes	218
7.1.2.	Faire avancer le projet	224
7.1.2.1.	Démontrer qu'il a pensé les risques pour les opérateurs	224
7.1.2.2.	Ecourter les discussions	225
7.1.3.	Justifier le choix du dispositif en T.....	227
7.1.3.1.	Montrer que le T est indispensable.....	227
7.1.3.2.	Mobiliser les voix contre l'alternative proposée par le responsable du Bureau d'Etudes.	228
7.2.	Comprendre les blancs dans le travail de conception à partir de l'organisation.....	229
7.2.1.	La maintenance dans l'angle mort du processus de conception	230
7.2.1.1.	Une absence résultant de l'organisation du projet.....	230
7.2.1.2.	Des conflits entre service Fiabilité Matériel et Bureau d'Etudes résultant de l'organisation des modifications d'installations.	232
7.2.1.3.	Des activités de maintenance devenues opaques.....	234
7.2.2.	Des méthodes et des supports de conception contraignant la prise en compte de l'organisation pour maîtriser les risques.....	234
7.2.2.1.	Des représentants des futurs utilisateurs intermittents de la conception	235
7.2.2.2.	Possibilités et limites de l'Hazop	236
7.2.2.3.	L'analyse de la valeur	241
7.3.	Conclusion	245
Partie IV.....		246
Chapitre 8 Scènes de la vie du projet de remplacement du système de conduite		247
8.1.	Situation initiale : fabriquer avec l'ancien système de conduite, des pratiques de conduite peu académiques	248
8.1.1.	Aux origines de ces pratiques : l'histoire de l'atelier et son organisation.....	248
8.1.2.	Des pratiques qui se développent avec la construction de la réputation de l'atelier sur le site	250
8.1.3.	Une autonomie des opérateurs renforcée par l'organisation de l'atelier	251
8.1.4.	Des pratiques inscrites dans un fonctionnement de l'atelier sur le mode individuel	252
8.2.	Les enjeux du projet.....	254
8.2.1.	Enjeux réglementaires : des produits et des process de fabrication conformes aux standards réglementaires.....	254
8.2.2.	Enjeux organisationnels : restaurer les hiérarchies dans les équipes	255
8.2.3.	Enjeux technologiques : Automatiser des procédés complexes	256
8.3.	Une brève histoire du remplacement du système de conduite	258
8.3.1.	Première période : la programmation du système de conduite.....	258
8.3.1.1.	Contenu technique	258
8.3.1.2.	Planning.....	260
8.3.1.3.	Budget.....	261
8.3.2.	Seconde période : un démarrage chaotique	261
8.3.2.1.	Intégration du projet à l'atelier.....	262
8.3.2.2.	Planning.....	264
8.3.2.3.	Conséquences à moyen terme	265
8.3.2.4.	Une finalisation des supports de suivi des fabrications difficile	266
8.3.3.	La validation	270

8.3.3.1.	Principes réglementaires	270
8.3.3.2.	La validation au cours du projet	272
Chapitre 9 La technologie et l'organisation du travail pour changer les pratiques : chronique d'une réforme inachevée		275
9.1.	Les dysfonctionnements révèlent une conception et une préparation du démarrage amnésiques	276
9.1.1.	Les activités de fabrication dans le prisme du système de conduite	276
9.1.1.1.	La complexité de la conduite des procédés par phases sous-estimée	276
9.1.1.2.	Un contrôle des paramètres critiques pour la qualité dissocié des activités de fabrication	277
9.1.1.3.	Un déroulement des procédés de fabrication sans aléas	278
9.1.2.	Une préparation du démarrage fondée sur un atelier virtuel	279
9.1.2.1.	Des capteurs parfaits	279
9.1.2.2.	Des précautions d'usage oubliées	280
9.1.3.	Les pannes informatiques révèlent une définition des besoins incomplète	280
9.1.4.	Le manque de traçabilité révèle une traduction expéditive des exigences réglementaires	281
9.1.4.1.	Un processus de fabrication enregistré en pointillés	281
9.1.4.2.	La valeur de preuve légale des données de fabrication sous-estimée	281
9.1.4.3.	Une validation résumée à ses supports	282
9.2.	La résolution des dysfonctionnements	282
9.2.1.	Traduire les exigences réglementaires de suivi des fabrications	282
9.2.1.1.	Enregistrer les données de fabrication : entre application des règles et définition progressive	282
9.2.1.2.	Archiver les données, une traduction de la réglementation à construire	283
9.2.2.	Fiabiliser le système de conduite pour maîtriser les risques	284
9.2.2.1.	Une réparation du système durable pour maîtriser les risques	284
9.2.2.2.	Conjuguer disponibilité du système et maîtrise des risques à court terme	285
9.2.2.3.	Finaliser le système : disponibilité et maîtrise des risques à long terme	286
9.2.2.4.	Valider le système et les recettes de fabrication	287
9.2.3.	Retrouver des pratiques de conduite conformes aux objectifs initiaux : armes technologiques et organisationnelles	288
9.2.3.1.	Former les opérateurs	288
9.2.3.2.	Modifier les supports à la conduite	288
9.2.3.3.	Redistribuer les droits d'accès	288
9.2.4.	Remédier aux pannes des capteurs et du matériel de l'atelier	288
9.2.4.1.	Une résolution à court terme : contourner le problème des capteurs pour maîtriser la conformité	288
9.2.4.2.	Réparer les gros appareils : traiter le mal à la racine ?	289
9.3.	Conjuguer technologie et organisation pour maîtriser les risques	290
9.3.1.	La technologie pour maîtriser les risques	290
9.3.1.1.	Analyser les conséquences des choix technologiques sur les risques de non-conformité et les risques professionnels	290
9.3.1.2.	Prendre en compte des risques de non-conformité et les risques professionnels pour faire des choix technologiques	292
9.3.2.	Quelle prise en compte de l'organisation dans la conception du nouveau système de conduite ?	292
9.3.2.1.	Les concepteurs ont pensé l'organisation	293
9.3.2.2.	Les ingrédients de la conception organisationnelle	296
9.3.2.3.	La construction progressive des choix technico-organisationnels	297
9.4.	Conclusion :	304
Chapitre 10 Au-delà des origines techniques d'un démarrage difficile		305
10.1.	Une réforme des pratiques de fabrication par la technologie : chronique d'un échec annoncé	306
10.1.1.	Des opérateurs contraints de se débrouiller avec les moyens du bord	306
10.1.1.1.	Accéder à une conduite des procédés plus manuelle pour produire et maîtriser les risques	308
10.1.1.2.	Les opérateurs ne sont pas représentés dans le projet	309
10.1.2.	La maîtrise des risques dans le prisme du système de conduite : petite sociologie de l'atelier	309
10.1.2.1.	D'une maîtrise des risques fondée sur les compétences et les pratiques	309
10.1.2.2.	...à une maîtrise des risques basée sur la technologie du système de conduite	312
10.1.3.	Des supports et des méthodes qui ne soutiennent pas cette réforme	313
10.2.	Assurance Qualité et maintenance de l'atelier : des absences lourdes de conséquences	314
10.2.1.	La qualité dans l'angle mort du processus de conception	314
10.2.1.1.	S'organiser pour se mettre en conformité sans l'Assurance Qualité	314
10.2.1.2.	Des conflits entre Assurance Qualité et Fabrication résultant de l'organisation du contrôle de la qualité dans l'atelier	315
10.2.2.	Une maintenance effacée	320
10.2.2.1.	Concevoir sans la maintenance	321
10.2.2.2.	Démarrer sans la maintenance : un problème de compétences dans l'atelier	321
10.2.2.3.	...et d'organisation de la maintenance	323
10.2.2.4.	Les errements dans la résolution de la panne du Block sont le résultat du positionnement de l'atelier sur le site	324
10.3.	Forces et faiblesses de l'organisation du projet de remplacement du système de conduite	325
10.3.1.	L'équipe projet	326
10.3.1.1.	Les contraintes de l'équipe projet	326
10.3.1.2.	Les ressources pour la coopération	329
10.3.2.	Les acteurs d'interface : les chevilles ouvrières de la finalisation du système	331
10.3.2.1.	Le chef de projet à l'interface de l'équipe projet et du Comité de Pilotage	331
10.3.2.2.	Le responsable EICP à l'interface de l'équipe projet, du Comité de Pilotage et du fabricant du système	332
10.3.3.	La résolution des pannes du système : une illustration des forces de l'organisation du projet	334
10.4.	Conclusion :	337
Partie V		338
Chapitre 11 De la conception organisationnelle dans les modifications technico-organisationnelles.		339
11.1.	Les éclairages d'une analyse des processus de conception technico-organisationnelle	340

11.1.1.	<i>Penser l'articulation technico-organisationnelle comme une relation de « contraintes mutuelles »</i>	340
11.1.1.1.	Organisation et dispositifs techniques : des relations de contraintes mutuelles	340
11.1.1.2.	La conception technico-organisationnelle comme une transformation d'anticipations	342
11.1.1.3.	Conclusion	343
11.1.2.	<i>Les limites de la notion de logique</i>	343
11.1.2.1.	Un caractère exclusif contestable	344
11.1.2.2.	Une stabilité problématique	345
11.1.2.3.	Conclusion	345
11.1.3.	<i>Les limites d'une analyse en termes de pouvoir hiérarchique :</i>	346
11.1.3.1.	Les limites du pouvoir concentré	346
11.1.3.2.	Comprendre les relations de pouvoir à partir des choix d'organisation des projets de conception et de leur environnement	347
11.1.3.3.	« Tous les acteurs sont des décideurs »	348
11.1.3.4.	Conclusion	349
11.1.4.	<i>Les limites de la notion de choix politique</i>	350
11.1.4.1.	Des choix technico-organisationnels construits	350
11.1.4.2.	Le manager est un acteur comme les autres	351
11.1.4.3.	La dynamique des projets	352
11.1.4.4.	Conclusion	355
11.2.	La face sombre des projets de conception de systèmes socio-techniques à risques	355
11.2.1.	<i>Un effet de double éblouissement de la technique</i>	355
11.2.1.1.	La future installation et les inconvénients de l'installation initiale dans le prisme de la technique	355
11.2.1.2.	Un contexte de modification réducteur	357
11.2.1.3.	Conclusion	357
11.2.2.	<i>La maintenance des installations : le serpent de mer des projets de conception</i>	358
11.2.2.1.	La sous-traitance : les fondations structurelles et sociales de l'absence de maintenance en conception	358
11.2.2.2.	Un déclin progressif	359
11.2.2.3.	Conclusion	359
11.2.3.	<i>Les concepteurs anticipent l'organisation</i>	360
11.2.3.1.	Organisation tronquée	360
11.2.3.2.	Organisation fragmentée	361
11.2.3.3.	Organisation formelle et individuelle	362
11.2.3.4.	L'organisation comme un cadre d'action et comme un programme d'activités individuels	363
11.2.3.5.	Conclusion	364
11.2.4.	<i>Structures organisationnelles et risques : des liaisons fatales ?</i>	364
11.2.4.1.	« Technological fixes » : des risques construits et pas uniquement hérités	364
11.2.4.2.	Le système de conduite : des erreurs non exclusives l'une de l'autre	367
11.2.5.	<i>CHIMIE : Quand le risque majeur éclipse le risque professionnel</i>	371
11.2.5.1.	Sauver le site	371
11.2.5.2.	Le risque professionnel : le parent pauvre du contrôle des sites classés Seveso 2	372
11.2.5.3.	Les effets de la « licence sociale »	372
11.2.5.4.	Conclusion	373
11.2.6.	<i>PHARMA : Automatiser pour se mettre en conformité avec la réglementation</i>	373
11.2.6.1.	Instrumenter l'opérateur : une fonction paradoxale de l'automatisation ?	373
11.2.6.2.	Automatiser pour organiser, organiser pour automatiser	375
11.2.6.3.	Conclusion	378
11.3.	Forces et faiblesses de la conception technico-organisationnelle	379
11.3.1.	<i>Réunir et distribuer les compétences de conception, capitaliser les connaissances</i>	379
11.3.1.1.	Représenter les futurs utilisateurs	381
11.3.1.2.	Organiser la participation des futurs utilisateurs et des intermittents de la conception	382
11.3.1.3.	Recrutement des acteurs et compétences critiques	383
11.3.1.4.	Constituer une mémoire des projets	383
11.3.1.5.	Conclusion	384
11.3.2.	<i>Instrumenter le processus de conception</i>	384
11.3.2.1.	Des supports fonctionnels qui limitent l'anticipation des activités et de leur organisation	384
11.3.2.2.	Améliorer les outils et les systèmes d'aide à la conception	385
11.3.2.3.	Conclusion	386
11.3.3.	<i>Interroger la réglementation et le contrôle des sites industriels classés Seveso 2</i>	387
11.3.4.	<i>Réhabiliter la maintenance des sites industriels à risques</i>	388
11.4.	Conclusion	390
CONCLUSION	Du design organisationnel au processus de conception : du « pourquoi ? » au « comment ? »	393
	<i>Les premiers choix de conception sont les choix d'organisation du projet</i>	393
	<i>Comprendre la conception de l'organisation passe par l'analyse de la construction des choix technico-organisationnels</i>	394
	Comprendre la conception de l'organisation : un défi méthodologique	395
BIBLIOGRAPHIE		399

Introduction

La contribution de l'organisation à la fiabilité des grands systèmes socio-techniques à risques fait consensus parmi les acteurs qui exploitent, maintiennent et modifient ces systèmes. Dans le rapport annuel de l'Autorité de Sûreté Nucléaire (2006), les analyses d'incidents survenus dans les réacteurs à eau pressurisée d'Electricité de France indiquent que la proportion d'incidents liés à des causes organisationnelles et humaines a tendance à augmenter. Elle est passée de 75% en 2002 à 80% en 2005. Dans le secteur industriel, les analyses statistiques établies à partir de la base de données ARIA (Analyse, recherche et Informations sur les Accidents), exploitée par le Ministère de l'Écologie, du Développement et de l'Aménagement Durables montre que le « facteur humain et organisationnel » est impliqué dans plus de 50% des accidents¹. Elles soulignent également que ce chiffre est généralement sous-estimé car lorsque l'analyse des accidents dépasse les causes premières, ce facteur est impliqué dans la presque totalité des cas.

Par ailleurs, en 2002, la Direction générale de la Sûreté Nucléaire et de la Radioprotection (DGSNR) a demandé au groupe permanent chargé des réacteurs d'examiner la méthodologie utilisée par Electricité de France pour prendre en compte les facteurs humains et organisationnels dans la conception et la réalisation de modifications impactant les activités de conduite ou de maintenance des réacteurs nucléaires à eau pressurisée. Le rapport présentant l'évaluation menée par l'IRSN à l'issue de l'instruction technique montre que les facteurs humains et organisationnels sont insuffisamment intégrés dans les projets de modifications et de conception. Plus particulièrement, l'analyse, fondée sur des études de cas, montre que dans certaines situations, cette lacune est à l'origine d'événements significatifs pour la sûreté. De plus, l'analyse de l'IRSN montre que cette insuffisance résulte des difficultés rencontrées par les acteurs de ces projets notamment : la lourdeur et la complexité de l'organisation dans laquelle ils travaillent et la domination d'une « culture technique » éloignée des préoccupations quotidiennes des activités d'exploitation et de maintenance. Dans le secteur industriel, pareille analyse de la prise en compte des facteurs humains et organisationnels dans les projets de conception ou de modifications d'installations n'existe pas. Pour autant, ces réflexions ne sont pas absentes. La commission d'enquête mandatée à la suite de l'accident de l'Usine d'AZF recommande le réexamen des études de dangers à chaque changement d'organisation, sous l'angle des facteurs humains et organisationnels. Elle plaide également pour une expertise pluridisciplinaire des installations, intégrant les aspects humains et organisationnels.

Cette prise de conscience pose des questions critiques. Comment l'organisation contribue-t-elle à la fiabilité de ces systèmes socio-techniques à risques ? Comment les acteurs de ces systèmes socio-techniques à risques décident-ils d'organiser leur travail pour répondre aux objectifs de performance et de maîtrise des risques ? Comment l'organisation est-elle mobilisée pour concevoir et modifier des installations sûres et performantes ?

¹ Par extension, le terme « accidents » regroupe les incidents et les accidents.

Deux types de recherches se sont intéressées à ces questions : des analyses rétrospectives de grands accidents technologiques (Perrow, 1999 a²; Heimann, 1997³) et des études des pratiques quotidiennes des acteurs de ces univers (Bourrier, 1999⁴, Rochlin, 2001⁵). Elles mettent en évidence le rôle important des structures organisationnelles et des modes de fonctionnement de l'organisation dans l'obtention de la fiabilité. A partir de ces connaissances sur les résiliences et les fragilités des organisations à hauts risques, ces recherches ont proposé des voies d'amélioration. Toutefois, elles ne permettent pas de définir les types d'organisations à privilégier pour prévenir les risques de défaillances et d'accidents (Bourrier, 2003⁶, 2004⁷). En fait, on ne sait pas dire comment lorsqu'ils conçoivent ou modifient leurs installations, les acteurs conçoivent des organisations qui concourent ou attendent à la fiabilité. Pourtant, les ressources allouées par les choix organisationnels aux acteurs de ces systèmes pour construire, au quotidien un fonctionnement fiable, interrogent également les conditions de leur production. C'est pourquoi, certaines de ces recherches ont également étudié les principes de conception de ces grands systèmes à risques (Perrow, 1999 a), Perin, 2005⁸). Elles font consensus sur la nécessité d'appréhender l'organisation à partir des relations qu'elle entretient avec les technologies dangereuses dont elle supporte l'exploitation. Cependant, elles divergent quant à la nature des relations entre technologie et organisation et à leurs contributions respectives au fonctionnement fiable de ces systèmes à risques. Une partie de ces recherches considère la technologie comme une contrainte à laquelle il faut adapter l'organisation et, de ce fait, voient l'organisation comme l'une des principales ressources pour obtenir la fiabilité (HRO). Pour d'autres, deux caractéristiques des systèmes sociotechniques sont sources d'accidents : la complexité et le couplage entre ses différents composants. Ces lacunes sont d'autant plus graves qu'elles ne peuvent être compensées parce que les acteurs de ces systèmes sociotechniques, techniciens et ingénieurs ne savent pas concevoir de l'organisation en relation avec la technologie qu'elle supporte.

Ce débat a des conséquences fondamentales en termes théoriques et pratiques. Pourtant, il laisse aujourd'hui encore de larges zones d'ombre sur la manière dont la conception organisationnelle peut contribuer à la fiabilité. En effet, ces différentes recherches ont adopté un angle d'approche qui les éloigne des problèmes de conception qu'elles abordent : elles appréhendent la conception de l'organisation à partir de l'analyse rétrospective d'accidents. Pourtant, c'est bien dans l'intimité des choix de conception technico-organisationnels que se joue l'élaboration des composantes de la future organisation avec lesquelles les acteurs de ces systèmes à risques devront composer.

² Perrow, C. (1999a). *Normal Accidents, Living with High-Risk Technologies*. Princeton, New Jersey: Princeton University Press. (2ème édition avec post-face, 1ère édition, 1984)

³ Heimann, L. (1997). *Acceptable Risks, Politics, Policy and Risky Technologies*. An Arbor, MI: The University of Michigan Press.

⁴ Bourrier, M. (1999). *Le nucléaire à l'épreuve de l'organisation*. Paris : Presses Universitaires de France.

⁵ Rochlin, G. (2001). Les organisations « à haute fiabilité » : bilan et perspectives de recherche. In Bourrier, M. (Ed.) *Organiser la fiabilité*. Paris : L'Harmattan, pp.39-70.

⁶ Bourrier, M. (2003 a). Facteurs organisationnels : du neuf avec du vieux. *Revue Annales des Mines, Réalités industrielles*, pp.19-22.

⁷ Bourrier, M. (2004). *Le risque organisationnel. Enjeux pour la connaissance sociologique*. Mémoire présenté pour l'Habilitation à Diriger des Recherches. Université de Technologie de Compiègne.

⁸ Perin, C. (2005). *Shouldering Risks. The culture of Control in the Nuclear Power Industry*. Princeton, NJ :Princeton University Press.

Nous partons du principe que l'on améliorera la prévention des défaillances organisationnelles si l'on comprend mieux la conception des forces et des fragilités de l'organisation. C'est pourquoi, dans cette thèse, nous abordons la contribution de l'organisation à la fiabilité des systèmes socio-techniques à risques à partir du processus de conception technico-organisationnel. L'objet de cette thèse est une contribution théorique et pratique en nous situant à l'intérieur du processus de conception des modifications d'installations pour observer, décrire et analyser l'élaboration des choix technico-organisationnels. Pour cela, nous nous appuyons sur deux études de cas détaillées de modifications d'installations à risques, dans deux sites industriels classés Seveso 2. Sur le site CHIMIE, nous avons suivi le projet de mise en conformité du poste de dépotage d'un produit acide. Sur le site PHARMA, nous nous sommes intéressés au projet de remplacement du système de conduite d'un grand atelier de fabrication d'intermédiaires médicamenteux. Les questions auxquelles notre travail de recherche cherche à répondre sont les suivantes : Comment, sous quelles conditions et dans quels contextes les acteurs de ces systèmes socio-techniques à risques conçoivent-ils une organisation fiable ? C'est pourquoi, nous nous intéressons conjointement au processus de conception et à l'objet socio-technique en cours de conception. Nous abordons le processus de conception technico-organisationnel d'un point de vue systémique, grâce à l'analyse sociologique des pratiques des acteurs de ces projets. Nous nous intéressons aux contributions individuelles et collectives des acteurs des projets de conception et à la dimension organisée de ces activités de conception. Les organisations projet sont des cadres de travail au sein desquels les acteurs mobilisent des ressources et des contraintes pour élaborer des stratégies d'action qui permettent de comprendre comment ils anticipent les activités futures, leur organisation et les risques associés. Nous considérons l'organisation projet comme inscrite dans l'organisation du site et prenons en compte les influences de l'environnement réglementaire, institutionnel et social de cette dernière.

Cette perspective sociologique et dynamique, articulant plusieurs niveaux d'analyse permet d'interroger les coûts humains, sociologiques et économiques de ce travail de conception dans des industries où les exigences de rentabilité et de compétitivité s'ajoutent aux impératifs de sûreté et de fiabilité. Elle nous permet également d'appréhender les apports et les limites des choix d'organisation de la conception pour mener à bien la conception d'un dispositif socio-technique fiable. De plus, l'analyse des choix technico-organisationnels nous permet de porter un regard nouveau sur la nature des relations qu'entretiennent technologie et organisation. Enfin, la connaissance des contextes, des modes d'organisation des projets de conception et des pratiques qui mènent à la création des forces et des fragilités de l'organisation constitue un pas supplémentaire dans la compréhension de ces dernières. Dans une optique prospective, elle offre des outils précieux pour identifier les pratiques et les choix de conception susceptibles de conduire aux défaillances de l'organisation conçue.

Organisation de la thèse

Exposer l'analyse de deux processus dynamiques et donc organiser cette thèse est un exercice délicat. Nous nous appuyons sur une revue des travaux de plusieurs disciplines qui abordent les projets de conception de systèmes socio-techniques à risques, plus particulièrement la manière dont l'organisation des activités futures est prise en compte au cours de la conception. Ces différentes approches et leurs apports sont présentés dans le chapitre 1. Cependant, à mesure que nous avons

pénétré l'épaisseur des arbitrages technico-organisationnels pour en comprendre les fondements, nous avons été confrontés au manque de références bibliographiques pour appréhender la manière dont les concepteurs, ingénieurs et techniciens anticipent l'organisation dans ces univers à risques. C'est pourquoi, nous avons mené cette recherche selon une double perspective. La première consiste en une analyse déductive pour vérifier les hypothèses que nous avons élaborées concernant : 1) la construction et la nature des relations entre technologie et organisation, 2) le poids des structures de l'organisation de la conception, 3) les influences de l'environnement sur les contributions des acteurs. Cependant, notre approche de la conception technico-organisationnelle émerge en partie de notre travail d'analyse et de mise en perspective des deux projets de modifications d'installation. C'est pourquoi, nous pratiquons dans le même temps une démarche inductive, c'est-à-dire qu'à partir des observations et des analyses des situations de travail de conception, nous précisons la nature des relations entre technologie et organisation et nous caractériserons les contributions des acteurs à la conception de l'organisation. C'est pourquoi, le premier chapitre de cette thèse présente une revue de la littérature articulée en trois parties, permettant de situer notre problématique et notre analyse de la conception organisationnelle comme une construction sociale, contingente et située. La première partie du chapitre reprend les liens entre design organisationnel et risques. La deuxième partie traite plus particulièrement des relations entre technologie, organisation et risques afin de tirer des hypothèses générales sur la nature de ces relations. Enfin, la troisième partie concerne spécifiquement les processus et les activités de conception. Elle permet d'enrichir les hypothèses formulées en fin de seconde partie et de les préciser.

Le second chapitre de cette thèse présente notre méthodologie de recueil et d'analyse de données. Il montre comment les deux projets analysés vont permettre de répondre à notre problématique. Il met également en évidence les avantages et les limites de notre double profil d'ingénieur et de sociologue pour traiter cette dernière. Enfin, ce chapitre expose les raisons pour lesquelles nous avons choisi de nous focaliser sur des moments clés des projets de conception que nous restituons et analysons sous forme de « vignettes ».

La seconde partie de la thèse concerne la construction des cadres organisationnels à partir desquels les acteurs des projets vont contribuer au travail de conception. Dans le chapitre 3, nous présentons les spécificités de chaque site, notamment, leurs activités, leur organisation, les contraintes auxquelles ils doivent faire face, c'est-à-dire ce que nous appelons l'environnement des projets. Dans le chapitre 4, nous présentons les fondations organisationnelles de chaque projet. Ces informations sont indispensables pour comprendre les ressources et les contraintes avec lesquelles les concepteurs devront composer pour modifier les installations.

La troisième partie de la thèse composée des chapitres 5, 6 et 7 concerne le site CHIMIE. La quatrième partie, composée des chapitres 8,9 et 10 concerne le site PHARMA. Pour chaque terrain, les chapitres 5 et 8 présentent les installations et les situations de travail modifiées par les projets ainsi que les enjeux de ces derniers. Ensuite, une chronologie permet de situer les « vignettes » et de justifier leur choix. Le chapitre 6 présente l'analyse de la manière dont les acteurs du projet de mise en conformité du poste de dépotage ont anticipé la future organisation à travers l'élaboration des choix technico-organisationnels. Le chapitre 7 identifie les fondements de ce travail à partir des

structures de l'organisation projet, des relations entre les acteurs du projet, resituées dans l'environnement du projet. Le chapitre 9 présente les difficultés des acteurs du projet de remplacement du système de conduite pour démarrer le nouveau système et les solutions mises en place pour y remédier. A travers cette analyse, il s'agit de révéler la manière dont les acteurs du projet ont anticipé l'organisation des futures activités de l'atelier. Le chapitre 10 permet de rechercher les fondements de cette anticipation dans les structures organisationnelles du projet mais également dans le fonctionnement routinier d'un atelier marqué par une histoire mouvementée.

Dans la cinquième et dernière partie, nous tirerons le bilan de nos résultats que nous discuterons pour les confronter aux approches présentées dans le chapitre 1. Le chapitre 11 poursuit trois objectifs complémentaires. Premièrement, nous revenons sur nos hypothèses et les complétons grâce aux analyses réalisées dans les deux parties précédentes. Il s'agit de mieux définir la nature du travail de conception organisationnelle et de les confronter avec les résultats de la littérature à ce sujet. Deuxièmement, en mettant en perspective les deux projets, nous mettons en évidence un certain nombre d'invariants des projets de conception des modifications d'installations à risques. Troisièmement, à partir de ces invariants et de nos résultats d'analyse, nous dégageons les forces et les faiblesses de la conception technico-organisationnelle pour élaborer une organisation fiable. Sans proposer de recommandations « clés en main », cette dernière partie vise à mieux identifier les ressorts à partir desquels se construit la fiabilité de l'organisation au cours de la conception.

Enfin, nous concluons. D'une part, nous reviendrons sur les apports de notre analyse des processus de conception pour analyser la contribution de l'organisation à la fiabilité. D'autre part, nous préciserons les avantages et les limites de notre méthodologie et dégagerons des compléments dans la perspective de compléter nos travaux.

PARTIE I

Chapitre 1

FIABILITE ET CONCEPTION TECHNICO-ORGANISATIONNELLE

« The early work on technology and structure, including my own, recognized a one-sided and general connection, but it failed to recognize how structure can affect technology and speculate about the large areas of choice involved in presumably narrow technical decisions, choices that are taken for granted because they are part of a largely unquestioned social construction of reality one that should be questioned. » (Perrow, 1983⁹, p.540)

L'analyse rétrospective de grands accidents technologiques et l'étude du fonctionnement quotidien des systèmes socio-techniques à risques ont permis de mieux comprendre les fondements structurels et sociaux de la fiabilité. Ces recherches mettent en évidence les liens étroits entre technologie et organisation du travail. De plus, elles soulignent l'importance des choix technologiques et organisationnels pour obtenir la fiabilité. Même si elles n'analysent pas les pratiques qui mènent à ces décisions, elles dégagent deux enjeux fondamentaux pour la compréhension du processus de conception technico-organisationnelle. D'une part, comprendre les relations qu'entretiennent technologie et organisation au cours de la conception. D'autre part, appréhender le processus de conception. Pour cela, ces recherches suggèrent d'aborder les choix de conception à partir de l'analyse des relations sociales qui les structurent. En complément, nous souhaitons également analyser les pratiques qui les fondent.

Différents travaux théoriques analysent les relations entre technologie et organisation : de l'ergonomie à la sociologie de l'innovation et des réseaux sociotechniques en passant par la sociologie du travail et des organisations. De façon analogue, des recherches issues de la sociologie, des sciences de gestion et de l'ergonomie étudient les processus de conception. En articulant ces deux familles d'analyses, nous proposons une approche originale de la conception technico-organisationnelle : nous abordons conjointement le système sociotechnique conçu et le processus qui lui donne naissance.

⁹ Perrow, C. (1983). The Organizational Context of Human Factors Engineering. *Administrative Science Quarterly*, vol.28, pp.521-541.

1.1. Design organisationnel et fiabilité des industries à hauts risques

1.1.1. Les causes structurelles et sociales des grands accidents technologiques

Three Mile Island (Perrow, 1999 a¹⁰), *Tchernobyl* (Medvedev, 1991¹¹), *Bhopal* (Shrivastava, 1987¹², 1995¹³), *Challenger* (Vaughan, 1996¹⁴ ; Heimann, 1993¹⁵, 1997¹⁶ ; Saussois et Laroche, 2001¹⁷) et plus récemment *Columbia* (Heimann, 2005¹⁸, Mason, 2004¹⁹) sont quelques-uns des grands accidents dont les analyses ont révélé les fondements organisationnels et sociaux. Nous ne faisons pas un inventaire détaillé des résultats de ces différentes recherches. Nous reprenons plus particulièrement les travaux de Larry Heimann et ceux de Charles Perrow. Leurs contributions sont essentiellement d'ordre théorique. Cependant, elles révèlent des perspectives fructueuses pour l'analyse de la conception technico-organisationnelle.

1.1.1.1. A chaque type de structure son risque d'erreur

Larry Heimann analyse l'accident de la navette *Challenger* (Heimann, 1993, 1997) et les pratiques de la *FDA* autorisant la mise sur le marché de produits pharmaceutiques sous l'angle de la structure de ces organisations (Heimann, 1997). Il s'appuie sur la théorie des probabilités. Selon le type de redondance²⁰ favorisé dans la structure des canaux de décision, redondance *en parallèle* ou redondance *en série*, les organisations s'exposent respectivement à un type d'erreur : *erreur de type I*—accident— ou *erreur de type II*—gâchis de ressources—. Une structure des canaux de décision *en série* permet de prévenir le risque *d'erreur de type I* (accident). En effet, dans ce cas, la décision de lancer la navette ou de mettre sur le marché un médicament nécessite l'aval de chaque composant de la chaîne décisionnelle. A l'inverse, une structure des canaux de décision *en parallèle* expose les organisations au risque *d'erreur de type I* (accident), car le lancement ou la commercialisation sont autorisés dès qu'un seul des composants donne son aval. Une structure organisationnelle *en parallèle*

¹⁰ Perrow, C. (1999a). *Normal Accidents, Living with High-Risk Technologies*. Princeton, New Jersey: Princeton University Press. (2ème édition avec post-face, 1ère édition, 1984)

¹¹ Medvedev, G. (1991). *The Truth about Chernobyl*. New York: Basic Books.

¹² Shrivastava, P. (1987). *Bhopal: Anatomy of a Crisis*. Cambridge, MA: Ballinger.

¹³ Shrivastava, P. (1995). Industrial/Environmental Crises and Corporate Social Responsibility. *The Journal of Socioeconomics*, vol.24, n°1, pp.211-227.

¹⁴ Vaughan, D. (1996). *The Challenger Launch Decision*. Chicago, IL: The University of Chicago Press.

¹⁵ Heimann, L. (1993). Understanding the Challenger Disaster: Organizational Structure and Design of Reliable Systems. *American Political Science Review*, vol.87, n°2, pp.421-435.

¹⁶ Heimann, L. (1997). *Acceptable Risks, Politics, Policy and Risky Technologies*. An Arbor, MI: The University of Michigan Press.

¹⁷ Saussois, J.M., Laroche, H. (1991). The Politics of Labelling, Organizational Problems: An Analysis of the Challenger Case. *Knowledge and Policy: The International Journal of Knowledge Transfer*, vol.4, n°1 & 2, pp.89-106.

¹⁸ Heimann, L. (2005). Repeated Failures in the Management of High Risk Technologies. *European Management Journal*, vol. 23, n°1, pp. 105-117.

¹⁹ Mason, R.O. (2004). Lessons in Organizational Ethics from the Columbia Disaster: Can a Culture be Lethal? *Organizational Dynamics*, vol.33, n°2, pp.128-142.

²⁰ La notion de redondance dans les organisations a été établie par Martin Landau. Landau, M. (1969). Redundancy, Rationality and the Problem of Duplication and Overlap. *Public Administration Review*, vol.29, n°4, pp. 346-358.

permet de prévenir le risque d'*erreur de type II* (gâchis de ressources). En effet, le gâchis de ressources ne se produit que si tous les composants refusent l'autorisation de lancement ou de mise sur le marché. A l'inverse, une structure des canaux de décision *en série* expose les organisations au risque d'*erreur de type II* : si un seul des composants de la structure organisationnelle ne donne pas son accord, le lancement ou la commercialisation sont annulés et l'organisation gâche des ressources. Ainsi, quelle que soit la structure choisie, les organisations se protègent d'un risque d'erreur mais s'exposent à l'autre.

Dans cette approche, la fiabilité de l'organisation dépend de la fiabilité intrinsèque de chaque composant, du nombre de composants et de leur agencement. Sur cette base, Heimann propose deux manières d'améliorer la fiabilité : adopter une *stratégie système* c'est-à-dire agir sur la structure de l'organisation et/ou mettre en œuvre une *stratégie composant* en travaillant sur chaque composant. Les organisations qui veulent prévenir l'*erreur de type I*, ont intérêt à privilégier une organisation *en série* ou/et à *multiplier* le nombre de composants. Si elles souhaitent se protéger de l'*erreur de type II*, elles doivent favoriser une structure *en parallèle* ou/et *limiter* le nombre de composants. Selon Heimann, il est possible d'utiliser des structures mixtes. Cependant, il souligne que les organisations à hauts risques sont le plus souvent structurées *en série* et que la meilleure solution pour augmenter leur fiabilité est une *stratégie système*. En effet, une *stratégie composant* fonctionne pour des organisations assurant des tâches routinières et répétitives. Or, selon Heimann, dans les organisations à risques, les activités sont variées et changeantes (Heimann 2005).

Dans un article récent, analysant l'accident de la navette *Columbia* survenu en 2003, Larry Heimann montre que les organisations à hauts risques alternent inéluctablement *erreur de type I* et *erreur de type II* (Heimann, 2005). Selon lui, l'évolution des croyances des acteurs de l'organisation et les pressions politiques alimentent ce cycle d'erreurs. En effet, à la suite d'un accident, les organisations se focalisent sur l'*erreur de type I*. Puis, les succès dans la prévention des accidents donnent confiance dans les capacités de l'organisation à gérer sa technologie²¹. Des pressions politiques externes conduisent alors l'organisation à consacrer ses ressources à de nouveaux programmes au détriment des technologies maîtrisées. Dès lors, l'organisation se concentre sur l'efficacité et cherche à éviter le gâchis de ressources. De ce fait, les risques d'accident sont sous-estimés et la déviance se normalise²², jusqu'à la survenue d'un nouvel accident. L'organisation se focalise alors sur ce risque fatal et un nouveau cycle d'erreurs est relancé.

²¹ **Remarque importante pour l'ensemble de cette thèse** : la notion de *technologie* est largement utilisée dans les références que nous citons. En fait, elle désigne des *dispositifs ou artefacts techniques*. Selon l'historien des sciences Alexandre Koyré, technologie signifie « technique entretenant une relation organique avec la science » (Koyré, 1971). De plus, étymologiquement, technologie (*tekhnè logos*) signifie discours (*logos*) organisé sur la technique (*tekhnè*). Malgré son caractère inapproprié pour les objets que nous analysons, nous utiliserons le terme de technologie en particulier pour mettre en perspective nos analyses avec les travaux présentés dans ce chapitre. Cependant, notre analyse concerne la manière dont les acteurs de deux projets de conception de modifications articulent conception des dispositifs techniques avec conception de l'organisation.

²² Heimann reprend le concept de *normalisation de la déviance* établi par Diane Vaughan (Vaughan, 1996) dans son analyse de l'accident de la navette *Challenger*. La normalisation de la déviance est le processus par lequel les acteurs impliqués dans la conception de la navette ont pris des risques toujours plus importants. En effet, ils ont considéré comme acceptables des signaux d'alarmes successifs car ils ne constataient pas de conséquences immédiates.

Larry Heimann établit un lien très précis entre type d'organisation des canaux de décision et risques d'erreur. A partir de ces analyses, il propose des stratégies de fiabilisation axées sur les structures organisationnelles. Cependant, alors qu'il étudie des systèmes socio-techniques à risques, Heimann n'attribue pas un rôle immédiat à la technologie dans l'obtention de la fiabilité. La technologie apparaît comme un élément dont le degré de maîtrise motive les pressions politiques et les comportements des acteurs. Ces relations sociales conditionnent la répartition des ressources et l'attention à l'un ou à l'autre des types d'erreurs et donc, le choix des structures organisationnelles, *parallèle* ou *série*. Charles Perrow analyse la fiabilité sous l'angle des relations entre technologie et organisation.

1.1.1.2. Des caractéristiques structurelles et des principes de conception fatals

Charles Perrow analyse des accidents dans l'industrie nucléaire, la marine, l'industrie pétrochimique, l'aviation. Il estime qu'ils sont inéluctables, « normaux » car endogènes à ces grands systèmes socio-techniques (Perrow, 1984). Ils résident dans deux caractéristiques principales : leur *complexité* et un *couplage serré* (*Tight-coupling*²³) entre leurs composants (Perrow, 1999 a). Avec la notion de système, Perrow envisage la relation entre technologie et organisation. Selon cet auteur, les concepteurs de ces systèmes ne sont pas capables de penser l'organisation en relation avec la technologie qu'elle supporte. De ce fait, l'organisation hérite des défauts de la technologie : la *complexité* et le *couplage serré* entre ses composantes structurelles. La *complexité* des organisations attente à la fiabilité car elle empêche les acteurs d'en comprendre le fonctionnement. En effet, elle engendre des séquences d'interactions peu familières, inattendues, qui sont difficilement visibles et compréhensibles par les acteurs (Perrow, 1999, p.78). Les composants de l'organisation sont *fortement couplés* c'est-à-dire qu'il n'existe pas de mou entre eux. De ce fait ce qui affecte l'un de ces éléments atteint celui ou ceux qui lui sont couplés.

Selon Perrow, les systèmes linéaires et dont le couplage entre les composants est lâche sont plus fiables. Cependant, améliorer la fiabilité de systèmes complexes et fortement couplés est presque impossible car ces deux caractéristiques tiennent aux technologies exploitées. C'est précisément pour cette raison que dans la première édition de son ouvrage *Normal Accidents, Living with High-Risks Technologies*, en 1984, Perrow annonce de futurs accidents normaux. Cependant, son analyse de l'influence de la technologie sur l'organisation dépasse le déterminisme technologique. Selon lui, les dispositifs technologiques sont conçus de telle manière qu'ils renforcent les structures organisationnelles existantes et les reproduisent dans de nouveaux agencements.

« Rather than technology determining organizational structure, it would appear that machines and equipment are designed so that they reinforce existing structures and reproduce these structures in new settings. » Perrow, 1983²⁴, p.521.

²³ Charles Perrow a défini le concept de *tight-coupling* à partir du concept de *loose coupling* (couplage lâche) élaboré par Karl Weick pour caractériser les systèmes éducatifs. Weick, K. (1976). Educational Organizations as Loosely Coupled Systems. *Administrative Science Quarterly*, vol. 21, n°1, pp. 1-19.

²⁴ Perrow, C. (1983). The Organizational Context of Human Factors Engineering. *Administrative Science Quarterly*, vol.28, pp.521-541.

Perrow met en cause la « *logique*²⁵ *design* » des ingénieurs concepteurs parce qu'elle les conduit à reproduire une structure d'autorité politique, une division du travail importante, une concentration de l'autorité et un coût important pour les opérateurs. Cette logique résulte de leur formation initiale mais surtout des caractéristiques de la structure sociale dans laquelle ils travaillent. Perrow montre également que cette « *logique design* » est peu équilibrée par la « *logique opératoire* » des ingénieurs facteurs humains. Lorsqu'ils sont présents, ces derniers se focalisent sur les caractéristiques anthropométriques des opérateurs afin de prendre en compte les exigences des activités d'exploitation et de maintenance. Cependant, ils ne sont pas à même de considérer les facteurs organisationnels.

Selon Perrow, quatre caractéristiques de la structure sociale façonnent les pratiques de conception. Les deux premières caractéristiques montrent que le poids ingénieurs facteurs humains dans le travail de conception et celui de la *logique opératoire* sont tributaires de l'importance que leur accorde le haut management. Premièrement, selon les motivations du haut management de l'usine, la prise en compte de la *logique opératoire* peut être fortement encouragée ou ignorée. D'une part, ces objectifs dépendent de l'environnement dans lequel le système socio-technique s'inscrit. Si les erreurs et les défaillances affectent la réputation et les profits de l'organisation, comme dans l'aviation civile, le management favorise la prise en compte de la *logique opératoire*. Dans le cas contraire, la *logique design* prime. D'autre part, ces orientations dépendent également des objectifs de carrière des managers. La plupart du temps, ils doivent répondre à des impératifs de production qui leur imposent de se focaliser sur la vitesse, la puissance et la manoeuvrabilité des installations au détriment des conditions d'exploitation et de maintenance. Là encore, la *logique design* passe au premier plan. Deuxièmement, le haut management de l'usine organise le système de récompense de l'organisation selon ses priorités. Soucieux de leurs carrières, les ingénieurs agissent selon ce dernier.

Troisièmement, les ingénieurs n'évaluent pas concrètement les résultats de leur travail car ils travaillent complètement séparés des lieux et des acteurs de l'exploitation et de la maintenance. Quatrièmement, la remise en cause de leur travail est d'autant moins probable que les remarques des opérateurs sont rarement considérées comme pertinentes du fait de leur position dans la hiérarchie de l'organisation (sauf, comme le souligne Perrow pour les pilotes d'avion). Les défaillances sont comprises la plupart du temps comme les conséquences des erreurs de l'opérateur et non comme la traduction de lacunes dans la conception. Perrow ajoute que cette tendance est d'autant plus marquée que les ingénieurs facteurs humains sont vus comme des alliés des opérateurs alors que les ingénieurs techniciens sont associés au haut management et à ses objectifs.

En conséquence, selon Perrow, même si la technologie influence le design organisationnel, les concepteurs disposent de marges de manoeuvres pour élaborer des structures sociales.

²⁵ Charles Perrow ne donne pas de définition précise de la notion de logique. D'après notre lecture, il utilise cette notion pour désigner une manière de penser à partir de règles de raisonnement qui résultent de la formation initiale et du métier des acteurs.

« *The design of systems, and the equipment that is used, is not entirely determined by technical or engineering criteria; designers have significant choices available to them that will foster some types of social structures and operator behaviours rather than others.* » (Perrow, 1983, p.534)

Afin de fiabiliser ces grands systèmes socio-techniques, il propose d'améliorer leurs caractéristiques en agissant en amont, sur les pratiques de conception.

Tout d'abord, il recommande des redondances et un couplage lâche car ils favorisent la prudence des opérateurs, leur compréhension du système et donc l'enrichissement de leurs compétences. Ils facilitent également les interactions entre opérateurs au sein des collectifs. Cependant, Perrow précise que les redondances et les ajouts de systèmes de contrôle pour créer de la souplesse doivent être pensés en amont, au moment de la conception. En effet, comme nous l'avons vu en introduction à propos des modifications d'installations, Perrow déconseille les corrections et les ajouts dans le design initial (*technological fixes*) car ils représentent la plus grande source de dangers dans les systèmes *complexes* et *fortement couplés* (Perrow, 1999b). Il recommande un design *robuste* mais *inélegant* afin de prévenir les risques d'accidents — que leurs origines soient endogènes au système ou qu'elles soient provoquées par des actes de malveillances ou de terrorisme —. Ce design doit : 1) faciliter les interventions sur le matériel, 2) associer des dispositifs de contrôle à chaque composant plutôt qu'aux sous-systèmes, 3) permettre de contourner un composant ou d'inverser le processus en cours en cas d'urgence. Il est *robuste* car fondé sur les prémisses suivantes : la faillibilité de toutes les parties du système et spécifiquement celle du ou des concepteurs. Cependant, il est *inélegant* car il implique l'utilisation de composants à fonction unique, élaborés et testés afin de minimiser la maintenance pour les futurs opérateurs. Du point de vue des structures organisationnelles, Perrow préconise une architecture ouverte (sur l'environnement) avec une structure générale décentralisée afin de répondre à un environnement ni *simple* (par opposition à complexe) ni *élegant*.

1.1.1.3. Conclusion

Les travaux théoriques de Larry Heimann et de Charles Perrow relient risques de défaillances d'une part et structures et modes de fonctionnement organisationnels d'autre part afin de proposer des améliorations des pratiques et des choix de conception des systèmes socio-techniques à risques. Cependant, ils se fondent sur l'analyse d'accidents pour reconstruire les défaillances *a posteriori*. Cet angle d'analyse est fructueux pour comprendre l'origine des défaillances identifiées. Cependant, dans une optique prospective, il ne permet pas d'appréhender la construction de la fiabilité. En particulier, il ne considère pas les ressources offertes par les résiliences de ces systèmes pour prévenir le risque de défaillance au cours de la conception. Cet aspect semble d'autant plus crucial que les accidents inévitables annoncés par Perrow et les cycles d'erreurs mis en évidence par Heimann se matérialisent rarement.

En ce qui concerne le processus de conception, nous retiendrons de ces travaux l'importance des dimensions politiques et des jeux de pouvoir dans les choix de design organisationnel. Pour Heimann, le passage inéluctable d'un type d'erreur à l'autre trouve ses origines dans les orientations politiques des activités de l'organisation et dans les comportements sociaux. Pour Perrow, le contexte social de conception et les relations de pouvoir favorisent une logique de conception qui attente à la fiabilité. Cependant, ces analyses se situent au niveau très macroscopique des stratégies organisationnelles. Elles laissent de côté le point de vue des acteurs qui conçoivent et modifient ces systèmes. On ne comprend pas comment ces acteurs choisissent, de quels moyens ils disposent, à quelles contraintes ils font face ? Par conséquent, on se demande également comment ils peuvent mettre en oeuvre les stratégies de prévention proposées par les deux auteurs. Ce point de vue des acteurs nous intéresse particulièrement car il permet de comprendre la reproduction inéluctable de défaillances et des erreurs organisationnelles que ces deux auteurs déplorent. Enfin, en se focalisant sur de grands accidents, ces deux auteurs ne considèrent pas le fonctionnement quotidien de ces organisations. Or, même si l'organisation est parfaitement conçue, son évolution dans le temps peut mener à la production des défaillances fatales.

Les recherches que nous présentons dans la partie suivante évitent les écueils de l'analyse rétrospective d'accidents. Les travaux des chercheurs du groupe *HRO (High Reliability Organizations)* de Berkeley et ceux de Mathilde Bourrier analysent le quotidien de ces organisations à hauts risques. Elles montrent— chacune sous un angle particulier— comment ces organisations maintiennent la plupart du temps un très haut niveau de fiabilité. Les travaux de l'anthropologue Constance Perin partent de l'analyse d'incidents dans des centrales nucléaires américaines afin d'appréhender les fondements de la culture de sûreté.

1.1.2. La fiabilité au quotidien : fondements sociaux, organisationnels et technologiques

1.1.2.1. Les organisations à haute fiabilité

Parallèlement à ces analyses d'accident, des recherches ont adopté un point de vue inverse : plutôt que de partir de la défaillance, elles cherchent à comprendre comment ces organisations à « hauts risques » parviennent à maintenir, la plupart du temps, un niveau de fiabilité élevé. A partir de recherches dans la marine militaire, les centrales nucléaires, le contrôle aérien, les chercheurs du groupe *High Reliability Organizations* de Berkeley, Todd La Porte, Karlene Roberts, Gene Rochlin et Paul Schulman, montrent comment ces organisations demeurent hautement fiables²⁶.

Ils considèrent que ces organisations à « hauts risques » présentent des spécificités et nécessitent des méthodes d'investigation particulières (Roberts, 1989). Selon ces auteurs, leur fiabilité repose sur leurs caractéristiques structurelles et leurs modes de fonctionnement. Ils identifient les caractéristiques générales suivantes. Ces organisations exploitent des technologies très dangereuses. De ce fait, elles sont sur la sellette du point de vue des autorités de contrôle et de celui du public. Structurellement, ces organisations sont *complexes* et la *redondance* y est souvent favorisée. Dans leurs activités, elles doivent sans cesse arbitrer entre sûreté et performance économique. Du point de vue de leur fonctionnement interne, ces organisations présentent : un usage flexible de la délégation d'autorité et une structure d'organisation particulière en cas de crise, une reconnaissance des compétences des acteurs quel que soit leur niveau hiérarchique, la pratique de formations et leur renouvellement, l'existence d'un dispositif d'information sur les erreurs et d'un système de récompense pour les acteurs qui les détectent, des comportements à l'égard des changements technologiques et organisationnels adaptés à leurs conséquences sur la fiabilité de l'organisation et sur ses performances à court et à long termes (Rochlin, 2001²⁷).

Ils proposent de travailler sur les structures des organisations et sur leurs modes de fonctionnement afin d'améliorer la fiabilité. Tout d'abord, ces organisations doivent être flexibles, *Self-Designing* afin de répondre à leurs enjeux quotidiens malgré leur *complexité* (Rochlin et al. 1987²⁸). Elles doivent également travailler à conquérir *la confiance sociale*²⁹ et à atteindre une *constance institutionnelle*³⁰ (La Porte, 2001³¹). A partir de l'analyse des échecs de trois organisations dans les secteurs de la

²⁶ Pour une synthèse de ces approches voir Rochlin (2001). L'auteur rappelle les principales publications de ce groupe de recherche : La Porte, 1996 ; La Porte et Thomas, 1995 ; Roberts, 1993 ; Roberts et al., 1993 ; Rochlin, 1991 ; Rochlin et al., 1987, Rousseau, 1989 ; Weick, 1987 ; Weick et al. 1997. il renvoie également à Rochlin (1996) pour un résumé de ces travaux.

²⁷ Rochlin, G. (2001). Les organisations « à haute fiabilité » : bilan et perspectives de recherche. In Bourrier, M. (Ed.) *Organiser la fiabilité*. Paris : L'Harmattan. pp.39-70.

²⁸ Rochlin, G., La Porte, T.R., Roberts, K.H. (1987). The Self-Designing High-Reliability Organization: Aircraft Carrier Flight Operations at Sea. *Naval War College Review*, autumn, pp.76-91.

²⁹ *Confiance sociale* de la part du public et *confiance* entre les acteurs, au sein de l'organisation.

³⁰ « La *constance* [institutionnelle] requiert d'une organisation qu'elle sache démontrer qu'elle est digne de confiance dans sa capacité à rester fidèle à ses promesses, y compris sur le très long terme, et dans sa capacité à mettre en œuvre des programmes cohérents avec l'esprit initial de ses engagements. » (La Porte, 2001, p.94).

³¹ La Porte, T.R. (2001). Fiabilité et légitimité soutenable. In Bourrier, M. (Ed.) *Organiser la fiabilité*. Paris : L'Harmattan. pp.71-105.

banque, de la marine marchande et du spatial (*Challenger*), Karlene Roberts et Robert Bea complètent ces résultats (Roberts & Bea, 2001³²). Ils identifient cinq points de faiblesses de ces organisations : une structure organisationnelle rigide, les compétences fondamentales qui deviennent des incompétences dans certaines situations, des défaillances dans l'interprétation des situations (*sensemaking*), l'efficacité privilégiée au détriment de la fiabilité, l'absence de vigilance dans le comportement collectif. Ils proposent des recommandations à l'attention des managers de ces organisations : reconnaître que les défaillances technologiques se produisent, créer des structures organisationnelles flexibles afin qu'elles s'adaptent mieux aux contingences, aider les managers à identifier la nature de ces contingences, identifier les compétences fondamentales et les situations dans lesquelles elles peuvent devenir des incompétences, développer des schémas de pensée permettant de favoriser la fiabilité, entraîner les acteurs de ces organisations à travailler en collectif et à développer leur vigilance.

Ces travaux donnent les éléments à intégrer pour avoir des chances de concevoir une organisation présentant les caractéristiques d'une organisation hautement fiable. Cependant ils présentent trois insuffisances pour analyser la conception technico-organisationnelle.

Une première critique a été formulée par Mathilde Bourrier (Bourrier, 1999) : on peut se demander si les caractéristiques identifiées par les chercheurs du groupe HRO sont les seules permettant d'obtenir la fiabilité. De plus, une partie de leurs recommandations concernent des comportements sociaux. Cependant, on peut se demander de quels moyens disposent les acteurs de ces organisations pour maintenir des comportements sociaux et des relations avec l'environnement permettant d'assurer la fiabilité. Au moment de la conception, quelles dispositions organisationnelles favorisent ces comportements ? Les réponses apportées par la théorie des HRO ne concernent pas le cadre formel de l'organisation car l'analyse proposée se situe au niveau des structures macroscopiques de l'organisation et des stratégies de management. De plus, les pratiques de conception permettant le choix et la mise en place de stratégies de fiabilisation proposées ne sont pas explicitées. Comme chez Heimann et Perrow, le point de vue de l'acteur n'est pas pris en compte.

Un deuxième point de critique concerne les relations entre organisation et technologie. Dans ces travaux, on retrouve la technologie comme contrainte fondamentale à partir de laquelle on doit favoriser certaines structures organisationnelles, adopter des comportements sociaux, préférer certains modes d'échanges d'informations et privilégier certaines ressources (formation). Comme Perrow, les chercheurs du groupe HRO identifient la *complexité* de l'organisation, comme caractéristique fondamentale. Cependant, contrairement à Perrow, ils ne la considèrent pas comme fatale. Selon eux, il est possible d'y remédier en adaptant l'organisation notamment grâce à sa flexibilité (*Self-designing organizations*). En cela, leur posture est plus déterministe que celle de Perrow : les choix d'organisation et les ressources choisies pour les futurs acteurs découlent de la technologie. Or, comme le pressent Perrow, il nous semble que si la technologie contraint les choix

³² Roberts, K.H., Bea, R.B. (2001). When Systems Fail. *Organizational Dynamics*, vol.29, n°3, pp. 179-191.

d'organisation, les concepteurs disposent de marges de manœuvre pour favoriser des choix d'organisation fiables.

Enfin, un troisième point critique est d'ordre théorique et méthodologique. Les chercheurs du groupe *HRO* préconisent une théorie et des méthodes d'analyse spécifiques de ces organisations à « hauts risques ». Par extension, on peut supposer que les chercheurs du groupe *HRO* ne contrediraient pas la recherche d'outils théoriques et méthodologiques spécifiques pour analyser la conception technico-organisationnelle. Cette spécificité est récusée par Mathilde Bourrier selon laquelle, l'analyse de ces organisations peut se satisfaire des méthodes mobilisées pour étudier d'autres types d'organisations (Bourrier, 1999). Dans le chapitre 2, nous montrons que nous ne partageons pas cette spécificité méthodologique du haut risque : nous mobilisons des outils théoriques et méthodologiques mis en œuvre pour étudier d'autres types d'organisations. La spécificité de notre méthodologie d'analyse de données tient à notre objectif d'analyse des relations entre technologie et organisation et à l'articulation de plusieurs plans d'analyse.

1.1.2.2. Fiabilité et design organisationnel.

Mathilde Bourrier s'inscrit dans la suite des recherches du groupe *HRO* en analysant les fondements organisationnels de la fiabilité. Cependant, elle s'en distingue car elle privilégie une approche par les acteurs. Elle montre à l'aide d'une analyse organisationnelle systémique les relations entre les dispositifs organisationnels en place et leur exploitation par les acteurs. Plus précisément, à partir de l'analyse des jeux d'acteurs, elle démontre que les pratiques de respect ou de transgression des règles de travail sont endogènes au design organisationnel choisi (Bourrier, 1999). Selon cet auteur, la fiabilité est un construit social, issu d'arbitrages entre des acteurs qui négocient leur participation à un travail collectif. Pour cela, ils exploitent les ressources et les contraintes que leur offre leur cadre de travail.

Elle définit la notion de *fiabilité organisationnelle* :

La notion de fiabilité organisationnelle concerne l'étude des conditions organisationnelles permettant à un système organisé complexe de maintenir des niveaux de fiabilité compatibles à la fois avec les exigences de sécurité et les exigences économiques. » (Bourrier, 2003 b³³, p.200).

A la suite de la recherche de caractérisation des chercheurs du groupe *HRO*, elle propose sept caractéristiques de ces organisations du haut risque : 1) elles doivent opérer dans un contexte de haut risque et d'incertitude, 2) les différentes catégories de personnels sont peu substituables, 3) les tâches sont « ultra-prescrites », 4) les activités sont obligatoirement planifiées, 5) la sous-traitance prend une place grandissante, 6) le contrôle des activités est codifié, 7) ces usines sont très réglementées. Selon Bourrier, ces sept spécificités doivent fonder les choix d'organisation afin de prévenir les risques de défaillance organisationnelle.

³³ Bourrier, M. (2003 b). La fiabilité organisationnelle : morceaux choisis d'un état des lieux. In Gilbert, C. (Dir.), *Risques collectifs et situations de crises. Apports de la recherche en sciences humaines et sociales*. Paris : L'Harmattan, pp. 199-215.

« Le risque organisationnel se loge dans la dénégation de ces caractéristiques, en tant qu'elles exigent des choix organisationnels les plus objectivés possibles. C'est en cela que toute tentative, visant à réduire les effets néfastes du phénomène organisationnel, doit, nous semble-t-il, passer par une connaissance des logiques d'organisation en place et de leurs effets. A cette condition, l'organisation pourra être vue comme un moyen de s'affranchir de pesanteurs techno-bureaucratiques, symptômes immanquables d'une perte de cap sur le projet social et politique que constitue l'aventure organisationnelle. » (Bourrier, 2007³⁴).

Dans une démarche prospective, l'auteur déplore le manque de connaissances sur les liens entre fiabilité et types de design organisationnels alors qu'il existe de nombreuses analyses des relations entre fiabilité et erreur humaine (Bourrier, 2003 a³⁵). Elle propose de caractériser des *régimes organisationnels* à partir des résiliences et des fragilités des organisations à risques, soulignant ainsi le caractère dual des organisations à risques (Bourrier, 2004). Les caractéristiques identifiées sont autant de points d'actions à partir desquels améliorer le fonctionnement de l'organisation. Cette approche ne préconise pas un type de régime plutôt qu'un autre, elle montre les coûts sociologiques et organisationnels pour obtenir un régime de fonctionnement fiable. A travers le changement de régime d'une centrale nucléaire française passant de *l'autonomie opaque*³⁶ au respect strict des consignes de sécurité, Mathilde Bourrier montre que la transition de régime et le fonctionnement fiable du nouveau régime reposent sur une allocation des moyens adéquate pour les acteurs de l'organisation.

Du point de vue de la relation entre technologie et organisation, cette approche s'écarte de tout *déterminisme* technologique. Elle considère la technologie comme une ressource ou une contrainte, mobilisée par les acteurs dans l'élaboration de leurs stratégies. Ainsi, ils conservent leur marge d'action au sein de l'organisation et contribuent à sa fiabilité.

Nous retenons de cette approche le caractère crucial des choix d'organisation car ils se traduisent par l'allocation des ressources permettant aux acteurs de l'organisation d'en assurer la fiabilité. Cependant, comme Bourrier, on peut se demander comment les caractéristiques de ces organisations sont prises en compte au moment de la conception de ces grands systèmes socio-techniques. Comment les ressources sont-elles anticipées ? Une partie de notre travail d'analyse du processus de conception technico-organisationnel cherchera à répondre à ces questions.

³⁴ Bourrier, M. (2007). Risques et organisations. In Burton-Jeangros, C., Grosse, C. November, V. (Dir.) *Face au risque*, Genève : Georg, collection « l'Equinoxe », pp. 159-182.

³⁵ Bourrier, M. (2003 a). Facteurs organisationnels : du neuf avec du vieux. *Revue Annales des Mines, Réalités industrielles*, pp.19-22.

³⁶ *Autonomie opaque* : régime de fonctionnement dont les caractéristiques fondamentales sont très proches du modèle taylorien classique. Les caractéristiques fondamentales sont les suivantes : 1) une *séparation* nette entre ceux qui exécutent et ceux qui conçoivent les règles de travail. 2) une *faible correctabilité* de ces règles de travail en cas d'incompatibilité avec les réalités du terrain. 3) des pratiques de *bricolage* fréquentes : des ajustements avec les règles afin d'assurer la bonne marche du système mais qui restent méconnus de l'encadrement. 4) une *participation en trompe-l'œil* : les auteurs des bricolages ont l'impression de gagner une expertise et une certaine tranquillité. Cependant, ils ne participent pas à la correction et à la re-conception de l'organisation de leur travail. 5) le règne des *sur-hommes* : les acteurs de ce modèle d'organisation assument les objectifs de production au prix d'ajustements qui sont dénoncés par l'encadrement dès que le système s'enraille. (D'après Bourrier 2004, chapitre 2)

1.1.2.3. Logiques, structures organisationnelles et culture de contrôle

L'anthropologue Constance Perin adopte une démarche intermédiaire entre l'analyse rétrospective d'accidents et l'étude des pratiques quotidiennes de travail dans les centrales nucléaires. Constance Perin s'intéresse aux relations entre dispositifs technologiques et organisation des activités. Elle part du principe que le contrôle des activités est très complexe, du terrain des opérations, aux instances officielles de contrôle les plus élevées. Elle analyse minutieusement trois incidents grâce à une enquête de terrain auprès des acteurs des différents niveaux hiérarchiques des trois centrales concernées (Perin, 2005³⁷). Elle reconstitue toutes les actions qui ont mené aux incidents. Pour cela, elle mène des entretiens, retrace les différentes réunions organisées autour de la gestion des incidents. Elle étudie les différents rapports d'incidents ainsi que les supports d'activités et d'organisation.

Elle examine les interactions entre trois logiques de contrôle : une *logique calculatoire* (« calculated logic ») qui évalue les risques, une *logique temps réel* (« real-time logic ») mobilisée dans la gestion quotidienne des risques et la *logique politique* (« policy logic ») produite et utilisée au cours de l'élaboration du compromis sûreté et disponibilité (« trade-off quandary³⁸ »). Elle déplore que les logiques politiques et calculatoire basées sur un principe de contrôle et de commande des activités prennent le pas sur une attitude interrogative (« doubt principle »). Ce déséquilibre rejoint une hiérarchie des connaissances qui met au premier plan les connaissances formelles au détriment des connaissances du terrain. Constance Perin met également en cause des modes de pensée qui occultent les interdépendances entre les différentes spécialités et les hiérarchies au sein de l'organisation de la centrale. Comme Charles Perrow, Constance Perin mobilise la notion de *logique* dans son analyse. Cependant, elle ne rattache pas ces logiques à des métiers ou à une répartition des pouvoirs ; elle les relie aux choix de design technique de l'installation. Elle explique les oppositions entre logiques par les principes de conception des ingénieurs qui ont conçu les installations de la centrale nucléaire comme des assemblages de parties. Cette division compromet la production de connaissances techniques et contextuelles indispensables à un fonctionnement fiable. Ces clivages entre les différentes spécialités et niveaux hiérarchiques se retrouvent dans la gestion des incidents. L'extrême division entre les différentes entités de la centrale notamment entre services d'ingénierie et services opérationnels compromet la détection d'incidents dont les conséquences peuvent s'avérer catastrophiques. Perin montre comment, une fuite sur une vanne s'aggrave parce que les différents filtres de métiers et hiérarchiques conduisent à sous-estimer sa gravité. Les acteurs qu'elle interroge appellent ces divisions des « silos » :

³⁷ Perin, C. (2005). *Shouldering Risks. The culture of Control in the Nuclear Power Industry*. Princeton, NJ : Princeton University Press.

³⁸ « One [element] I call the trade-off quandary, an ever-present negotiation among priorities, resources, and risks, technical and financial. » (Perrin, 2005, p. XIV).

« Those « different pieces » are the different departments, functions, or disciplines—orders—often called « silos » standing on the prairies of many if not most stations. Brian, the oversight specialist, was once assigned to reactor engineering. [...] [en réponse à une question en entretien]Maintenance is a silo, engineering is a silo, ops is a silo, operations doesn't respect the system engineers, so they don't give them the credence that they deserve. You know, engineering doesn't respect ops, so they don't give weight and credence to points that operators try to make. Maintenance doesn't respect system engineers, so they're not working together. Ops and maintenance don't respect each other so they're not working together. You know, it all leads to the silo.» (Perin 2005, p.75)

Pour diminuer les risques dans ces centrales, Constance Perrin recommande de refondre la culture de contrôle. Elle propose de créer les conditions nécessaires à l'implémentation d'actions correctives et à la diminution de la fréquence des événements. D'un point de vue pratique, il s'agit de réfléchir sur la signification de la situation en analysant les significations que les différents acteurs donnent aux situations de travail. Il s'agit également de donner un poids plus important aux acteurs de la maintenance qui occupent une position inférieure dans la hiérarchie des métiers et des services.

1.1.2.4. Conclusion

Que doit-on retenir de ce tour d'horizon des recherches sur les organisations à hauts risques pour analyser la construction de la fiabilité ? Elles montrent que la fiabilité réside dans les choix de structures organisationnelles. Cependant, elles soulignent que l'organisation n'existe pas en tant qu'entité autonome. Pour comprendre sa contribution à la fiabilité des systèmes socio-techniques à risques, il faut s'intéresser à ses liens avec la technologie. Les différents travaux s'accordent pour intégrer les dimensions sociales et techniques dans l'analyse des structures, du fonctionnement et des évolutions des organisations. Comme nous le verrons dans la partie suivante, les travaux en sciences sociales s'intéressant aux organisations s'accordent sur les points suivants : 1) les relations entre la technologie et l'organisation sont fondamentales, 2) ces deux éléments sont indissociables et interdépendants, 3) la modification de l'un des éléments a des conséquences sur l'autre.

Cependant, dans le cadre des évolutions de ces organisations à risques et de leur conception, ces différentes approches ne répondent pas aux interrogations suivantes : Comment des choix d'organisation qui favorisent ou desservent la fiabilité sont-ils faits ? Comment les choix technologiques les influencent-ils ? Réciproquement, comment ces choix organisationnels influencent-ils la technologie ? Les travaux de Perrow, de Bourrier et de Perin, en particulier soulignent les perspectives offertes par l'analyse du processus de conception organisationnelle. Ceux de Perrow plus précisément interrogent l'influence des dimensions sociales sur les choix opérés au cours de la conception.

1.2. Organisation, technologie et risques : perspectives croisées

Avant de répondre à ces questions, nous reprenons les travaux des différentes disciplines qui appréhendent l'organisation, ses relations avec la technologie et les risques associés aux activités de travail qu'elles étudient. Tout d'abord, les travaux de l'ergonomie de langue française analysent les relations entre l'homme et sa situation de travail. Ensuite les recherches en sociologie du travail et des organisations françaises s'intéressent plus spécifiquement à l'organisation du travail. Puis, les travaux des sociologues de l'innovation et des usages, focalisés sur la conception et l'existence des réseaux reliant humains et objets techniques, étudient le caractère socialement construit de la technique. Nous ferons un détour par la sociologie des réseaux sociotechniques qui replace l'humain au centre du fonctionnement de ces réseaux. Enfin, nous préciserons les relations entre technologie et organisation à partir des recherches en sciences sociales pour lesquelles elles constituent le principal objet d'étude. Pour finir, nous présenterons nos hypothèses sur ces relations. Cependant, nous intégrerons un troisième élément : les risques inhérents aux activités des systèmes socio-techniques que nous étudions. Nous présenterons donc les relations réciproques entre les composantes du triptyque risques, technologie, organisation.

1.2.1. Organisation, technologie, risques : les ingrédients de la situation de travail

1.2.1.1. De l'analyse scientifique du travail à l'analyse des situations de travail : les enjeux de l'ergonomie

Historiquement, les ingénieurs sont les premiers à avoir étudié l'organisation du travail afin d'améliorer les performances et la fiabilité de la production industrielle. Au début du 20^{ème} siècle, Frédéric Taylor applique les méthodes scientifiques à l'organisation du travail. Le découpage en tâches précises dont la durée est strictement calculée et planifiée, l'utilisation maximale de l'outillage et la suppression des gestes inutiles sont les principes fondateurs de *l'organisation scientifique du travail*. Taylor considère l'organisation du travail comme une spécialité au même titre que l'ingénierie. Ce faisant, il sépare le travail des préparateurs et planificateurs de celui des exécutants. Sur ces bases, il développe l'ingénierie de la coupe des métaux. Sa question fondamentale concerne la conception d'une organisation du travail : comment organiser le travail des ouvriers afin d'obtenir les meilleures performances de productivité, compte tenu des caractéristiques du dispositif technologique de production ?

L'ergonomie de langue française³⁹ s'inscrit dans la suite de ces travaux (Montmollin, 1997⁴⁰, Montmollin, 2001⁴¹). Trois caractéristiques montrent qu'elle « est tout à la fois l'héritière de Taylor et

³⁹ Dans cette thèse, nous nous référons presque exclusivement aux travaux d'ergonomie de langue française, centrés sur l'analyse des activités de travail. Ils se distinguent des travaux anglo-saxons regroupés sous la bannière des *human factors* qui s'intéressent aux postures et mouvements, informations sensorielles et actions, facteurs environnements (bruits, température...).

⁴⁰ Montmollin (De), M. (Dir.) (1997). *Vocabulaire de l'ergonomie*. Deuxième édition revue et augmentée. Toulouse : Octarès Editions.

l'héritière des contradictions du taylorisme. » (Montmollin, 1997, p.266). Premièrement, elle reprend le caractère scientifique de l'organisation du travail : établir des lois et des normes qui régissent l'organisation du travail en s'appuyant sur des méthodes scientifiques. Cependant, cette discipline enrichit l'approche des « Temps et Mouvements » de Taylor en complétant l'analyse des dimensions physiologiques des activités de travail et en étudiant les composantes mentales de ces dernières.

« Ici encore, l'analyse du travail, et plus spécifiquement l'analyse de l'activité, se situent dans une tradition d'origine taylorienne. Le chronométrage est une méthode très codifiée, reposant sur le modèle des « Temps et Mouvements ». En ergonomie, les modèles et les méthodes ont changé, mais non l'objectif : décrire le travail de l'opérateur en des termes qui permettent de l'améliorer en modifiant conjointement la tâche prescrite et l'activité qui en résulte. » (Montmollin, 1997, p.267).

Deuxièmement, l'ergonomie respecte le principe de division du travail entre conception et exécution. Elle considère primordiale la collaboration des travailleurs. Cependant, ces derniers ne participent pas à l'analyse du travail dont les principes scientifiques et les théories relèvent de la spécialité ergonomique. Ils aident l'ergonome intervenant à comprendre les changements à l'œuvre. Troisièmement, l'ergonome s'accorde avec l'ingénieur pour analyser le contenu du travail. Plus précisément, il recherche un équilibre entre les exigences de la tâche à effectuer et les contraintes qui s'opposent au cours des activités. Il vise également une amélioration des conditions de travail. En fait, il recherche un compromis entre la performance attendue, la santé de l'opérateur et sa sécurité ainsi que celle du système dans son ensemble. Nous abordons à présent les principes et les méthodes d'analyse spécifiques mis au point et mobilisés par les ergonomes.

Tout d'abord, il existe différentes tendances dans l'ergonomie. Mais très schématiquement, l'ergonomie de langue française se concentre sur l'analyse de l'activité. En cela, elle se distingue des analyses de la psychologie cognitive, qui établissent des modèles de comportements de l'homme travaillant sur une tâche. Ces modèles sont établis en laboratoire et sont fondés sur un opérateur présentant des caractéristiques proches de celles d'une machine, indépendantes de la situation de travail. De ce fait, ils ne s'appliquent pas à des situations de travail réelles. D'ailleurs, une partie des héritiers de cette psychologie cherchent à modéliser le comportement humain pour l'implémenter dans des machines. On peut citer par exemple l'approche anglo-saxonne des *human factors* qui, à partir d'analyses en laboratoire établit des banques de données sur les mécanismes de base du fonctionnement de l'humain au travail. L'objectif poursuivi est d'utiliser systématiquement ces données afin d'anticiper les conséquences des évolutions de l'organisation du travail et celles des process technologiques.

« On peut ensuite remarquer que les « opérateurs » ne sont pas définis à partir de caractéristiques de l'activité observée, mais à partir d'une description par l'observateur de l'environnement et par des emprunts à différentes théories psychologiques portant sur les « mécanismes psychologiques de base » ». (Theureau, 2004⁴², p.23)

⁴¹ Montmollin (De), M. (2001). *Discours sur l'organisation du travail*. Paris : L'Harmattan.

⁴² Theureau, J. (2004). *Le cours d'action. Méthode élémentaire*. Toulouse : Octarès Editions.

Pour l'ergonomie de langue française, l'activité est appréhendée comme l'interaction entre une situation de travail et un individu seul ou un petit collectif.

« ...des comportements (des gestes, des regards, des paroles) et des raisonnements, tels qu'ils se présentent dans les situations de travail naturelles, actuelles ou à concevoir. Des situations [de travail] et non plus seulement des postes de travail, ou des dispositifs techniques comme les machines, les outils, les logiciels. Ce n'est plus l'utilisateur de ces dispositifs qui est pris en compte, comme précédemment, mais leur utilisation par l'opérateur. » (Montmollin, 1997, p. 138)

La notion de *situation de travail* dépasse celle de *tâche*. Elle prend en compte le caractère dynamique de l'activité de l'acteur au travail (Montmollin, 1997) :

« On peut distinguer ici les conceptions écologiques et pragmatiques [de la situation de travail]. Situation de travail dans sa conception écologique, englobe et complète la tâche, définie classiquement en ergonomie par l'environnement physique du poste de travail : les locaux, les machines, les outils, les informations présentées ou disponibles, par exemple sur un écran d'ordinateur, les procédures (prescrites ou implicites), les objectifs à atteindre, en quantité et en qualité, les contrôles par l'encadrement. Toutes ces caractéristiques peuvent être observées et décrites en dehors de la présence de l'opérateur. [...] Dans sa conception pragmatique les composantes de la situation sont redéfinies par l'introduction du caractère dynamique, intrinsèque, de l'activité (dite précisément située) de l'opérateur considéré comme un acteur. Par son activité même, l'opérateur modifie sa situation. » (Montmollin, 1997, p.256)

A ce titre, l'analyse du « cours d'action » (Theureau, 2004) permet de comprendre l'activité d'un acteur engagé dans une situation de travail. Le *cours d'action* met en relation un acteur avec ses caractéristiques (caractéristiques anthropométriques, âge, sexe, variables physiologiques, culture issue de sa formation et des ses expériences passées...) et avec les caractéristiques de la situation de travail (environnement physique et social, la formation, l'organisation). Cette approche permet d'appréhender les caractéristiques des activités individuelles et collectives, avec « l'articulation » des cours d'actions.

« Nous définissons le cours d'action comme : l'activité d'un acteur déterminé, engagé activement dans un environnement physique et social déterminé et appartenant à une culture déterminée, activité qui est significative pour ce dernier, c'est-à-dire montrable, racontable et commentable par lui à tout instant de son déroulement à un observateur-interlocuteur. » (Theureau & Jeffroy, 1994, p.19⁴³)

Dans cette perspective, l'opérateur et la situation interagissent étroitement. Jacques Theureau spécifie ces relations avec la notion de *couplage structurel* :

« En ce qui concerne la cognition des acteurs –les systèmes vivants que l'on rencontre dans l'analyse du travail–, on devra considérer trois domaines de phénomènes :

Le domaine de structure, c'est-à-dire le couplage structurel ⁴⁴[...] de son système nerveux avec l'ensemble du système vivant auquel il appartient,

⁴³ Theureau, J., Jeffroy, F. (Ed.) (1994). Ergonomie des situations informatisées, la conception centrée sur le cours d'action des utilisateurs. Toulouse : Octarès Editions.

⁴⁴ Jacques Theureau reprend la notion de *couplage structurel* définie par Fransisco Varela « Les interactions continues d'un système structurellement plastique au sein d'un environnement source de perturbations récurrentes produiront une sélection continue au sein des structures possibles du système. Cette structure [produit de la sélection] d'une part déterminera l'état du système et le domaine de perturbations permises [celles qui ne tuent pas le système], d'autre part lui permettra de fonctionner sans se désintégrer au sein de cet environnement. Nous nommons ce processus le couplage structurel. » (Varela, 1989, p. 64, cité dans Theureau, 2004, p.28)

Le domaine consensuel, c'est-à-dire le couplage structurel entre ces acteurs, constitué à travers leurs interactions- langagières et gestuelles,

Le domaine cognitif c'est-à-dire le couplage structurel de l'acteur avec son environnement tant matériel que social, comprenant en particulier son discours privé et ses communications avec les acteurs considérés de son seul point de vue.

Le premier ressort seulement d'études expérimentales, combinant des méthodes issues de la neurophysiologie et de la psychologie avec la modélisation informatique, menée dans les neurosciences. Seuls, les deux derniers peuvent être étudiés en situation de travail. » (Theureau, 2004, pp. 33-34)

Avec les ergonomes, l'humain est passé du statut de maillon faible dans le fonctionnement des installations à celui de ressource pour l'obtention de la fiabilité (Faverge, 1970)⁴⁵. Cette dernière ne repose plus sur les seules capacités de l'opérateur qu'il faudrait sélectionner, mais dans la qualité du couplage entre ses compétences et la situation de travail.

« La fiabilité humaine dépend de la qualité du couplage entre les compétences d'un sujet et le travail demandé dans des conditions précises. La fiabilité humaine est donc liée aux compétences du sujet à réaliser le travail défini, mais aussi aux conditions dans lesquelles il se trouve pour le réaliser. » (De Terssac & Leplat, 2002, p.98)⁴⁶

« Bien souvent, une chose essentielle n'a pas été prise en compte par les concepteurs : c'est un homme qui allait surveiller et intervenir dans le système, un homme avec ses possibilités mais aussi ses limites. Alors plutôt que de se poser la question de l'erreur humaine, peut-être faut-il se demander si l'organisation du travail, la conception des systèmes de présentation de l'information, les plans de formation ont tenu compte des caractéristiques propres de l'organisme et du raisonnement humain ? Sont-ils adaptés au travail réellement effectué par les opérateurs ou reposent-ils sur une vision théorique du travail, très loin de la vie quotidienne de l'atelier ou de la cabine de conduite ? Autant de questions souvent absentes des services de conception. » (Daniellou, 1989⁴⁷, p.160)

A partir de l'analyse de « situations de référence. », les ergonomes anticipent « l'activité future probable » (Daniellou 1986⁴⁸, Daniellou, 1987⁴⁹) selon trois grandes caractéristiques :

- Les caractéristiques de la population des travailleurs,
- Les caractéristiques des matières premières et des objets produits,
- Les caractéristiques des moyens de travail définis par les concepteurs.

Lorsqu'ils travaillent sur des activités à risques, les ergonomes cherchent à « donner un statut à la sécurité et à la santé en tant qu'objectifs de conception mentionnés dans le cahier des charges » (De la Garza, 2005, p.13), et de prendre en compte les caractéristiques physiques et cognitives des futurs utilisateurs et les variabilités intra et interindividuelles.

⁴⁵ Faverge, J-M. (1970). L'homme agent d'infirmité et de fiabilité du processus industriel. *Ergonomics*, vol.13, n°3, pp.301-327.

⁴⁶ Terssac (De), G., Leplat, J. (2002). La fiabilité et l'ergonomie : spécificité et complémentarité. In Terssac (De), G. (Dir.). *Le travail : une aventure collective*. Toulouse : Octarès Editions, pp. 93-101.

⁴⁷ Daniellou, F. (1989). En finir avec la notion d'erreur humaine. *Cahiers de la mutualité dans l'entreprise*, vol. 28, pp. 159-170.

⁴⁸ Daniellou, F. (1986). *L'opérateur, la vanne et l'écran, l'ergonomie des salles de contrôle*. Paris : Editions de l'ANACT.

⁴⁹ Daniellou, F. (1987). Les modalités d'une ergonomie de conception. Introduction dans la conduite des projets industriels. *Cahiers de notes documentaires*, n°129, 4ème trimestre, pp.517-523.

Plus précisément, dans la conception d'installations à risques, les ergonomes prévoient « les conditions limites tolérées à l'usage » et « les activités limites tolérées à l'usage ». (Fadier, De la Garza & Didelot, 2003⁵⁰) afin d'intégrer la santé et la sécurité au cours des projets de conception.

« Les activités limites tolérées à l'usage sont définies comme les activités palliatives pour maintenir les performances du système, et, ceci, parfois au détriment de la santé/sécurité des opérateurs puisqu'elles ont pour but l'optimisation de la production. [...] Les conditions limites sont définies comme un ensemble de facteurs et d'éléments (environnementaux, matériels, humains, de production) de la situation de travail, qui, au cours de leurs interactions, favorisent la migration du système vers des zones plus ou moins sûres et augmentent l'incertitude dans le système de travail réduisant les marges de manœuvre des opérateurs. » (De la Garza, 2005⁵¹, p1)

Dans cette perspective de compréhension et d'amélioration des situations de travail, l'organisation est abordée à travers sa dimension formelle, comme un cadre pour des activités. Pour l'ergonomie de langue française, l'organisation est une composante de la situation de travail. Elle est très souvent rattachée à l'ensemble des prescriptions encadrant les activités de travail. En cela, le travail de l'ergonome se distingue de celui des sociologues du travail ou des organisations dont les organisations sont les objets d'études privilégiés.

« Au sens très général, l'expression « organisation du travail » se réfère à toutes les prescriptions édictées, plus ou moins formellement, au sein des entreprises et services de toutes natures, concernant l'activité des travailleurs. « Organisation » au singulier et au sens actif, est donc ici à distinguer des « organisations », au pluriel, objets d'étude de la sociologie, de la psychologie des organisations, et plus généralement de la nébuleuse des sciences de l'organisation, et des sciences de la gestion. » (Montmollin, 1997, p.210)

L'ergonomie de langue française analyse les évolutions des organisations et des process industriels autour de deux grandes problématiques : la *prescription* et l'*automatisation*. Elles nous intéressent à double titre. Tout d'abord, le travail dans les univers à risques est toujours plus prescrit notamment du fait des renforcements successifs des différentes réglementations. De plus dans les industries de process comme l'industrie chimique, les modifications d'installations s'accompagnent presque systématiquement d'une automatisation croissante des activités de travail.

1.2.1.2. Prescription et automatisation : mutations technologiques et organisationnelles

a) Des prescriptions qui guident et contraignent les activités

En ergonomie, la *prescription* est rattachée à l'organisation du travail. Elle est une composante de la situation de travail. Les prescriptions sont des contraintes qui pèsent sur l'opérateur (Daniellou et Six 2000⁵²), des « injonctions de faire émises par une autorité » (Daniellou et al. 2000⁵³). Elles sont

⁵⁰ Fadier, E., De la Garza, C. Didelot, A. (2003). Safe Design and Human Activity: Construction of a Theoretical Framework from an Analysis of a Printing Sector. *Safety Science*, vol.41, n°9, pp.759-789.

⁵¹ De la Garza, C. (2005). L'intégration de la sécurité lors de la conception de machines à risques pour les opérateurs : comparaison de logiques différentes de conception. *Pistes*, vol 7, n°1.

⁵² Daniellou, F., Six, F. (2000). Les ergonomes, les prescripteurs et les prescriptions. *Actes des journées de Bordeaux*. Bordeaux : Editions de l'université Paul Segalen.

⁵³ Daniellou, F., Grall, J., Martin, J., Six, F. (2000). Prescriptions, injonctions et pressions. *Actes des journées de Bordeaux*. Bordeaux : Editions de l'université Paul Segalen.

élaborées à l'extérieur des individus ou des collectifs d'individus auxquels elles s'appliquent (Guerin et al. 1997⁵⁴). De ce fait, elles diffèrent des règles qui sont « des conventions permettant à un système de fonctionner » et des directives ou « normes techniques [qui] indiquent comment certaines actions permettent d'atteindre un certain but » (Montmollin, 1997, p.26). Cependant, comme le révèlent de nombreuses recherches en sociologie du travail, en ergonomie et en psychologie sur l'exploitation des règles de travail, elles ne sont pas appliquées strictement, (Berthet et Cru, 2002⁵⁵). Francis Six distingue des prescriptions « descendantes », venant de la structure organisationnelle, des prescriptions « remontantes » qui proviennent de « la matière de travail » — matérielle ou humaine — au cours de l'activité (Six, 1999⁵⁶). Par conséquent, les prescriptions ne sont pas seulement formelles, émises par une autorité hiérarchique, mais peuvent provenir de différentes sources et prendre différentes formes (Daniellou, 2002). Les prescriptions peuvent être écrites. Les documents prescripteurs visent « à orienter l'action, à dire ce qui doit être fait dans des conditions données pour obtenir un certain résultat. Ils cherchent à répondre à la question « comment faut-il faire pour que ça fonctionne, pour que le but poursuivi puisse être atteint ? » (Leplat, 2004⁵⁷, p. 196). Ils ont une dimension organisationnelle et de guide de l'activité (Leplat, 2004, Mayen et Savoyant, 2002⁵⁸).

Comme le souligne François Daniellou, la prescription ne provient plus seulement de l'autorité. De ce fait, elle n'est pas toujours explicite ni intentionnelle (Daniellou, 2002⁵⁹, p.10). La problématique — désormais classique en ergonomie— du respect et du contournement des procédures est posée en des termes différents. « Travailler, c'est mettre en débat une diversité de sources de prescriptions, établir des priorités, trier entre elles, et parfois ne pas pouvoir les satisfaire toutes. » (Daniellou, 2002, p.10). Cette dimension de compromis interroge le travail de conception de ces prescriptions. Comment tenir compte de ces diverses sources de prescriptions, de leurs confrontations pour élaborer les compromis nécessaires à la réalisation du travail tout en associant les travailleurs à la préparation de leur futur travail ? (Daniellou 2002). Au-delà de la description des procédures formelles, il s'agit pour les concepteurs d'anticiper des situations de travail futures, les négociations, les compromis, les réactions de la « matière de travail » (Six, 1999). Le rôle de l'ergonome est crucial dans cette étape. Cependant, leur intervention est rendue difficile du fait de la persistance de la division du travail de prescription entre concepteurs et exécutants (Berthet & Cru, 2002).

⁵⁴ Guerin, F., Laville, A., Daniellou F., Duraffourg, J., Kerguelen, A. (1997). *Comprendre le travail pour le transformer, la pratique de l'ergonomie*. 2ème édition. Montrouge : Editions de l'ANACT.

⁵⁵ Berthet, M., Cru, D. (2002). Avec les évolutions de la prescription, comment se transforme le travail et comment enrichir nos démarches et instruments d'analyse ? *Actes du XXXVIIe congrès de la Société d'Ergonomie de Langue Française (SELF)*. Aix-en-Provence, septembre, pp.106-119.

⁵⁶ Six, F. (1999). *De la prescription à la préparation du travail : apports de l'ergonomie à la prévention et à l'organisation du travail sur les chantiers du bâtiment*. Document pour l'habilitation à Diriger des Recherches. Lille : Université Charles de Gaulle, Lille 3.

⁵⁷ Leplat, J. (2004). Eléments pour l'étude des documents prescripteurs. *@ctivités*, vol.1, n°2, pp.195-216.

⁵⁸ Mayen, P., Savoyant, A. (2002). Formation et prescription : une réflexion de didactique professionnelle. *Actes du XXXVIIe congrès de la Société d'Ergonomie de Langue Française (SELF)*. Aix-en-Provence, septembre, pp.225-231.

⁵⁹ Daniellou, F. (2002). Le travail des prescriptions. *Actes du XXXVIIe congrès de la Société d'Ergonomie de Langue Française (SELF)*. Aix-en-Provence, septembre, pp.8-15.

« En maintenant la définition de la prescription comme émanant de la hiérarchie, on garde présent à l'esprit que l'action de l'ergonome se situe dans le cadre d'une division du travail entre concepteur et exécutant et que c'est cette division sociale qui fait bien souvent obstacle à la résolution de problèmes posés par la matière, le vivant, la complexité. » (Berthet & Cru, 2002, p. 108.)

La prescription n'est pas seulement un problème d'organisation du travail. Elle est également portée par les éléments de la situation de travail comme la technologie et peut évoluer avec elle ; elle est alors « directement incorporée dans la conception de moyens de travail » (Daniellou, 2002, p.9).

b) L'automatisation : concevoir le face à face entre l'homme et la machine

L'automatisation des process et des activités fait évoluer la technologie et l'organisation de ces activités. En ergonomie et en psychologie du travail, l'automatisation a été abordée à travers la conception de systèmes hommes-machines selon deux orientations opposées (Wiener, 1988). Dans la première, l'homme est considéré comme un facteur de risque. Dans la seconde, l'automatisme est au service de l'homme afin qu'il soit plus disponible pour des fonctions cognitives plus élevées.

Selon cette première approche *techniciste*, le poids des erreurs humaines justifie le recours à l'automatisation. Dans les industries de fabrication, Mital et al. montrent que l'automatisation se développe parce que les concepteurs cherchent à pallier les limites de l'homme au travail (Mital et al. 1994 a & b⁶⁰). En effet, ils considèrent que les opérateurs sont incapables de respecter les exigences de qualité requises, l'uniformité de la production, les objectifs de fiabilité. Dans cette perspective, l'opérateur est une « ressource d'appoint » : il supervise le fonctionnement normal et n'intervient qu'en mode de pilotage dégradé. Deux types de tâches restent attribuées aux opérateurs : les opérations considérées comme non critiques mais qui restent pénibles et les fonctions très complexes peu fréquentes et dont l'automatisation est très onéreuse. Tout le travail des concepteurs est alors de répartir les tâches entre opérateurs et automatismes ; cette distribution tenant lieu d'organisation du travail. L'approche *techniciste* ignore les variabilités des interactions entre l'homme et les automates, l'intrication de leurs rôles respectifs dans le fonctionnement global du système et plus généralement la complexité des situations de travail.

Aux antipodes, la « conception centrée sur l'homme » analyse les interactions entre l'opérateur et les caractéristiques de sa situation de travail. Cette approche se fonde sur une critique de la précédente en dénonçant les paradoxes et les *ironies* de l'automatisation (Bainbridge, 1983⁶¹). Selon Lisianne Bainbridge, l'automatisation n'est pas synonyme de réduction de l'intervention humaine. Bien au contraire : plus le système est automatisé, plus l'intervention de l'opérateur est indispensable. Rouse ajoute que l'option par défaut de fonctionnement d'un système doit être la conduite manuelle (Rouse,

⁶⁰ Mital, A., Motorwala, A., Kulkarni, M., Sinclair, M., Siemieniuch, C. (1994 a). Allocation of Functions to Humans and Machines in a Manufacturing Environment : Part I-Guidelines for the Practitioner. *International Journal of Industrial Ergonomics*, n°14, pp.3-31.

Mital, A., Motorwala, A., Kulkarni, M., Sinclair, M., Siemieniuch, C. (1994 b). Allocation of Functions to Humans and Machines in a Manufacturing Environment : Part II-The Scientific Basis (Knowledge Base) for the Guide. *International Journal of Industrial Ergonomics*, n°14, pp.33-49.

⁶¹Bainbridge, L. (1983). Ironies of Automation. Increasing Levels of Automation Can Increase, Rather than Decrease, The Problems of Supporting the Human Operator. *Automatica*, vol.19, pp. 775-779.

1991⁶²). Ainsi, en conception, la difficulté principale ne porte pas sur le degré d'automatisation du système. Il s'agit plutôt de savoir comment il faut l'automatiser pour garantir les meilleures performances du système homme-machine, c'est-à-dire comment intégrer les caractéristiques de l'homme et celles de l'automate afin de conjuguer leurs forces respectives. La « conception centrée sur l'homme » prend en compte les limites intrinsèques de la technologie en particulier parce qu'elles rendent les erreurs et les imprévus inévitables (Bainbridge, 1990, 1991⁶³). Cette conception repose sur le principe suivant : l'opérateur a toujours un rôle à jouer dans le fonctionnement du système automatique (Wei et al., 1994⁶⁴). Il peut être conducteur ou gestionnaire du système notamment dans les situations imprévues, superviseur des systèmes automatisés, détecteur et récupérateur d'erreurs avec des outils appropriés. De ce fait, la difficulté pour les concepteurs est de définir les conditions de coopération entre l'homme et l'automatisme en poursuivant les objectifs suivants : améliorer les habiletés humaines, dépasser les limitations humaines, réduire la charge de travail humain, équilibrer les actions humaines et celles des automatismes, créer des travaux acceptables et significatifs pour les opérateurs humains. Pour cela, ils mettent en œuvre différentes stratégies. Nous en détaillerons deux parce qu'elles mettent en jeu les composantes organisationnelles de la situation de travail : *l'allocation de fonctions* et le développement de *systèmes d'assistance* aux opérateurs.

Tout d'abord, *l'allocation de fonctions* consiste à répartir les tâches entre l'homme et l'automatisme, c'est-à-dire à organiser formellement le travail. Il s'agit d'établir un compromis satisfaisant dans la répartition des tâches et de définir des critères permettant une allocation exploitant au mieux les capacités respectives des hommes et des machines afin d'atteindre les objectifs de travail définis. Que les principes de conception respectent ceux de l'approche *techniciste* ou ceux de la *conception centrée sur l'homme*, l'allocation des fonctions ne définit pas le travail des opérateurs. Dans l'approche *techniciste*, elle consiste à affecter les ressources du système homme-machine afin de réaliser chaque fonction de façon optimale. Dans la *conception centrée sur l'opérateur*, toute la difficulté est de définir les modalités de coopération entre l'homme et l'automate (Laprie, 1995⁶⁵).

Les méthodologies déployées pour allouer les tâches ne sont pas systématiques. Les travaux sur les industries de fabrication de Mital et al., les recherches sur les techniques d'ingénierie humaine (Sheridan, 1992⁶⁶ ; Beevis, 1999⁶⁷) ainsi que des analyses rétrospectives d'incidents et d'incidents dans le domaine nucléaire le démontrent. Néanmoins, certaines méthodologies d'allocation des

⁶² Rouse, W.B. (1991). *Design for Success : a Human-centered approach to Designing Successful Products and Systems*. New-York : Wiley.

⁶³ Bainbridge, L. (1991). Cognitive Context Analysis. *International Journal of Human Factors in Manufacturing*.

Bainbridge, L. (1990) Will expert systems solve the operator's problems? The "ironies of automation" concepts applied to cognitive automation. In Roe, R.A., Antalovitz, M. and Dienes, E. (eds.), *Proceedings of the Workshop on Technological Change Process and its Impact on Work*. September 9-13, Siofok, Hungary, pp. 197-218..

⁶⁴ Wei & al., (1992) Integrated Intelligent Design Environment for Design Management and Cooperation. *Design Theory and Methodology*, vol. 42, ASME, pp. 157-166.

⁶⁵ Laprie, J.C. (1995). Dependability Its Attributes, Impairments and Means. In Randell, J.-C.L.B., Kopetz, H., Littlewood, B. (Eds.), *Predictably Dependable Computing Systems*, Springer Verlag, pp. 3-24.

⁶⁶ Sheridan, T.B. (1992). *Telerobotics, Automation and Human Supervisory Control*. Cambridge MA: MIT Press.

⁶⁷ Beevis, D. (1999). *Analysis techniques for Human-machine System Design : Crew Systems ergonomics/Human Systems technology Information*. Center Wright Patterson AFD.

fonctions ont été mises au point. La plus simple est l'automatisation systématique en respectant les contraintes de coût et de faisabilité ; le reste des tâches étant laissé à l'opérateur. Cette solution présente de nombreux désavantages dénoncés comme les *ironies* de l'automatisation (Bainbridge, 1983⁶⁸).

Le développement de systèmes d'assistance pour aider les opérateurs à prendre des décisions constitue une deuxième stratégie de conception de la coopération entre l'homme et l'automatisme. Ces systèmes sont mis au point afin de satisfaire deux objectifs : la prévention des erreurs et la possibilité de les rattraper. Dans la perspective *techniciste*, les mauvaises performances du système tiennent à une mauvaise utilisation par l'opérateur du système d'aide. Du point de vue de la *conception centrée sur l'homme*, les mauvaises performances proviennent des difficultés de coopération entre l'homme et l'automate. De façon générale, deux types de modèles d'assistance sont proposés à l'opérateur. Dans une conception centrée sur la technologie, la démarche d'assistance à l'opérateur considère que le système d'aide doit être capable de proposer une solution au problème. Elle consiste à développer des systèmes dont l'ambition pas toujours explicite est de remplacer l'homme (Cf. par exemple Kolski, 1993⁶⁹). A l'inverse, la *conception centrée sur l'homme* recherche l'adéquation entre l'opérateur et le système qui est conçu comme une aide au fonctionnement cognitif de l'opérateur. L'outil adapté doit permettre à l'opérateur d'élaborer une réponse adaptée aux différentes situations rencontrées. Selon Bainbridge (Bainbridge, 1991), la conception des systèmes doit prévenir les problèmes à travers la formation des opérateurs, la conception de l'interface de conduite et les documents. De plus, pour que le système homme-machine soit fiable, le système d'assistance doit permettre à l'homme de traiter les problèmes lorsqu'ils surviennent. La conception de ces systèmes d'assistance traite de l'organisation du travail à travers la répartition des tâches entre le système d'assistance et l'opérateur. Différents modèles de coopération sont utilisés pour rendre compte des interactions d'assistance. D'après Millot, la répartition du contrôle entre l'homme et l'automate se décline en deux modalités (Millot 1990⁷⁰) : une coopération⁷¹ verticale dans laquelle l'opérateur est responsable de toutes les variables du procédé et garde la maîtrise des décisions. Le système d'aide assure une fonction d'assistance au raisonnement et de recherche de solution. Dans la coopération horizontale, la décision est partagée entre le système d'assistance et l'opérateur qui sont au même niveau hiérarchique. Une répartition dynamique des tâches de supervision et de conduite pour réduire la charge de travail de l'opérateur est possible. Millot précise la distribution des rôles d'acquisition et de décision d'action entre l'opérateur et le système d'aide. Il considère que la position de l'opérateur par rapport aux automates est définie par la façon dont est envisagée l'intégration des systèmes d'aide dans le procédé.

⁶⁸ Bainbridge, L. (1983). Ironies of Automation. Increasing Levels of Automation Can Increase, Rather than Decrease, The Problems of Supporting the Human Operator. *Automatica*, vol.19, pp. 775-779.

⁶⁹ Kolski, C. (1993). *Ingénierie des IHM, Conception et évaluation*. Paris : Editions Hermès.

⁷⁰ Millot, P. (1990). Coopération homme-machine : exemple de la téléopération. *Actes des Journées du GR Automatique*, Strasbourg, 17-19 Octobre.

⁷¹ Millot parle en termes de coopération mais d'après Soubie et al. (1994), les critères de la coopération ne sont pas réunis. De ce fait, ces auteurs préfèrent le terme de collaboration.

1.2.1.3. Une vision partielle de l'organisation

Pour analyser la conception technico-organisationnelle, nous retiendrons de l'ergonomie la prise en compte des objectifs de sécurité du système, de l'opérateur et de sa santé. De plus, l'ergonomie se préoccupe de la prise en compte des risques majeurs et professionnels dans la conception de situation de travail. Nous verrons dans le paragraphe 1.3. comment l'ergonomie anticipe les situations de travail afin d'améliorer la prise en compte des activités humaines au cours du processus de conception. Cependant, cette discipline porte un regard partiel sur l'organisation du travail qu'elle cherche à comprendre et à modifier afin d'adapter la situation de travail aux objectifs de performance, sécurité et santé. En effet, elle l'analyse à travers la situation de travail d'un acteur ou d'un petit collectif. De ce fait, elle hérite d'un écueil de l'analyse taylorienne du travail : l'absence de prise en compte des aspects collectifs du travail notamment au niveau de l'organisation d'un atelier dans lequel s'inscrit le poste de travail qu'elle étudie. Pour autant, le souci d'analyse des activités collectives n'est pas absent. Ainsi, l'approche *cours d'action* propose d'analyser des cours d'action collectifs grâce à l'articulation des cours d'action individuels. Par ailleurs, l'ergonomie tente de pallier ce manque par l'analyse des communications (Montmollin, 1997). Néanmoins, pour appréhender la construction d'une organisation pour des activités à risques, le regard ergonomique nécessite des compléments. Nous les recherchons du côté de la sociologie du travail et des organisations pour lesquelles l'organisation est un objet d'étude central.

1.2.2. L'organisation comme une construction sociale

1.2.2.1. Organisation et règles de travail

Dans les années 50⁷², les travaux de Georges Friedman contestent les principes de *l'organisation scientifique du travail* élaborés par Taylor. Ils remettent en cause la séparation arbitraire entre exécutants et concepteurs et soulignent la dimension sociale de l'acteur au travail. La sociologie du travail et la sociologie des organisations françaises s'inscrivent dans la continuité de cette critique.

L'une des questions qui anime la sociologie du travail actuelle est de savoir dans quelle mesure, ce mode d'organisation se perpétue dans les organisations actuelles⁷³. Taylorisme ou néo-taylorisme, la division du travail instituée par Taylor reste souvent un modèle de référence dans les travaux d'analyse du travail, même si des sociologues remettent en cause cette primauté (voir en particulier les travaux de Gwenaëlle Rot : Rot, 2006⁷⁴)

⁷² Dans le chapitre 18 de l'ouvrage, « l'action organisation », Gilbert de Terssac identifie quatre courants de travaux : 1) les travaux de Naville qui considère que les conséquences des changements technologiques se justifient principalement par des rapports sociaux 2) Les travaux de Donfy, Durand, Touraine et Reynaud 3) Les travaux de Touraine qui considère que le travail à la chaîne n'est qu'une étape dans l'évolution des organisation du travail, 4) les travaux de Crozier qui démontent que l'organisation n'est pas une vaste mécanique mais un construit social des acteurs impliqués dans des relations de pouvoir.

⁷³ Cf. le numéro spécial de *Sociologie du Travail* de 1993 notamment les articles suivants : Veltz, P., Zarifian, P. (1993). Vers de nouveaux modèles d'organisation ? *Sociologie du travail*, vol. n°1, pp.3-25. Linhart, D. (1993). A propos du post-taylorisme. *Sociologie du travail*, vol. n°1, pp.36-74. Maurice M. (1993). Les nouveaux systèmes productifs entre « taylorisme » et « toyotisme ». *Sociologie du travail*, vol. n°1, pp.89-98.

⁷⁴ Rot, G. (2006). *Sociologie de l'atelier. Renault, le travail ouvrier et le sociologue*. Toulouse : Octarès Editions.

A mi-chemin entre la sociologie du travail et l'ergonomie, Gilbert de Terssac et Nicole Lompré analysent le travail comme une action « organisée » et « organisante » (Terssac et Lompré, 1996). Le travail *organisé* se déroule dans un espace de règles, de contraintes plus ou moins coercitives. Cette organisation du travail est une structuration qui décrit 1) la contribution de chaque acteur, 2) le système de communication entre les individus, 3) le système d'autorité, 4) le dispositif de rétribution matériel et symbolique. Dans le même temps, le travail est *organisant* car les acteurs agissent sur ces contraintes afin d'adapter les règles à leurs activités. Comme ces règles sont instables, les acteurs produisent des règles en permanence. Terssac et Lompré parlent également de régulation « froide » et de régulation « chaude » qui se confrontent lors de la définition des règles. La *régulation froide* concerne les règles élaborées par l'institution ; il s'agit de cadre général de travail, de « métarègles ». La *régulation chaude* est exercée par les acteurs de l'organisation afin de définir des règles plus adaptées à leurs activités. Cette confrontation des deux régulations oppose deux logiques : la *logique de conception* associée à la définition des règles formelles et la *logique d'usage*, associée au travail d'adaptation des règles (De Terssac & Lompré, 2002, p.249). Terssac aborde la conception des règles du travail comme le « travail d'organisation ». Il cherche à dépasser le clivage classique entre prescripteurs et exécutants. Selon cet auteur, les règles de travail ne sont pas seulement construites par les concepteurs. Elles font l'objet d'une régulation sociale, conformément à la théorie de la régulation élaborée par Jean-Daniel Reynaud (Reynaud, 1989). « Les solutions organisationnelles sont construites, négociées lors d'échanges parfois conflictuels » (Terssac & Reynaud, 2002⁷⁵). Cette théorie analyse le travail dans les organisations comme une activité de production de règles à partir de deux sources de régulations : une *régulation de contrôle* qui « n'est pas toujours exprimée de manière adéquate dans la réglementation officielle. [...] ce qui la définit c'est seulement son orientation stratégique : peser de l'extérieur sur la régulation d'un groupe social » (Reynaud, 1988, p.10) et une *régulation autonome* qui est « la construction, avec ce que cela comporte de contrainte et d'apprentissage, d'un ensemble de normes sociales » (Reynaud, 1988, p. 10). La rencontre de ces deux régulations produit ce que Reynaud appelle la *régulation conjointe*. Elles sont également constitutives du collectif de travail.

« Ces régulations ne constituent pas une limite des prescriptions, mais bien la condition de l'efficacité des ensembles de production. Dès lors, l'efficacité et la viabilité sociale de toute organisation sont bien liées aux possibilités laissées aux acteurs de construire des règles pertinentes. Les solutions organisationnelles efficaces ne sont pas données d'avance, mais obtenues par construction, par confrontations et compromis, voire par conflits. » (Terssac & Reynaud, 2002)

Dans une communication de 2003, Terssac définit précisément ce *travail d'organisation*, à partir des recherches qu'il a effectuées avec Karine Lalande sur le passage du train à vapeur au train électrique à la SNCF :

⁷⁵ Terssac (De), G., Reynaud, J.D. (2002). L'organisation du travail et les régulations sociales. In Terssac (De), G. (Dir.), *Le travail : une aventure collective*. Toulouse : Octarès Editions, pp. 223-235.

« Nous avons proposé la notion « d'activité organisatrice » ou de « travail d'organisation » pour désigner les activités de structuration des contextes d'action qui consistent à produire des dispositifs ou des règles pour gérer les interdépendances entre les individus : il s'agit d'une contribution normative distribuée, non réservée aux « cadres », reposant sur la combinaison d'une pluralité de savoirs, traversé par des rapports de pouvoir à propos du contrôle du modèle rationalisateur. » (Terressac, 2003⁷⁶, p.4)

La régulation autonome interroge l'autonomie des acteurs qui y contribuent. Cependant, pour Terressac et Reynaud, l'autonomie de l'acteur n'est pas une garantie d'efficacité au travail. En effet, dans certains cas l'autonomie peut menacer la sécurité ou l'atteinte des objectifs de production. Les acteurs individuels peuvent se laisser influencer par le mode de pensée collectif et ne pas remettre en cause les choix organisationnels. A l'opposé, les règles et les procédures constituent des supports d'apprentissage qui peuvent accélérer l'acquisition de savoir-faire. Enfin, les régulations et les ajustements n'aboutissent pas toujours au consensus. De ce fait, leur légitimité en tant que système social n'est pas acquise au sein de l'organisation. En conséquence, Terressac et Reynaud considèrent que toute conception organisationnelle doit traiter de l'autonomie des acteurs tout en considérant qu'elle ne constitue pas une condition suffisante. Du point de vue des choix de conception de l'organisation, ils préconisent un modèle de structure organisationnelle qui : 1) répartit les décisions et prévoit des règles de coordination et de remise en cause de ces décisions, 2) définit des tâches concédant à ceux qui doivent les réaliser des marges de manœuvre afin qu'ils les adaptent aux exigences de la situation de travail, 3) prévoit la renégociation des contraintes, 4) intègre la renégociation de contraintes dans les compétences des acteurs. La formalisation proposée tient compte des exigences des situations de travail ; elle peut être « totalisante », « assouplie », « limitée », voire « évitée » si elle est considérée comme inadaptée à la situation de travail envisagée (Terressac et Maggi, 1996⁷⁷).

Les travaux de Michel Crozier et ceux de ses héritiers se sont appliqués à comprendre les rouages sociaux du fonctionnement des organisations (Crozier et Friedberg, 1977, Friedberg, 1989). Appréhender les fondements de l'action organisée leur permet de proposer un diagnostic comme point de départ aux changements ultérieurs éventuels. Michel Crozier et Erhard Friedberg ne s'intéressent pas seulement à l'action interne à l'organisation. Ils appréhendent le fonctionnement de l'organisation en relation avec son environnement.

« Ce n'est pas tant le système d'action interne qu'il faut étudier, que les mécanismes de régulation qui gouvernent l'ensemble du système organisation environnement, dont la structuration en réseaux de pouvoir et d'échange reliant les divers acteurs concernés est alors passible du même type d'analyse en termes de pouvoir et de stratégies des acteurs que celle déjà utilisées pour étudier le système d'action interne d'une organisation. » (Crozier & Friedberg, 1977, p. 137)

Le fonctionnement de l'organisation est analysé à travers la notion de pouvoir, centrale pour appréhender les jeux d'acteurs. Le pouvoir est décrit comme une relation qui matérialise les enjeux congruents ou divergents des acteurs. Ces enjeux sont inhérents à la « structure » de jeu qui définit

⁷⁶ Terressac (De), G. (2003). Vers une sociologie des activités professionnelles, Communication présentée aux IX^{èmes} journées de sociologie du travail. Paris, 27-28 novembre.

⁷⁷ Terressac (De), G., Maggi, B. (1996). Autonomie et conception. In Terressac (De), G. & Friedberg, E. (Dir.), *Coopération et conception*. Toulouse : Octarès Editions, pp.243-266.

les incertitudes dont la maîtrise est source de pouvoir. Chaque acteur participe au jeu social en élaborant des stratégies d'action à partir des ressources et des contraintes que l'organisation située dans son environnement leur offre. La notion d'autonomie de l'acteur participant à la construction sociale de l'organisation est remplacée par les notions de liberté et de marge de manœuvre. Cette marge de manœuvre n'existe pas en tant que telle mais uniquement dans l'articulation des jeux des différents acteurs.

Dans cette analyse stratégique du travail organisé, la technologie est analysée comme un instrument du jeu social, mobilisée tout à tour comme ressource ou contrainte par les acteurs.

« Pourquoi, comment et dans quelles limites, les caractéristiques d'une technologie deviennent contraignantes pour les acteurs et dans quelle mesure au contraire, ceux-ci peuvent « jouer » avec ces contraintes » (Crozier & Friedberg, 1977, p. 119)

Même si cette approche sociologique se focalise sur la vie quotidienne des organisations, elle s'intéresse marginalement à la conception des caractéristiques structurelles de l'organisation. Selon Crozier, la conception de l'organisation doit permettre d'obtenir la conformité des acteurs de l'organisation.

« Toute organisation requiert de ses membres un montant variable mais toujours important de conformité. Cette conformité sera obtenue pour partie par contrainte, pour partie en faisant appel à la bonne volonté. » (Crozier, 1963).

1.2.2.2. Automatisation et organisation du travail

Les ergonomes et les psychologues du travail analysent l'automatisation dans le prisme des relations entre l'humain et les automates. Les sociologues du travail, en particulier Gilbert de Terssac et Marcelle Stroobants analysent les conséquences sociales de l'automatisation à travers les impacts de l'automatisation sur l'organisation du travail. L'automatisation incorpore et supporte des choix d'organisation formelle du travail puisqu'il s'agit d'inscrire dans un dispositif technique, le contenu de certaines tâches et de modifier ainsi l'activité des opérateurs. Pour Terssac, les technologies « expertes » ont des « supports techniques de rationalisation du travail » (Terssac, 1992⁷⁸, p.226). Pour Stroobants, les technologies automatisées ne sont pas exogènes, elles matérialisent les rapports sociaux (Stroobants, 1993⁷⁹, p.108).

Terssac s'intéresse plus particulièrement à l'introduction de systèmes experts pour aider les opérateurs à décider au cours de leurs activités de travail. Un système expert est :

« Un système permettant la résolution de problèmes dans un domaine spécifique (médecine, géologie, chimie, etc) en utilisant une base de connaissance acquise auprès des experts du domaine et un mécanisme de raisonnement caractéristique de la façon de raisonner des experts. » (Pinson, 1981, cité dans Terssac, 1992, p. 238)

Ces systèmes peuvent filtrer des alarmes, rechercher des informations sur l'état de fonctionnement du procédé, aider au diagnostic, prévoir l'état futur du procédé, aider à la récupération d'erreurs en conseillant une procédure, agir directement sur le procédé. Dans tous les cas, il s'agit de l'automatisation de fonctions initialement dévolues à l'opérateur humain. Il souligne trois types

⁷⁸ Terssac (De), G. (1992). *Autonomie dans le travail*. Paris : Presses Universitaires de France.

⁷⁹ Stroobants, M. (1993). *Savoir-faire et compétences au travail. Une sociologie de la fabrication des aptitudes*. Bruxelles : Editions de l'Université de Bruxelles.

d'impacts sociaux des systèmes experts. Ces systèmes remettent en cause les relations de travail car ils redistribuent les tâches et modifient l'organisation du travail. Ils modifient le contenu de la tâche puisque le système expert en assume certaines parties voire l'intégralité. Enfin, les systèmes experts améliorent les compétences des opérateurs inexpérimentés car il leur permet d'acquérir plus vite de nouveaux savoir-faire. Cependant, les compétences des opérateurs expérimentés se détériorent car les activités deviennent plus guidées et plus procéduralisées.

Comme nous l'avons évoqué dans le paragraphe précédent, Terssac analyse le travail comme une activité organisée et organisante fondée sur un processus de *régulation conjointe*. L'introduction des systèmes experts modifie ces relations car elle introduit des « règles expertes ». Dès lors, les règles effectives ne sont plus seulement le résultat d'un processus articulant *régulation de contrôle* et *régulation autonome*. Elles sont également influencées par les règles expertes de deux manières opposées mais pas incompatibles. D'une part, ces règles expertes réduisent les marges de manœuvre des acteurs pour exercer une régulation autonome. Elles donnent du poids aux règles formelles et permettent ainsi un contrôle plus important des activités des opérateurs. Plus précisément, ces règles « objectivent des zones d'ombre » dans les activités de régulations. Elles modifient les frontières entre l'explicite et le clandestin qui permettaient à ceux qui en détenaient les secrets de conserver un poids dans le jeu social. Ensuite, elles codifient les savoir-faire et limitent donc les conditions d'élaboration, d'exercice et d'acquisition de ces savoir-faire. Enfin, les règles expertes pèsent sur les opérateurs car elles limitent le recours à la règle formelle pour justifier d'une impossibilité d'agir. Comme elles offrent des moyens d'assistance, elles contraignent l'opérateur à trouver des solutions dans une gamme de situations plus étendue. Dans le même temps, ces règles expertes élargissent les possibilités d'action des opérateurs puisqu'elles offrent des ressources pour traiter les problèmes et facilitent leurs interventions. De plus, le système expert assiste l'opérateur dans sa recherche d'information et complète ses connaissances.

Cette dualité fait écho à deux conceptions de l'automatisation courantes en sociologie du travail : le *modèle technique* et le *modèle professionnel* (Stroobants, 1993, p.226). Là encore pour opposées qu'elles apparaissent, ces deux conceptions s'articulent dans les formes d'organisation portées par l'automatisation croissante de process de travail (Stroobants, 1993). Le modèle technique cherche à automatiser un maximum de tâches dans le but ultime de substituer la machine à l'homme. Le modèle professionnel, au contraire, s'appuie sur les connaissances de l'opérateur et ses capacités à contrôler le process, à s'auto-contrôler et même à pratiquer une maintenance préventive. Cependant ces modèles ne sont pas exclusifs. Au contraire, ils se conjuguent dans la recherche de flexibilité au travail et de polyvalence des opérateurs emmenée par l'automatisation.

Terssac explore les liens entre technologie et organisation à travers l'analyse de l'introduction des systèmes experts. Selon cet auteur, les effets de la nouvelle technologie sont médiatisés par les décisions d'organisation associées à l'implantation de la technologie. Cependant, ses recherches sur l'introduction de systèmes experts mettent en évidence une sous-utilisation ou une non-utilisation des systèmes experts. Selon Terssac, ces systèmes sont peu utilisables car ils codifient les savoir-faire de manière réductionniste parce qu'ils ignorent : 1) les relations de travail, 2) le contexte de travail qui permet d'actualiser les savoir-faire et de leur donner un statut au sein du collectif, 3) le

collectif au sein duquel ces savoir-faire sont utilisés et échangés. Terssac va plus loin en soulignant que la question de l'intégration des savoir-faire dans un système informatique n'est pas tant une question technologique qu'une question d'organisation du travail et plus précisément de contrôle des activités des opérateurs. Dès lors, il souligne le caractère indispensable d'une analyse des activités des concepteurs qui, lorsqu'ils optent pour une technologie implémentent des schémas d'organisation du travail se manifestant par un guidage et un contrôle accru des activités. « L'objectif de guidage n'est pas inhérent à la technologie, mais assigné de l'extérieur, pas ceux qui ont en charge la gestion des organisations. » (Terssac, 1992, p.249).

Marcelle Stroobants refuse tout *déterminisme technologique* selon lequel la relation entre un choix technologique et un type d'organisation est univoque. Dans le même temps, elle souligne que l'éventail de choix organisationnels n'est pas infini mais délimité par les contraintes technologiques, les modèles de gestion et les conditions socio-économiques de l'entreprise. Enfin, elle souligne que les formes d'organisation introduites par la nouvelle technologie ne se substituent pas complètement aux anciennes qui persistent au moins dans leurs grands principes. Le taylorisme notamment subsiste sous des formes renouvelées malgré l'introduction répétée de technologies à visée réformatrice. Afin de ne pas associer systématiquement les changements observés à l'introduction de la nouvelle technologie, Stroobants recommande de s'attacher au processus de conception c'est-à-dire aux choix stratégiques des différents acteurs qui impriment leurs logiques, leurs représentations dans leurs choix technologiques.

1.2.2.3. La technique comme construction sociale : une problématique délaissée ?

Nous retiendrons de ces travaux sociologiques trois points principaux.

1) Le caractère socialement construit de l'organisation, analysé à travers l'action organisée ou les relations de régulation.

2) Le caractère fondamental de l'analyse des relations entre technique et social qui constituait l'une des préoccupations de la sociologie du travail, née avec l'essor de l'industrialisation dans l'après-guerre social : « la maîtrise des objets techniques constitue une première composante des activités professionnelles : elle a été et reste l'une des préoccupations majeures de la sociologie du travail pour comprendre les relations entre le système technique et le système social. » (Terssac, 2002, p.165). Ces approches ont critiqué un *déterminisme technologique* en abordant la technique comme une construction sociale :

« Ils [les objets techniques] sont considérés comme le résultat de décisions de conception et d'insertion dans un environnement donné qui renvoient à une rationalité technique. Ils sont considérés aussi comme le résultat de décisions d'utilisation, qui renvoient à une rationalité d'usage. (Terssac & Soubie, 1995, Scardigli, 1992). » (Terssac, 2002, p.166)

Selon Terssac et al., les décisions de conception ne sont pas uniquement des décisions techniques. Elles sont aussi des décisions organisationnelles car elles répartissent les opérations entre les

hommes et les machines, leur coordination et la hiérarchie du contrôle. (Terssac et al., 2002⁸⁰, p.166)

« [Cette approche] attribue à la technique une dimension sociale et constitue un enjeu social : l'analyse ne porte pas sur les effets d'un système technique exogène mais sur sa construction conçue comme un processus de décisions multiple, donc d'intégration de contraintes sociales portées par les différents acteurs qui interviennent dans cette conception. » Terssac, 2002, p.160

3) La nécessité d'appréhender les processus de conception ou de modification technologique afin de préciser leurs impacts sur l'organisation du travail et les activités des acteurs.

Alors que les travaux sociologiques sur l'introduction de technologies automatisées soulignent le caractère indispensable de l'analyse des processus de conception, ils ne proposent pas d'analyse des pratiques des acteurs engagés dans ces modifications socio-techniques. On ne connaît pas les pratiques qui mènent aux choix technico-organisationnels.

De plus, la dimension construite de l'organisation du travail est indéniable lorsqu'il s'agit d'analyser le travail des acteurs. Cependant, aborder les choix stratégiques d'organisation au cours du processus de conception impose de considérer les caractéristiques formelles de la future organisation. Or, ces caractéristiques ne sont pas uniquement des règles de travail.

Par ailleurs, alors qu'elle s'est construite et développée sur l'analyse des évolutions technologiques et de leurs conséquences sur le travail des acteurs et des collectifs d'acteurs, la sociologie du travail s'est progressivement détournée de la construction sociale des techniques (Assegond, 2004⁸¹). C'est du côté de la socio-anthropologie qu'il faut rechercher une analyse des relations entre l'homme ou les collectifs humains et les objets techniques. Il s'agit notamment d'analyser les pratiques de changements technologiques sous l'angle de l'appropriation (Gras et al. 1994⁸², Moricot, 1997⁸³ ; Scardigli, 2001⁸⁴). Cependant, cette focalisation sur les pratiques laisse de côté la dimension organisée de la construction sociale de la technique. La sociologie de l'innovation et la sociologie des réseaux socio-techniques que nous abordons à présent remettent la technique au centre du questionnement sociologique. Les travaux principalement empiriques de cette partie de la sociologie, s'intéressent à la construction sociale de faits techniques.

⁸⁰ Terssac, G., Lalande, K., Soldano, C. (1997). Tensions entre activités professionnelles et décisions organisationnelles, *Clés*, n°29, pp. 91-108.

⁸¹ Assegond, C. (2004). Repenser la technique en sociologie du travail: ancien paradigme, nouvelles perspectives. *Revue de l'ITRES*, vol.1, pp. 171-188.

⁸² Gras A., Moricot C., Poirot-Delpech S., Scardigli V. (1994). *Face à l'automate : le pilote, le contrôleur et l'ingénieur*. Paris : Publications de la Sorbonne.

⁸³ Moricot, C. (1997). *Des avions et des hommes. Socio-anthropologie des pilotes de ligne face à l'automatisation des avions*. Lille : Presses universitaires du Septentrion.

⁸⁴ Scardigli V. (2001) *Un anthropologue chez les automates. De l'avion informatisé à la société numérisée*. Paris : Presses Universitaires de France.

1.2.3. La technique comme une construction sociale

1.2.3.1. La dimension centrale des objets techniques

La *sociologie de l'innovation* rattachée à la sociologie des sciences et des techniques s'intéresse aux processus d'innovation. En France, les travaux de Bruno Latour et de Michel Callon analysent des découvertes scientifiques, des projets technologiques et scientifiques (Latour, 1987⁸⁵, Latour, 1992⁸⁶) Callon, 1986⁸⁷, Callon et Latour, 1991⁸⁸).

La sociologie de l'innovation analyse les objets techniques comme des construits sociaux. Elle repose sur un principe de symétrie entre les humains et les non-humains (Latour, 1991⁸⁹). Plus généralement, ses tenants comme Bruno Latour récusent le «grand partage» sociologique entre politique et société (Latour, 1983⁹⁰, Latour 1991⁹¹). Le terme *d'actants* est utilisé pour caractériser les entités humaines et non-humaines. Les sociologues de l'innovation s'intéressent à leurs interactions dynamiques lorsqu'ils constituent des réseaux socio-techniques. Ils appréhendent ces interactions comme des négociations qu'ils appellent également des opérations de *traduction*.

« Ils [les réseaux socio-techniques] mélangent humains et non humains (dispositifs techniques, électrons, anticorps monoclonaux...), inscriptions de toutes sortes, et monnaie sous toutes ses formes. Leur dynamique ne se comprend que rapportée à l'opération de traduction qui inscrit l'entre-définition des acteurs dans les intermédiaires qui sont mis en circulation : la connaissance de ces réseaux par la « lecture » de ces inscriptions. De plus, l'opération de traduction est elle-même régulée par les conventions plus ou moins locales, toujours révisables. » (Callon, 1991⁹², p. 225).

Dans cette perspective, les objets n'ont pas seulement une valeur instrumentale. Ils sont *médiateurs* c'est-à-dire ils mettent en relation l'homme et son environnement de travail ou d'action. C'est pourquoi, Madeleine Akrich propose d'analyser conjointement l'objet médiateur et les opérations de médiations afin d'appréhender les liens entre phénomènes sociaux et phénomènes techniques.

⁸⁵ Latour, B. (1987). Les vues de l'esprit : une introduction à l'anthropologie des sciences et des techniques. *Réseaux*, n°27, pp. 79-96.

⁸⁶ Latour, B. (1992). *Aramis ou l'amour des techniques*. Paris : Editions La Découverte.

⁸⁷ Callon, M. (1986). Eléments pour une sociologie de la traduction : la domestication des coquilles Saint-Jacques et des marins pêcheurs dans la baie de Saint-Brieuc. *L'Année sociologique*, vol.36.

⁸⁸ Callon, M., Latour, B. (1991). *La science telle qu'elle se fait : anthologie de la sociologie des sciences de langue anglaise*. Paris : La découverte.

⁸⁹ Latour, B. (1991). *Nous n'avons jamais été modernes. Essai d'anthropologie symétrique*. Paris : Editions La Découverte.

⁹⁰ Latour, B. (1983). Comment redistribuer le grand partage ? *Revue de synthèse, CIV*, n°110, avril-juin.

⁹¹ Latour, B. (1991). *Nous n'avons jamais été modernes. Essai d'anthropologie symétrique* Paris : Editions La Découverte.

⁹² Callon, M. (1991). Réseaux technico-économiques et irréversibilité. In Boyer, R., Chavance, B., Godard, O. (Dir.), *Les figures de l'irréversibilité en économie*. Paris : Editions de l'École des hautes Etudes en Sciences Sociales, pp. 195-230.

« Parler de médiation en sociologie des techniques n'a de sens que si l'on analyse à la fois le médiateur et les opérations de médiation, sans se laisser absorber par les médiateurs, ce qui reviendrait à ôter tout sens spécifique au mot même de médiateur, ni par les termes mis en relation par les opérations de médiation, ce qui rendrait incompréhensible les mécanismes par lesquels s'établissent ces relations. Il faut redonner aux dispositifs techniques leur épaisseur, ce qui en fait des médiateurs et non de simples instruments ou encore, pour reprendre les termes de Simondon, ce qui en eux-mêmes peut-être décrit comme un mixte stable d'humain et de naturel, de social et de matériel ; il faut montrer comment se constituent conjointement les techniques et leur environnement social et naturel, ou encore comment, en utilisant à nouveau Simondon, les objets techniques sont à la fois connaissances et sens des valeurs. » Akrich, 1993a⁹³, p90.

1.2.3.2. L'organisation comme le résultat du processus d'innovation

Dans cette sociologie de l'innovation, l'organisation est abordée comme un résultat du processus d'innovation

« Les acteurs comme les éléments naturels ou les dispositifs techniques sortent transformés de ces différentes épreuves : l'innovation en tant que processus produit à la fois des savoirs, des dispositifs techniques et des formes d'organisation. » (Akrich, 1993a, p.92).

Le processus de conception consiste en des décisions techniques successives qui répartissent les actions futures entre l'objet technique et son environnement. Plus précisément, les concepteurs élaborent des objets techniques dans lesquels ils *inscrivent* un *scénario* ou *script* basé sur un programme d'action. Pour cela, ils élaborent une représentation de l'environnement dans lequel les actions seront réalisées. Puis, ils répartissent les composantes de ce programme d'action entre l'objet technique et son environnement et, à l'intérieur de l'objet technique, entre ses différentes parties (Akrich, 1991⁹⁴, 1993a). L'enjeu principal des concepteurs est d'inscrire dans l'objet technique un *script* qui prévoit une allocation des compétences la plus proche possible des relations qui seront entretenues par les différents acteurs du dispositif. Cette partie du travail de conception s'apparente à la conception d'un cadre formel ou de ce que les sociologues du travail et des organisations appellent l'organisation prescrite.

Madeleine Akrich souligne que la connaissance de l'organisation future des activités sociales est parfois un préalable nécessaire à la prise de décisions techniques puisqu'il s'agit de distribuer des tâches aux différents acteurs, hommes ou machines. Cependant, au début du processus de conception, les paramètres techniques, sociaux et économiques sont intriqués les uns dans les autres. Leur définition se précise avec l'avancement du projet, ce qui impose aux concepteurs de progresser en tenant compte de ces évolutions.

1.2.3.3. L'objet technique pour relier conception et usages

On reproche souvent à la sociologie de l'innovation de ne s'intéresser qu'à l'innovation, au travail des concepteurs. Madeleine Akrich propose de réconcilier sociologie de l'innovation et sociologie de l'action en considérant les utilisateurs et l'usage qu'ils font des objets techniques conçus à leur

⁹³ Akrich, M. (1993 a). Les formes de la médiation technique. *Réseaux*, n°60, juillet-août, pp.87-98.

⁹⁴ Akrich, M. (1991). L'analyse socio-technique. In Vinck, D. (Ed.), *La Gestion de la recherche*. Bruxelles: De Boeck, pp.339-353.

intention. Selon elle, l'innovation ne s'arrête pas au travail des concepteurs (Akrich, 1993b⁹⁵). Elle s'inscrit dans une chaîne d'actions réalisée par différents acteurs et dispositifs qui se coordonnent. Dès lors, il s'agit de décrire le cycle de vie d'une innovation donnée en appréhendant les relations sociales et techniques entre concepteurs et usagers, à partir de la circulation de l'objet technique. Ce dernier est considéré comme un « objet frontière » (Star et Griesemer, 1989⁹⁶), un dispositif permettant la coordination entre deux mondes tout en les distinguant (Akrich, 1993b). Cependant, selon Akrich, ce passage entre sociologie de l'action et sociologie de l'innovation implique un réajustement, une « déconstruction⁹⁷ » du concept d'acteur. Elle introduit trois notions afin de faire le lien entre sociologie de l'innovation et sociologie de l'action. La *posture* se rapporte à l'organisation ou au cadre d'action technique ou social proposé à l'utilisateur par les concepteurs : *L'actant* est « l'entité désignée par tel ou tel élément du dispositif technique, en vue de l'action pour lequel il a été conçu. ». Les notions de *posture* et *d'actant* ne séparent pas arbitrairement technique et social. Elles renvoient à l'organisation formelle c'est-à-dire à la distribution des tâches ou des « compétences » entre le dispositif technique et l'utilisateur.

« *L'actant [...] fait référence à la façon dont l'utilisateur est inscrit dans le dispositif, [pour la posture], il s'agit de désigner la manière dont le dispositif est déjà inscrit, incorporé chez l'utilisateur. » (Akrich, 1993b, p.47).*

Enfin, *l'auteur* est celui qui effectue l'action en mettant en lien l'objet et son utilisateur.

« *[l'acteur est] celui auquel l'action est imputée, ce qui suppose d'emblée l'existence d'un « imputateur », ou autrement dit défait le face à face entre l'objet et son utilisateur et introduit un tiers pour lequel et par lequel l'action prend une partie de son sens. » (Akrich, 1993b, p.48).*

1.2.3.4. Appréhender la conception technico-organisationnelle dans les univers à risques : possibilités et limites de la sociologie de l'innovation

La sociologie de l'innovation redonne à la technique une place centrale dans l'analyse en la considérant comme une construction sociale. Dans une perspective de conception technico-organisationnelle, nous retiendrons deux résultats généraux de cette approche :

1) La technique est porteuse d'organisation. A travers la notion d'*inscription* dans les objets techniques, la sociologie de l'innovation appréhende l'organisation des actions futures comme une distribution des tâches et des compétences entre les acteurs humains et non-humains, portée par les objets techniques.

2) La technique est une construction sociale. A la différence de la sociologie du travail et des organisations, la sociologie de l'innovation conçoit la relation entre acteurs humains et non-humains comme une relation de coopération pour construire et donner corps à des *réseaux socio-techniques*. Elle dépasse ainsi le déterminisme social qui considère l'objet technique comme le produit de

⁹⁵ Akrich, M. (1993 b). Les objets techniques et leurs utilisateurs, de la conception à l'action. In Conein, B., Dodier, N., Thévenot, L. (Eds.), *Les objets dans l'action. De la maison au laboratoire*, coll. *Raisons pratiques*, n°4. Paris : EHESS. pp.35-57.

⁹⁶ Star, S.L., Griesemer, J. (1989). Institutional Ecology, Translations and Boundary, Objects: Amateurs and Professionals in Berkeley's Museum of Vertebrate Zoology, 1907-1939, *Social Studies of Science*, vol.19, p.387-420.

⁹⁷ Au sens de révision.

relations sociales dans lequel les différents acteurs impriment leurs croyances, leurs savoirs de métiers, leur positionnement dans l'univers social de la conception. Par ailleurs, appréhender l'objet technique comme socialement construit ne remet pas en cause l'autonomie ou la liberté de l'acteur humain, pas plus qu'il n'est instrumentalisé comme ressource dans le jeu des relations de pouvoir.

Cependant, pour fructueuse et originale qu'elle soit, cette focalisation sur les objets techniques laisse une place secondaire aux acteurs humains. Les objets techniques placés au centre des analyses bénéficient d'un traitement précis tant dans leurs caractéristiques propres que dans les descriptions de leurs contributions à l'existence des réseaux. A l'inverse, les acteurs humains objets centraux dans les analyses sociologiques (et ergonomiques), ne sont définis et n'existent que par leur appartenance aux réseaux socio-techniques. De plus, leurs actions ou activités dans la constitution des réseaux, leurs interactions sociales restent peu décrites. Cela tient à deux raisons principales : la première tient au statut réservé à l'acteur humain par les sociologues de l'innovation : acteur tout-puissant ou, à l'inverse passif, ballotté par le fonctionnement des réseaux. Cette critique leur a souvent été adressée comme l'exprime Michel Callon :

« On nous a souvent adressé, le reproche et ce reproche est en grande partie justifié, d'avoir une vision assez riche des objets techniques et scientifiques, mais d'avoir une vision très pauvre des acteurs humains, vision qui oscille en permanence dans nos analyses entre la figure du démiurge, capable de tout faire et de tout contrôler, et celle de l'agent passif, traversé par les réseaux au sein desquels il est plongé et qui déterminent ses comportements » (Callon, 1999⁹⁸).

La seconde tient aux méthodes de description des réseaux socio-techniques. Les sociologues de l'innovation appréhendent le fonctionnement des réseaux à partir d'événements marquants, de moments qu'ils désignent comme privilégiés parce que s'y jouent des négociations et des controverses (Callon, 1981⁹⁹). De ce fait, la description des actions ou activités des acteurs reste fragmentaire. De plus, pour cette même raison méthodologique, il reste très difficile d'avoir une vision d'ensemble du réseau. Du fait de son caractère dynamique, sa forme définitive stabilisée reste difficile à appréhender. Dès lors, on peut se demander comment caractériser les formes d'action collective ? Selon Michel Callon, la stabilité du réseau se traduit par un équilibre des opérations de *traduction* :

« Comment une traduction parvient-elle à résister aux assauts répétés et obstinés de traductions concurrentes, finissant par les éliminer sans qu'aucun retour en arrière soit possible ? La réponse réside en deux mots : durabilité et robustesse. Ces propriétés, qui ne se mesurent que dans l'épreuve, sont d'abord celles des intermédiaires, opérateurs de traduction [...]. D'un point de vue général, on peut dire que l'irréversibilité croît à proportion que des effets de systèmes se créent dans lequel chaque élément traduit, chaque intermédiaire, chaque traducteur s'inscrit dans un faisceau d'interrelations : modifier un élément, c'est-à-dire définir différemment, suppose que l'on s'engage dans un processus de retraduction généralisé. » Callon, 1991, p.219.

Par ailleurs, les sociologues de l'innovation ne suivent pas seulement l'élaboration d'un réseau socio-technique. Ils appréhendent « la genèse simultanée de l'objet et de son environnement. » (Akrich,

⁹⁸ Callon, M. (1999). (Ré) écriture et coordination de l'action dans une organisation. *Technologies, Idéologies, Pratiques*, vol.13, n°2, pp.89-108.

⁹⁹ Callon, M. (1981). Pour une sociologie des controverses technologiques. *Fundamenta Scientiae*, vol.2, n°3/4, pp.381-399.

1989, p.33). Cet environnement est décrit comme le contexte social, économique, naturel dans lequel l'objet est mobilisé. Cependant, l'intégration de l'innovation dans un contexte social et organisationnel plus large n'est pas abordée. Cela s'explique en partie par les sujets de recherches des sociologues de l'innovation : des dispositifs informatisés, des machines, des créations scientifiques. L'innovation ne concerne pas des process industriels dont le fonctionnement requiert des mécanismes de coopération et de coordination complexes entre les acteurs qui les conçoivent et les font fonctionner.

Enfin, nous étudions des systèmes socio-techniques à risques. La notion de risque n'est pas directement étudiée par la sociologie de l'innovation même si elle s'intéresse à des objets dont l'utilisation génère des risques pour les utilisateurs et leur environnement. Comme le précise Bruno Latour (Latour, 1994), les sociologues de la technique s'intéressent à des « carrières d'objets » des « trajectoires d'objets » dans lesquelles le risque est « une caractéristique normale », c'est-à-dire faisant partie du réseau socio-technique appréhendé dans sa dimension dynamique. Il insiste pour remplacer la notion d'objet technique par celle de *projet* afin de tenir compte de sa genèse et de son existence. (Latour, 1994, p.19). Le risque est considéré comme contenu dans le *projet*. Cette posture s'explique par le fait que la sociologie de l'innovation refuse la dichotomie commune en sciences sociales — en particulier en sociologie du travail ou dans la plus récente *sociologie des risques* — consistant à séparer les risques comme constructions sociales, représentés chez les acteurs humains et les risques réels, *en soi*, contenus dans les objets techniques. Cette réticence fait écho au refus de séparer humains et objets techniques.

Nous abordons à présent une approche sociologique des réseaux sociotechniques qui accorde une place centrale à l'opérateur humain.

1.2.4. « Les hommes et les machines » : pour une sociologie des réseaux sociotechniques

1.2.4.1. La solidarité technique au cœur du fonctionnement des réseaux

Partant du statut insuffisant conféré à l'acteur humain par les sociologues de l'innovation, Nicolas Dodier propose de penser les relations entre l'acteur ou le collectif et les objets techniques comme une *solidarité technique*.

« Je propose donc d'appeler ainsi [solidarité technique] la forme de rapports entre humains, ainsi qu'entre humains et non-humains, induite par la participation au fonctionnement des ensembles techniques. Les opérateurs y sont engagés à travers l'activité technique. » (Dodier, 1999¹⁰⁰, p.163)

A la différence des sociologues de l'innovation, Dodier ne s'intéresse pas à la genèse des objets techniques mais à leur fonctionnement. Il quitte le point de vue des innovateurs pour se centrer sur l'action de ceux qui font fonctionner les *réseaux sociotechniques*.

« Pour étudier la solidarité de réseau, et les nouvelles formes qu'elle prend, il paraît donc fructueux de tirer parti de la nouvelle sociologie des techniques, mais en quittant le point de vue des innovateurs, pour accéder à la condition des personnes chargées quotidiennement de faire fonctionner les réseaux techniques, et que nous appelleront des « opérateurs », quelle que soit par ailleurs leur position dans la hiérarchie des postes : ingénieurs, agents de maîtrise, chefs d'équipe, régleurs, ouvriers de maintenance, ouvriers spécialisés, etc. » (Dodier, 1995¹⁰¹, p.4)

Il appréhende l'activité technique comme « la recherche de compatibilités entre des entités voisines, humaines et non-humaines afin de constituer *des réseaux sociotechniques* » (Dodier, 2000¹⁰², p.255). Ce processus est marqué par des négociations entre les différentes *instances* en présence :

« Ce [les instances] sont des individus ou des objets, des individus agissant pour eux-mêmes ou comme représentants d'entités collectives (les délégués du personnel, le directeur de l'entreprise, etc.). Elles sont hétérogènes, au sens précis où elles forment autour de chaque opérateur un ensemble éclaté d'impératifs harmonisés in situ. » (Dodier, 2000, p.257)

Dans cette approche, le fonctionnement des ensembles techniques est un processus dynamique de recherche permanente de compatibilités entre des instances contraintes de négocier. Ces négociations sont indispensables parce que ces instances sont hétérogènes tout comme les « forces physiques, chimiques, biologiques, psychologiques, sociologiques ou économiques » en présence. De plus, ces instances et ces forces ne sont pas toujours connues à l'avance et se manifestent au cours du fonctionnement du réseau sociotechnique.

Pour Dodier, du fait de sa dynamique, le *réseau sociotechnique* ne peut pas être saisi comme un tout. Ses composantes ou maillons sont constitués par les objets mobilisés par les opérateurs engagés

¹⁰⁰ Dodier, N. (1999). La condition des opérateurs dans les nouvelles formes d'organisation. Retour sur une enquête sociologique en entreprise. *Travailler*, vol.2, pp.140-179.

¹⁰¹ Dodier, N. (1995). *Les hommes et les machines. La conscience collective dans les sociétés technicisées*. Paris : Editions Métailié.

¹⁰² Dodier, N. (2000). La négociation à l'œuvre dans le fonctionnement des réseaux socio-techniques. In Thuderoz, C., Giraud-Héraud, A. (Eds.), *La négociation sociale*. Paris : les Editions du CNRS, pp.253-263.

dans *l'activité technique*. Seuls, les réseaux les plus stables peuvent être assimilés à des systèmes socio-techniques.

1.2.4.2. Formes d'organisation et activité technique

Nicolas Dodier récuse l'opposition traditionnelle en sociologie du travail entre travail prescrit et travail réel. Selon lui, les divergences entre les scénarios d'action prévus par les concepteurs et le déroulement de l'activité technique ne sont pas à rechercher dans la nature de ces scénarios mais dans le « mode d'existence des objets techniques » (Simondon, 1958¹⁰³). En effet, ces objets ne sont jamais complètement « concrétisés » à l'issue de leur conception c'est-à-dire qu'ils renferment des incertitudes même s'ils ont subi des tests d'utilisation. Dès lors, leur usage révèle deux types d'incertitudes : une incertitude « banale » du fait de l'incomplétude des *scripts* de fonctionnement et une incertitude extérieure aux scénarios planifiés par les concepteurs que seul l'opérateur peut prendre en charge. En gérant ces deux incertitudes, l'opérateur participe à la concrétisation de l'objet technique qui est donc un processus permanent.

Dans cette approche, l'organisation est appréhendée comme un cadre dont les caractéristiques structurelles conditionnent le fonctionnement des réseaux. Les formes organisationnelles *planifiées* ou *flexibles* conditionnent les ressources allouées aux acteurs humains de ces réseaux.

« Une forme d'organisation est une manière spécifique de penser, dans l'entreprise, toute une série de questions telles que la nature et la distribution du pouvoir, la nature de l'activité technique, les compétences nécessaires pour la mener à bien, la responsabilité, le statut des négociations, les sources reconnues de l'innovation, etc. » (Dodier, 1999, p.168)

Les négociations qui animent le fonctionnement des réseaux sociotechniques se déroulent différemment selon la forme *planifiée* ou *flexible* de l'organisation. Dans les organisations planifiées, les négociations doivent se dérouler selon les règles, les « scripts » prévus par les concepteurs. Dans les formes planifiées les plus radicales, la négociation est illégale car non prévue au moment de la conception. Au contraire, dans les organisations *flexibles* ou *distribuées*, l'adaptation des règles et des scripts aux aléas des activités de travail est attendue de la part des acteurs quelle que soit leur position dans l'organisation. Dans ce type d'organisation, la négociation est un « principe » fondateur du fonctionnement des réseaux (Dodier, 2000, p.261).

Par ailleurs, Dodier met en lien forme d'organisation et mode d'engagement des opérateurs dans le fonctionnement des réseaux sociotechniques. Plus spécifiquement, il décrit leur relation aux objets techniques, aux machines selon les ressources dont ils disposent dans chaque forme d'organisation. Ainsi, l'organisation planifiée incite les opérateurs à un respect de la machine « désincarné » qui repose sur une conformité aux règles édictées. A l'inverse, les formes *flexibles* ou *distribuées* donnent lieu à un respect de la machine « individualisé », relativement à la position fonctionnelle de l'opérateur tout au long du fonctionnement du réseau sociotechnique. Cependant, Dodier précise que ces formes d'organisation n'ont pas d'influence sur les caractéristiques de la solidarité technique (Dodier, 2000).

¹⁰³ Simondon, G. (1958). *Du mode d'existence des objets techniques*. Paris : Aubier Philosophie.

Dodier distingue le travail des concepteurs de celui des opérateurs. Si ce dernier retient toute son attention, il s'intéresse aux principes de conception organisationnelle permettant de faire fonctionner les réseaux dans les meilleures conditions. Ainsi, il souligne que le fonctionnement des réseaux sociotechniques dans les organisations flexibles nécessite de concevoir des dispositifs organisationnels dont la plasticité permette à chaque instance engagée dans l'activité technique de se faire entendre. Dans les organisations planifiées, des « poches d'autonomie » dont les règles de fonctionnement sont strictement prescrites doivent être prévues pour la négociation.

1.2.4.3. Risque et activité technique : la notion de violence des réseaux sociotechniques

Nicolas Dodier analyse les risques professionnels pour les opérateurs d'une usine de fabrication de fûts métalliques. Il distingue deux types de *violence* qui correspondent à deux modes de prises de risques. D'une part, les risques liés aux produits toxiques, aux bruits, aux maladies professionnelles font partie de la *violence subie et vécue* comme une *peine*. C'est-à-dire que ces risques sont inhérents aux dispositifs techniques de production et ne dépendent pas de l'activité des opérateurs. Ce sont, pourrait-on dire, les risques *en soi* de la chaîne de production. L'amélioration progressive des conditions de travail permet de diminuer ces nuisances professionnelles. D'autre part, Dodier évoque la violence dans l'action, la *violence agie* qui s'exprime au cours de l'activité, lorsque l'opérateur met en jeu son intégrité physique pour montrer ses *habiletés*, sa *virtuosité* afin de se positionner dans le jeu social, de s'engager dans l'action et de résister ainsi à la violence (Dodier, 1995). Dans ce dernier cas, la *violence agie* constitue une défense.

1.2.4.4. Relation technologie / organisation dans les univers à risques : possibilités et limites de la sociologie des réseaux sociotechniques

En montrant le caractère négocié du fonctionnement des réseaux sociotechniques, Dodier critique la conception techniciste de la technique. L'attention portée aux acteurs humains et aux objets techniques, à leurs évolutions et à leur mobilisation pour faire fonctionner les réseaux sociotechniques permet d'appréhender la relation entre technologie et activité avec un regard neuf. Dans le même temps, l'attention aux objets techniques et à leur mode d'existence renouvelle la séparation traditionnelle en sociologie du travail et des organisations entre travail prescrit et travail réel.

Nous retiendrons des travaux de Nicolas Dodier trois résultats :

- 1) L'organisation a une valeur de cadre pour l'activité technique. Selon les *formes* organisationnelles, les opérateurs disposent de ressources à partir desquelles ils font fonctionner les réseaux sociotechniques. De ce fait, comme dans l'approche des sociologues des sciences et des techniques, l'organisation fait partie de l'environnement du réseau. Sa genèse et sa modification sont issues de choix indépendants de la constitution des réseaux.

- 2) Les choix d'organisation impactent la technique. Plus précisément, les choix de *forme* d'organisation affectent l'activité technique et donc la concrétisation des objets et finalement leur nature même.
- 3) Les risques s'inscrivent dans le dispositif technique. Ils dépendent également de la relation entre l'humain et l'objet technique dont nous avons vu qu'elle dépendait de la *forme* d'organisation. Ils sont également construits au cours de *l'activité technique*.

Cependant, nous revenons sur l'organisation appréhendée indépendamment du réseau sociotechnique. Si l'on reprend les résultats des sociologues de l'innovation cités d'ailleurs par Dodier, l'organisation est également portée par les objets techniques. En effet, ils contiennent des scripts, de scénarios qui sont autant de règles, de prescriptions, de cadres pour les activités techniques. Dès lors, il convient préciser les relations entre organisation et technologie et leur construction. Les recherches consacrées à cette relation nous permettront de le faire dans le paragraphe suivant (§ 1.2.5.).

Dans les travaux de Dodier, les relations sociales entre les concepteurs et les usagers ne sont pas abordées car il considère que « même s'il n'est pas comme dans le modèle techniciste dans le rôle d'exécutant des règles mises au point par un « concepteur », l'opérateur est néanmoins, et quelles que soient les inventions et les capacités qu'il révèle, dans un rapport de secondarité par rapport à l'innovateur » (Dodier, 1995, p.227). Dès lors, les opérateurs apparaissent comme extérieurs au processus de conception, destinataires de scripts d'utilisation d'objets techniques dont ils doivent gérer les incertitudes. Or, comme le souligne Madeleine Akrich, articuler innovation et usage permet d'appréhender la genèse de l'objet jusqu'à ce qu'il ne génère plus de « revendications » susceptibles de défaire le réseau dans lequel il s'inscrit. De plus, la frontière entre concepteurs et exécutants n'est pas toujours aussi stricte, comme le montrent les travaux en ergonomie avec l'implication des opérateurs dans la démarche ergonomique et dans les projets de conception. Pour conclure, même s'ils ne s'intéressent pas aux pratiques des concepteurs pour définir les objets techniques et les scénarios associés, les travaux de Nicolas Dodier invitent à analyser le processus de conception technico-organisationnel. D'une part, il s'agira de se demander comment les choix d'organisation et de conception des objets techniques construisent les fondements de l'activité technique future. D'autre part, nous avons vu que les opérateurs déploient des habilités techniques pour faire face à la violence et aux risques sur leurs lieux de travail. Dès lors, on peut appréhender les activités de conception regroupant concepteurs et opérateurs comme des négociations de la violence future et des risques, dans lesquelles entrent en jeu les arguments technologiques et organisationnels. Plus précisément, on se posera la question des relations entre les trois éléments du triptyque risques (professionnels et majeur selon les cas), technologie, organisation dans le travail collectif de conception.

1.2.5. Technologie, organisation et risques, anatomie d'un triptyque

Les différentes recherches que nous avons décrites dans ce chapitre abordent la relation entre technologie et organisation. Afin de compléter ces résultats, nous passons rapidement en revue les travaux qui l'analysent plus spécifiquement. Puis, nous précisons les hypothèses que nous tenterons de vérifier dans cette thèse. Nous nous appuyons sur un article d'Eric Alsène (Alsène, 1990¹⁰⁴) qui rappelle les différentes analyses sociologiques des impacts de la technologie sur l'organisation et propose une approche originale qui, en les synthétisant, les prolonge. Nous utilisons également les travaux de Robert J. Thomas qui a élaboré également une démarche d'analyse originale de cette relation appelée « power-process perspective » (Thomas, 1994¹⁰⁵).

Ces travaux nous intéressent particulièrement car ils se fondent sur des modifications technologiques. Alsène a étudié l'introduction d'un système informatisé de contrôle des procédés et celle d'un système de planification et de contrôle de la production dans deux entreprises industrielles. Pour sa part, Thomas s'est concentré sur des projets de modifications technologiques dans les domaines aéronautique, automobile, informatique. A partir de ces travaux, des recherches sur les grands systèmes socio-techniques à risques et des différents apports ergonomiques et sociologiques évoqués précédemment, nous proposons une approche mettant en relation la technologie, l'organisation et les risques.

1.2.5.1. Les principales approches des relations entre technologie et organisation

Tous les travaux abordés dans ce chapitre s'écartent d'un *déterminisme technologique* : ils refusent d'associer chaque type de technologie à un type de structure organisationnelle. Cependant, comme le souligne Eric Alsène, les travaux rangés sous la bannière du *déterminisme technologique* présentent des positions plus modérées appelées par Paul Adler "déterminisme technologique doux" (Adler 1987¹⁰⁶, cité dans Alsène 1990). Joan Woodward par exemple, identifie des "degrés de libertés" dans les formes organisationnelles relativement à un type de technologie (Woodward, 1965¹⁰⁷).

Alsène décrit cinq autres propositions d'analyse des relations entre technologie et organisation :

Le *déterminisme technico-social* selon lequel, la technologie détermine l'organisation en ce qu'elle porte les relations sociales qui lui ont donné naissance. Cette approche se retrouve en sociologie du travail chez Benjamin Coriat (Coriat, 1979¹⁰⁸) et David Noble (Noble, 1979¹⁰⁹).

¹⁰⁴ Alsène E. (1990). Les impacts de la technologie sur l'organisation. *Sociologie du travail*, n°3, pp. 321-337.

¹⁰⁵ Thomas, R.J. (1994). *What Machines Can't Do ? Politics and Technology in the Industrial Enterprise*. Berkeley: University of California Press.

¹⁰⁶ Adler, P.S. (1987). Automation et qualification. Nouvelles orientations. *Sociologie du travail*, n°3, pp.289-303.

¹⁰⁷ Woodward, J. (1965). *Industrial Organization : Theory and Practise*. Londres: University of Oxford Press.

¹⁰⁸ Coriat, B. (1976). *Science, technique et capital*. Paris : Editions du Seuil.

¹⁰⁹ Noble, D.J. (1979). Social Choice in Machine Design: The Case of Automatically Controlled Machine Tools. In Mackenzie, D., Wajcman, J. (Dir.), *The Social Shaping of technology*. Philadelphia: Open University Press.

Le *déterminisme multiple* décrit l'organisation comme dépendant de la technologie mais également d'autres facteurs comme le système social et l'environnement. Deux bons exemples de ces travaux se retrouvent chez les auteurs du groupe d'Aston (par exemple Pugh et al., 1963¹¹⁰ cité dans Alsène 1990) et chez Mintzberg (Mintzberg, 2003¹¹¹) qui propose cinq facteurs de contingence : la technologie, l'âge de l'organisation, la taille, l'environnement et les relations de pouvoir.

Le *constructivisme* appréhende l'impact de la technologie sur l'organisation à travers la manière dont les acteurs de l'organisation s'en saisissent dans l'élaboration et la mise en œuvre de leurs stratégies pour construire l'organisation. Nous retrouvons dans cette approche l'analyse stratégique des organisations élaborée par Michel Crozier et prolongée par Erhard Friedberg.

Enfin, *l'approche stratégique* est proche de la précédente. Cependant, elle considère la technologie et l'organisation comme deux sphères indépendantes l'une de l'autre; chacune pouvant constituer des enjeux stratégiques.

1.2.5.2. Technologie et organisation : deux sphères autonomes en relation

Alsène adopte une approche à l'intersection de ces différents courants afin d'appréhender les impacts de la technologie sur les structures et les modes de fonctionnement de l'organisation. Tout d'abord, il considère que la technologie induit des *effets spécifiques* sur l'organisation car elle véhicule un design organisationnel implicite. Ces effets sont « spécifiques » car relatifs au type d'organisation dans laquelle la technologie s'inscrit.

« En d'autres termes, le design organisationnel implicite accompagnant une technologie étant relatif au type d'organisation dans laquelle celle-ci s'insère, les effets par lesquels il se manifeste sont eux-mêmes relatifs, "spécifiques". » (Alsène, 1990, p.329)

Alsène ajoute qu'ils sont "modulés" par le mode de gestion du changement technologique, c'est-à-dire par les choix d'organisation effectués pour accompagner la mise en place d'une nouvelle technologie : "le redesign organisationnel concomitant au changement technologique". (Alsène 1990, p.330). Selon Alsène, ce redesign organisationnel hérite des relations sociales et des jeux d'acteurs. De ce fait, comme la technologie et l'organisation sont pensées par les acteurs à travers le changement technologique décidé et la réorganisation concomitante, elles constituent deux sphères autonomes.

« Le poids des rapports sociaux –cher au déterminismes social- et le jeu interactif des acteurs –cher à l'approche constructiviste- se manifestent bien davantage dans le redesign organisationnel concomitant au changement technologique que dans les réorganisations directement induites par celui-ci, la technologie et les facteurs contingents devenant à l'occasion plutôt des paramètres symboliques que des variables causales. En corollaire, la technologie et l'organisation apparaissent comme des sphères stratégiques, à placer sur le même plan et autonomes- et non plus l'une résultante de l'autre- comme chacune fait l'objet de changements planifiés. » (Alsène, 1990, p. 331).

¹¹⁰ Pugh, D.S., Hickson, D.J., Hinings, C.R., MacDonald, K.M., Turner, C., Lupton, T. (1963). A Conceptual Scheme for Organizational Analysis. *Administrative Science Quarterly*, n°3, pp.289-315.

¹¹¹ Mintzberg, H. (2003). Structure et dynamique des organisations. Paris: Editions d'Organisation.

Par ailleurs, Alsène souligne que les acteurs décidant du redesign organisationnel ne disposent pas d'une liberté de choix totale, en effet, la technologie délimite "un champ de design dont il serait indu de franchir les limites –ce champ étant circonscrit par la logique organisationnelle que la technologie véhicule."(Alsène, 1990, p. 332) (Voir également Stroobants, 1993, §1.2.2.). Si les choix organisationnels ne peuvent s'inscrire dans ces limites, Alsène montre qu'il convient alors de réexaminer les choix technologiques. On retrouve ici, les résultats de Madeleine Akrich montrant que la définition des paramètres techniques, sociaux, économiques se fait progressivement au cours du processus de conception. Comme ils sont intriqués, les concepteurs sont contraints de prendre en compte leurs évolutions afin de prendre les décisions techniques qui permettent de distribuer les tâches aux différents acteurs, humains ou non-humains.

Pour résumer, selon Alsène, à travers leurs choix stratégiques, les acteurs de ces changements technico-organisationnels recherchent une mise en correspondance de la technologie et de l'organisation, plus précisément une « compatibilité entre redesign organisationnel souhaité et champ de design délimité par la technologie. » (Alsène, 1990, p.333). Dès lors, tout l'enjeu d'un travail de recherche est d'identifier les contraintes et les libertés offertes par la technologie pour concevoir l'organisation. La condition indispensable étant de comprendre la « logique organisationnelle » portée par la technologie. Alsène souligne que la connaissance des choix et des arbitrages pour décider d'une technologie permet d'appréhender la logique qu'elle porte. Cependant, elle ne permet pas de préciser les contraintes organisationnelles « pratiques » que la technologie impose dans le fonctionnement du système socio-technique. Pourtant, l'analyse conjointe des composantes de la relation technologie/organisation et du processus qui la constitue est une voie originale empruntée par Thomas afin d'étudier des projets de modifications socio-techniques.

1.2.5.3. L'analyse conjointe des relations de pouvoir et du processus de conception pour appréhender la relation entre technologie et organisation

Paul Thomas propose d'aborder les relations entre technologie et organisation du point de vue de leur construction lors de projets de modifications technologiques. Son analyse articule *déterminisme technologique* et *déterminisme social*. Il considère que la technologie et l'organisation se déterminent mutuellement. Comme Alsène, Thomas se focalise sur le produit technico-organisationnel des modifications technologiques. Cependant, il s'attache également au processus de construction de ces relations. En d'autres termes, plutôt que de chercher à savoir quelle entité structure l'autre, Thomas se demande comment technologie et organisation se structurent mutuellement. Il propose d'analyser la construction de cette relation comme la traduction de relations de pouvoir. Plus précisément, il s'attache à comprendre les mécanismes sociaux imposant une vision de la technique ou des structures organisationnelles. Il dénomme son approche « power-process perspective ».

« This framework, which I refer to as the « power-process » perspective, begins by accepting as legitimate two seemingly incompatible assumptions: first, that the physical world does indeed constrain the range of alternative ways human beings can organize the production of social goods; and second, that the social worlds (i.e., the organisations and institutions) that human beings create influence the way they understand and act on the physical world. In other words, neither "world" subsumes or masters the other. Therefore, the core problematic is not which world structures the other, but how they structure one another. Of necessity, this framing of the problem forces us to conceive of technology and organization as engaged in an ongoing process of structuring. » (Thomas, 1994¹¹², p.5)

Il répond ainsi aux lacunes identifiées par Perrow dans son article de 1983 à propos de l'analyse des pratiques de choix technico-organisationnels.

« The early work on technology and structure, including my own, recognized a one-sided and general connection, but it failed to recognize how structure can affect technology and speculate about the large areas of choice involved in presumably narrow technical decisions, choices that are taken for granted because they are part of a largely unquestioned social construction of reality one that should be questioned. » (Perrow, 1983, p.540)

Nous retiendrons de cette approche l'analyse du processus et du produit technico-organisationnel des modifications socio-techniques. Dans le paragraphe 1.3., nous reprendrons dans le détail sa manière d'analyser le processus de modification technologique comme un processus de décisions.

1.2.5.4. Champ de conception organisationnelle, champ de conception technologique et risques.

Dans ce paragraphe, nous présentons notre approche des relations entre risques, technologie et organisation lors du processus de conception technico-organisationnel. Dans le même temps, nous exposons nos hypothèses de travail.

Comme Eric Alsène, et Paul Thomas, nous considérons que l'organisation et la technologie entretiennent des relations réciproques que nous précisons en tenant compte des influences de la situation de départ, notamment de ses composantes techniques et organisationnelles. Cependant, comme nous étudions des modifications d'installations à risques, nous ajoutons un troisième élément : les risques. Pour cela nous reprenons les résultats des travaux sur la fiabilité des systèmes socio-techniques à risques. Au préalable, nous précisons rapidement comment nous appréhendons l'organisation des activités futures en cours de conception. A la fin de ce chapitre, nous proposerons notre perspective d'analyse du processus de conception, afin de comprendre comment les acteurs des projets de modifications socio-techniques construisent la relation entre les trois éléments du triptyque technologie, organisation, risques.

c) L'organisation comme un cadre pour de futures activités à risques

D'une part, nous considérons que les acteurs des projets de modifications d'installation conçoivent un cadre formel pour des activités à risques. Nous considérons que ce cadre est constitué de deux dimensions intriquées : un *cadre d'action* et un *programme d'activités*. Le cadre d'action comprend les caractéristiques structurelles de l'organisation : les prescriptions (règles de travail, consignes), la

¹¹² Thomas, R.J. (1994). *What Machines Can't Do ? Politics and Technology in the Industrial Enterprise*. Berkeley : University of California Press.

distribution, la répartition des tâches entre les service, entre les acteurs et entre les acteurs et les dispositifs techniques, le système d'autorité et de contrôle, le système de communication, le dispositif de rétribution matériel et symbolique, les dispositifs de gestion des compétences (formation).

Le programme d'opérations et d'activités formalise le travail de manière plus détaillée: Il concerne les caractéristiques des activités notamment : la séquence d'activités, la complexité des activités (nombre d'opérations élémentaires et nombre de composantes de l'environnement de travail à prendre en compte pour réaliser l'activité), la pénibilité, la variabilité (selon les conditions de travail, les types de matériels), la fréquence des activités, l'environnement des activités, les supports d'activités (check-lists, modes opératoires, procédures, manuels...). Nous tenons également compte de la dimension matérielle de l'organisation à travers les artefacts et les espaces de travail dans lesquels l'organisation est inscrite. Par exemple, une interface informatique représentant le déroulement d'un procédé de fabrication.

D'autre part, comme les sociologues du travail et des organisations (Cf. § 1.2.2), nous considérons également le caractère socialement construit de l'organisation, c'est-à-dire ces évolutions à travers l'usage que les acteurs en font. Ainsi, lorsque nous abordons le démarrage d'un système de conduite des procédés modernisé à l'issue du projet, nous analysons les activités des opérateurs comme la mobilisation des ressources et des contraintes offertes par le cadre formel conçu.

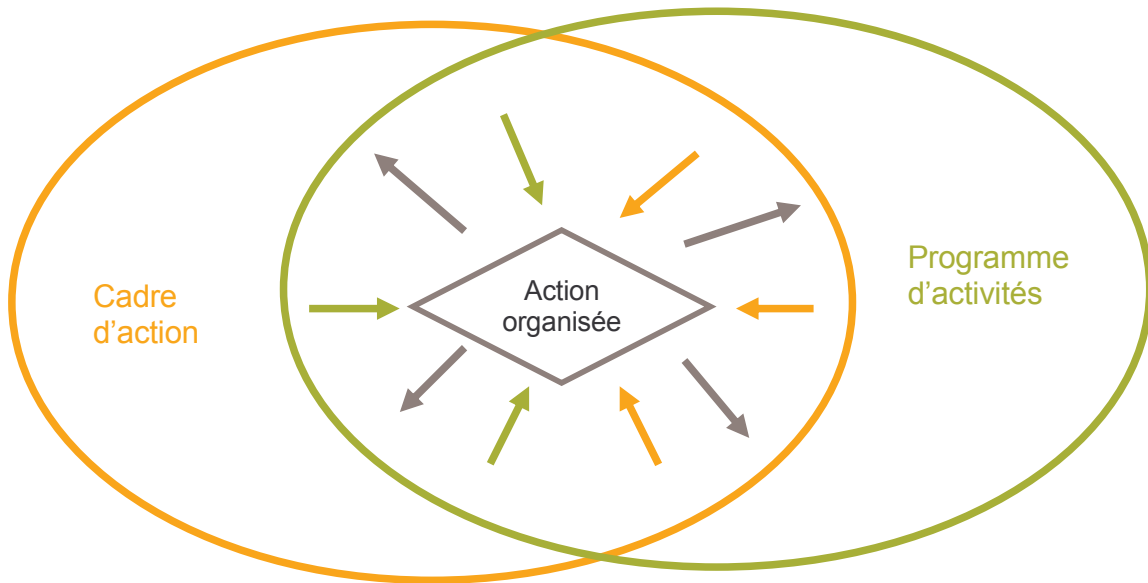


Figure 1.1. : L'organisation comme un cadre d'action et un programme d'activités élaborée au cours du travail de conception. L'organisation est modifiée au cours de l'action organisée par l'usage que les acteurs font de ce cadre organisationnel.

d) Technologie, organisation, risques : anatomie d'un triptyque en équilibre dynamique

La technologie et l'organisation entretiennent des relations réciproques.

Nous considérons que l'organisation et la technologie entretiennent des relations réciproques. Plus précisément, comme Alsène, nous pensons que **la technologie porte un design organisationnel implicite**. Ainsi, lorsque les acteurs des projets prennent des décisions technologiques, implicitement, ils modèlent l'organisation des activités futures.

Cependant, contrairement à ce qu'annonce Perrow, nous pensons que **les concepteurs conçoivent explicitement de l'organisation**. Pour cela, ils disposent de marges de manœuvre dans le « champ de design » (Alsène, 1990) délimité par la technologie. *Nous appelons champ de conception organisationnelle¹¹³ l'espace des choix d'organisation — comme cadre d'action et comme programme d'activités — délimité par la technologie*. Au-delà des limites de ce champ, il est difficile de définir un choix technico-organisationnel qui permette de répondre aux objectifs de production, de qualité et de sécurité associés au projet. De plus, les caractéristiques de l'organisation anticipées peuvent produire une articulation technico-organisationnelle inacceptable du point de vue des risques et des objectifs du projet. Dans ces deux cas, la seule solution est de modifier la technologie, ce qui redéfinit le champ de conception organisationnelle. A présent, précisons les impacts réciproques qu'ont l'une sur l'autre la technologie et l'organisation futures, en prenant en compte le « contexte technico-organisationnel » (Alsène, 1990) dans lequel se déroulent ces modifications, c'est-à-dire l'installation initiale et ses modalités d'exploitation. Eric Alsène souligne que la technologie a des « effets spécifiques » sur l'organisation du fait du « contexte organisationnel » dans laquelle le changement se déroule. Charles Perrow pressent que les choix technologiques renforcent et reproduisent les dispositifs organisationnels existants. Pour sa part, même si elle n'évoque pas des projets de conception mais les principes généraux de conception des centrales nucléaires, Constance Perin souligne la reproduction des structures sociales. De ce fait, **nous identifions un champ de conception technologique dessiné par les structures organisationnelles existantes au sein duquel les choix technologiques sont opérés**. Les effets de ce champ se manifestent par la reproduction plus ou moins marquée des structures organisationnelles existantes. Nous supposons donc que les acteurs de l'équipe projet définissent des choix technologiques à partir des composantes de la future organisation — en tant que *programme d'activités* et *cadre d'action* — qu'ils identifient explicitement, certaines de ces composantes étant des caractéristiques de l'organisation existante. Les choix technologiques des acteurs se situent à l'intérieur du *champ de conception technologique* délimité en partie par les structures organisationnelles qu'ils explicitent. Lorsqu'ils estiment que leur choix technico-organisationnel n'est pas acceptable pour maîtriser les risques et répondre aux objectifs du projet, ils ajustent l'organisation. Ces ajustements redéfinissent les limites du *champ de*

¹¹³ Nous préférons le terme de conception à celui de design car : le terme de design se rapporte à la structure (presque) définitive de l'organisation après la phase de conception. La notion de conception fait référence à la dynamique du processus. Nous conservons la notion de champ car elle permet une analogie avec le champ électromagnétique dans lequel les particules se positionnent plus ou moins près des pôles d'attraction (analogie déjà utilisée par Pierre Bourdieu dans son concept de *champ*). Par exemple, dans le champ de design organisationnel, les choix organisationnels seront plus ou moins proches des limites du design organisationnel implicite dessinées par la technologie.

conception technologique. Lorsque ces composantes organisationnelles ne sont pas modifiables, ils amendent leurs choix technologiques.

Cette mise en perspective des composantes technologiques avec les composantes organisationnelles se poursuit jusqu'à ce que les acteurs de l'équipe projet estiment que leur choix de conception est acceptable pour maîtriser les risques et respecter les objectifs du projet. En fait, technologie et organisation sont pensées conjointement et l'articulation élaborée par allers et retours successifs entre ses deux éléments constitutifs se trouve à l'intersection des *champs de conception technologique et organisationnelle*.

De ce fait, **nous appréhendons les relations entre technologie et organisation comme des relations réciproques**. A la fin de ce chapitre, nous préciserons la nature de cette relation, sous forme d'hypothèse précise intégrant nos hypothèses générales concernant l'influence des choix d'organisation et de l'environnement des équipes projet sur le travail de conception (Cf. §1.3.5.).

Enfin, nous précisons ici que l'organisation construite à travers les choix technico-organisationnel sert de cadre à la future action organisée. Les futurs acteurs du dépotage exploiteront les composantes de cette organisation en termes de ressources et de contraintes. Ainsi, ils redéfiniront leurs marges de manœuvre et donc les limites de ce cadre.

Quand les risques s'en mêlent...

Analyser deux projets de modifications d'installations à risques pose la question de la place des risques dans la construction des articulations entre technologie et organisation. A travers leur travail, les concepteurs cherchent à prévenir les risques futurs. De plus, les travaux de Perin, Perrow, Heimann et Bourrier montrent que les choix de design organisationnel impactent les risques (plus particulièrement les risques majeurs) d'une part et que les choix de conception technologiques (complexité, couplage, cloisonnement) impactent les risques majeurs futurs. Ceux de Nicolas Dodier nous enseignent que les choix organisationnels impactent les risques professionnels. Nous considérons qu'au cours du processus de conception, **les choix technico-organisationnels impactent les risques futurs**. Réciproquement, compte tenu des objectifs de maîtrise des risques des projets étudiés, et de leur connaissance des risques associés à l'exploitation de l'installation initiale les concepteurs prennent en compte les futurs risques professionnels ou majeurs pour concevoir la modification d'installation. De plus, les travaux d'Heimann montrent que les risques identifiés impactent les choix de design organisationnel. Perrow, quant à lui, montre que les risques majeurs identifiés amènent les acteurs des grands systèmes socio-techniques à modifier les technologies qu'ils choisissent. Ainsi, **la prise en compte des risques par les acteurs de ces modifications modèlent les choix technico-organisationnels**. Cette relation entre les risques identifiés et/ou anticipés par les acteurs et les choix technico-organisationnels nous permettra, à la fin de ce chapitre de préciser la nature des relations entre technologie et organisation.

Dès lors, du point de vue des concepteurs, comment appréhender le travail de conception technico-organisationnelle ? Il s'agit de proposer une organisation qui, tout en respectant les structures organisationnelles voulues par les acteurs pour accompagner la modification technologique, s'inscrive dans le champ de conception organisationnelle dessiné par la technologie et prenne en compte les

futurs risques professionnels et majeurs. Il s'agit donc de mettre en correspondance les sphères de la technologie de l'organisation et des risques. Cependant, certaines questions restent à explorer dans l'analyse des deux projets. De quelle manière, les concepteurs construisent-ils l'articulation entre technologie et organisation ? Autrement dit, quel type de relation établissent-ils entre ces deux composantes de leurs choix ? Par ailleurs, comment ces choix organisationnels et les choix technologiques permettent-ils de prendre en compte les risques futurs ? Permettent-ils de prendre en compte conjointement risques professionnels et risques majeurs¹¹⁴ d'une part, et risques professionnels et risques qualité d'autre part ? Autrement dit, ces différents risques peuvent-ils être mis en concurrence lors des choix technico-organisationnels ? Enfin, dans une perspective dynamique, on peut se demander comment les choix de conception technologique et organisationnelle que nous appréhendons comme des champs des possibles évoluent avec la construction des choix de conception ? L'importance de cette perspective dynamique est soulignée dans les travaux de Madeleine Akrich. Ces derniers établissent que la définition progressive des paramètres organisationnels, sociaux économiques et techniques imposent de prendre en compte leurs évolutions.

¹¹⁴ Le projet de modification du système de conduite d'un atelier de fabrication d'actifs pharmaceutiques concerne les risques professionnels et les risques de non-conformité des produits relativement aux exigences des réglementations européennes et américaines du médicament. Le projet de mise en conformité du poste de dépotage d'acide A concerne le risque d'accident majeur (fuite d'acide A dans l'atmosphère) et les risques professionnels.

1.3. Analyser le processus de conception

Différentes disciplines s'intéressent aux processus de conception. Nous distinguons ces différentes recherches selon leur angle d'approche. En effet, nous souhaitons analyser la conception technico-organisationnelle des points de vue de l'acteur, de l'équipe projet tout en considérant les influences de l'environnement de l'équipe projet. Les recherches en sciences de gestion et du management s'intéressent au fonctionnement de l'équipe projet. Pour cela, elles analysent les projets de conception comme la construction de savoirs et de relations. Avec un grain d'analyse plus fin, les ergonomes s'intéressent aux activités des acteurs du processus de conception. Pour leur part, les sociologues du travail et de l'innovation analysent les relations entre les acteurs des projets. Ces différentes perspectives mettent en exergue les influences de l'environnement de l'équipe projet sur le déroulement du travail de conception. Cependant, cette notion d'environnement mérite quelques précisions afin de délimiter un cadre d'analyse des modifications technico-organisationnelles. Enfin, appréhender la dynamique du processus de conception nécessite d'articuler les niveaux d'analyse de l'acteur, de l'équipe projet et de l'environnement. C'est dans cette triple perspective acteur/action/activités que nous présenterons nos hypothèses pour appréhender le processus de conception technico-organisationnel.

1.3.1. Concevoir en équipe projet

1.3.1.1. Manager un projet pour construire des savoirs et des relations.

Dans une posture de recherche-action, les gestionnaires qui s'intéressent aux projets industriels analysent le processus de conception à partir des pratiques de gestion de projet. Ils en déduisent des préconisations pour l'organisation de la conception qu'ils concrétisent parfois sous forme de recueils d'outils et de méthodes pour la performance des projets (à titre d'exemple Néré, 2000¹¹⁵; Lorino, 2003¹¹⁶).

Les recherches sur les projets industriels analysent le processus de conception comme l'articulation des savoirs ou connaissances avec les relations entre les acteurs de l'équipe projet. Parallèlement, elles décrivent les mutations induites par les activités de conception sur les métiers impliqués.

Dans cette perspective, deux chercheurs du Centre de Gestion Scientifique (CGS), Armand Hatchuel et Benoît Weil ont élaboré une « théorie de la conception » selon laquelle le processus de conception articule et construit des connaissances et des relations pour aboutir à un objet-concept. Ils considèrent cet objet dans sa dimension matérielle, en tant que porteur des concepts —au sens d'idées — développés au cours du travail de conception. La construction de ces concepts, motive le développement des savoirs c'est-à-dire qu'elle stimule les différents métiers dans la mise au point et l'exercice de méthodologies, d'expertises, d'outils. Dans le même temps, elle se fonde sur des relations qui confèrent à la communication une place centrale ; Weil utilise d'ailleurs la notion

¹¹⁵ Néré, J.J. (2000). *Comment gérer un projet*. Paris : Démos.

¹¹⁶ Lorino, P. (2003). *Méthodes et pratiques de la performance. Le pilotage par les processus et les compétences*. (3ème édition). Paris : Editions d'Organisation.

d'« hypercommunication ». Au cours du travail de conception, cette dernière se déroule sur le mode de l'ajustement mutuel et du débat technique. Hatchuel précise que les relations entre les acteurs se construisent autour de rapports de prescription réciproque qui évoluent au cours de la conception (Hatchuel, 1996¹¹⁷). La course à l'innovation impose aux entreprises de « reconstruire en permanence ses apprentissages collectifs autour d'objets-concepts (par exemple la voiture intelligente). Elles doivent également repenser les métiers et développer notamment des « métiers embryonnaires » (par exemple « l'animation scientifique ») (Hatchuel, Le Masson & Weil, 2002, p.18).

Les chercheurs du Centre de Recherche en Gestion ont étudié les pratiques de gestion de projet de divers secteurs industriels notamment l'automobile (Midler, 1993¹¹⁸), la chimie (Charue-Duboc, 1997¹¹⁹ ; Charue-Duboc & Midler, 2002¹²⁰) et la pharmacie (Charue-Duboc & Midler, 2001¹²¹). A travers le projet de conception de la « Twingo », Christophe Midler montre que le produit final et le processus de conception sont le résultat conjoint de l'acquisition et de l'articulation des connaissances développées au cours du projet. Avec Florence Charrue-Duboc, il décrit le passage d'un mode de fonctionnement classique dans lequel l'ingénierie de conception travaillait de son côté en réponse aux demandes d'un donneur d'ordre à « l'ingénierie concourante » dans laquelle les différents métiers impliqués gèrent des incertitudes et élaborent des compromis. Cette démarche renouvelle les pratiques de conception et transforme l'équilibre des pouvoirs entre métiers :

« Elle [La démarche d'ingénierie concourante] consiste à accepter ou refuser des contraintes, geler des hypothèses ou maintenir ouvertes des options au vu des conséquences que ces choix auront sur la suite du développement. [...] Les démarches modernes d'ingénierie concourante renforcent considérablement l'importance du versant mise en problème, construction de la situation et travail sur le cadre de contraintes. » (Charue-Duboc & Midler, 2002, p.411)

Pour les chercheurs du CRG et du CGS, la finalisation du produit ne tient pas uniquement aux modalités de management de projet choisies. Elle dépend également des modes d'organisation du projet.

1.3.1.2. Le processus de conception est une question d'organisation

a) Formes d'organisation et gestion de projet

Pour tous ces chercheurs en gestion, l'organisation doit se structurer pour permettre la circulation des savoirs et les relations entre les acteurs. Plus particulièrement, Midler souligne que l'organisation doit permettre de constituer un acteur collectif : l'équipe projet. Cette dernière doit constituer une identité suffisamment autonome pour que le projet ne devienne pas otage des stratégies (au sens d'intérêts

¹¹⁷ Hatchuel, A. (1996). Coopération et conception collective. Variété des crises et des rapports de prescription. In Terssac (De), G. & Friedberg, E. (Dir.), *Coopération et conception*. Toulouse : Octarès Editions.

¹¹⁸ Midler, C. (1993). *L'auto qui n'existait pas*. Paris : Inter Editions.

¹¹⁹ Charue-Duboc, F. (1997). Maîtrise d'œuvre, Maîtrise d'ouvrage et direction de projet. Pour comprendre l'évolution des projets chez Rhône-Poulenc. *Annales des Mines*, septembre, pp.54-64.

¹²⁰ Charue-Duboc, F., Midler, C. (2002). L'activité d'ingénierie et le modèle de projet concourant. *Sociologie du travail*, vol.44, n°3, pp. 401- 417.

¹²¹ Charue-Duboc, F., Midler, C. (2001). Développer les projets et les compétences. Le défi des hiérarchiques dans les métiers de conception. *Annales des Mines*, pp.12-22.

personnels) des intervenants (Midler, 1993). Plus généralement, selon les chercheurs du CRG, les formes organisationnelles classiques, prescrivant les hiérarchies et les rôles doivent laisser leur place à des organisations qui favorisent les apprentissages croisés et les relations entre les différents métiers impliqués. Elles doivent prévoir la contractualisation entre les différents métiers tout en articulant les compétences afin de renforcer les équipes projet (Charue-Duboc & Midler 2002). Pour les chercheurs du CGS, les formes organisationnelles doivent permettre la prescription des rapports de prescriptions entre les acteurs (Hatchuel, 1996). Des formes organisationnelles hybrides, comme les « lignées » (Le Masson et Weil, 2002), doivent remplacer les formes classiques qui prescrivent les rôles et les contributions à travers le cloisonnement des métiers et des hiérarchies

« Une lignée regroupe un ensemble de projets et un ensemble de compétences nécessaires aux projets et croissant à chacun des projets de la lignée. Cette organisation permet de réutiliser au mieux les connaissances produites en excès sur un projet n dans le projet n+1 de la lignée.[...] L'unité organisationnelle est de plus en plus la lignée qui est une forme de couplage entre concepts et connaissances qui maximise les rentes d'apprentissages. » (Le Masson, Weil, 2002, p.19)

Ces travaux donnent des recommandations globales d'organisation. La relation entre formes d'organisation et modes de management de projet est approfondie dans des recherches en sciences de gestion basées sur le cadre théorique sociologique des *organisations temporaires*.

b) Organisations temporaires et management de projet

Traditionnellement, en sciences de gestion, les projets sont considérés comme des dispositifs permettant de mener à bien des tâches collectives spécifiques : concevoir et commercialiser un nouveau produit ou réorganiser les activités d'un atelier. Dans cette perspective, l'analyse des équipes projet et de leur fonctionnement cherche à améliorer leur management et, plus généralement leurs performances. A partir d'une approche macroscopique, il s'agit de prescrire des modèles idéaux de planification et de contrôle des activités. Soucieux de prendre en compte l'implication des acteurs, leurs activités et la nature contingente des projets, des spécialistes du management reprennent le cadre théorique des organisations temporaires (Packendorff, 1995¹²² ; Lundin et Söderholm, 1995¹²³ ; Shenhar, 2001¹²⁴). Ils souhaitent ainsi renouveler les méthodes de recherche et les théories d'analyse des projets.

Les systèmes ou organisations temporaires ont été analysés comme des objets sociologiques particuliers à partir des années 70. Les rares auteurs qui s'y sont intéressés décrivent leurs structures et leur fonctionnement en les distinguant des organisations permanentes classiques.

Dans une perspective théorique, Bartoloméo Palisi identifie chez les *organisations* ou *systèmes transitoires* des caractéristiques communes avec les organisations permanentes : une structure

¹²² Packendorff, J. (1995). Inquiring into the Temporary Organization : New Directions for Project Management Research. *Scandinavian Journal of Management*, vol.11, n°4, pp. 319-333.

¹²³ Lundin, R.A., Söderholm, A. (1995). A Theory of the Temporary Organization. *Scandinavian Journal of Management*, vol.11, n°4, pp. 437-455.

¹²⁴ Shenhar, A. J. (2001). Contingent Management in Temporary Dynamic Organizations: The Comparative Analysis of Projects. *Journal of High Technology Management Research*, vol.12, pp. 239-271.

propre, un système de règles de fonctionnement et des membres spécifiques (Palisi, 1970¹²⁵). Cependant leur durée de vie limitée a des effets sur les attributs démographiques et sociaux des acteurs. Par ailleurs, la précision des objectifs à atteindre simplifie la structure hiérarchique de ces systèmes transitoires. Elle est « plate » c'est-à-dire qu'elle compte peu de niveaux hiérarchiques différents, séparés par une distance sociale réduite. La division du travail est simple car les structures administratives pour coordonner les différents départements d'une organisation classique ne sont plus nécessaires. Enfin, le processus de décision est démocratique, alors que les organisations pyramidales classiques, plus bureaucratiques, fonctionnent sur un mode autoritaire.

Par la suite, des recherches empiriques complètent ce cadre théorique. Elles concernent des terrains variés : des troupes de théâtre (Goodman & Goodman, 1976¹²⁶, 1972¹²⁷), des équipes travaillant sur des chantiers de construction (Bryman et al. 1987¹²⁸), des équipes de tournage de films (Morley & Silver 1977¹²⁹). Elles s'accordent sur les caractéristiques suivantes : un horizon temporel limité, une tâche particulière à accomplir, des acteurs aux compétences spécifiques et un système de règles propre.

« A set of diversely skilled people working together on a complex task over a limited period of time. » (Goodman and Goodman, 1976, p. 494)

Cependant, contrairement aux résultats de Palisi, ces recherches montrent que les modalités de choix des acteurs et les modes de management varient selon les objectifs de l'organisation temporaire et la nature des activités menées. Les acteurs peuvent être engagés pour leurs compétences spécifiques comme pour une pièce de théâtre, leur capacité à coopérer et à s'adapter ou à l'issue d'un compromis entre ces deux exigences comme sur les chantiers de construction (Bryman et al. 1987). Par ailleurs, le fonctionnement de ces organisations temporaires repose sur un management adaptatif. Il s'agit pour le manager de gérer les pressions et sollicitations internes et externes parfois contradictoires. Cependant, les réajustements sont difficiles à mettre en place car ils nécessitent le renouvellement du système de relations, plus difficile dans les organisations temporaires que dans leurs homologues permanentes.

Aaron Shenhar propose d'aborder les équipes projets comme des organisations temporaires. Il considère les projets selon deux grands critères à partir desquels il caractérise le fonctionnement de l'équipe et les modalités de management : L'incertitude technologique liée au projet (faible, moyenne, élevée, très élevée), le rayon d'action « scope » (projet d'assemblage ou de montage, projet système et projet matriciel « array »).

¹²⁵ Palisi, B. (1970). Some Suggestions about the Transitory-Permanence Dimension of Organizations. *The British Journal of Sociology*, vol.21, n°2, pp.200-206.

¹²⁶ Goodman, R.A, Goodman, L.P. (1976). Theater as a Temporary System. *California Management Review*, vol. 15, n°2, pp.103-108.

¹²⁷ Goodman, R.A, Goodman, L.P. (1976). Some Management Issues in Temporary Systems: A study of Professional Development and Manpower. The Theater Case. *Administrative Science Quarterly*, vol. 21, n°3, pp.494-501.

¹²⁸ Bryman, A., Bersnen, M., Beardworth, A.D., Ford, J., Keil, E.T. (1987). The Concept of Temporary System : The Case of the Construction Project. *Research in the Sociology of Organizations*, vol. 5, pp. 253-283.

¹²⁹ Morley, E., Silver, A. (1977). A film director's approach to managing creativity. *Harvard Business Review*, march-avril, pp. 59-70.

« A step toward building a contingent typological theory of projects. The purpose of this study was to establish the theoretical validity of a conceptual two-dimensional typology of technical projects and to use this model as a possible framework for additional investigation into the nature of projects and their management. » (Shenhar, 2001, p. 263)

Le type de management, le déroulement du projet (cycles), la communication et les interactions, le manager de projet et le type d'acteurs engagés (spécialistes aux degrés d'expertise différents) varient avec le niveau d'incertitude. Le type de clients, l'organisation du projet (par exemple, structure simple avec une seule équipe ou composée de plusieurs équipes dont certaines en sous-traitance), le planning, les contrôles et les rapports, les aspects opérationnels, les modalités de contrats, de paiement et de livraison, le type de documents utilisés et élaborés, le style de management (ferme à flexible) dépendent du rayon d'action du projet. Cette typologie permet d'adapter les modes de management, l'organisation, le profil de manager au type de projet. Enfin, comme les recherches menées au CRG et au CGS, elle articule organisation du projet, modes de management et caractère innovant de l'objet à concevoir.

Johann Packendorf définit le projet comme une organisation temporaire en rupture avec la perspective classique du management de projet qui considère le projet comme un outil.

« When projects are regarded as tools, the various motives of the individuals in the project organization for participating (and, of course, for individuals outside the project not participating) are also neglected. [...] It has been argued above the project management research would benefit from thinking in metaphorical terms other than those stemming from general system theory. Projects should be researched in terms of culture, conceptions, relations to environment, longitudinal processes, etc., rather than simply as goal-fulfilling subsystems whose "raison d'être" is provided by decisive and strategically aware super-system. In short: the project is a temporary organization. » (Packendorf, 1995, p.326)

Il prend en compte les motivations des individus à participer au projet et passe d'une perspective globale focalisée sur les structures projet à une perspective organisationnelle fondée sur les actions des individus. Par ailleurs, il considère le projet comme une opportunité d'apprentissage pour les individus et l'organisation.

« What is to be studied in fact, is temporary organizing process, i.e. the deliberate social interaction occurring between people working together to accomplish a certain, intersubjectively determining task. » (Packendorf, 1995, p.328)

Rolf Lundin et Anders Söderholm abordent les organisations projets comme des organisations temporaires particulières (Lundin et Söderholm, 1995). Ils délaissent le paradigme classique de la prise de décision au profit d'une approche par l'action dans laquelle la prise de décision est une activité parmi d'autres. Ils proposent un cadre conceptuel descriptif et dynamique, base pour l'élaboration de futures typologies de projets. Ils définissent les projets selon quatre critères : 1) Le temps : l'horizon temporel caractéristique des organisations temporaires, 2) la tâche à mener : elle peut être répétitive ou unique, 3) l'équipe : les acteurs, 4) la transition : il existe un avant et un après (l'organisation temporaire) qui se matérialise à travers la tâche à effectuer.

1.3.1.3. De l'équipe projet à l'acteur du projet de conception

Pour analyser le processus de conception, nous retiendrons de ces recherches traitant du fonctionnement des équipes projet trois points principaux :

Premièrement, toutes ces recherches considèrent dans un même mouvement le processus de conception et son résultat, l'objet à concevoir. Même si elles ne détaillent pas les caractéristiques de ce dernier et leurs évolutions au cours de la conception, elles prennent en compte son caractère innovant avec notamment la notion d'incertitude technologique ou celle d'objet-concept.

Deuxièmement et plus fondamentalement, ces recherches mettent en évidence l'impact des choix d'organisation du projet sur le déroulement du processus de conception.

Troisièmement, elles soulignent l'importance des relations au sein de l'équipe projet à travers les modes de communication et d'interactions et les pratiques de management de projet.

Cependant, l'objet à concevoir est considéré du point de vue de sa complexité technologique et de la maîtrise qu'en ont les acteurs du projet (incertitude technologique et rayon d'action). Son caractère socio-technique n'est pas pris en compte et son usage futur reste très peu décrit. De plus, les différentes recherches décrivent les savoirs et les relations qui entourent son élaboration mais ne détaillent pas ses évolutions au cours de la conception.

Ensuite, si les formes organisationnelles impactent l'établissement des savoirs et des relations, les recommandations données par les chercheurs du CRG et du CGS ne permettent pas de préciser les formes d'organisation qui favorisent l'articulation des savoirs et des relations. De même, les approches fondées sur la théorie des organisations temporaires ne détaillent pas les formes d'organisation associées à la taille du rayon d'action du projet.

Par ailleurs, si les formes organisationnelles doivent favoriser la communication entre les acteurs, les travaux présentés considèrent les savoirs et les relations comme des entités en tant que telles. Ils ne tiennent pas compte du fait qu'elles sont construites, négociées et mobilisées par des acteurs en activité dans l'organisation projet.

Dès lors, ces travaux appellent des compléments : une analyse des relations du point de vue des acteurs afin de préciser leurs activités et de prendre en compte la dimension sociale du travail de conception. De plus, cette approche par l'acteur permettra de décrire la manière dont les structures organisationnelles du projet supportent les activités conception.

1.3.2. Les acteurs du processus de conception

1.3.2.1. Comprendre et accompagner les activités de conception : les contributions de l'ergonome

La psychologie cognitive et l'ergonomie de conception proposent chacune leur manière d'améliorer les processus de conception collectifs, respectivement : modéliser les activités de conception pour les instrumenter et assister le processus de conception.

a) Modéliser les processus de conception individuels et collectifs pour les améliorer

Une partie de l'ergonomie cognitive s'intéresse aux activités de conception pour les améliorer. Nous reprendrons plus particulièrement les recherches de Françoise Darses et Pierre Falzon (Darses, 2004¹³⁰ ; Falzon, 1995¹³¹). Elles analysent les activités de conception à travers la coordination des contributions individuelles et la coopération entre les acteurs. L'intervention ergonomique se joue alors à deux niveaux :

- La compréhension des processus cognitifs mis en jeu par les concepteurs, afin d'élaborer des outils d'aide à la conception,
- La compréhension des modalités de travail collectives afin d'améliorer la coordination des activités individuelles et la coopération entre les concepteurs.

Sur la base de travaux en psychologie cognitive, Darses et Falzon se sont tout d'abord intéressés aux activités individuelles de conception. Ils ont modélisé les processus cognitifs mis en jeu par des ingénieurs, des techniciens, des informaticiens. Puis, ils ont élaboré des modèles d'ingénierie de conception et proposé des outils d'aide à la conception (par exemple des outils de CAO (Conception Assistée par Ordinateur)). Cependant, l'analyse de la cognition individuelle, ne considère pas la relation entre activité et situation de conception c'est-à-dire « le rapport direct de la résolution du problème aux composantes situationnelles et contextuelles de l'activité. » (Darses, 2004¹³², p.30) Par ailleurs, elle ne suffit pas pour étudier les activités collectives de conception. C'est pourquoi, les deux auteurs se sont ensuite concentrés sur l'analyse des situations de conception collective.

« Les pratiques individuelles renvoient aux processus cognitifs sur lesquels s'appuie chaque concepteur pour développer la solution, tandis que les pratiques collectives renvoient aux processus d'allocation des tâches selon les compétences, de synchronisation des actions, de gestion des conflits ainsi qu'aux multiples fonctions de communication. » (Darses et Falzon, 1996¹³³, p.124).

Ils abordent le fonctionnement des collectifs d'acteurs selon deux modalités :

¹³⁰ Darses, F. (2004). *Processus psychologiques de résolution collective des problèmes de conception : contribution de la psychologie ergonomique*. Document de synthèse pour l'Habilitation à Diriger des Recherches. Université Paris V – René Descartes.

¹³¹ Falzon, P. (1995). Les activités de conception : réflexions introductives. *Performances Humaines & Techniques*, n°74, pp.7-11.

¹³² Françoise Darses propose une synthèse très détaillée des différents angles d'analyse des problèmes de conception. Elle s'attache notamment à décrire les différentes approches de la démarche cognitiviste centrée sur l'individu et, le passage à la dimension collective des activités de conception.

¹³³ Darses, F., Falzon, P. (1996). La conception collective : une approche de l'ergonomie cognitive. Dans Terssac (De), G. & Friedberg, E. (Dir.), *Coopération et conception*. Toulouse : Octarès Editions.

- Des activités de conception individuelles « distribuées » qu'il faut coordonner. La résolution collective du problème repose alors sur l'effort de « synchronisation opératoire ».
- Des activités collectives de « co-conception » au cours desquelles les concepteurs coopèrent. La « synchronisation cognitive » permet l'élaboration collective des décisions de conception.

Grâce aux connaissances acquises sur les spécificités du travail de conception et les mécanismes cognitifs individuels et collectifs, les psychologues cognitivistes et les sociologues du travail ont proposé des systèmes d'aide à la conception coopérative (Trousse, 1996, Soubie, Buratto & Chabaud, 1996, Lopez, 1996, Huguet, De Terssac, Erschler, Lompré, 1996, Erschler, 1996). Cependant, les deux types de synchronisation décrits ne tiennent pas uniquement aux dimensions individuelle et collective de la cognition.

Béatrice Cahour ajoute une dimension sociale dans l'analyse du travail de conception. Ses travaux interprètent les dysfonctionnements dans le travail collectif de conception à partir de « décalages socio-cognitifs », c'est-à-dire des « décalages entre les rôles attendus et les rôles effectifs, les objectifs visés et opérationnalisés, décalages dans l'état de la connaissance du projet, décalages dans les intérêts et les priorités. » (Cahour, 2002¹³⁴). Ces dysfonctionnements tiennent à l'impossibilité de planifier et de distribuer précisément le travail de conception entre les acteurs. Ces recherches se situent entre ergonomie cognitive et ergonomie de conception que nous abordons à présent.

b) Accompagner les activités de conception

Les ergonomes interviennent dans le processus de deux manières. D'une part, ils accompagnent le processus de conception et les acteurs de la conception pour les aider à prendre en compte les dimensions humaines des futures activités. D'autre part, il s'agit pour eux de faciliter le dialogue entre les concepteurs et les futurs utilisateurs en particulier lorsque ces derniers sont impliqués dans le travail de conception (Garrigou, 1991¹³⁵). Pourtant, les ergonomes (Lamonde et al. 2001¹³⁶), comme les futurs utilisateurs (Harrisson & Legendre, 2001¹³⁷) cherchent encore leur place sur la scène des activités de conception industrielles. Les ergonomes interviennent relativement souvent dans des projets de réorganisation¹³⁸. En revanche, dans les projets de conception d'installations, l'intégration de leurs contributions ou de celles de spécialistes de la santé et sécurité au travail n'est pas systématique (Garrigou et al., 2001¹³⁹). Souvent, les acteurs industriels —techniciens et ingénieurs— considèrent que les objectifs de ces disciplines compliquent les choix technologiques et

¹³⁴ Cahour, B. (2002). Décalages socio-cognitifs en réunions de conception participative. *Le Travail Humain*, vol.65, n°4, pp.315-337.

¹³⁵ Garrigou, A. (1991) The role of the ergonomist in the case of worker's participation in the design of complex industrial installations. pp 1685-1687, In Queinnec, Y., Daniellou, F. (Eds.), *Designing for everyone*, Proceedings of the 11th Congress of the International Ergonomics Association, Taylor and Francis, London.

¹³⁶ Lamonde, F., Viau-Gay, A., Beaufort P., Richard, J-G. (2001). La mémoire de projet : véhicule d'intégration de l'ergonomie et de la SST à la conception. *Pistes*, vol 3, n°2.

¹³⁷ Lamonde, F., Beaufort, P., Richard, J-G. (2004). Ergonomes et préventionnistes : étude d'une pratique de collaboration dans le cadre d'un projet de conception d'une usine – 1ère de deux parties : étude d'une pratique de collaboration dans le cadre d'un projet de conception d'une usine. *Pistes*, vol.6, n°1.

¹³⁸ Parmi les nombreuses études, (Bazin, 1995) pour la réorganisation d'une raffinerie ; (Lewkowitch-Orlandi & Schram, 1994) pour l'organisation d'arrêt de tranches dans l'industrie nucléaire

vont à l'encontre du respect des impératifs de coûts et de délais. Par ailleurs, ils perçoivent l'intervention ergonomique comme une aide à l'identification des risques et non comme une ressource pour améliorer les futures situations d'exploitation. (Lamonde, Beaufort & Richard, 2004¹⁴⁰).

Afin d'améliorer la prise en compte de ces éléments, les ergonomes favorisent l'implication des acteurs de la future situation de travail. Ils insistent sur l'organisation de cette coopération entre concepteurs et futurs utilisateurs :

« La participation des travailleurs à la conception n'apporte pas, en soi, de garantie sur l'issue du projet, si un certain nombre de conditions ne sont pas réunies, quant au déroulement de cette participation, aux méthodes et outils qui sont mis en place. » (Daniellou, 1989¹⁴¹, p.167)

Par ailleurs, les ergonomes accompagnent le processus de conception. A cours de leur intervention, ils rencontrent un paradoxe (Theureau & Pinsky, 1984¹⁴²) : la future situation de travail est d'autant mieux connue que l'on avance dans le processus de conception. Elle n'est connue dans le détail qu'à l'issue de ce dernier.

« Pour élaborer des propositions de conception d'une future situation de travail basées sur une connaissance des contraintes extrinsèques du cours d'action, il faut connaître avec sûreté le cours d'action dans cette situation future. Dans le cadre d'un processus de conception, le cours d'action dans cette situation future ne pourra être connu avec sûreté que lorsque cette situation future sera totalement conçue. [...] ce paradoxe tient à la complexité, à la variété et à la transformation continue par les cours d'action de ses propres contraintes : variété de la population des utilisateurs ; grande dispersion et organisation complexe des caractéristiques humaines pertinentes pour le cours d'action ; variété et organisation complexe des caractéristiques pertinentes de la situation ; variété et complexité de l'expérience pertinente des opérateurs. » (Theureau & Jeffroy, 1994, p.119)

Dès lors, comment proposer une contribution ergonomique efficace ? Theureau et Jeffroy proposent une solution : « l'itération de l'étude du cours d'action ». Il s'agit d'étudier le cours d'action dans des situations de plus en plus proches de la situation future. Ces situations sont sélectionnées au fur et à mesure de l'avancement du processus de conception. Cette solution permet d'accompagner les concepteurs pendant tout le processus et de leur proposer une aide pertinente selon le moment de la conception.

Des méthodes spécifiques ont été élaborées pour instrumenter le processus de conception, en particulier pour aider à la prise en compte des aspects humains dans la conception de systèmes automatisés. Le système d'aide à la conception KOMPASS repose sur trois types de critères : la tâche, le système homme machine et plus particulièrement son caractère contrôlable par l'opérateur,

¹³⁹ Garrigou, A., Thibault J-F., Jackson, M., Mascia, F. (2001). Contributions et démarche de l'ergonomie dans les processus de conception. *Pistes*, vol 3, n°2.

¹⁴⁰ Harrison, D., Legendre, C. (2003). Technological Innovations, Organizational Change and Workplace Accident Prevention. *Safety Science*, vol. 41, pp. 319-338.

¹⁴¹ Daniellou, F. (1989). En finir avec la notion d'erreur humaine. *Cahiers de la mutualité dans l'entreprise*, vol.28, pp. 159-170.

¹⁴² Theureau, J., Pinsky, L. (1984). Paradoxe de l'ergonomie de conception et logiciel informatique, *Revue des Conditions de Travail*, n°9.

le système de travail (Wäfler et al., 2003¹⁴³ ; Grote, 2004¹⁴⁴ ; Grote, 2005¹⁴⁵). Cette méthode repose sur deux principes : la technologie ne peut pas être complètement contrôlée par l'Homme et les perturbations dans le déroulement des activités sont considérées comme des opportunités d'apprentissage individuel et d'amélioration du système et non comme les symptômes d'un manque d'efficacité ou d'une mauvaise planification (Grote, 2005). De plus, elle propose des niveaux d'analyse qui reprennent en partie les composantes de l'organisation que nous avons privilégiées dans notre analyse (*cadre d'action* et *programme d'activités*). Enfin, elle est orientée vers la prise en compte des variabilités des activités « à leur source ».

Ces différents travaux soulignent l'importance du caractère social et organisé du processus de conception. Cependant, ils ne l'analysent pas.

1.3.2.2. Les dimensions sociales du processus de conception

a) Conception et modes de coopération

S'intéressant également à la coopération entre les acteurs de projets de conception, Stéphanie Dameron met en évidence deux types de coopération dans les organisations (Dameron, 2002 a¹⁴⁶ ; Dameron, 2002 b¹⁴⁷) : la *coopération complémentaire* et la *coopération supplémentaire*. Chacune s'établit dans une forme d'organisation précise. La *coopération complémentaire* repose sur l'interdépendance entre des individus qui négocient au cours de leurs activités. Chacun met en œuvre des stratégies de gain de pouvoir et de ressources au sein d'une forme d'organisation en *contrat*. La *coopération communautaire* s'instaure lorsqu'un groupe doit contribuer à une tâche commune. Les individus travaillent afin de se faire reconnaître par les autres membres du groupe comme l'un des leurs. Cette coopération s'établit dans une forme d'organisation en *clan* car elle facilite la socialisation des individus. Ces travaux se focalisent sur les acteurs et leurs modes de relations au cours du processus de conception. Cependant, à la différence de travaux en ergonomie, ils ne s'intéressent pas à l'objet en cours de conception et plus particulièrement à sa dimension socio-technique.

b) Relations de régulation et changement technico-organisationnel

Gilbert De Terssac et Karine Lalande ont analysé la construction des règles de travail qu'ils dénomment « travail d'organisation ». Sur la base d'une longue enquête à la SNCF, ils montrent comment le passage du train à vapeur au train électrique modifie les activités de maintenance et oblige à repenser leur organisation (Terssac & Lalande, 2002¹⁴⁸). Il ne s'agit pas d'un projet de

¹⁴³ Wäfler, T. Grote, G. Windischer, A., Ryser, C. (2003). KOMPASS : A method for Complementary System Design. In Hollnagel, E. (Ed.), *Handbook of Cognitive task Design*, Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum, pp. 477-502.

¹⁴⁴ Grote, G. (2004). Uncertainty Management at the Core of System Design. *Annual Reviews in Control*, n°28, pp.267-374.

¹⁴⁵ Grote, G. (2005). Human Control of technical Systems – a Misleading Presumption. In Hollnagel, E. (Ed.), *Intelligent Decisions ? Intelligent Support ? International Workshop on Intelligent Decision Support Systems : Retrospects and Prospects*. Siena, 20.8-2.9.

¹⁴⁶ Dameron, S. (2002, a). Les deux conceptions du développement de relations coopératives dans l'organisation. In Dolaster I., Laroche H., *Perspectives en Management Stratégique*, Tome VIII, EMS Éditions.

¹⁴⁷ Dameron, S. (2002, b). La dynamique relationnelle au sein d'équipes de conception. *Le Travail Humain*, tome 65, n°4, pp.339-361.

¹⁴⁸ Terssac (De), G., Lalande, K. (2002). *Du train à vapeur au TGV : Sociologie du travail d'organisation*. Paris : Presses Universitaires de France.

conception mais d'une modification technico-organisationnelle sur le très long terme (plusieurs dizaines d'années). Cette approche de la conception organisationnelle ne se centre pas sur l'objet à concevoir mais sur les règles en cours d'élaboration. Elle analyse le processus de conception comme un « bricolage » organisationnel afin de définir de nouvelles manières de travailler. L'invention du nouveau système de règles se fait progressivement à travers une régulation sociale « ascendante », « locale », « plurielle » au cours de laquelle, les acteurs engagés dans le projet engagent les autres en inventant des savoirs et en conquérant du pouvoir. Cette approche se focalise sur l'acteur collectif innovateur et concilie théorie de la régulation et jeux de pouvoir dans la construction sociale du travail de conception.

« Le travail de régulation permet aux acteurs de construire un cadre provisoire et partiel d'obligations explicites, de définir les frontières des interactions entre acteurs, de désigner les lieux de production normative, de définir les règles de leurs interactions, de mettre sous contrôle des interactions extérieures, voire de tenter d'endiguer les débordements. » (Terressac, Lalande, 2002, p. 216)

Cette analyse des relations de régulations résulte d'une analyse sociologique du point de vue de l'acteur. Cependant, elle ne détaille pas la manière dont chaque acteur participe aux relations de pouvoir et de négociation. Cela tient en grande partie au fait de l'étendue historique et l'épaisseur de l'échantillon de la population étudiée (de nombreux niveaux hiérarchiques sur plusieurs années). De plus, elle réduit l'organisation à un système de règles.

c) Logiques d'acteurs et relations de pouvoir

Comme nous l'avons évoqué dans la première partie de ce chapitre, Charles Perrow analyse l'intervention des acteurs dans le processus de conception à travers la notion de *logique*. Rappelons qu'il distingue la *logique design* des ingénieurs axée sur la conception technique de la *logique opératoire* des ingénieurs facteurs humains qui prend en compte les caractéristiques anthropométriques des opérateurs. Selon cet auteur, ces logiques reposent sur le métier et la formation initiale des acteurs. Leur poids respectif dépend de l'importance que leur donne la hiérarchie et plus généralement des relations de pouvoir au sein de l'organisation. Paul Thomas préfère la notion de *vision du monde (worldview)* à celle de *logique*. Selon lui, elle évite de réduire la *logique* —ou *stratégie*— à un groupe d'acteurs assumant un rôle formel dans l'organisation. De plus, la *vision du monde* permet de dépasser le caractère statique de la notion de *logique* et de penser ainsi les évolutions du positionnement respectif des différents acteurs tout au long de la conception, des opérateurs aux ingénieurs et managers. Thomas privilégie cette notion afin d'appréhender le processus de conception comme un processus de décision.

« A decision might be a specific and formal commitment to act, but a decision process consists of a flow of activities culminating in, or punctuated by, formal commitments to act. » Thomas, 1994, p.31

« Worldviews represent the ensemble of norms, beliefs, expectations, and, for lack of a better term, theories that people use to explain the world around them.[...] worldview are not untethered ideologies. Quite the opposite: organizational leaders seek to shape or guide worldviews of their participants in ways that will induce certain behaviours and discourage others. They do so by means of rules, rewards, socialization activities, performance measures, job descriptions, and the like. At the same time, however, organisational participants bring with them from their professional, occupational, and social backgrounds norms, values, and beliefs that they seek to express in their personal conduct and, more important, through the work they do.[...] The concept of worldview enables us to think of groups organisational participants as having the capacity to act as well as react in distinctive ways.” (Thomas, 1994, p.28-29)

Ces deux approches de l'intervention des acteurs dans les processus de conception s'attachent à la dimension sociale du travail de conception plus particulièrement aux relations de pouvoir qui structurent la prise de décision en conception.

d) Le processus de conception comme une construction sociale

Egalement attachés aux dimensions technologiques et sociales des processus de conception, les sociologues de l'innovation donnent à l'objet en cours de conception une dimension centrale. Dans cette perspective, pour reprendre un projet d'innovation socio-technique proche des nôtres — comparativement à l'analyse de l'invention scientifique (Latour & Woolgar, 1988¹⁴⁹ ; Latour 1984¹⁵⁰) ou à l'élaboration et à l'implantation de magnétoscopes polyvalents dans des familles (Akrich, 1990, 1993b) — Bruno Latour analyse un projet avorté de conception d'un système de transport urbain (Latour, 1992) à partir des mouvements des réseaux d'acteurs humains et non-humains qui se constituent et se défont.

On mesure toute la difficulté de l'innovation à ce qu'elle assemble au même lieu et dans la même combinaison une population de gens intéressés, dont une bonne moitié est prête à désertir tout à fait, et un dispositif de choses, dont la plupart sont prêtes à tomber en panne. Il ne s'agit pas là de deux séries parallèles dont chacune pourrait s'évaluer indépendamment mais de deux séries mêlées. [...] Au sociogramme, qui dessine les intérêts et les traductions des hommes, il faut ajouter le technogramme qui dessine les intérêts et les attachements des non-humains. (Latour, 1992, p.56)

Dans cette perspective, l'équipe de Dominique Vinck et Alain Jantet aborde le processus de conception à partir des « objets intermédiaires » (Jantet et al., 1996¹⁵¹, Vinck, 1999¹⁵²) « produits ou utilisés au cours du processus de conception, traces et supports de l'action à concevoir, en relation avec outils, procédures et acteurs. » (Jantet, 1998¹⁵³, p. 293). L'objet joue plusieurs rôles dans les activités de conception. Il est *commissionnaire* car il contient les objets qui ont permis son élaboration ainsi que le jeu et les interactions entre les acteurs. Ensuite, c'est un *médiateur* entre les différents acteurs de la conception ; il permet la construction et la confrontation des points de vue. Il

¹⁴⁹ Latour, B., Woolgar, S. (1988). *La Vie de laboratoire : la Production des faits scientifiques*. Paris : Editions La Découverte.

¹⁵⁰ Latour, B. (1984). *Les Microbes : Guerre et paix*. Paris : Editions Métailié.

¹⁵¹ Jeantet A., Tiger H., Vinck D., Tichkiewitch S. (1996), La coordination par les objets dans les équipes intégrées de conception de produit. In Terssac (De) G., Friedberg E. (Dir.), *Coopération et Conception*, Toulouse : Octares Editions.

¹⁵² Vinck, D. (1999). (Dir.) *Ethnographie de l'activité de conception et d'innovation*. Grenoble : Presses Universitaires de Grenoble.

¹⁵³ Jeantet, A., (1998). Les objets intermédiaires dans la conception. *Éléments pour une sociologie des processus de conception. Sociologie du travail*, vol. 98, n°3, pp.291-316.

matérialise également les décisions car il porte l'inscription des réversibilités et des irréversibilités. Il est également *traducteur* des idées, des intentions et des actions des concepteurs tout au long de la conception.

« Les objets ne sont pas la transcription directe de l'idée ou de l'intention des auteurs. Ils la transforment en la mettant en forme et en la transmettant. » (Jantet, 1998, p. 304)

Du point de vue des utilisateurs, ces objets peuvent être fermés, au moins temporairement. Ils prescrivent alors leurs activités. A l'inverse, les objets ouverts favorisent les discussions, les négociations et les arrangements. Du point de vue des concepteurs, ces objets occupent différents statuts selon leur visibilité. Lorsqu'ils sont accessibles pour l'ensemble des acteurs dans « l'espace de conception » parce qu'un acteur accepte ou est contraint de les faire circuler, ils sont une « trace habilitée ». (Lécaille, 2003)

« La trace habilitée se réfère aux objets intermédiaires auxquels s'applique [...] une modalité de circulation sans contrainte. C'est un objet que l'acteur accepte de laisser partir de son espace de conception suite à son consentement ou à l'adhésion à une prescription –outillée ou équipée– émise par le collectif auquel il participe. » (Lécaille, 2003¹⁵⁴, p. 193)

1.3.2.3. Acteur, équipe projet : perspectives croisées

Nous retenons des analyses ergonomiques des activités de conception les deux composantes du travail collectif de conception : co-conception et articulation des contributions individuelles à la conception. De plus, nous retenons du paradoxe de conception identifié par les ergonomes les liens étroits entre processus de conception et objet socio-technique conçu.

Nous reprenons trois points principaux des recherches analysant les projets de conception du point de vue des acteurs. Tout d'abord, l'organisation du projet est un cadre pour des activités de conception, des relations de pouvoir et de régulation. De plus, elle se construit au cours des activités des acteurs impliqués dans le projet. Ensuite, nous considérons également les influences de la position de l'acteur dans l'organisation projet (concepteur ou futur utilisateur par exemple) sur le déroulement du processus de conception. Par ailleurs, comme les sociologues de l'innovation nous nous appuyons sur les objets de conception pour comprendre le processus de conception et les relations entre les acteurs du projet.

Cependant, en ce qui concerne la notion de logiques d'acteurs, deux questions se posent. Tout d'abord, dans une démarche sociologique centrée sur l'acteur, on peut se questionner sur l'association de ces logiques à des groupes de métiers, comme l'indique Perrow. On peut supposer qu'il existe des variations au sein d'un même groupe d'acteurs. Ensuite, comme Thomas, on peut s'étonner du caractère statique de cette notion de logique pour analyser le processus de conception. Comment ces logiques se complètent-elles et s'opposent-elles au cours du processus de conception ? A quels compromis leur articulation mène-t-elle ? Comment évolue la *logique* de chaque acteur au cours du travail de conception ? La notion de *worldview* de Thomas permet de prendre en compte la dynamique de l'articulation des logiques et donc le caractère socialement construit du processus de

¹⁵⁴ Lécaille P. (2003). *La trace habilitée : Une ethnographie des espaces de conception dans un bureau d'études de mécanique : l'échange et l'équipement des objets grapho-numériques entre outils et acteurs de la conception*. Thèse de Doctorat en Génie Industriel, mention économie et sociologie, Université Pierre Mendès-France, Grenoble.

conception. Par ailleurs, elle souligne le caractère local, situé dans le temps et dans l'espace des interventions des acteurs au cours de la conception. Pour Thomas, ces *logiques* ou *vues du monde* s'insèrent dans une organisation du travail et elles se concrétisent par des tentatives de la part de leurs détenteurs de peser sur la conception. Sur ce point, il rejoint Perrow quant au caractère crucial des relations de pouvoir. Cependant, l'analyse des jeux de pouvoir ne peut se limiter au cadre de l'organisation projet. L'environnement de cette dernière joue un rôle crucial dans la nature de ces relations (Cf. §.1.2.2.1, Crozier et Friedberg, 1977). En effet, les acteurs participant au projet peuvent être également engagés dans d'autres activités. C'est le cas des futurs utilisateurs ou des acteurs intervenant dans d'autres projets. De plus, la circulation des objets de conception entre les différents acteurs évoque la notion d'*objet frontière* (Star & Griesemer, 1989). Cette dernière souligne le caractère crucial des interfaces de l'équipe projet et donc de ses relations avec l'environnement dont nous précisons à présent les composantes.

1.3.3. L'équipe projet est inscrite dans un environnement

Les analyses de la dynamique des équipes projets dans le cadre des organisations temporaires donnent un poids important aux relations de l'équipe projet avec l'environnement. Connie Gersick propose un modèle dynamique de l'action de l'équipe projet composée de quatre phases. Pour chacune, elle spécifie l'impact des relations avec l'environnement sur le travail de l'équipe projet. De façon analogue, Ralf Lundin et Anders Söderholm distinguent quatre phases du projet marquée chacune par l'isolement ou l'ouverture vers l'environnement ; la phase de conception en particulier est marquée par l'isolement. Packendorff considère également l'environnement comme un facteur de contingence dans le déroulement du projet.

« *The problem of the project as being de facto a multifaced phenomenon, contingent on the nature of the task and environmental characteristics, has received only sporadic attention in the project management literature.* » (Packendorff, 1995, p.324)

Cependant, ces différentes analyses ne précisent pas la notion d'environnement. On peut distinguer différentes composantes de l'environnement selon leur proximité avec l'équipe projet. Comme le souligne Perrow, les concepteurs subissent l'influence des relations de l'usine avec son environnement social, notamment les impacts des erreurs et défaillances sur ses profits et sa réputation. On retrouve cette dimension dans les notions de *confiance sociale* et de *constance institutionnelle* élaborées par La Porte (Cf.§1.1.2., La Porte, 2001). On peut également associer à cette dimension l'environnement réglementaire des systèmes socio-techniques à risques.

A un niveau plus proche de l'équipe projet, à l'intérieur du site, les travaux de Perrow et de Thomas mettent en évidence le poids des relations des concepteurs avec le management du site. Thomas distingue trois niveaux d'acteurs en interaction au cours des projets de conception : les opérateurs, le management intermédiaire et le haut management.

Enfin, au niveau de l'équipe projet, certains acteurs cumulent travail en équipe projet et tâches routinières dans leurs services d'origine. Ce double engagement conditionne leurs contributions au projet. Ainsi, un opérateur de la Fabrication ou de la Maintenance engagé dans l'équipe projet assure également ses activités quotidiennes, ce qui conditionne sa participation au travail de conception.

Chaque acteur s'inscrit dans différents « cercles » (Simmel) : l'équipe projet, le service de fabrication, le Comité de Pilotage... Au sein de chacun, il partage avec les autres une communauté d'objectifs, d'activités, de classe sociale, de métiers... Dans le même temps, il appartient à plusieurs « cercles » et se trouve au « croisement des cercles. » Cette notion de cercles n'est pas sans rappeler celle du « marginal sécant » (Crozier et Friedberg, 1977). Cependant, alors que cette dernière met l'accent sur le pouvoir supplémentaire de celui qui l'occupe, la position de l'acteur à l'intersection de différents cercles pose des contraintes particulières pour l'action. En effet, elle peut confronter l'acteur à des objectifs contradictoires. La notion de positionnement permet de tenir compte de ces appartenances multiples.

« Ainsi, en même temps que l'on est dans un cercle, on est, en partie, dans un autre, ailleurs, en train de penser aux enjeux parallèles qui se jouent dans les cercles proches auxquels on participe à l'occasion. (De Coninck & Bercot, 2003¹⁵⁵, p.73)

Nous retenons de ces différents travaux l'importance des relations de l'équipe projet avec son environnement pour comprendre le processus de conception. Nous distinguons le contexte du projet, permettant de situer le projet de modifications dans l'atelier qu'il affecte, dans le site et dans le groupe industriel et dont la connaissance aide à la compréhension de la modification d'installation, de **l'environnement du projet qui impacte directement le déroulement du projet**. Cette distinction s'inspire de la différence que les ergonomes établissent entre les éléments de la situation de travail et les éléments de contexte. A titre d'exemple, la réglementation Seveso 2 qui s'applique au site accueillant le projet de mise en conformité du poste de dépotage est un élément de contexte. Les acteurs des instances réglementaires chargés de son application pour la mise en conformité appartiennent à l'environnement du projet. Dans le chapitre 2, nous précisons à nouveau cette notion d'environnement des projets. Dans le chapitre 3, nous présentons les deux sites sur lesquels se déroulent les deux projets de modifications d'installations ainsi que les éléments de l'environnement c'est-à-dire impactant le déroulement du projet en les distinguant des éléments de contexte.

1.3.4. Dynamique ou dynamiques du projet ?

Comment aborder cette dynamique alors que nous nous proposons de conjuguer le point de vue de l'acteur et celui de l'action de l'équipe projet ? Dans leurs analyses, les ergonomes décrivent la dynamique du travail de conception à partir du déroulement des activités des acteurs. Les sociologues du travail et des sciences s'appuient sur les relations entre les acteurs du processus de conception. Les travaux de Thomas s'intéressent au processus de décision qu'il analyse à partir des relations réciproques entre les différentes instances engagées dans le projet : trois niveaux de management (haut, moyen et inférieur (opérateurs)).

¹⁵⁵ Bercot, R., Coninck (De), F. (2003). Que devient le travail collectif dans des groupes entrecroisés et transitoires ? Une analyse simmelienne. *Gérer et comprendre*, n°72, pp.69-78.

Si l'on se place du point de vue de l'équipe projet, on distingue deux types de description de l'avancement du projet : une description du travail de conception en phases successives, une description du processus de conception comme une succession de cycles.

Lundin et Söderholm distinguent quatre phases séquentielles dans le déroulement du projet (Lundin et Söderholm, 1995) :

- 1) former l'équipe projet
- 2) définir la tâche et les échéances
- 3) l'organisation projet s'isole de son environnement pour concevoir
- 4) le travail de conception terminé, dissoudre l'équipe. Cette étape permet également de capitaliser et de transmettre l'expérience acquise.

Dans une démarche empirique, analysant le travail de neuf équipes projet, Connie Gersick remet en cause cette vision séquentielle traditionnelle des activités projet. Elle porte une attention particulière à l'usage des ressources disponibles en particulier le temps ainsi qu'à l'influence de l'environnement (Gersick, 1988¹⁵⁶, 1989¹⁵⁷).

Elle aborde la dynamique de l'équipe projet selon « le paradigme de l'équilibre ponctué » : c'est-à-dire qu'il se déroule selon une succession de périodes de stabilité et de transitions qu'elle décrit.

« The paradigm suggested by the current findings indicates that groups develop through the sudden formation, maintenance, and sudden revision of a framework for performance. The developmental process is a punctuated equilibrium. The proposed model highlights the processes through which frameworks are formed and revised and predicts both the timing of progress and when and how in their development groups are likely, or unlikely to be influenced by their environments. » (Gersick, 1988 p.32.)

Même si les différentes équipes ne procèdent pas de la même manière, Connie Gersick propose un modèle dynamique d'action commune :

La première réunion est particulièrement importante car elle permet la définition d'une trame commune pour la première phase de travail. Cependant, pendant cette réunion et la première phase de travail, les cadres et les plans restent implicites c'est-à-dire qu'ils ne font pas l'objet d'une discussion particulière.

Ensuite, les différentes équipes entrent dans une phase de transition. Même si les différentes équipes y entrent à des moments différents, cette transition se produit toujours à mi-chemin de l'agenda de travail indépendamment du nombre et de la durée des réunions précédentes. Les préoccupations sont communes : les échéances, le rythme de travail et le manque de temps. Gersick met en évidence l'importance des contacts des équipes avec leur contexte organisationnel. Ils stimulent l'action et influencent les décisions finales.

¹⁵⁶ Gersick, C.J.G. (1988). Time and Transition in Work Teams: Toward a New Model of Group Development. *Academy of Management Journal*, vol.31, n°1, pp. 9-41.

¹⁵⁷ Gersick, C.J.G. (1989). Marking Time: Predictable Transitions in Task Groups. *Academy of Management Journal*, vol.32, n°2, pp. 274-309

La deuxième phase de travail est statique car elle consiste pour les acteurs à suivre les orientations déterminées dans la phase précédente. Cependant, alors que cette dernière a permis de régler les problèmes liés à l'accomplissement de la tâche, des problèmes de fonctionnement de l'équipe peuvent ressortir pendant cette deuxième phase.

Enfin, au cours de la phase de finalisation, les équipes sont très semblables. Le travail étant en cours de finalisation, les acteurs se préoccupent des attentes extérieures. Par ailleurs, les groupes et leurs membres se prononcent sur la qualité de leur travail et de celui des autres.

Aaron Shenhar présente une dynamique du projet cyclique, marquée par deux processus imbriqués. Dans le premier, centré sur le travail technique, les acteurs cherchent à réduire l'incertitude technologique en associant connaissances internes et externes. Le design technique suit des cycles d'itérations : sélection de la solution technologique, design des différentes unités, construction et tests. Les itérations se succèdent jusqu'à ce qu'une configuration définitive soit sélectionnée et les spécifications associées déterminées. Dans le deuxième processus, centré sur l'information et la communication, les acteurs procèdent à l'allocation des ressources, les utilisent et les gèrent afin de coordonner les parties impliquées.

Dès lors, si l'on souhaite décrire la dynamique de l'équipe projet, faut-il choisir entre une approche par l'action ou une approche par la décision ? Pas forcément. Hervé Laroche propose une solution hybride, c'est-à-dire qu'il analyse la prise de décision comme une représentation sociale dont la construction fait partie de l'action organisationnelle (Laroche, 1995¹⁵⁸). Selon lui, toute analyse de l'action dans les organisations doit traiter de la prise de décision.

« Decisions exist in the eyes of managers. The paper argues that, for that reason itself, decisions are a significant part of organizations processes. But decision and decision-making are not to be understood in a realistic sense. We use the concept of "social representation" (Doise, 1990 et Jodelet, 1991) to picture decisions and decision making as forms of common sense, socially built and socially shared, allowing managers to behave as managers in their professional, organisational context. » (Laroche, 1995, p.63)

« L'idée de représentation sociale est une manière de reformuler l'idée de décision dans la perspective de l'action. » (Laroche, 1995, p.63)

Par ailleurs, il définit des *figures de décision* qui lui permet de décrire les modalités de prise de décision dans les organisations

« Une figure de décision est une conjonction de processus décisionnels articulés, liée à un contexte, à un moment, à une histoire. Elle a une cohérence interne, une dynamique propre. » (Laroche, 1998, p. 335).

Articuler une analyse des projets de modifications technico-organisationnelles du point de vue des pratiques et des relations entre les acteurs d'une part et du point de vue de l'équipe projet en traitant de l'action et de la décision d'autre part, permettrait de proposer des réponses à notre problématique. Cependant, comme elle prend en compte les influences de l'environnement sur le

¹⁵⁸ Laroche, H. (1995). From Decision to Action in Organizations : Decision-Making as a Social Representation. *Organization Science*, vol. 6, n°1, pp. 62-75

travail de conception cette articulation représente des enjeux pour le recueil l'analyse et la restitution des données. Ce point sera développé dans le prochain chapitre.

1.3.5. Acteur/action/activité : pour une approche dynamique du processus de conception

L'un des enjeux de notre travail est de comprendre comment se construisent les choix technico-organisationnels lors des modifications de systèmes socio-techniques. Nous souhaitons articuler trois perspectives d'analyse et formuler pour chacun des hypothèses de travail.

Premièrement, nous abordons le processus de conception du point de vue des acteurs. D'une part, nous nous intéressons à son caractère socialement construit. Pour cela, nous considérons l'équipe projet comme une organisation et étudions les relations de pouvoir entre les acteurs à partir de leur exploitation en termes de ressources et de contraintes du cadre organisationnel de l'équipe projet. D'autre part, nous prenons en compte les contributions individuelles et collectives au travail de conception. En particulier, nous nous intéressons à la manière dont les acteurs engagés dans la conception anticipent les risques la technologie et l'organisation des activités futures. Par ailleurs, nous considérons les objets (supports de travail, plannings, documents élaborés et mobilisés au cours du projet, méthodes de travail...) mobilisés au cours du travail de conception afin de comprendre comment ils matérialisent et modulent les choix technico-organisationnels. Nous partons donc du principe que **les choix d'organisation du projet (structures de l'équipe projet, règles de travail, supports de travail et d'organisation, choix des acteurs...) influencent la construction des choix technico-organisationnels et donc la prise en compte des risques.**

Par ailleurs, la notion de *positionnement* des acteurs au cours de la conception nous permet de comprendre comment les acteurs anticipent les risques, la technologie et l'organisation des activités futures selon leur métier, leur expérience professionnelle, leur rôle sur le site. Elle permet de dépasser le caractère statique de la notion de *logique* car ce positionnement varie au cours de l'avancement du projet selon les changements dans la composition de l'équipe projet, son organisation, les décisions prises. Enfin, cette approche par l'acteur nous permettra de caractériser les modes de fonctionnement des équipes projets d'un point de vue sociologique.

Deuxièmement, nous décrivons la dynamique du projet du point de vue de l'équipe. D'une part, nous décrivons l'avancement du projet c'est-à-dire les différentes étapes suivies (phases successives ou succession de cycles de conception). D'autre part, nous caractérisons les modes de décision privilégiés ce qui nous permettra de mettre en perspective dynamique sociale et action dans l'organisation projet.

Troisièmement, nous prenons en compte les influences de l'environnement de l'équipe projet sur le déroulement du projet, à travers notamment la manière dont les acteurs de ces projets s'en saisissent au cours de leurs contributions au travail de conception. Nous considérons que **les relations de l'équipe projet avec son environnement influencent la construction des choix technico-organisationnels.**

1.3.6. Conclusion

Ces hypothèses générales, combinées à celles que nous avons formulées sur les relations entre risques technologie et organisation (Cf. §1.2.5.4. b) nous permettent de préciser les deux principales hypothèses qui vont guider notre analyse :

1) Les acteurs de projets de conception anticipent l'organisation comme un cadre d'action et un programme d'activités.

2) Les composantes de la technologie et celles de l'organisation anticipées se contraignent mutuellement. Plus précisément, elles entretiennent **une relation de causalité multiple**. Nous nous écartons ainsi de tout déterminisme technologique ou social *a priori*. En effet, les caractéristiques organisationnelles et technologiques mobilisées par les acteurs ont plusieurs origines notamment l'organisation des activités d'exploitation et de maintenance de l'installation non modifiée, les risques, les éléments de l'environnement des projets comme les instances réglementaires, les contraintes économiques imposées par les directions industrielles...

Dans une démarche déductive, notre analyse cherchera à vérifier ces hypothèses. De plus, dans une démarche inductive, nous chercherons à préciser deux éléments principaux. Premièrement, nous tenterons de caractériser les contributions des acteurs et plus généralement la conception organisationnelle à partir de la notion d'anticipation. Nous clarifierons également cette relation de causalité multiple en nous demandant si elle se rapporte à un déterminisme multiple ou à une indétermination (inhérente à l'objet technico-organisationnel analysé et/ou relatif aux connaissances acquises à partir de l'analyse des deux projets).

Chapitre 2

METHODOLOGIE

« Naviguant entre deux cultures, je me sens parfois dans la situation de ces jeunes immigrés à l'aise dans le pays qui les accueille mais dont les parents appartiennent à une culture traditionnelle. Lorsqu'ils retournent chez eux, ces êtres déchirés sont capables à la fois de vivre leur milieu d'origine de l'intérieur et de jeter sur lui le regard éloigné qui est celui de leur pays d'accueil. Ils voient leur propre culture avec les yeux de l'autre, et ils sentent alors son étrangeté. » (Dupuy, 2006, p.125.¹⁵⁹)

Nous étudions la construction de la fiabilité organisationnelle au cours de projets de conception. Pour cela, nous avons choisi d'analyser des projets de modifications d'installations à risques. Dans ce chapitre, nous exposons notre méthodologie de recueil et d'analyse de données. Dans un premier temps, nous montrons comment l'étude de ces projets particuliers nous permet de répondre à notre problématique. L'un des enjeux principaux de notre travail de recherche est d'articuler deux démarches d'analyse dynamique du processus de conception technico-organisationnelle. Une analyse horizontale pour suivre le déroulement du projet dans le temps. Une analyse verticale qui articule le niveau de l'acteur et celui de l'équipe projet. Dans le même temps nous souhaitons considérer ces projets comme inscrits dans un environnement, — notion que nous précisons — dont ils subissent les influences. A cette fin, nous étudions ces projets à partir de moments-clés que nous exposons sous forme de « vignettes. » Dans un deuxième temps, nous présentons notre méthodologie de recueil de données. Tout d'abord, le positionnement du chercheur sur le terrain est une composante majeure du travail d'enquête. Nous en rendons compte à travers le double regard d'ingénieur et de sociologue que nous portons sur le travail de conception dans ces univers à risques. Ensuite, les entretiens, les observations d'activités et de situations de conception collectives, les supports de travail des concepteurs permettent de constituer la matière première du travail de recherche. Dans un troisième temps, nous présentons notre méthodologie d'analyse de ces données et plus particulièrement des « vignettes » choisies. Elle est orientée vers notre objectif d'articulation des plans et des dynamiques d'analyse. Enfin, nous présentons les fondements et les enjeux de la comparaison des deux projets étudiés dans cette thèse.

¹⁵⁹ Dupuy, J.-P. (2006). *Retour de Tchernobyl. Journal d'un homme en colère*. Paris : Editions du Seuil.

2.1. Les projets de modifications d'installation comme objets d'analyse

2.1.1. Deux projets de modifications, l'ingénieur et le sociologue

Afin appréhender le processus de conception technico-organisationnelle, nous avons choisi d'étudier des projets de modifications d'installations. Ces projets sont des moments sensibles dans la vie des usines pour deux raisons principales. Premièrement, ils présentent des enjeux de sécurité très importants. En effet, les modifications doivent maintenir voire améliorer la prévention et la maîtrise des risques associés à l'exploitation et la maintenance des installations. Deuxièmement, ces projets s'inscrivent dans un contexte industriel de compétitivité et de rentabilité qui impose aux acteurs impliqués de respecter les délais et les objectifs de performance fixés. Par ailleurs, ces projets sont inscrits dans un environnement dont ils subissent les influences. Dans le chapitre précédent nous avons vu que cette notion d'environnement du projet était considérée par les sociologues de l'innovation (Akrich, 1989), les sociologues (Palisi, 1970 ; Goodman & Goodman, 1986 ; Bryman et al., 1987) et chercheurs en gestion (Gersick, 1988, 1989 ; Packendorff, 1995, Lundin & Söderholm, 1995, Shenhar, 2001) mobilisant la théorie des organisations temporaires, les chercheurs en gestion spécialistes des projets (Midler, 1993 ; Hatchuel, Le Masson et Weil, 2002) et les ergonomes qui appréhendent l'environnement physique et social comme une composante de la situation de travail (Theureau & Jeffroy, 1994). Cependant, cette notion d'environnement n'est pas toujours précisée. Nous considérons que l'environnement de l'équipe projet regroupe les éléments extérieurs qui influencent son déroulement ou qui peuvent être impactés par le projet. Ces éléments sont des entités extérieures à l'équipe projet dont les acteurs par leurs activités et leurs décisions impactent le processus de conception : par exemple le Comité de Pilotage ou la Direction Industrielle. Ces éléments ont leur dynamique propre. Ils peuvent être également des caractéristiques du contexte — économique, réglementaire, industriel— du projet qui impactent le travail de conception ou qui peuvent être impactés par le projet : par exemple, un contexte économique difficile remet en question les décisions de conception ou un retard dans le projet ralentit les activités de l'atelier concerné et compromet l'atteinte des objectifs de production du site. Au cours du projet, les influences de l'environnement se manifestent de deux manières. D'une part, elles se matérialisent à travers les relations entre les acteurs du projet et ceux de ces entités extérieures. D'autre part, elles se concrétisent lorsque les acteurs de l'équipe projet mobilisent des éléments de l'environnement pour participer au travail de conception.

Même s'ils ne concernent qu'une partie des installations, ces projets sont des périodes singulières dans le quotidien des sites industriels. Leur étude nous a permis de comprendre le fonctionnement des usines dans leur ensemble.

Les projets de modifications posent des problèmes qui intéressent tout autant l'ingénieur que le sociologue des organisations. Tout d'abord, modifier des installations implique de faire des choix technologiques et organisationnels et de les mettre en relation. Du point de vue de l'ingénieur, si l'on reprend les travaux de Charles Perrow, les modifications techniques (*technological fixes*) menacent la

fiabilité : « technology that compensates for, repairs or replace faulty technology » (Perrow, 1983, p525). Selon cet auteur, la fiabilité doit être pensée au moment de la conception car les ajouts successifs de matériels ne permettent pas de compenser un design technologique initial défaillant ou un design organisationnel mal pensé (Perrow, 1999b).

« What is not in passing here is an evaluation of technology and its "fixes" [...]. It is particularly important to evaluate technological fixes in the system that we cannot or will not do without. Fixes, including safety devices, sometimes create new accidents, and quite often merely allow those in charge to run the system faster, or in worse weather, or with bigger explosives. Some technological fixes are error-reducing [...]. But other technological fixes are excuses for poor organisation or an attempt to compensate for poor system design. The attention of authorities in some of these systems, unfortunately, is hard to get when safety is involved. » (Perrow, 1999, p.11)

Par ailleurs, ces projets retiennent l'attention du sociologue des organisations à plusieurs titres. Tout d'abord, ils mettent en jeu la sécurité du personnel qui exploitera et maintiendra l'installation modifiée. De ce fait, l'organisation de ces futures activités est une question cruciale. Ensuite, les projets impliquent de faire coopérer différents spécialistes. Or, dans ces univers à risques, cette coopération n'est pas acquise car les activités et les métiers sont très cloisonnés (Bourrier, 2006). De plus, les objectifs des différents acteurs du projet ne sont pas toujours conciliables. Par exemple, les spécialistes techniques veulent peaufiner le design technique de la future installation alors que les représentants de la fabrication souhaitent l'exploiter le plus tôt possible, avec les niveaux de performance attendus. De ce fait, les choix d'organisation du projet sont cruciaux car ils fondent les pratiques des acteurs, les relations sociales et plus généralement l'atteinte des objectifs de performance et de sécurité dans les délais impartis.

Du fait des impératifs de productivité des usines, le respect des délais et des objectifs de performance est crucial. Cependant, l'avancement du projet ne dépend pas uniquement du travail de l'équipe, même si ce dernier est soigneusement planifié et organisé. D'une part, dans ces installations très réglementées, les relations avec les autorités de contrôle et l'application des exigences réglementaires pèsent sur la progression du travail de conception. D'autre part, les choix de conception n'appartiennent pas uniquement à l'équipe projet. Selon les budgets engagés, les interventions des directions du site et du groupe industriel bouleversent parfois le déroulement du travail de conception. De plus, si l'on reprend le travail de Perrow, le poids des différents acteurs dans les arbitrages de conception dépend des relations de pouvoir et de l'importance que leur accorde leur hiérarchie. Dès lors, comprendre ces relations de pouvoir au sein de l'équipe projet et entre les acteurs des différentes entités impliquées est indispensable pour appréhender les choix de conception.

Pour étudier le processus de conception, les projets de modifications présentent quelques avantages relativement aux projets de conception de nouvelles installations. Tout d'abord, ils durent moins longtemps. De ce fait, ils permettent de suivre une période importante du projet afin de mettre en perspective la situation de travail initiale, le processus de conception et la situation de travail modifiée.

Ensuite, les acteurs et les collectifs impliqués sont moins nombreux et l'organisation générale du projet plus simple. De ce fait, l'analyse des contributions individuelles au travail de conception et celle des relations entre les différents acteurs sont facilitées. De même, l'analyse des conséquences des choix d'organisation du projet sur les pratiques de conception et sur le système socio-technique conçu est simplifiée. Les projets de modifications par leur taille et leur durée permettent d'appréhender précisément les influences de l'environnement du projet sur son déroulement. Enfin, comme elles concernent une partie des installations, les modifications permettent de comprendre les arbitrages socio-techniques c'est-à-dire les relations entre technologie et organisation au cours de la conception.

Pour autant, nous n'avons pas choisi n'importe quels projets de modification. Cette thèse s'appuie sur un travail d'enquête¹⁶⁰ réalisé de juin 2003 à mars 2005, sur deux sites industriels du secteur chimique, classés SEVESO 2¹⁶¹. Le site CHIMIE de La-Source spécialisé dans la chimie à base d'acide A modifie son poste de dépotage de ce produit afin de répondre à une injonction réglementaire. Le site PHARMA de Saint-Clair remplace le système de conduite d'un atelier de fabrication d'intermédiaires pharmaceutiques afin de se mettre en conformité avec les réglementations européenne et américaine du médicament. Nous présentons ces deux sites en détail dans le chapitre suivant.

Premièrement, ces deux modifications s'appliquent à des installations et à des activités à risques. Ces risques sont de différentes natures. Pour le projet de mise en conformité du poste de dépotage, il s'agit du risque d'accident majeur (fuite et dégagement d'un nuage d'acide A) et des risques professionnels (brûlure par l'acide A). Le projet de remplacement du système de conduite concerne les risques professionnels (contacts avec divers produits toxiques) et les risques de non-conformité des produits et des processus de fabrication (avec les réglementations européenne et américaine du médicament).

Deuxièmement, les enjeux industriels de performance et de délais prennent un relief particulier car les deux installations concernées jouent un rôle central dans le fonctionnement global de leur usine respective. Cette position souligne également l'importance des influences de l'environnement sur le déroulement du travail de conception. D'ailleurs, les deux équipes projets sont en relation avec un comité de pilotage et des instances réglementaires. De plus, les deux usines étudiées appartiennent à de grands groupes industriels dont la direction intervient dans les principales orientations de conception.

¹⁶⁰ Au cours de notre travail de thèse, nous avons enquêté sur quatre sites industriels classés SEVESO 2. En plus des deux sites exposés ici, nous avons suivi la préparation et le déroulement d'un arrêt de maintenance biennal sur un site de la chimie du chlore. Nous avons également suivi un projet de mise en place d'un outil de supervision sur une chaîne de production de barres d'acier dans l'industrie sidérurgique.

¹⁶¹ La directive dite Seveso est une directive européenne qui impose aux états d'identifier les sites à risques. Cette directive datant de 1982 a évolué au cours du temps : le cadre actuel de cette action est dorénavant la directive 96/82/CE concernant la maîtrise des dangers liés aux accidents majeurs impliquant des substances dangereuses appelée directive SEVESO 2 qui remplace la directive SEVESO à partir du 3 février 1999. Cette directive est nommée ainsi d'après la catastrophe de Seveso qui eut lieu en 1976 et qui a incité les états européens à se doter d'une politique commune en matière de prévention des risques industriels majeurs. Nous reviendrons sur les modalités concrètes d'application de cette réglementation dans la présentation de nos deux sites dans le chapitre 3.

Troisièmement, les enjeux de coopération sont réels pour les deux équipes projet. Chacune regroupe des spécialistes techniques et des représentants des acteurs de la Fabrication et de la Maintenance.

Quatrièmement, lorsque nous les avons étudiés, ces projets étaient à des degrés divers d'avancement. Avec le poste de dépotage, nous avons appréhendé la conception de détail de l'installation. Avec le projet de remplacement du système de conduite, nous avons abordé la période de finalisation et de démarrage du nouveau système. Ainsi, nous avons pu mettre en perspective installation de départ et processus de conception pour le premier projet et processus de conception et installation modifiée pour le second.

Ces deux projets de modifications permettent donc d'appréhender le processus de modification du point de vue des acteurs, de l'équipe projet et de son environnement. Nous pouvons ainsi mettre en perspective le fonctionnement de l'équipe projet et le dispositif socio-technique conçu. Dans le même temps, comme nous comprenons le fonctionnement des sites, nous pouvons replacer les enjeux des projets de modifications dans les perspectives d'évolutions de leur site respectif.

2.1.2. Des vignettes pour appréhender les projets de conception

Compte tenu de ces particularités et de nos objectifs de recherche, quel regard porter sur ces projets de modifications d'installations ? Comment rendre compte de la dynamique du projet en articulant les niveaux d'analyse de l'acteur et de l'équipe projet ? Comment appréhender dans un même mouvement les arbitrages technico-organisationnels de la conception de détail et leur inscription dans l'équipe projet ? Comment considérer l'inscription du travail de conception dans un environnement particulier ?

Dans cette thèse, nous avons enquêté sur deux projets de modifications qui se déroulaient en même temps. De ce fait, rester plusieurs mois sur un même terrain n'était pas envisageable. Nous avons donc enquêté par périodes courtes successives. Compte tenu de cette stratégie d'enquête et de notre objectif d'articuler analyse horizontale et analyse verticale, nous avons analysé ces projets à partir de moments clés. Nous les exposons sous forme de « vignettes » : ces scènes de la vie de projets concernent des situations de travail collectives (réunions de conception ou de résolution de problèmes). Elles constituent des outils de restitution et d'analyse des données. A partir des arbitrages de conception, elles nous permettent d'analyser les relations sociales et les pratiques de conception. Afin de mieux comprendre la contribution de ces vignettes à la compréhension du projet nous les situons dans la chronologie de ce dernier. Dans le chapitre 3, nous détaillons les composantes de l'environnement de chaque projet afin de préciser le statut de ces vignettes.

2.2. Recueillir des données

2.2.1. **Accéder au terrain avec le double regard de l'ingénieur et du sociologue**

Il ne suffit pas de dire « j'y étais », de décrire quelques scènes de terrain bien choisies ou de recourir à des procédés littéraires pour rendre compte du travail de terrain (Geertz, 1991¹⁶²). Les dimensions historique (Passeron, 1991¹⁶³), géographique, sociale, politique... de la situation d'enquête tout autant que le positionnement du chercheur et la manière dont il est perçu sur le terrain sont des composantes essentielles de la recherche. Nous abordons la conception technico-organisationnelle avec le double regard de l'ingénieur et du sociologue. Les ressorts et les limites de cette compétence mixte imprègnent notre travail d'enquête.

2.2.1.1. **Une entrée par les voies officielles**

Claude Gilbert (Gilbert, 2002)¹⁶⁴ regrette que les chercheurs se détournent des terrains industriels à risques, en particulier parce qu'il est difficile d'y pénétrer. Effectivement, les négociations d'entrée constituent une étape sensible car il s'agit de convaincre les responsables de site d'ouvrir les portes de leurs établissements. De plus, c'est à ce moment qu'est délimité le cadre de l'enquête, c'est-à-dire les libertés et les limites avec lesquelles le chercheur devra composer. Néanmoins, cette étape n'est peut-être pas la plus ardue. D'une part, d'autres terrains sont beaucoup plus difficiles d'accès, par exemple les lieux de la maladie, de la mort...ou les groupes marginaux (sectes, partis politiques radicaux). D'autre part, nous n'avons pas rencontré d'opposition particulière de la part des acteurs industriels.

Nous avons enquêté sur deux terrains industriels entre avril 2003 et juin 2005¹⁶⁵. Dans le cadre de notre contrat de formation par la recherche à l'Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire, nous y avons accédé par l'intermédiaire de directeurs Hygiène Sécurité Environnement de grands groupes industriels.

2.2.1.2. **Ingénieur et sociologue : talon d'Achille ou botte secrète ?**

Lors de son travail d'enquête, l'ingénieur de formation, engagé dans la préparation d'une thèse en sociologie rencontre une difficulté particulière. Il est familier d'un corpus de connaissances et d'un langage techniques propres aux univers industriels. Cependant, il doit porter sur ces univers un regard critique afin d'en comprendre les mécanismes sociaux. Ingénieur de formation et philosophe, Jean-Pierre Dupuy résume très bien ce grand écart :

¹⁶² Geertz, C. (1996). *Ici et Là-bas. L'anthropologue comme auteur*. Paris : Editions Métailié.

¹⁶³ Passeron, J.-C. (1991). *Le raisonnement sociologique. L'espace non-poppérien du raisonnement naturel*. Paris: Editions Nathan.

¹⁶⁴ Gilbert, C. (2002). From One Crisis to the Other: The Shift of Research Interests in France. *Journal of Contingencies and Crisis Management*, vol.10, n°4, pp.192-202.

¹⁶⁵ Nous avons enquêté sur quatre terrains industriels au cours de la thèse : en plus des deux projets de modification détaillés dans ce manuscrit, nous avons également analysé un projet de mise en place d'un système de supervision sur un laminoir. Après un point d'orgue pendant l'année 2004, ce projet a été repris début 2005 avec des objectifs plus modestes et un étalement de son agenda jusqu'à fin 2007. Enfin, au mois d'avril 2003, nous avons analysé les dernières phases de préparation et le déroulement d'un arrêt de maintenance sur un atelier de fabrication de produits chlorés.

Naviguant entre deux cultures, je me sens parfois dans la situation de ces jeunes immigrés à l'aise dans le pays qui les accueille mais dont les parents appartiennent à une culture traditionnelle. Lorsqu'ils retournent chez eux, ces êtres déchirés sont capables à la fois de vivre leur milieu d'origine de l'intérieur et de jeter sur lui le regard éloigné qui est celui de leur pays d'accueil. Ils voient leur propre culture avec les yeux de l'autre, et ils sentent alors son étrangeté. » (Dupuy, 2006, p.125.¹⁶⁶)

De façon générale, notre formation initiale a réduit notre coût d'entrée dans ces univers très techniques. Elle nous a permis de pénétrer le contenu des arbitrages techniques des acteurs. Cependant, elle nous exposait à la tentation de nous arrêter aux justifications techniques des décisions prises par les acteurs des projets et de ne pas en rechercher les fondements sociaux. Par ailleurs, cette double compétence nous a permis de mieux comprendre le point de vue des différents acteurs, afin de mettre en relation le monde des techniciens et celui des sociologues.

« Le travail de terrain dépend de bout en bout de la capacité de l'enquêteur à se déporter vers le point de vue des autres, à puiser dans ses propres réserves l'expérience des éléments de compréhension des situations, à s'installer dans un entre-deux d'où un processus de traduction réciproque entre mondes s'avère possible. » (Céfaï, 2003, p. 517)

Cependant, selon le site, l'exercice de compréhension ne présentait pas la même difficulté. Nous avons pu comprendre le contenu technique du projet de modification du poste de dépotage car le procédé chimique et les dispositifs technologiques étudiés étaient simples. Cependant, pour le projet de modification du système de conduite de l'atelier dans l'industrie pharmaceutique, nous étions proches de la position du Candide à l'égard de la technologie. En effet, nous n'avons pu appréhender le détail du travail de programmation informatique, au cœur du projet de modification car son contenu n'était accessible qu'aux seuls spécialistes qui le réalisaient.

2.2.1.3. Etre ingénieur : un passeport auprès de certains acteurs ?

Différents statuts nous ont été prêtés, de l'étudiante stagiaire à celui d'espion de la direction. Là encore, notre diplôme d'ingénieur a influencé nos relations avec les acteurs rencontrés.

« Les raisons imaginées à la présence du chercheur vont en partie orienter la façon de se conduire avec lui : le tenant à l'écart ou l'invitant ; répondant à ces questions ou les ignorant ; lui offrant un discours de circonstance, ou bien au contraire lui parlant avec sincérité, lui faisant part d'informations cruciales, le mettant en contact avec des interlocuteurs utiles. Son discours de présentation n'est qu'un élément parmi d'autres permettant de le situer et d'envisager ses intentions et, le plus souvent, c'est un élément de peu de poids par rapport aux informations tirées des circonstances de la rencontre et des indices attachés à sa personne. » (Bizeul, 1998, p. 760)¹⁶⁷

Nous sommes considérée comme une étudiante ou une stagiaire, statut qui facilite les contacts parce qu'il limite les suspicions. Nous sommes aisément repérable car nous ne portons pas le bleu de travail des opérateurs de la fabrication ou de la maintenance. De plus, nous sommes munie d'un cahier et

¹⁶⁶ Dupuy, J.-P. (2006). *Retour de Tchernobyl. Journal d'un homme en colère*. Paris : Editions du Seuil.

¹⁶⁷ Bizeul, D. (1998). Le récit des conditions d'enquête : exploiter l'information en connaissance de cause. *Revue française de sociologie*, vol. 49, n°4, pp.751-787.

d'un crayon. Ensuite, nous sommes l'une des seules femmes présentes dans les ateliers et les salles de commande¹⁶⁸.

Le statut de novice a l'avantage d'inciter nos interlocuteurs à nous expliquer le déroulement du projet, le comportement de tel acteur, les fondements d'une décision...

« Un rôle générique, aux diverses facettes, lié toutefois au fait d'être ou de sembler jeune, est celui d'étudiant. Il permet d'apparaître ouvert (large d'esprit), modeste (disponible pour apprendre) et innocent (exempt de mauvaises intentions). Cette perception peut susciter chez autrui des réactions favorables à un travail de recherche. » Bizeul, 1998, p. 763

En salle de commande, les opérateurs nous surnomment « la psychologue » parce que nous menons des entretiens sur leurs activités et leurs conditions de travail. De façon générale ils évoquent facilement leurs activités quotidiennes, leurs difficultés courantes ou les « décisions imposées par la direction ».

Cependant, dans ces univers industriels, l'étiquette de doctorante en sociologie n'a pas toujours bonne presse. Certains interlocuteurs se montrent dubitatifs voire suspicieux quant à « l'utilité d'une telle démarche [sociologique] ». De façon générale, ils sont très critiques à l'égard des sciences humaines qu'ils opposent systématiquement aux sciences « dures ». Pour eux, les performances de la future installation reposent sur des choix technologiques judicieux. L'application des méthodes et guides usuels de conception garantit le respect des échéances et des objectifs du projet. Dans ces situations, notre diplôme d'ingénieur nous a rendu service. A son annonce, nous avons vu certains visages se déridier et les langues se délier :

« Ah ! Nous allons nous comprendre. »,

« Alors, vous comprenez ce que je dis. »

« Je vais vous emmener sur les lieux et vous allez voir pourquoi la solution envisagée n'est pas possible. »

« Je me disais aussi... sans background technique, on ne peut pas y comprendre grand-chose à ce projet ».

Par ailleurs, nous avons fait l'objet de suspicions. Nous sommes prise pour un auditeur parce que nous observons, posons des questions, prenons des notes systématiquement et consultons des documents. Sur un ton humoristique, certains acteurs nous surnomment « l'œil de Moscou », parce que le niveau de détail de nos notes les surprend parfois. De plus, ils savent que nous comprenons le contenu des discussions.

« Attention à ce que vous dites, la demoiselle note tout à la virgule près! »

D'autres acteurs, rencontrés épisodiquement, s'interrogent sur notre porte d'entrée sur le site. Nous nous retrouvons alors dans la position d'enquêtrice. Sur le site CHIMIE, nous assistons à une réunion de présentation du nouveau poste dépotage au CHSCT (Comité d'Hygiène Sécurité et des Conditions de Travail) afin qu'il rende son avis. L'un des membres de ce comité demande les raisons de notre présence. Le technicien du Bureau d'Etudes explique que nous travaillons avec l'équipe projet depuis

¹⁶⁸ Au cours de l'arrêt de maintenance, nous avons connu une femme ingénieur de fabrication. Dans l'atelier de production d'actifs pharmaceutique, L'ingénieur en procédés et le responsable du laboratoire étaient des femmes. Sur les deux autres sites, nous n'avons pas côtoyé de femmes.

plus d'un an avec l'autorisation de la « grande direction ». Le représentant du CHSCT nous demande si nous rapportons nos observations à la direction. Nous expliquons alors notre statut d'ingénieur, doctorant en sociologie et les objectifs de notre étude... A l'issue de cette présentation officielle, les acteurs du CHSCT nous laissent assister à leur réunion de travail, au cours de laquelle ils élaborent la trame de leur avis. Sont-ils moins suspicieux ou pensent-ils que nous pouvons relayer les inquiétudes qu'ils expriment au cours de cette réunion ? Les deux explications sont plausibles.

Lors de nos observations nous assistons à des conflits ouverts entre les opérateurs et leur hiérarchie. Notre présence ne modère pas toujours les échanges très vifs. A l'inverse, elle provoque parfois une censure de la part des acteurs que notre regard extérieur dérange, dans cette situation.

« Je n'en dirai pas plus, il y a une demoiselle ici, la discussion se terminera dans mon bureau ! »

La censure des propos et les suspicions matérialisent les enjeux de la restitution des informations collectées dans ces univers technologiques. La méfiance à l'égard des sciences sociales révèle certainement une crainte d'incompréhension voire de travestissement de la réalité. A ce titre, dans une certaine mesure, nos connaissances techniques ont rassuré les acteurs. A l'opposé, elles ont amplifié certaines appréhensions quant à la divulgation d'informations dont nous pouvions saisir la sensibilité.

2.2.2. Recueillir des données

Pour recueillir nos données, nous avons pratiqué des entretiens semi-directifs, observé des situations de travail (opérations à risques), des réunions de conception et des réunions de travail routinières (réunions quotidiennes d'atelier). Nous avons également étudié les artefacts produits et utilisés par les acteurs au cours de leur travail : documents, plans, maquettes, copies d'écrans d'ordinateur, notes d'organisation...

2.2.2.1. Les entretiens

Sur les deux terrains étudiés dans cette thèse, nous avons mené au total 100 entretiens semi-directifs d'une durée moyenne de deux heures¹⁶⁹.

Au départ, nous avons interviewé les acteurs engagés dans les équipes projets. Puis, au fil des entretiens, des réunions et des situations d'observations, nous avons identifié d'autres acteurs importants pour la compréhension des projets. Certains de ces acteurs travaillaient ou avaient travaillé dans l'installation concernée. D'autres intervenaient ponctuellement dans le travail de conception. Pour chaque acteur, l'entretien porte sur son rôle dans le projet, ses pratiques au cours du travail de conception, les difficultés rencontrées, les relations professionnelles, la manière dont il envisage la future installation. De façon analogue, en suivant les mêmes thèmes, nous les interrogeons plus généralement sur leurs activités routinières, en dehors du projet¹⁷⁰. Notre objectif est de préciser le positionnement de chaque acteur dans le projet et son évolution avec l'avancement de la conception. Il s'agit de comprendre comment chaque acteur exploite les ressources et les contraintes du cadre organisationnel de l'organisation projet pour contribuer à la conception. Ces entretiens nous permettent également d'appréhender les relations sociales au sein de l'équipe projet afin d'en comprendre le fonctionnement. Enfin, pour les acteurs qui occupent une position charnière, entre l'équipe projet, l'organisation de l'usine ou l'extérieur du site, il s'agit de comprendre les influences de cette position sur leur implication et leurs contributions au projet. Il s'agit également de comprendre comment ils mobilisent les éléments de l'environnement réglementaire et industriel de l'usine pour travailler.

Cependant, l'entretien est une situation bien particulière qui ne garantit pas au chercheur l'obtention des informations qu'il désire :

« Il est suscité, voulu, d'un côté, plus ou moins accepté ou subi de l'autre. Il a un but précis et met en présence des individus qui en général ne se connaissent pas. Il repose sur l'idée que pour savoir ce que pensent les gens, il suffit de le leur demander. Mais la communication est un élément banal de notre vie. Notre existence est tissée de communications plus ou moins fragmentaires, plus ou moins réussies. Ainsi, chacun a-t-il déjà ses habitudes, ses attitudes face à ses semblables : circuits de fuite ou de repli, suivant qu'il se sent plus ou moins vulnérable, ou croit le voisin plus ou moins redoutable. Chacun élabore ainsi, pour vivre, un système plus ou moins conscient de protection contre ce qui vient des autres, les risques d'influence, de curiosité ou d'attachement. » (Grawitz, 2000, pp.657-658)¹⁷¹

¹⁶⁹ Le lecteur trouvera en annexe le descriptif des entretiens réalisés.

¹⁷⁰ Le lecteur trouvera en annexe les canevas d'entretien utilisés.

¹⁷¹ Grawitz, M. (2000). *Méthodes des sciences sociales*. Editions Dalloz. Collection : Précis Dalloz.

Les conditions de réalisation conditionnent la qualité des informations recueillies.

« Essayer de savoir ce que l'on fait, lorsqu'on instaure une relation d'entretien, c'est d'abord tenter de connaître les effets que l'on peut produire sans le savoir par cette sorte d'intrusion toujours un peu arbitraire qui est au principe de l'échange.[...c'est essayer de porter au jour la représentation que l'enquêté se fait de la situation de l'enquête en général, de la relation particulière dans laquelle elle s'instaure, des fins qu'elle poursuit, et d'explicitier les raisons qui le poussent à accepter d'entrer dans l'échange...De comprendre ce qui peut-être dit et ce qui ne le peut pas, les censures qui empêchent de dire certaines choses et les incitations qui encouragent à en accentuer d'autres. » (Bourdieu, 1993)¹⁷²

Là encore, notre double compétence marque les échanges avec les acteurs. Nos connaissances techniques sont une bonne porte d'entrée pour amorcer une discussion en particulier avec des acteurs réticents à se laisser interviewer. Par ailleurs, nous sommes attentive à ne pas laisser dériver l'entretien sur le terrain technique afin d'interroger les pratiques et les relations de travail.

Avec certains acteurs, nous veillons à ce qu'ils ne se limitent pas à des propos convenus par exemple : citer les étapes classiques d'un projet plutôt que d'évoquer son déroulement réel sous prétexte que nous savons déjà comment doit se dérouler un projet.

« Mais vous savez déjà tout, ce que je vous dis là on l'apprend sur les bancs de l'école [d'ingénieurs] ! »

En particulier, les supports de travail élaborés et mobilisés par les acteurs, nous permettent d'orienter l'entretien. Comme ils contribuent à remettre l'interviewé en situation de travail, individuelle ou collective, ils lui permettent de préciser ses propos. Par ailleurs, ces supports facilitent notre compréhension des décisions de conception évoquées au cours de l'entretien et observées en réunion.

Au cours de l'entretien, la coopération comme la rétention d'information traduisent la manière dont les différents acteurs se positionnent dans l'équipe projet, dans leur service respectif et plus largement dans l'usine : sous le poids de leur hiérarchie ou, au contraire, en position de porte-parole ou de dénonciateur... Par ailleurs, ces différents comportements révèlent l'image que les acteurs se font de nous : tantôt alliée et porte-parole, tantôt ennemie ou révélateur de secrets qui, pour ceux qui les détiennent sont source de pouvoir sur leurs collègues.

Malgré ces limites, les entretiens constituent une source de données indispensable. En effet, alors qu'ils se montrent effacés au sein de l'équipe projet, certains acteurs nous livrent leurs impressions, leurs ressentis, leurs positions quant aux décisions prises au cours du projet. Ainsi, un technicien sous-traitant particulièrement discret au cours des réunions de conception nous dit en entretien qu'il désapprouve les méthodes de travail utilisées et redoute l'échec du projet. Les silences ou les évitements sont tout aussi révélateurs. En entretien, certains se montrent peu bavards quant à leurs relations professionnelles. En situation de conception collective, ils restent discrets ou à l'inverse, se montrent particulièrement présents. Les contrastes et les similarités entre les attitudes en situations d'entretiens et en situations de conception collective montrent que ces deux sources de données sont

¹⁷² Bourdieu, P. (Ed.) (1993). *La misère du Monde*. Paris : Editions du Seuil.

complémentaires. L'analyse des situations de travail de conception collective permet de préciser le positionnement des acteurs, les contributions individuelles et collectives ainsi que les relations sociales tout en les replaçant dans la dynamique globale du projet.

Ce complément est d'autant plus pertinent que la situation d'entretien reste détachée dans le temps et dans l'espace de la dynamique de travail de l'équipe projet. De ce fait, les acteurs peuvent se focaliser sur des événements qui leur semblent importants dans le déroulement du projet alors qu'ils ne constituent pas des faits marquants. A l'inverse, certains acteurs se focalisent sur l'actualité du projet et négligent certaines étapes passées importantes pour la compréhension du déroulement du projet.



2.2.2.2. L'observation des réunions de travail : la dynamique du travail de conception

Nous avons observé les réunions de travail au cours desquelles les supports mobilisés et élaborés, les discours produits, les attitudes des acteurs et leurs modes de coopération ont retenu notre attention. Nous avons observé 50 réunions (réunion de conception, de présentation de l'avancement, réunion de crise par exemple en cas de panne majeure...), d'une durée de trois quarts d'heure à deux jours.

Pour chacun des deux terrains exposés dans cette thèse, comme nous l'avons expliqué au début de ce chapitre, nous procédons par « vignettes ». Pour chaque projet, nous avons sélectionné trois situations de conception collectives qui marquent un moment important dans l'avancement des projets de conception. Nous les analysons dans le détail, par exemple : une réunion de conception d'une solution imposée par le comité de pilotage pour le projet de mise en conformité du poste de dépotage, une réunion d'avancement de la validation¹⁷³ du système de conduite et du processus de fabrication pour le projet de remplacement du système de conduite.

¹⁷³ La validation est une étape du projet qui consiste à vérifier que le système et la programmation des procédés de fabrication répondent aux exigences réglementaires.



2.3. Comparer deux projets singuliers

2.3.1. Analyser les données recueillies

Pour chacun des acteurs participant aux réunions analysées dans le détail, et pour chaque entretien, nous avons identifié les enjeux relativement à la situation de conception, les ressources et les contraintes dont l'acteur disposait et les stratégies qu'il mettait en œuvre.

L'analyse détaillée de situations retenues pour constituer les « vignettes » cherche à répondre aux questions suivantes :

- Comment les acteurs coopèrent-ils pour concevoir ?
- Comment envisagent-ils les activités d'exploitation et de maintenance des installations actuelles et leur organisation ?
- Comment anticipent-ils ces activités et leur organisation sur la future installation ?
- Comment fonctionne l'équipe projet ?
- Quelles sont les influences de l'environnement de l'équipe projet (instances réglementaires, fournisseurs, entreprises extérieures) sur son travail ? sur les activités collectives et plus généralement, sur le fonctionnement de l'équipe projet ?

Plus généralement, il s'agit d'appréhender le travail de conception en mettant en perspective les arbitrages technico-organisationnels avec le fonctionnement de l'équipe projet. Pour cela, nous avons besoin d'une méthode d'analyse de ces situations de conception collective. Nous allons voir qu'il existe des méthodes permettant d'analyser les réunions de conception. Cependant, nous allons montrer qu'elles ne sont pas adaptées à nos objets d'analyse. Par conséquent, nous élaborons notre propre méthode d'analyse des données recueillies en réunion.

Dans une perspective socio-cognitive, les psychologues proposent des méthodes d'analyse du travail de conception (Détienne, 2001¹⁷⁴, Wolff et al, 2005¹⁷⁵ ; Détienne et al, 2005¹⁷⁶). Ces travaux analysent le langage utilisé au cours de la conception afin de comprendre comment des participants dotés de compétences et de responsabilités différentes coopèrent (Bucciarelli, 2002)¹⁷⁷. Dans cette perspective, des recherches s'attachent à la confrontation des « points de vue » exprimés lors des réunions de conception (Wolff et al, 2005; Détienne et al, 2005).

« On constate que l'étude de la notion de point de vue a évolué, puisque, dans un premier temps, beaucoup de travaux se sont intéressés au point de vue « utilisateur », puis à la multiplicité des représentations en conception participative. On semble aujourd'hui se rapprocher d'une acception plus constructiviste : un point de vue est à la fois une représentation, une stratégie et un objet intermédiaire d'échange à l'intérieur du collectif. » (Wolff et al. 2005, p.258)

Ces points de vue sont analysés selon les principes de l'analyse propositionnelle du discours et ceux de l'analyse cognitivo-discursive à l'aide d'un logiciel nommé « Tropes ». La première propose une classification sémantique du discours en le découpant selon des indicateurs langagiers : verbes, modalisation (adverbes et locutions adverbiales), connecteurs (joncteurs/conjonction de coordination), adjectifs, dans des univers de références définis par l'analyste à partir des thèmes dégagés du discours. L'analyse cognitivo-discursive permet de dégager des « propositions remarquables » dans les différents discours.

Les analyses menées sont quantitatives. Il s'agit de repérer :

- « Les fréquences d'occurrences pour chaque univers sémantique relevé afin d'aborder les points de vue,
- Les fréquences d'utilisation d'indicateurs langagiers, afin d'appréhender le positionnement du locuteur par rapport aux points de vue qu'il exprime. » (Wolff et al 2005, p.268)

Appliquée pour identifier les connaissances et les représentations en matière de sécurité et de prévention ainsi qu'à leur intégration dans les activités de conception, cette méthode permet de mettre en perspective les points de vue associés à chaque groupe d'acteurs : les ingénieurs, les projeteurs, les ingénieurs spécialistes. Chaque groupe d'acteurs associe la sécurité à des activités ou des événements répertoriés : accident, sécurité environnement, sécurité évacuation, sécurité machines, sécurité maintenance, normes sécurité, sécurité du personnel.

Cette méthode met en évidence des logiques d'acteurs confrontés à une problématique donnée. Cependant, ces points de vue sont rattachés à des groupes d'acteurs. De ce fait, ils rendent compte du positionnement de chaque acteur dans l'équipe projet et plus largement dans l'organisation du

¹⁷⁴ Détienne, F. (2001). La réutilisation de solutions particulières en conception : perspective socio-cognitive. *Comptes-rendus du congrès SELF-ACE 2001. Les transformations du travail, enjeux pour l'ergonomie*, vol.4, pp.19-23.

¹⁷⁵ Wolff, M., Burkhardt, J.-M., De La Garza, C. (2005). Analyse exploratoire de « points de vue » : une contribution pour outiller les processus de conception. *Le Travail Humain*, tome 68, n°3, pp. 253-284.

¹⁷⁶ Detienne, F., Martin, G., Lavigne, E. (2005). Viewpoints in Co-Design: a Field Study in Concurrent Engineering. *Design Studies*, vol.26, pp. 215-241.

¹⁷⁷ Bucciarelli, L.L. (2002). Between Thought and Object in Engineering Design. *Design Studies*, vol.23, pp. 219-231.

site. Nous retrouvons ici la notion de *logique* utilisée par Perrow et que nous avons critiquée dans le chapitre 1. D'une part, comme elle est associée à un groupe d'acteurs, elle ne permet pas de rendre compte des interventions de chaque acteur qui peuvent différer même s'ils appartiennent au même groupe métier. D'autre part, cette notion ne tient pas compte des variations des positionnements respectifs au cours du projet.

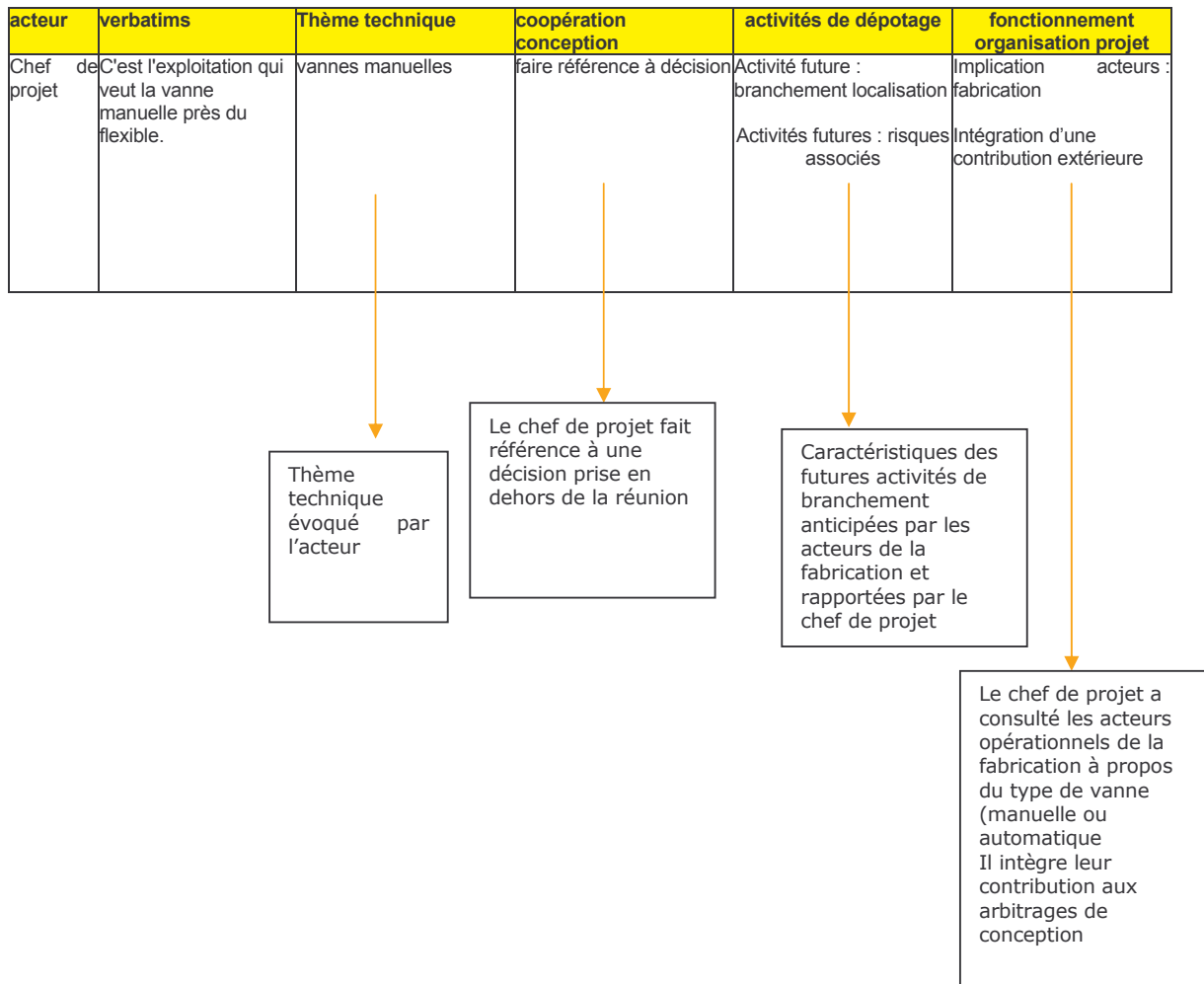
Par ailleurs, les points de vue globaux retirés de l'analyse ne nous permettent pas de vérifier nos hypothèses sur les relations entre technologie et organisation par exemple que la conception organisationnelle est imbriquée en partie dans la conception technique. En effet, l'analyse du discours pratiquée pour appréhender les points de vue ne considère pas la dimension implicite du discours. Elle nous permettrait de dire que chaque acteur rattache la sécurité de la future installation aux activités et à leur organisation ou à la technique. Cependant, elle ne nous permettrait pas de préciser comment, lorsqu'ils proposent une solution technique, les acteurs introduisent implicitement une solution organisationnelle.

De plus, cette méthode ne considère pas l'articulation entre les interventions successives, par exemple : un acteur propose une solution technique, un autre l'approuve ou le contredit en argumentant sur les conséquences de cette solution sur les activités et l'organisation du travail. Chaque point de vue est associé au contexte de l'expression collective et à un moment donné.

Enfin, le découpage linguistique proposé est très détaillé afin de préciser l'argumentation associée à chaque point de vue. Cependant, il nous semble trop raffiné compte tenu de nos objectifs d'analyse. En effet, d'une part, nous souhaitons aborder les arbitrages technico-organisationnels de la conception de détail à travers plusieurs moments de la vie du projet et en articulant différents niveaux d'analyse : l'acteur, l'organisation projet, l'organisation du site, l'environnement, Nous privilégions une analyse thématique que nous détaillons à présent. Pour chaque réunion analysée, ce découpage permet de mettre en relation chaque intervention individuelle avec le thème technique évoqué, les activités actuelles et futures et leur organisation auxquelles il est implicitement ou explicitement associé, les modalités de coopération exprimées et l'activité de l'équipe projet et son fonctionnement (modes de relations internes et relations avec son environnement).

Notre grille d'analyse des réunions était la suivante :

Figure 2.1. : Réunion de conception du 11/05/2004. Projet de mise en conformité du poste de dépotage d'acide A.



Chacun des thèmes de la grille est décliné en items, eux-mêmes détaillés en plusieurs caractéristiques¹⁷⁸. Pour caractériser la coopération des acteurs au cours de la conception et préciser le positionnement des acteurs et leur mode d'interaction avec leurs collègues présents, nous utilisons les termes suivants :

Anticiper, faire référence à, demander, répondre à, approuver, remettre en cause, proposer, préciser, reporter, recentrer.

Pour chaque thème technique évoqué dans le discours, nous caractérisons les activités et leur organisation associées explicitement ou implicitement à cet élément technologique.

¹⁷⁸ Le lecteur trouvera en annexe un tableau avec la déclinaison des thèmes et des sous-thèmes.

Pour caractériser les activités, un premier découpage sépare activités actuelles et activités futures d'une part et organisation des activités actuelles et organisations des activités futures d'autre part. Ce premier découpage permet de mettre en perspective activités actuelles, processus de conception et activités futures. Ensuite, pour chaque projet, les activités sont spécifiées. Pour le projet de modification de dépotage, nous avons pris en compte les activités de fabrication dans l'atelier sur lequel le poste de dépotage est implanté, les activités de maintenance du poste de dépotage et les activités de dépotage. Nous avons découpé ces dernières, au centre du projet de modification en séquences d'activités :

- Branchement des flexibles au wagon (opération manuelle effectuée par les opérateurs)
- Dépotage c'est-à-dire pilotage de la vidange du wagon (automatisée ou semi-automatisée),
- Dégazage : c'est l'opération qui consiste à chasser l'air contenu dans les wagons à la fin de la vidange.
- Balayage : c'est l'opération qui consiste à souffler de l'air dans les flexibles afin d'ôter les derniers résidus d'acide,
- Débranchement des wagons (opération manuelle effectuée par les opérateurs).

Pour chacune de ces séquences, pour les activités de fabrication et pour les activités de maintenance, nous avons identifié les caractéristiques suivantes du point de vue de ceux qui les effectuent :

1) Complexité de l'activité, i.e. nombre de tâches élémentaires et nombre et complexité des éléments de la situation de travail à considérer pour réaliser l'activité, 2) difficulté (selon le caractère automatisé ou manuel de l'activité), 3) variabilité (selon les conditions extérieures, l'état du matériel, 4) degré de dépendance dans la séquence complète d'activités, 5) durée, 6) risques associés, 7) fréquence, 8) localisation, 9) environnement.

Afin de caractériser l'organisation des activités actuelles et des activités futures autour de l'installation, nous avons choisi les items suivants :

- Les acteurs opérationnels caractérisés par : leur rôle ou mission, les ressources humaines, matérielles ou documentaires dont ils disposent, leur horizon temporel dans l'activité, leur formation.
- Le planning des activités découpé en horaires et roulement des équipes.
- Les ressources humaines et documentaires, matérielles et financières.
- Les contingences c'est-à-dire les facteurs externes au site qui influencent cette organisation des activités.

Enfin, pour compléter la colonne organisation projet, nous avons identifié les caractéristiques suivantes :

- Acteurs de l'équipe projet avec : leur rôle ou mission, la fréquence de leur participation, leur horizon temporel, leur implication dans les décisions évoquées, les ressources humaines, matérielles dont ils disposent.
- Les modalités de coopération au sein de l'équipe projet sont déclinées en : contribution individuelle, contribution collective, intégration d'une contribution extérieure, décision collective, conflit.
- Les relations hiérarchiques entre acteurs de l'équipe projet sont déclinées en : collègues, clients/fournisseurs.
- Les ressources humaines, documentaires, matérielles ou financières pour le projet.
- La planification du projet et son avancement avec : les réunions, les échéances réglementaires, les échéances techniques.
- Les contingences et les influences de l'environnement : l'économie, la réglementation et les instances réglementaires, les décisions extérieures au site (groupe industriel, entreprises sous-traitantes), les autres projets du site.

Lors de l'analyse des données, pour chaque colonne, plusieurs items étaient possibles pour un même verbatim. Nous les avons conservés.

2.3.2. Documents et supports de travail : comprendre le travail de conception et le fonctionnement de l'organisation projet.

Nous avons recueilli des documents de toutes sortes sur nos terrains d'enquêtes.

Les notes d'organisation, les plannings, nous ont permis d'appréhender l'organisation formelle des projets et des sites industriels.

Les plans, notes de travail, comptes-rendus de réunion matérialisaient l'avancement des projets et des travaux en cours de réalisation : les problèmes rencontrés, les réajustements et les remises en cause des décisions.

Les supports de travail collectif comme les plans, les schémas d'installation, les tableaux d'analyse de risques nous ont permis de mieux comprendre l'application de méthodes de travail et notamment comment elles permettaient d'anticiper les risques, des activités humaines et de l'organisation. Ils nous ont également facilité la compréhension des discussions au cours des réunions et le suivi de l'avancement des projets.

Les modes opératoires, procédures, guides supportaient les activités actuelles ou futures des acteurs mais représentaient également les traces des activités de conception.

2.3.3. Comparer deux projets singuliers

2.3.3.1. Comparaison et démarche d'enquête

Nous avons donc enquêté par périodes courtes successives sur chaque projet étudié. Nous gardions un lien avec le terrain grâce à nos acteurs-pilotes qui nous informaient des réunions importantes et des événements cruciaux dans leur déroulement. Enquêter sur plusieurs terrains simultanément présente des particularités qu'il convient d'explicitier afin de comprendre les enjeux de comparaison des deux projets.

Tout d'abord, à chacun de nos retours sur le terrain, il nous fallait nous remettre dans le contexte et nous informer des événements survenus pendant notre absence. Un changement d'acteur dans l'équipe projet par exemple. Cette démarche particulière nous forçait à jouer constamment entre distance et familiarité avec les terrains :

« Mener une enquête de terrain, c'est accomplir des opérations très semblables à celles de l'immigrant, mais sur un mode expérimental. Il faut être capable de se mouvoir à la frontières de plusieurs mondes, comme un déclassé ou un déraciné professionnel, de s'y immerger avec le plus grand naturel et d'avoir ce pouvoir de dénaturalisation qui est le propre de l'exilé ou du migrant, de vivre en perpétuel décalage à soi et aux autres et d'en faire une ressource de compréhension et de traduction. » (Cefaï, 2003, p.476)

Ces déplacements nous ont également permis de comprendre un terrain à la lumière d'un autre. Les remises en cause et les retards systématiques dans le projet de poste de dépotage nous semblaient justifiés par le contexte économique difficile. Or, le projet de remplacement du système de conduite a, lui aussi connu de nombreux revirements qui ne se justifiaient pas par le contexte économique, plutôt favorable. Les retards et les bouleversements résidaient dans l'organisation des activités de conception. Nous avons alors analysé plus précisément les caractéristiques de l'organisation du projet de modification du poste de dépotage.

2.3.3.2. Analyse comparative

Le passage délibéré du niveau microscopique de l'étude de cas à un niveau macroscopique avec la généralisation s'inscrit dans des pratiques sociologiques comparatistes (qualitatives) qui construisent à partir de la comparaison de deux cas (ou plus) une représentation du monde.

« L'étude de cas unique n'est à priori pas du ressort de la comparaison, dans la mesure où celle-ci consiste dans la mise en regard systématique d'au moins deux termes...En comparant deux cas, il est possible d'émettre des hypothèses et, dans une certaine mesure, de les tester, tout en réalisant une étude empirique approfondie de chaque cas, sur la base de matériaux variés...A partir de trois cas,, il devient possible d'affiner le modèle, par exemple en identifiant un modèle intermédiaire, ou en conservant un cas témoin. » (Vigour, 2004, p.182, 184)¹⁷⁹

A première vue, chacun des deux projets que nous avons étudiés semble particulier. Les deux projets s'inscrivent dans des milieux industriels très différents : la chimie de l'acide A, la chimie pharmaceutique. Les deux usines concernées appartiennent à des groupes industriels distincts. Les modifications touchent des installations très différentes : un poste de dépotage d'acide A, le système de conduite d'un atelier de produits. Ensuite, chaque projet présente des enjeux de fiabilité, de

¹⁷⁹ Vigour, C. (2005). *La comparaison dans les sciences sociales. Pratiques et méthodes*. Paris : Editions La Découverte.

sûreté et de performance industrielle propres. De plus, chaque projet est motivé par des réglementations différentes : la réglementation des installations classées pour le poste de dépotage concerne le risque d'accident majeur. La réglementation pour la production de principes actifs pharmaceutiques motive le remplacement du système de conduite : elle s'applique aux produits fabriqués, aux processus de fabrication et aux activités du projet. D'un côté, nous observons la phase de conception de détail du poste de dépotage d'acide A. De l'autre, nous observons la phase de démarrage du nouveau système de conduite dans un atelier de fabrication de principes actifs pour les médicaments. Le projet de modification du poste de dépotage met en jeu les risques majeurs et professionnels. Le remplacement du système de conduite concerne les risques professionnels et les risques de non-conformité des produits et des processus de fabrication.

Quelles unités choisir pour construire la comparaison ? Pour chaque terrain, il nous a semblé important de tenir compte de la situation propre à chaque équipe projet et à chaque site industriel et des caractéristiques de l'environnement des projets. Cependant, les caractéristiques du travail de conception technico-organisationnelle que nous dégagons ne relèvent pas de particularismes locaux ou de quelconques déterminismes social, réglementaire ou « culturel ». D'emblée, nous avons décidé de ne pas nous centrer une comparaison point à point. Nous avons travaillé à partir du questionnement suivant : Comment les acteurs d'un site industriel s'organisent-ils pour modifier leurs installations ? Quelles pratiques mettent-ils en jeu lorsqu'ils mobilisent les ressources et les contraintes conférées par leurs cadres de travail ? Comment les différentes composantes de l'environnement — réglementaire, économique, industriel...— conditionnent-elles les modalités d'organisation de la conception ? Les pratiques ? Comment ces pratiques modèlent-elles le système socio-technique conçu ? Quelle place tiennent les futures activités d'exploitation et de maintenance et leur organisation dans les arbitrages de conception ? Quels risques les acteurs anticipent-ils et comment les intègrent-ils dans le travail de conception ?

Cette comparaison ne recherche pas l'élaboration d'un modèle général. Elle est un premier pas dans la compréhension de la construction de la fiabilité organisationnelle au cours des processus de conception, dans les univers à risques.

PARTIE II

Chapitre 3

ECONOMIE, ACTIVITES A RISQUES, REGLEMENTATION : LES COMPOSANTES DE L'ENVIRONNEMENT DES DEUX PROJETS DE MODIFICATION

« Ca a beaucoup changé quand ils ont informatisé la fabrication. Les conditions de travail aujourd'hui à [l'atelier] « PHOSPHORE » et les conditions de travail il y a quinze ans, c'est le jour et la nuit. Ils étaient douze par poste, il y avait 1800 personnes sur le site. Aujourd'hui ils sont trois ou quatre [par poste]. Les conditions de travail se sont améliorées et l'exposition au produit est moindre en comparaison. Les protections individuelles et collectives ont permis d'améliorer la sécurité. » Infirmier, 17/11/2004, site CHIMIE de La-Source.

« La chimie de cet atelier est complexe. Ce qui complexifie le VANADIUM, c'est le fait que les réacteurs s'enchaînent. En dehors de l'D4 [intermédiaire de production de l'A1] il n'y a pas d'isolement des produits. Chaque fois qu'il y a un problème sur un réacteur, ça a un impact sur tout ce qui est en amont : on peut avoir des dégradations de la masse réactionnelle et des bouchages. En plus, c'est une chimie pas simple et pas sympathique et la constitution de l'atelier n'aide pas. » Serge, Expert procédés, 28/06/2004, site PHARMA de Saint-Clair.

Dans ce chapitre, nous présentons les différentes composantes de l'environnement des projets de conception. Ces éléments ne sont pas au cœur des modifications. Cependant, ils peuvent être impactés par le projet ou en modifier le cours. Nous avons vu dans le chapitre 1 que les éléments de cet environnement sont pertinents pour les acteurs des projets qui les prennent en compte dans leur travail de conception. Ils sont donc indispensables pour appréhender les projets et plus généralement notre problématique de conception technico-organisationnelle.

Tout d'abord, l'environnement économique est marqué par des activités industrielles concurrentielles. Le site CHIMIE de La-Source et le site PHARMA de Saint-Clair appartiennent à des groupes industriels d'envergure mondiale. Ils subissent la concurrence des autres grands groupes chimiques mais également celles des sites de leur groupe implantés dans des pays où les coûts de production sont réduits. Cette contrainte économique pèse sur chaque projet de façon particulière. Les modifications concernent des installations importantes pour le fonctionnement global des sites. Le poste de dépotage de l'acide A permet d'alimenter toutes les fabrications de l'usine. De plus, au moment du projet, le site de La-Source traverse une période délicate car la santé économique du groupe CHIMIE est fragile. Ce poste occupe donc une position stratégique pour que le site continue à satisfaire ses objectifs de production. Sur le site PHARMA de Saint-Clair, les activités de l'atelier VANADIUM, concerné par le projet, contribuent fortement à l'équilibre économique du site. Dès lors, le remplacement de son système de conduite doit lui permettre de maintenir voire d'améliorer son fonctionnement.

Ensuite, les installations au centre des projets de modifications s'inscrivent dans un environnement d'activités industrielles. Le poste de dépotage permet d'alimenter deux grands ateliers de fabrication du site. Le système de conduite permet de piloter toutes les fabrications de l'atelier VANADIUM. Nous présentons ces différents ateliers de fabrication notamment les activités et l'organisation qui permettent leur exploitation et leur maintenance. Dans la suite de cette thèse, notre analyse

interrogera la prise en compte de ces activités et de leur organisation dans le travail de conception mais également la manière dont les projets les ont impactées (Cf. chapitre 6 & 7, 9 & 10).

Enfin, les risques sont une composante majeure de l'environnement industriel de ces projets. Sur chaque site, les acteurs mobilisent des parades pratiques, organisationnelles et réglementaires afin de les maîtriser. Nous décrivons ces risques et leurs modalités de gestion afin d'analyser, par la suite, leur prise en compte par les acteurs des projets de conception.

3.1. Deux sites chimiques aux antipodes : la chimie organique séculaire et la production de médicaments d'avenir

3.1.1. Le site CHIMIE de La-Source : Un site historique en transition

Le projet de modification du poste de dépotage d'acide A se déroule sur un site industriel dont l'avenir est incertain. En 1999, la séparation des activités pharmaceutiques et chimiques du groupe TITAN avec la création des groupes PHARMA et CHIMIE laisse ce dernier dans une situation délicate. Afin de sauver leur groupe industriel de la faillite, les dirigeants de CHIMIE concentrent les ressources sur les fabrications les plus rentables à court terme. Comme les autres sites CHIMIE, La-Source doit s'adapter à ce contexte de restrictions tout en satisfaisant les objectifs de production fixés par la direction industrielle. Le site a connu de nombreuses mutations du fait des changements de stratégies industrielles et de leurs conséquences sur les activités. Dans ce contexte, économique, le projet de modification du poste de dépotage, réglementairement imposé est une contrainte pour les acteurs du site. En effet, selon eux, ce projet classé Hygiène Sécurité Environnement, ne permet pas d'améliorer la fabrication. Cependant, si les exigences réglementaires ne sont pas respectées, le préfet peut ordonner l'arrêt des activités de dépotage. Or, ces dernières sont indispensables à l'ensemble des fabrications car l'acide A est leur matière première principale. Par conséquent, ce projet est un passage obligé pour le site, y compris du point de vue économique. Nous verrons que cette situation particulière impacte le déroulement du projet à plusieurs égards : l'allocation des ressources consacrées au projet, le déroulement du travail de conception et le poste de dépotage conçu. Afin de préciser l'environnement du projet, nous présentons l'usine et retraçons brièvement son histoire. Ensuite, nous situons rapidement les activités de dépotage dans l'ensemble des activités du site.

Le site de La-Source est l'un des trois sites d'une plate-forme industrielle sur laquelle l'acide A est fabriqué et utilisé depuis 1850. Historiquement, La-Source est le premier site de l'ancien groupe industriel GEANT. En 1972, le groupe industriel devient « TITAN ». En 1980, l'atelier « GALLIUM » est construit afin de fabriquer des produits pour l'industrie électronique. En 1984, le site se désengage de la chimie lourde en arrêtant la fabrication d'alumine métallurgique. En 1986, l'atelier « THORIUM » est construit dans le but de diversifier la gamme des produits organiques élaborés sur le site. Dans le même temps, la production de certains produits est progressivement ralentie pour être définitivement abandonnée en 1992. Enfin, en 1995, le désengagement de la chimie lourde est total

avec la fin de la production des produits minéraux ainsi que des acides A et G. En 1999, avec la scission des activités chimiques et pharmaceutiques du groupe TITAN entre CHIMIE et PHARMA, l'usine de La-Source est divisée en trois sites indépendants :

- CHIMIE qui conserve la fabrication des produits organiques à partir de l'acide A, sur lequel se trouve notre premier terrain d'enquête,
- Silicium qui reprend l'atelier Silicium et fabrique des produits pour l'industrie électronique,
- Cobalt qui fabrique notamment des catalyseurs pour l'industrie pétrolière.

Les trois sites industriels se partagent les compétences d'un Groupement d'Intérêt Economique dont le personnel appartient pour une moitié à CHIMIE et pour l'autre à COBALT. Ce GIE regroupe le Bureau d'Etudes et le service d'Inspection.

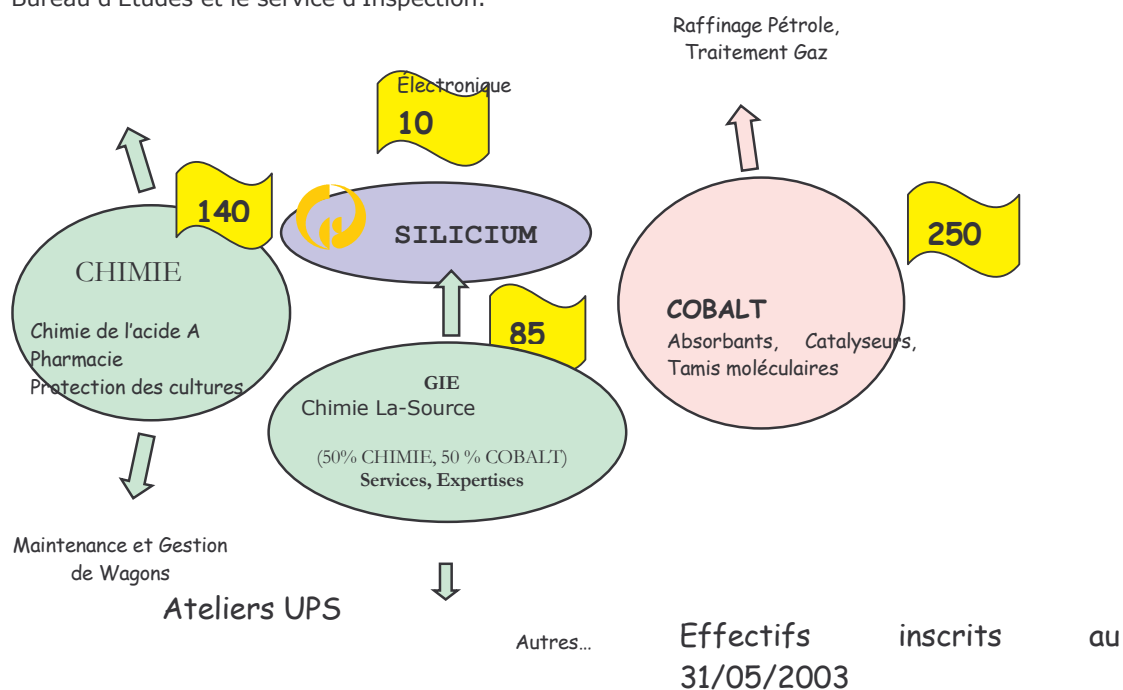


Figure 3.1. : Les activités de la plate-forme de La-Source

Le site CHIMIE de La-Source produit des intermédiaires pour la production de médicaments et d'engrais ainsi que pour l'industrie électronique. Il est rattaché à la section agrochimie et pharmacie du groupe et plus précisément à deux subdivisions : *CHIMIE Parfumerie* et *CHIMIE Pharma Solutions*. Le site de La-Source dispose des ressources des bureaux d'études et d'expertises de la branche Industries et Services du groupe CHIMIE.

Depuis 1979, les activités de la plate-forme industrielle de La-Source se sont développées avec l'introduction de nouvelles fabrications. Dans le même temps, les effectifs de cette dernière ont considérablement diminué : Entre 1979 et 1999, date de la création de la plate-forme industrielle, les effectifs de cette dernière ont diminué de 1300 à 500 personnes à la suite de plans sociaux successifs. Depuis 2002, l'entreprise CHIMIE regroupe 140 personnes. Le plus gros des effectifs se distribue entre Maintenance, Fabrication et Groupement d'Intérêt Economique (Bureau d'Etudes et Inspection ; le personnel du GIE est salarié des l'entreprise CHIMIE). En 2003, le groupe industriel CHIMIE traverse une période difficile. 34 personnes quittent l'usine CHIMIE (départs à la retraite non remplacés, mutations).

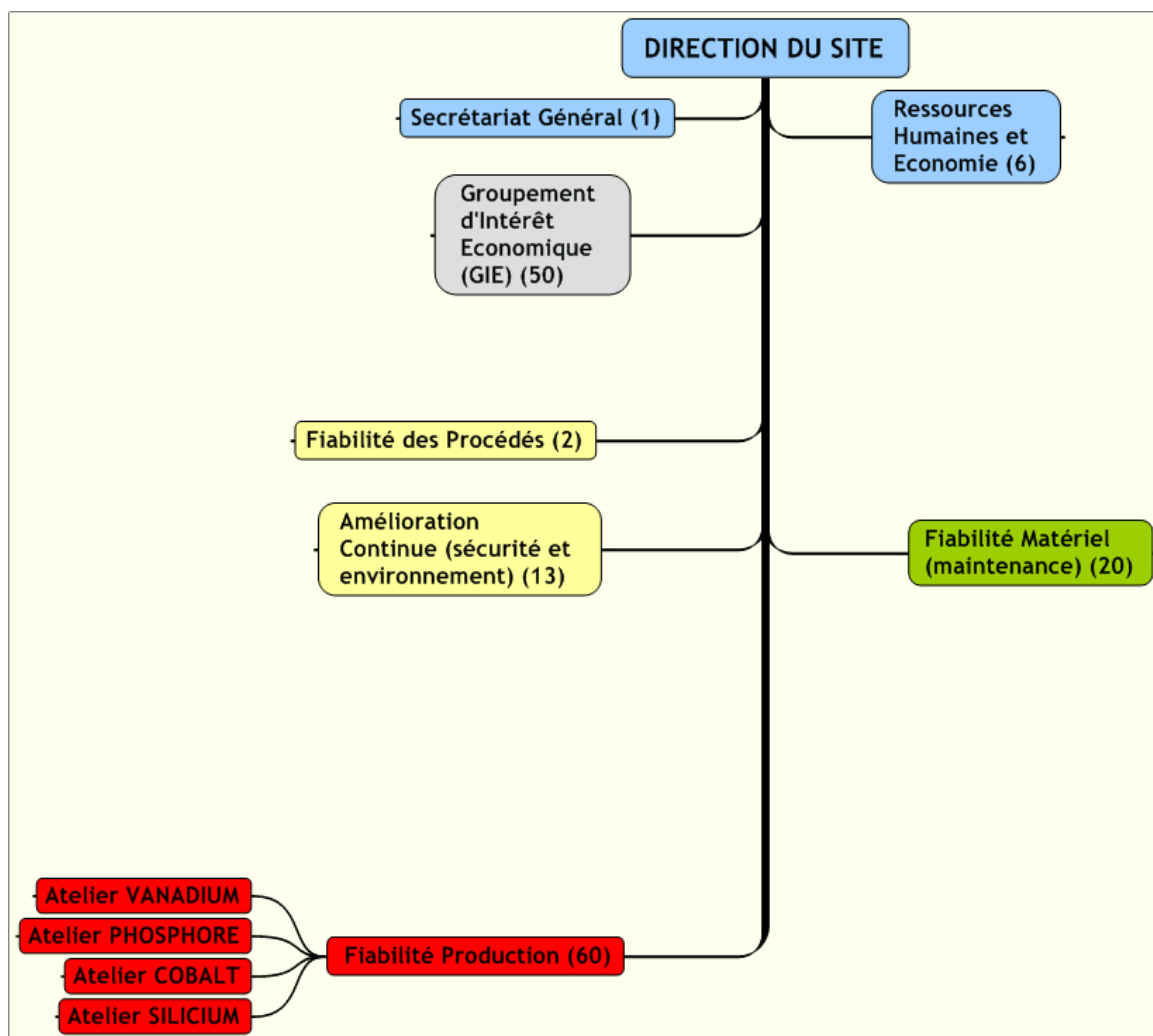


Figure 3.2 : L'organisation du site CHIMIE de La-Source

3.1.2. Le site PHARMA de Saint-Clair : production et qualité

Sur le site de Saint-Clair, dans un contexte de fusion du groupe PHARMA, la situation financière est plus sereine. Pour autant, le facteur économique n'est pas sans influence. Tout d'abord, sur le marché mondial, les marges de manœuvre du site PHARMA de Saint-Clair se sont progressivement réduites, notamment pour les produits fabriqués depuis longtemps. Plus particulièrement, depuis quelques années, les produits de l'atelier VANADIUM, dans lequel nous avons enquêté, sont fortement concurrencés par des génériques. La force de l'atelier VANADIUM réside donc presque exclusivement dans sa capacité à fabriquer des produits de grande qualité (selon les standards européens et américains, très élevés) tout en respectant les délais imposés par ses clients. La dimension réglementaire (qualité) est indissociable de la compétitivité de l'atelier. Ensuite, le VANADIUM a un statut particulier sur le site : il est « l'atelier tracteur de l'usine ». En effet, du fait de l'importance de ses activités (tonnages de produits fabriqués, énergie utilisée, personnel de fabrication et d'appui), il permet d'absorber une grande part des frais fixes du site : maintenance, utilités, contrôle de gestion. De ce fait, il joue un rôle crucial dans l'équilibre économique du site. Nous verrons que cette situation particulière impacte le démarrage du nouveau système de conduite. Plus particulièrement, les dysfonctionnements du nouveau système engendrent la réorganisation et la prolongation de cette phase de démarrage ainsi que la refonte du planning de fabrication de l'atelier. C'est pourquoi, nous présentons la situation du VANADIUM sur le site de Saint-Clair.

Le personnel du site PHARMA de Saint-Clair met au point et fabrique des intermédiaires pour la fabrication de médicaments. 650 personnes travaillent dans les unités de production, 1360 personnes travaillent au centre de recherche. Les installations s'étendent sur 21 hectares

Le site de production est organisé en fonctions autour de la direction générale du site.

- L'unité de fabrication chimique regroupe 3 ateliers
- L'unité de fabrication biologique compte 2 ateliers
 - Les services d'appui avec :
 - Les ressources techniques
 - La logistique
 - Les achats
 - La sécurité des procédés
 - La qualité
 - Le développement des procédés
 - La fonction économique
 - Les ressources humaines

Les fabrications sont rattachées à différentes subdivisions du groupe PHARMA :

- Les fabrications chimiques dont celles du VANADIUM sont rattachées à la Production Industrielle
- Le Y représente à lui seul une subdivision industrielle.

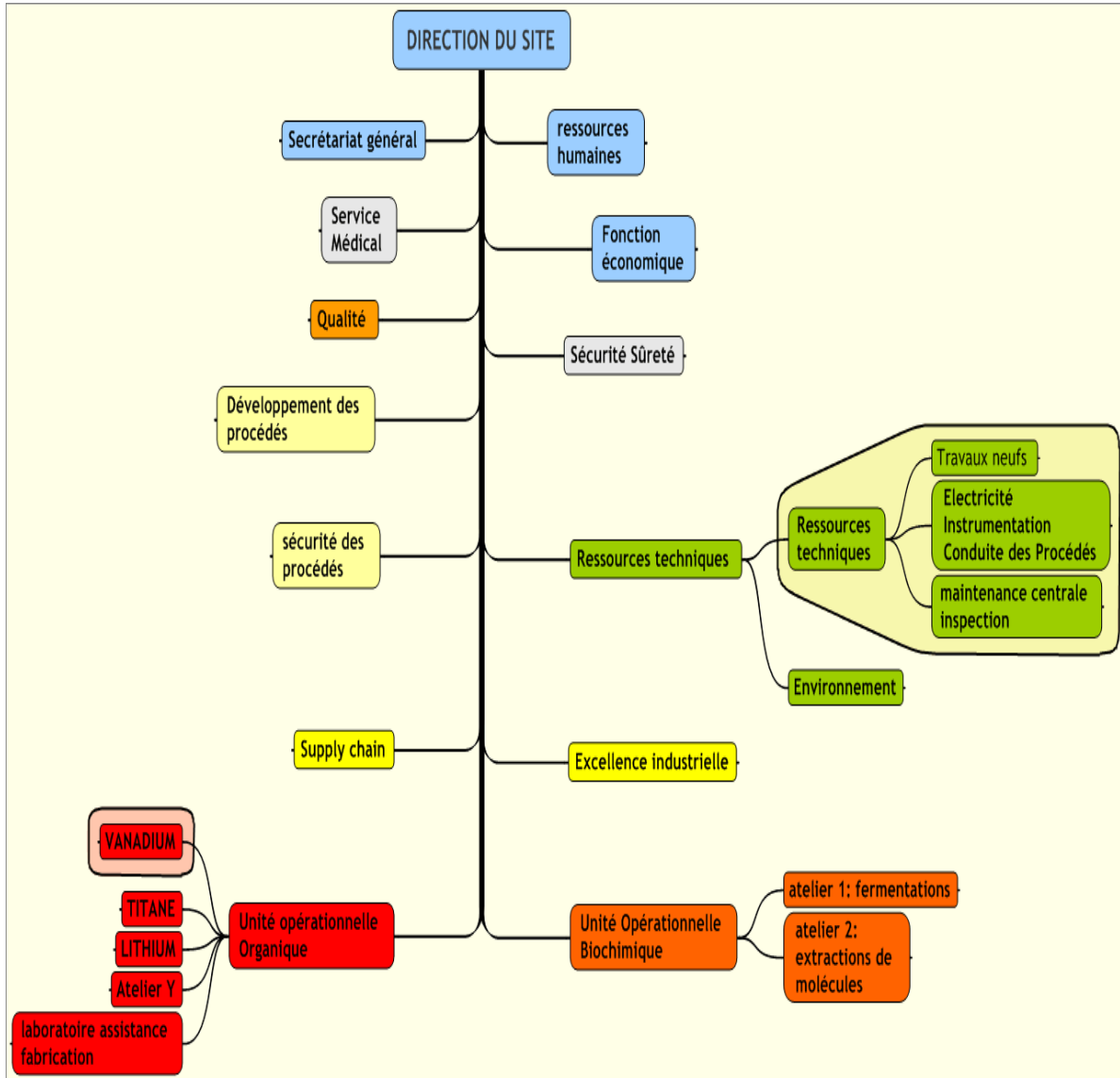


Figure 3.3. : L'organisation du site PHARMA de Saint-Clair

Les volumes de fabrication sont très variables d'un produit à l'autre. Par exemple, les productions de l'atelier VANADIUM terrain de notre enquête, se chiffrent en centaines de tonnes par an, celles du Y anticancéreux, produit phare du groupe, atteignent 600 kg par an.

3.2. Fabriquer des produits et maintenir les installations : la toile de fond des deux projets

Dans ce paragraphe, nous présentons l'organisation des activités de fabrication et de maintenance du site de La-Source et de l'atelier VANADIUM du site de Saint-Clair. Ces activités ne sont pas directement concernées par les projets de modification, cependant, elles en subissent les impacts. A La-Source, la position stratégique du poste de dépotage interroge les impacts de sa mise en conformité sur les activités de fabrication des ateliers. A Saint-Clair, le statut de « tracteur de l'usine » de l'atelier VANADIUM questionne les conséquences du remplacement du système de conduite sur les activités de fabrication de l'atelier. Pour chaque terrain d'enquête, nous présentons l'organisation des activités de fabrication. Dans la suite de cette thèse, nous analyserons la manière dont elle est prise en compte dans le travail de conception d'une part et impactée par les modifications d'installations d'autre part (Chapitre 6 et chapitre 8). Par ailleurs, la maintenance courante est sous-traitée sur les deux sites. A Saint-Clair, le personnel de maintenance de l'atelier VANADIUM s'occupe de la planification et du suivi des inter-campagnes ainsi que des améliorations d'installations. A La-Source, le personnel du site s'occupe principalement des améliorations de matériels. Sur les deux sites, les modifications importantes de matériels sont prises en charge par le Bureau d'Etudes. Pour chaque usine, nous décrivons cette organisation des activités de maintenance. Dans notre analyse du travail de conception des modifications, nous tenterons de comprendre comment l'organisation et la réalisation des activités de maintenance d'installations dont le fonctionnement est crucial pour l'ensemble du site, sont prises en compte. Nous nous demanderons également comment elles sont impactées par les projets de modification.

3.2.1. Les fabrications

3.2.1.1. « THORIUM » et « PHOSPHORE » : les deux ateliers « poumons » de l'usine CHIMIE de La-Source

Le dépotage est une opération qui consiste à transférer l'acide A contenu dans des wagons vers des réservoirs annexés aux installations de fabrication. Nous avons vu que cette opération était stratégique pour garantir l'alimentation des ateliers. En effet, le site de La-Source utilise l'acide A comme matière première principale de toutes ses productions. 2500 tonnes sont consommées chaque année et les installations contiennent en permanence plus de deux tonnes de ce produit. Cette dépendance des activités de fabrication pose la question de leur prise en compte dans le travail de conception. Elle interroge également les conséquences de la modification du poste de dépotage sur l'organisation de ces activités et leur réalisation. Cette question prend un relief particulier car nous verrons que le projet prévoit de rattacher le poste de dépotage à l'atelier « THORIUM », l'un des deux grands ateliers de fabrication du site.

a) Organisation de la fabrication

Les acteurs de la fabrication constituent les effectifs les plus importants de l'usine. Ils reçoivent les matières premières, réalisent la fabrication puis le conditionnement des produits. A partir de huit

matières premières principales, les deux ateliers de fabrication principaux permettent de produire 13 produits différents avec des tonnages qui vont d'une centaine à une dizaine de milliers de tonnes par an.

Les deux principaux ateliers de fabrication sont situés en estacade ouverte. L'atelier « PHOSPHORE », ancien pilote de fabrication, comprend cinq chaînes de production qui fonctionnent en continu. Elles sont pilotées par cinq équipes de quatre personnes depuis une salle de commande : deux opérateurs qui conduisent chacun leur chaîne et interviennent dans l'atelier, un cabinier qui connaît l'ensemble des chaînes de fabrication et supervise l'ensemble des fabrications de l'atelier depuis la salle de commande. Le chef de poste est commun aux deux ateliers : il s'assure du respect des consignes de fabrication et de sécurité et signe les autorisations de travail pour les interventions de maintenance. Le deuxième atelier « THORIUM » date de 1986, il comprend une chaîne de fabrication à partir de laquelle cinq produits sont fabriqués en campagnes. Un calendrier planifie les campagnes pour l'année. Les opérateurs travaillent par équipes de deux, ils conduisent la fabrication et interviennent dans l'atelier. Ils partagent leur chef de poste avec l'atelier « PHOSPHORE ». Enfin, deux petits ateliers, exploités par du personnel CHIMIE, fabriquent des produits à base d'acide A et des catalyseurs pour le compte de COBALT. Un agent de maîtrise journalier supervise les activités de ces deux ateliers. Il s'occupe également des effluents. Il représentera les acteurs de la Fabrication dans l'équipe projet. Enfin, huit agents journaliers s'occupent de la réception des matières premières et du conditionnement des produits. Ils effectuent également les branchements et débranchements des wagons d'acide A. Le poste de dépotage est situé près du service des Utilités Générales et des stockages d'acide A. Deux opérateurs affectés au conditionnement des produits effectuent les branchements et débranchements de wagons en binôme, deux à trois fois par semaine. Les opérateurs du SUG pilotent et surveillent la vidange du wagon dans les containers de stockages, à partir de la salle de commande du SUG. Nous détaillerons ces activités et leur organisation dans le chapitre suivant consacré au contenu et à l'organisation des projets.

Tous les matins, l'adjoint de fabrication ou l'ingénieur responsable du service, les chefs de postes et agents de maîtrise de la fabrication ainsi que les responsables de chaque secteur de la maintenance, le responsable du service ou son assistant et un représentant de l'entreprise sous-traitante se réunissent afin de faire le point sur les fabrications et les réparations en cours.

b) Positionnement des différentes fabrications sur le site

Les deux grands ateliers de production ont occupé des positions variables dans les stratégies de production du site. Lorsqu'il a été construit, l'atelier « THORIUM » représentait l'avenir, grâce notamment à la fabrication d'un intermédiaire chimique très demandé. Dans le contexte d'incertitude que traverse le site en 2003, la priorité est donnée à l'un des produits de l'atelier « PHOSPHORE ». Toutes les énergies sont focalisées sur sa fabrication.

Dès lors, l'atelier « THORIUM » n'est plus prioritaire. Ce changement s'illustre tout d'abord à travers la réduction du personnel posté. Les opérateurs travaillent en binôme alors qu'ils avaient l'habitude de travailler par équipe de trois. De plus, le chef de poste est commun aux équipes des ateliers « PHOSPHORE » et « THORIUM ». Par ailleurs, afin de respecter les exigences des clients et de limiter

les stockages de produits, les responsables du site ont décidé de rendre les activités de « THORIUM » plus flexibles. Pour cela, les campagnes de fabrication sont raccourcies. En conséquence, les inter-campagnes et les périodes d'arrêt de l'atelier sont plus nombreuses. Les opérateurs ont dû s'adapter à ce rythme de travail. Ils sont contraints de nettoyer plus souvent et plus rapidement les installations. De plus, ils doivent être polyvalents afin de travailler à « PHOSPHORE » lorsque « THORIUM » est arrêté.

« Initialement pour la pompe d'A, il faut 24 heures de dégazage et tirer à l'assainissement. Maintenant, on dégaze en deux heures. Il y un décalage...ou peut-être qu'on était trop prudent. Il faut speeder dans le sens de la fabrication. Il faut aller à fond, même si l'atelier s'arrête quinze jours après. Sur THORIUM, il y a eu huit semaines d'arrêt. Ce sont les commerciaux qui disent à telle date, il faut tant de produits. » Opérateur posté atelier THORIUM, 23/09/2003.

« On travaille en cinq huit. On a commencé dimanche de matin. Mercredi et jeudi on est de nuit. Le planning revient toutes les dix semaines. On sait déjà comment on travaillera pour Noël 2005. On va à PHOSPHORE remplacer les collègues en congés et au mois d'août aussi. Normalement, il faudrait que tout le monde sache tout mener alors il faut tout apprendre. Mais en six mois beaucoup de choses peuvent changer. A THORIUM, on change beaucoup de produit. A PHOSPHORE, ce sont toujours les mêmes produits. Tous les quinze jours trois semaines, il faut changer de produits. On remplit les chaînes de produits et on nettoie... On arrive à faire marcher l'atelier, on nous dit d'arrêter l'atelier pour passer à autre chose. Avant, on faisait 1500 tonnes d'un coup, maintenant, c'est par 300 tonnes. » Opérateur posté atelier THORIUM, 23/09/2003.

Nous verrons que cette priorité donnée aux fabrications de l'atelier « PHOSPHORE » affecte le déroulement du projet notamment l'engagement des acteurs de la fabrication dans le projet et, plus généralement, l'allocation des ressources consacrées à un projet qui n'améliore pas directement les activités de fabrication.

3.2.1.2. L'atelier VANADIUM : « le tracteur » de l'usine PHARMA Saint-Clair

L'atelier VANADIUM a été construit en 1986 afin de relancer les activités et la productivité d'un site alors en difficulté. Il permet de fabriquer deux produits :

- L'**A1** qui entre dans la composition de bêta-bloquants utilisés pour traiter l'hypertension, l'angine, les infections myocardiques et les troubles du rythme cardiaque.
- Le **B2** qui permet de fabriquer des anti-inflammatoires utilisés dans le traitement des rhumatismes, de l'arthrose, du lumbago et de la goutte.

L'atelier est composé de deux bâtiments : le bâtiment principal (123) où sont fabriqués les deux grands produits ainsi que leurs deux intermédiaires respectifs : le D4 pour l'A1 et le B2 brut pour le B2 pur. Dans le petit bâtiment voisin (124) le C3, intermédiaire pour la production du B2, est fabriqué onze mois par an.

L'atelier VANADIUM est composé de six zones fonctionnelles qui représentent une surface totale de 7300 m².

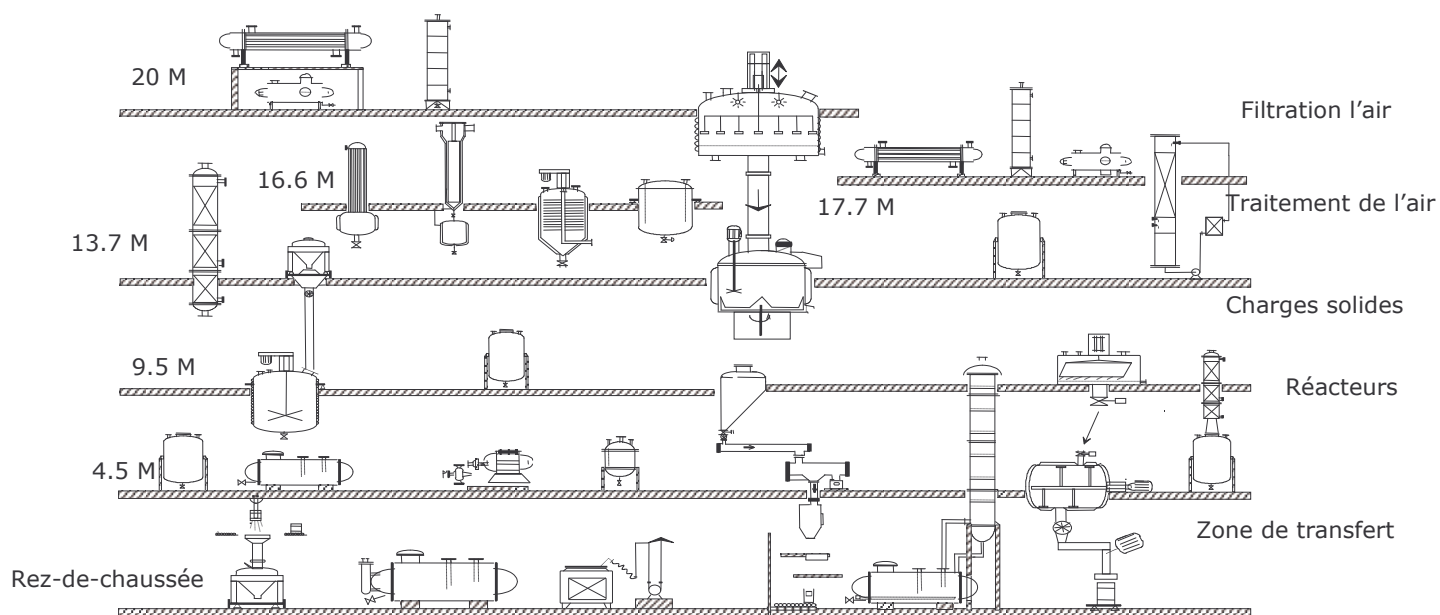


Figure 3.4. : La configuration de l'atelier VANADIUM

Conditionnement

Au moment de son démarrage en 1986, le VANADIUM est le premier atelier « moderne » du site. Doté d'un système de conduite automatisé, il inaugure de nouvelles modalités de fabrication : les activités manuelles et les interventions dans l'atelier sont réduites afin d'améliorer la sécurité des opérateurs et la fiabilité des fabrications. Le fonctionnement de l'atelier est semi-automatique : 3000 capteurs implantés dans l'atelier permettent de contrôler et de suivre la fabrication à partir du système de conduite. Les réacteurs sont les plus gros du site. De gros stockages d'un produit dangereux sont annexés à l'atelier. Ils sont à l'origine du classement du site sous la directive Seveso 2.

L'A1 et le B2 sont fabriqués en campagnes qui durent de quatre à six mois. La production s'effectue en « batch », c'est-à-dire par lots de production. L'inter campagne permet de nettoyer l'atelier, de procéder à la maintenance du matériel et de modifier la configuration des installations pour passer de la fabrication d'un produit à l'autre.

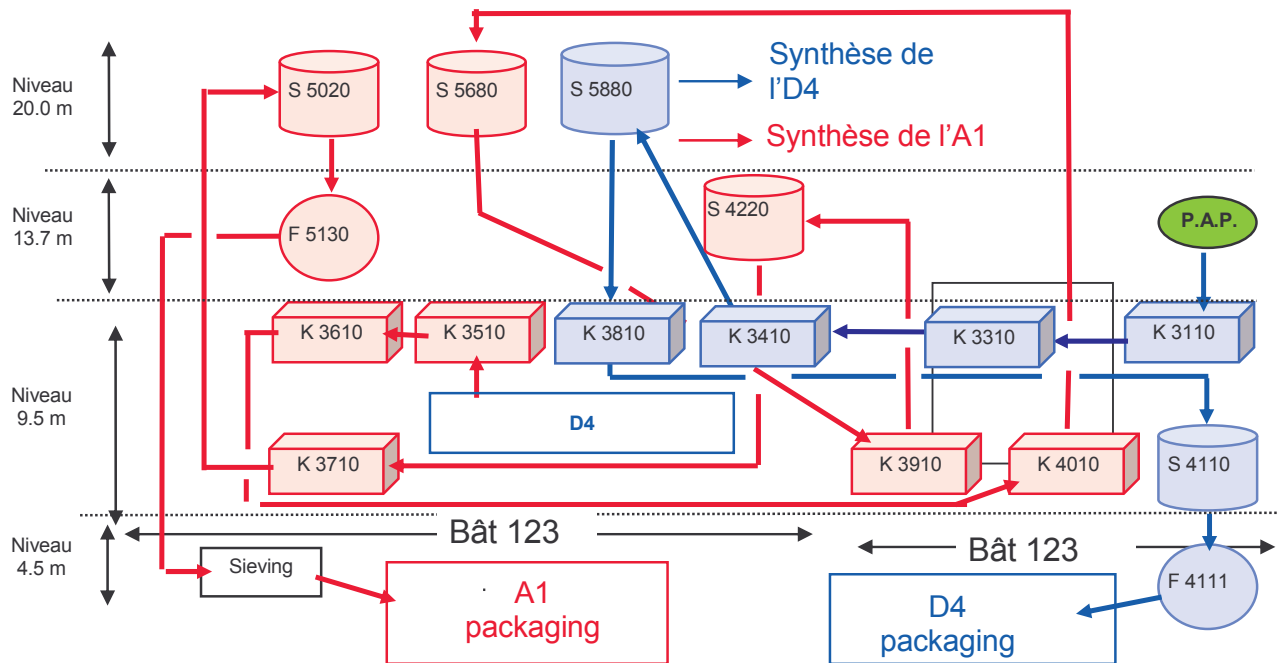


Figure 3.5. : Le processus de fabrication de l'A1

a) *Organisation des activités de fabrication : généralités*

L'organisation des activités de l'atelier permet d'articuler les activités de fabrication, de maintenance et d'assurance qualité.

La fabrication est « l'ensemble des opérations concernant l'achat de matières premières et articles de conditionnement, la production, le contrôle de la qualité, la libération et le stockage de produits finis ainsi que les contrôles correspondants. L'activité de fabrication comprend également les opérations de modification du conditionnement et le ré-étiquetage ainsi que le stockage et les contrôles correspondants¹⁸⁰. »

Conformément à la réglementation de la production de principes actifs pour des médicaments, que nous présenterons dans le paragraphe 3.3.2., pour chaque lot de produit fabriqué, chaque étape du processus de fabrication est enregistrée informatiquement et manuellement par les opérateurs qui complètent des fiches de suivi. Ils renseignent également des fiches pour les incidents de fabrication. Ces deux types de documents constituent les dossiers de lots.

54 personnes travaillent à l'atelier VANADIUM. La fabrication est effectuée par cinq équipes de huit opérateurs qui travaillent en 5*8. Le reste du personnel de l'atelier est journalier. La hiérarchie de l'atelier est constituée d'un agent de maîtrise principal et d'un ingénieur de fabrication, responsable de l'atelier. Un agent de maîtrise plate-forme rattaché à la fabrication s'occupe des consignations et des déconsignations dans l'atelier. Il fait le lien avec les intervenants de la maintenance (sous-traitée). Trois agents de production, journaliers, travaillent au conditionnement des produits. Un

¹⁸⁰ Extrait de la procédure de fabrication de l'atelier VANADIUM.

agent de maîtrise gère les entrées et sorties de produits et de matières premières (« flux matières »).

En appui de cette équipe opérationnelle, un technicien chimiste s'occupe du laboratoire d'analyse de l'atelier. Il vérifie et complète les analyses faites par les opérateurs et assure leur formation aux différentes techniques. Un agent de maîtrise procédés s'occupe du suivi des différents procédés de fabrication.

Un technicien, dénommé localement « homme système », rattaché au service des Ressources Techniques dépanne le système de conduite et effectue des modifications¹⁸¹.

Enfin, un responsable de l'Assurance Qualité commun aux deux grands ateliers de produits organiques du site (VANADIUM et TITANE) et un correspondant Assurance Qualité affecté à l'atelier VANADIUM s'occupent de l'audit des dossiers de lots et du traitement des fiches incidents (Cf. § 3.3.2.).

b) Organisation du travail collectif

Tout d'abord, les échanges entre les équipes qui se succèdent d'une part et entre les équipes, leur encadrement et l'agent de maîtrise plate-forme d'autre part s'effectuent par le biais d'un cahier de consignes dans lequel figurent les événements marquants du quart : dysfonctionnements, interventions de maintenance.

Ensuite, les acteurs de l'atelier se réunissent quotidiennement entre 13h30 et 14 heures pour s'informer des activités en cours de l'atelier. L'adjoint de fabrication préside la réunion qui regroupe généralement l'agent de maîtrise de quart posté, l'agent de maîtrise plate-forme, l'un des deux agents de maîtrise de maintenance générale, l'agent de maîtrise flux matières, le technicien de laboratoire, le correspondant Assurance Qualité ou le responsable Assurance Qualité. Les points généralement abordés sont :

- Les activités de maintenance en cours dans l'atelier,
- Les contrôles et inspections éventuels,
- Les productions réalisées : les problèmes rencontrés, la conformité des produits, les résultats d'analyse.
- La libération des dossiers de lots,
- L'approvisionnement en matières premières.

Par ailleurs, tous les lundis à 11 heures, une réunion de suivi de la production est organisée dans l'atelier. L'ingénieur de fabrication ou l'adjoint de fabrication, le responsable de la Maintenance de l'atelier, le responsable des Fabrications Chimiques, le responsable de l'Assurance Qualité, l'ingénieur chargé du suivi des procédés y participent. Le correspondant Assurance Qualité de l'atelier et l'un des deux agents de maîtrise de maintenance générale se joignent à eux selon leurs disponibilités. Les

¹⁸¹ La maintenance générale du système et les modifications importantes sont assurées par le fabricant.

thèmes abordés sont les mêmes que pour la réunion quotidienne de l'atelier. Cependant, comme les plannings de fabrication et les opérations de maintenance sont appréhendés à l'échelle de la semaine, seuls les événements les plus significatifs sont abordés.

Enfin, chaque semaine, les différents acteurs de la Maintenance et de l'Assurance Qualité de l'atelier participent aux réunions internes à leur service respectif. Avec l'ensemble des responsables des ateliers de fabrications chimiques du site, l'ingénieur de fabrication responsable de l'atelier participe aux réunions hebdomadaires menées par son supérieur hiérarchique, le responsable des Fabrications Chimiques. Le planning de fabrication du VANADIUM est mis au point pour l'année par le responsable des fabrications chimiques et le service clients :

« Côté fab[rication], pour se guider, les plans de fabrication sont élaborés en collaboration avec la cellule du service clients et logistique de façon à organiser les campagnes de production en accord avec les produits à livrer. » Responsable des Fabrications Chimiques 06/08/2004.

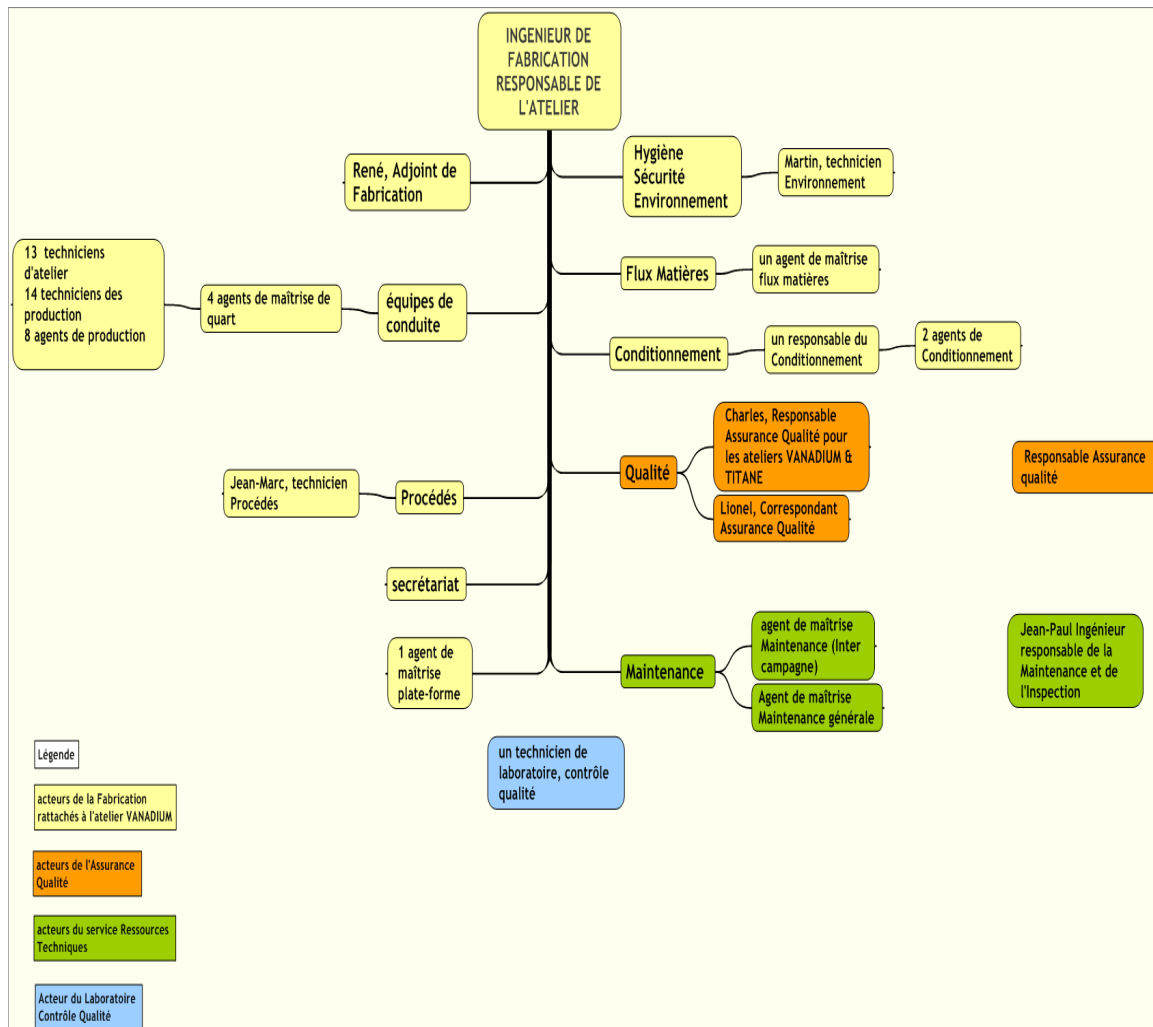


Figure 3.6. : L'organisation de l'atelier VANADIUM

c) Organisation d'une équipe de conduite

Généralement, une équipe de conduite est composée d'un agent de maîtrise de quart, de deux techniciens d'atelier, d'un à deux techniciens de production et de 3 agents de production.

L'agent de maîtrise de quart supervise la conduite de la production, de l'introduction des matières au conditionnement. Il regroupe les documents pour constituer le dossier de lots. Il pratique des analyses de laboratoire, signe les consignations et les déconsignations, rédige les avis de travail (cette partie du travail est réduite en journée, car l'agent de maîtrise plate-forme s'en occupe).

Les techniciens d'atelier font les avis de travail, les consignations et les analyses de laboratoires. Les techniciens d'atelier peuvent remplacer l'agent de maîtrise de quart lorsqu'il est absent.

Parmi les techniciens de production, certains sont habilités à signer les consignations. Ils pratiquent également certaines analyses de laboratoires. Cependant, ils ne sont pas habilités à faire les chromatographies en phase liquide et les chromatographies en phase gaz.

Les agents de production conduisent la fabrication et pratiquent les analyses les plus simples.

En cas d'absence de l'agent de maîtrise, le technicien d'atelier prend sa place. Cependant, comme le niveau hiérarchique des opérateurs ne dépend pas uniquement de leur expérience dans l'atelier, il arrive qu'un technicien d'atelier, nouvellement affecté à l'atelier remplace l'agent de maîtrise, ce qui peut poser problème en cas de dysfonctionnement dans la production.

« Le technicien d'atelier est polyvalent, il remplace n'importe quel poste. Il fait les analyses en laboratoire, remplace l'agent de maîtrise, signe les Autorisations de Travail (AT) (appelée avis), s'assure de la mise en sécurité (rincé, consigné), vérifie le travail (qualité) après quoi, on déconsigne et on remet en service. Pour les AT, c'est l'agent de maîtrise plate-forme qui s'en occupe et le TA [technicien d'atelier] car il faut un code. Il y a des habilitations nécessaires pour les consignations. » Opérateur, 29/09/2003.

« L'AM [agent de maîtrise] et le TA [technicien d'atelier] font les avis de travail, les consignations et les analyses de laboratoire. Parmi les techniciens de production, certains peuvent faire les consignations. Pour les analyses, ils peuvent les faire sauf les CHP les agents de production les font toutes sauf la CHP [chromatographie en phase liquide] et la CPG [chromatographie par phase gazeuse]. » Opérateur, 29/09/2003.

« Une équipe c'est 7 personnes avec l'agent de maîtrise : 1 AM, 2 TA, 1 TP (voire 2) 3 AP en moyenne. Selon les équipes, ça peut être 1 AM, 3TA et 3 TP » Opérateur, 29/09/2003.

Comme les cinq équipes se succèdent en 5*8, le mardi matin, deux équipes se chevauchent. L'équipe qui est « en remonte » —c'est-à-dire qui n'est pas postée —suit des formations aux analyses en laboratoire ou participe à des groupes de travail. (Exemple : groupe de travail sur la fiabilisation du procédé de fabrication de l'A1.)

En règle générale, les opérateurs restent affectés à la même équipe. Seul, l'agent de maîtrise de quart change d'équipe tous les six mois.

« Normalement pendant au moins un an, on reste toujours dans la même équipe, pendant 6 mois, les AP [agent de production] ne tournent pas. L'AM [agent de maîtrise] tourne tous les 6 mois obligatoirement. Mais il y a des ajustements selon les besoins de l'atelier. J'ai changé 3 ou 4 fois en trois ans. Pour le remplacement de l'AM [Agent de Maîtrise], il n'y a pas de TA [Technicien d'Atelier] fixé : tous les TA [Technicien d'Atelier] remplacent à tour de rôle. Il y a une volonté de changement pour fixer un TA [Technicien d'Atelier] car sinon, des nouveaux se retrouvent AM [agent de maîtrise]. » Opérateur, 29/09/2003.

L'adjoint de fabrication, responsable hiérarchique des équipes de quart, est leur relais auprès de l'ingénieur de fabrication responsable de l'atelier qui assure la gestion de l'atelier.

3.2.2. Une maintenance courante sous-traitée sur les deux sites

3.2.2.1. La-Source : la maintenance courante échappe aux acteurs du site

A La-Source, le service Fiabilité du Matériel est divisé en deux entités :

- l'atelier « wagon » qui s'occupe de la réception et de l'entretien des wagons,
- La maintenance qui est composée de quatre entités : la maintenance générale avec la tuyauterie et la robinetterie, l'informatique industrielle, la métrologie et l'électricité.

Les activités de maintenance se distribuent entre les réparations courantes et la maintenance préventive.

Depuis 2002, une entreprise sous-traitante est en contrat avec le site pour la maintenance opérationnelle. Les acteurs du service Fiabilité Matériel s'occupent de la maintenance préventive et réalisent des études pour améliorer le fonctionnement des installations. Ils gèrent également le contrat de maintenance générale avec l'entreprise sous-traitante.

Lorsque les acteurs de la Fabrication font une demande d'intervention sur le système informatique prévu à cet effet, elle est directement traitée par les acteurs de l'entreprise sous-traitante. Si les dysfonctionnements demandent un diagnostic, les acteurs de la Fabrication font appel à un technicien du service Fiabilité Matériel.

Les enjeux du service Fiabilité Matériel et ceux de l'entreprise sous-traitante autour du contrat prévisionnel négocié sont contradictoires. En effet, d'un côté, l'entreprise sous-traitante a tout intérêt à respecter le forfait convenu avec le site afin de rester concurrentielle. Dans le même temps, afin d'augmenter ses bénéfices, elle cherche à réaliser des travaux hors contrat avec le personnel qu'elle emploie sur le site. De leur côté, les acteurs du service Fiabilité Matériel doivent s'assurer que les sous-traitants n'effectuent que des opérations qui entrent dans le contrat. Or, ils rencontrent deux difficultés principales dans ce contrôle. Premièrement, il est parfois difficile pour les acteurs de la Fabrication de différencier les opérations banales, généralement comprises dans le contrat, des opérations plus complexes, souvent hors contrat et qui nécessitent un diagnostic. Deuxièmement, les acteurs du service Fiabilité Matériel ne peuvent pas contrôler le contenu des interventions demandées par les fabricants car les demandes d'interventions transitent entre les fabricants et le sous-traitant via un logiciel informatique auquel ils n'ont pas accès.

Par ailleurs, les sous-traitants ne renseignent pas les dossiers manuscrits sur lesquels sont consignées les pannes de chaque appareil. De ce fait, les acteurs du service Fiabilité Matériel perdent la traçabilité des opérations réalisées même s'ils sont informés oralement des réparations au cours des réunions matinales quotidiennes avec les acteurs de la fabrication et le représentant de l'entreprise sous-traitante.

A partir de 2005, un nouveau logiciel, commun à l'ensemble des acteurs du site, devrait clarifier la gestion de la maintenance courante.

Nous verrons dans la suite de cette thèse comment la maintenance d'un poste de dépotage jusqu'ici indépendant des ateliers de fabrication a été prise en compte lors du travail de conception.

3.2.2.2. PHARMA : Une maintenance tripartite

De façon générale, les activités de maintenance de l'atelier VANADIUM sont distribuées entre trois familles d'acteurs.

- 1) Deux entreprises en contrat avec le site pour l'année s'occupent des travaux de maintenance courante : une entreprise de mécanique et une entreprise pour l'électricité instrumentation.
- 2) Deux agents de maîtrise du service de Maintenance du site supervisent les travaux : l'un s'occupe de la maintenance générale et mécanique, l'autre est responsable de l'organisation et du suivi des inters campagnes. Leurs bureaux se trouvent dans les locaux de l'atelier. Un agent de maîtrise s'occupe des travaux neufs. Son bureau est situé dans le bâtiment de la Maintenance. Un ingénieur, responsable de la maintenance des trois ateliers de fabrications chimiques, supervise leur travail.
- 3) Un agent de maîtrise plate-forme rattaché à la fabrication s'occupe des consignations et des déconsignations dans l'atelier. Il fait le lien entre la maintenance courante et la fabrication.

Par ailleurs, Un technicien, dénommé localement « homme système », rattaché au service maintenance et travaux neufs, est chargé du dépannage et des modifications¹⁸² du système de conduite.

Nous verrons par la suite comment la maintenance courante et la maintenance réalisée au cours des inters campagnes ont été anticipées. Le démarrage chaotique du nouveau système de conduite que nous avons suivi, révèle les faiblesses de cette partie des activités de l'atelier. Plus précisément, il met en évidence l'état dégradé de certains matériels dans l'atelier et les difficultés d'organisation de ces activités de maintenance en particulier pour les coordonner avec les activités de fabrication.

¹⁸² La maintenance générale du système et les modifications importantes sont assurées par le fabricant.

3.3. Installations à risques, installations réglementées

Pour chaque site, les installations, les activités et les produits décrits dans le paragraphe précédent induisent des risques particuliers. A La-Source, l'utilisation de l'acide A engendre des risques professionnels pour les opérateurs et un risque d'accident majeur en cas de fuite. A Saint-Clair, les produits et les process mobilisés dans l'atelier VANADIUM menacent la santé et la sécurité des opérateurs. Par ailleurs, en cas de défauts de qualité, les produits fabriqués présentent un risque sanitaire pour les futurs consommateurs des médicaments qu'ils permettent de synthétiser. Sur chaque site, des parades pratiques et organisationnelles ont été conçues et mises en place afin de maîtriser les différents risques. Nous les présentons rapidement dans ce paragraphe. Nous verrons, dans la suite de cette thèse comment, pour chaque site, ces risques et ces parades sont pris en compte dans le travail de conception des modifications. Au préalable, dans le chapitre suivant, nous préciserons les risques spécifiques associés aux installations concernées par les projets de modification. Par ailleurs, ces risques soumettent les deux sites à des exigences réglementaires spécifiques. Le site de La-Source est soumis à la directive Seveso 2 dont les exigences, centrées sur le risque d'accident majeur, s'appliquent directement au poste de dépotage. Le site de Saint-Clair est également soumis à cette directive. Cependant, le projet de remplacement du système de conduite s'inscrit plus spécifiquement dans le cadre de la réglementation de la production de principes actifs pour les médicaments. Nous verrons dans la suite de cette thèse comment ces cadres formels sont traduits et pris en compte par les différents acteurs qui conçoivent les modifications d'installation.

3.3.1. CHIMIE : utiliser de l'acide A : risques professionnels et risque d'accident majeur

3.3.1.1. Travailler avec l'acide A

a) Une substance à hauts risques

L'acide A est un acide organique particulièrement corrosif. Qu'il soit liquide ou gazeux (lorsque sa température dépasse 19.5°C), en solution ou anhydre, il est dangereux pour l'homme même en quantités réduites¹⁸³. Son utilisation —transport, conditionnement, fabrication, exploitation— nécessite donc des précautions particulières. Manipuler une vanne dans les ateliers, brancher un flexible pour dépoter un wagon, ouvrir un tuyau, sont des opérations qui exposent les opérateurs à des dangers considérables en cas de fuite. Les populations et l'environnement de l'usine sont également menacés car le dégagement d'un nuage d'acide A consécutif à une fuite représente un risque d'accident majeur.

Les pratiques de travail actuelles s'inscrivent dans une histoire locale construite autour de la fabrication et de l'utilisation de l'acide A. En effet, depuis le démarrage des activités en 1850, la vie du site est marquée par les brûlures. En 1977, un salarié meurt accidentellement et deux autres sont gravement blessés. Ces événements marquent fortement les consciences. Les histoires d'accidents

¹⁸³ Une quantité d'acide A équivalente à une flaque de la surface de la paume de la main suffit à tuer un homme !

causés par l'acide A reviennent souvent dans les discours des acteurs. Un responsable sécurité, travaillant dans l'usine depuis une trentaine d'année, raconte :

A l'époque où le port des équipements de sécurité n'était pas obligatoire [avant 1986], un opérateur examinait une conduite contenant des produits dérivés de l'acide A. La conduite, située au-dessus de lui s'est rompue et l'a inondé de son contenu corrosif. L'opérateur a eu le cuir chevelu, la face et les oreilles gravement brûlés. Notre interlocuteur se souvient de cet opérateur courant pour solliciter de l'aide et perdant ses cheveux.

En 1986, afin de réduire le nombre d'accidents et de brûlures, les responsables du site lancent une campagne de prévention. Elle a permis de sensibiliser les travailleurs au port d'équipements de protection et aux conduites à tenir en cas de contact avec l'acide (douche à l'eau immédiate). La formation sécurité que nous avons suivie reprend ces éléments, photographies de brûlures à l'appui.

A la même période, des études sur la sécurité des procédés, fondées sur l'analyse des déviations des procédés pouvant contribuer à l'amélioration de la sécurité. Ces études sont mises à jour tous les cinq ans.

b) Parades pratiques

Les travailleurs adaptent leurs pratiques à l'omniprésence du danger de brûlure. Pour les opérations de routine, ils portent des équipements spécifiques qui comprennent une paire de lunettes, des chaussures de sécurité, un bleu de travail et un casque. Selon les risques associés à l'intervention, un masque à cartouche ou une cagoule ventilée complètent cette tenue. Enfin, une combinaison intégrale en caoutchouc épais avec bottes intégrées et l'ARI (Appareil Respiratoire Isolant) permettent de réaliser les opérations les plus sensibles.

Les travailleurs les plus anciens enseignent aux plus jeunes les pratiques de travail et les dispositions de protection.

« Tout est dangereux ici, la soude, l'acide D, le TC [produit acide]. C'est dangereux, il ne faut pas s'en mettre. Si on travaille sur l'A, on s'équipe. La dernière fois, avec un collègue, sur l'azote, on a dévissé et il y avait du produit. Ça a giclé à 2 ou 3 bars de pression, ça a fait un soleil [jet de liquide]. Heureusement, il avait son masque. Il faut toujours faire attention, bien regarder la pression, purger pour être sûr qu'il n'y a plus rien avant d'envoyer une entreprise sur le terrain. ...Quand on va à l'A, ce sont les anciens qui y vont. On montre comment on fait. Il faut bien s'équiper et se méfier de tout. » Opérateur posté, atelier THORIUM, 23/09/2003.

Les acteurs opérationnels de la fabrication transmettent ces précautions aux intervenants des entreprises extérieures :

« Moi j'ai toujours des gants bleus (gants en caoutchouc épais). Quand je les vois arriver avec des gants en cuir, je leur dis non, non. Ça ne protège pas les gants en cuir. » Opérateur posté, atelier THORIUM, 2/10/2003.

Les conditions d'intervention, dans les ateliers sont très variables : les deux gros ateliers de production, situés en estacade ouverte, comportent plusieurs étages. Les températures estivales dépassent souvent 30 °C et les gelées ne sont pas rares en hiver.

A travers l'analyse du travail de conception, nous verrons comment ces différentes parades sont mobilisées pour prévenir les risques spécifiques aux activités de dépotage.

c) Méfiance et défiance

Depuis 1977, le site ne connaît plus d'accidents mortels. Entre 1998 et 2004, chaque année, 4 salariés en moyenne ont subi des brûlures chimiques dont deux à trois ont nécessité un arrêt de travail d'une journée. Selon les acteurs du site, ces progrès traduisent l'amélioration des conditions de travail apportée par l'automatisation importante des activités de fabrication.

*« Ca a beaucoup changé quand ils ont informatisé la fabrication. Les conditions de travail aujourd'hui à [l'atelier] « PHOSPHORE » et les conditions de travail il y a quinze ans, c'est le jour et la nuit. Ils étaient douze par poste, il y avait 1800 personnes sur le site. Aujourd'hui ils sont trois ou quatre [par poste]. Les conditions de travail se sont améliorées et l'exposition au produit est moindre en comparaison. Les protections individuelles et collectives ont permis d'améliorer la sécurité. »
Infirmier, 17/11/2004.*

Les discours des opérateurs mêlent conscience du danger et minimisation des risques voire défiance. Ce paradoxe rappelle les résultats des recherches de Denis Duclos sur les relations des salariés de l'industrie chimique aux risques (Duclos, 1987¹⁸⁴) et ceux des travaux, déjà anciens, de Dorothy Nelkin et Michael Brown (Nelkin & Brown, 1984)¹⁸⁵ sur les salariés travaillant au contact de produits chimiques.

Ainsi, d'un côté, les opérateurs déplorent les conditions de travail difficiles, au contact des produits dangereux : dans un petit atelier du site, très peu automatisé, un opérateur nous décrit ses conditions de travail :

*« Ici, c'est un atelier qui fonctionne avec de l'Aa à 50% [acide A anhydre dilué à 50%]. On a des fumées d'Aa parce que l'assainissement n'absorbe pas tout. On a un toit ouvert qui n'est pas étanche. Or, le produit ne supporte pas l'humidité. On fait beaucoup de manutention parce qu'il faut charger les sacs à la main et à la pelle et il faut les porter. On a un opérateur de 23 ans qui a déjà des problèmes de dos. On manipule des produits acides et on est toujours dans la poussière [de produits chimiques]. Personne ne veut venir dans cet atelier, que des jeunes et des intérimaires parce qu'ils n'ont pas le droit de faire [conduire] des réactions. »
Opérateur, petit atelier de fabrication de produits à base d'acide A, 18/11/2004.*

De l'autre côté, ils évoquent également les risques pris délibérément, dans les pratiques quotidiennes, pour faciliter leur travail. Les opérateurs qui effectuent le dépotage nous expliquent qu'ils ont pris l'habitude de détourner une procédure de travail pour faciliter leur intervention. La procédure impose de défaire manuellement la partie supérieure de la vanne du wagon avant d'y fixer les bras de dépotage. Les opérateurs utilisent une déboulonneuse automatique. Or, cet appareil est interdit car les secousses qu'il produit peuvent provoquer des fentes dans la vanne et donc des fuites d'acide A. Les opérateurs expliquent qu'ils prennent un risque calculé. Ces pratiques se réfèrent à « l'idéologie défensive de métier » décrite par Christophe Dejours chez les ouvriers du bâtiment. Ils détournent les consignes comme s'ils ignoraient les risques encourus (Dejours, 2000¹⁸⁶). Cette stratégie collective leur permet de supporter les risques. Elle garantit également leur productivité.

¹⁸⁴ Duclos, D. (1987). *La construction sociale du risque : le cas des ouvriers de la chimie face aux dangers industriels*. *Revue française de sociologie*, vol. 28, 1987, pp. 17-42.

¹⁸⁵ Nelkin, D., Brown, M.S. (1984). *Workers at Risk. Voices from the Workplace*. Chicago : The University of Chicago Press.

¹⁸⁶ Dejours, C. (2000). *Travail et usure mentale*. 3ème édition. Paris : Bayard.

Dans le même temps, les opérateurs soulignent que cette familiarité avec les risques leur est indispensable pour accomplir leur travail. Elle leur permet également d'acquérir des compétences et de l'expérience (Nelkin & Brown, 1984).

« Quand je suis venu ici, on m'a dit que c'était pas une promo. Mais ici, j'ai une responsabilité. Ici, on a un rendement imposé, il faut que ça tourne, c'est trente sacs par jours, 25 kilos par sac. Ça fait 750 Kilos. Pour le rendement, il faut y être en permanence. Maintenant, avec l'expérience, on arrive à gérer. Si on a un souci, un bouchage, on se déplace. On passe du temps à déboucher, à taper avec un marteau. » Opérateur, petit atelier de fabrication de produits à base d'acide A, 18/11/2004.

Du point de vue des acteurs du service médical, la conscience des risques est indispensable. Les deux infirmiers âgés d'une cinquantaine d'années totalisent chacun plus de vingt ans d'expérience sur le site. Même si les accidents graves et mortels ne sont plus d'actualité, ils évoquent le danger de mort en cas de brûlure et leurs difficultés à éviter le pire. Ils se rappellent l'expérience tristement acquise vingt ans plus tôt, lorsque les accidents étaient plus nombreux et plus graves. Comme pour les conducteurs de train, la peur fait partie de leurs actions quotidiennes. Elle leur permet de conserver une conscience des dangers et, de ce fait, une attention critique (Cru, 1997¹⁸⁷).

« Avant, tous les jours, on faisait des soins : entre 1983 et 1990, on a été dans le curatif. A partir de 1990, on est passé dans le préventif. Quand je suis arrivé ici, je travaillais aux urgences à Grenoble. C'est le critère des urgences qui a compté dans mon recrutement. Aujourd'hui, l'expérience qu'on a, c'est à cause de tous les accidents qu'on a vécus. » Infirmier, 17/11/2004.

Cependant, ils redoutent de nouveaux accidents. En effet, selon eux, comme les brûlures sont moins fréquentes, les opérateurs sont moins vigilants.

« Les grosses évolutions, on les a eues dix à quinze ans en arrière. On a fait de gros investissements en matériel, en sécurité. Il y a eu aussi le choix et le port des protections individuelles. Depuis, 1995, j'ai l'impression qu'on a fait un gros effort et qu'on est en pallier. Est-ce la conjoncture ? Est-ce qu'on ne peut plus évoluer parce que la technique n'évolue plus ? On a une dérive : moins il y a d'accidents, moins on fait attention. » Infirmier, 18/11/2004.

L'analyse du travail de conception nous permettra de montrer comment risques professionnels et risque d'accident majeur sont pris en compte et plus particulièrement comment les différents acteurs se positionnent relativement à ces deux types de risques.

3.3.1.2. Des parades réglementaires centrées sur le risque d'accident majeur

Le site de La-Source est soumis à la *Directive SEVESO 2* qui régit l'exploitation des *installations classées* en Europe. Il fait partie des installations classées les plus dangereuses (« seuil haut »).

Déclinée dans le droit français, cette directive soumet les établissements les plus dangereux à un *régime d'autorisation*. Pour chaque nouvel établissement ou chaque nouvelle installation dans un établissement déjà en fonctionnement, la procédure de demande d'autorisation d'exploiter impose à

¹⁸⁷ Cru, D. (1997). Clamer la peur pour calmer l'angoisse, *Communication au Colloque International de psychodynamique et de psychopathologie du travail*. Laboratoire de psychologie du travail. CNAM, Paris.

l'industriel de constituer un dossier spécifique contenant une étude d'impacts et une étude de dangers¹⁸⁸. A La-Source, des arrêtés préfectoraux limitent les quantités d'acide A stockées sur le site et imposent la mise en œuvre de dispositions relatives à l'environnement, notamment des équipements spécifiques comme des colonnes de retraitement et des dispositifs de confinement.

Le dossier de Demande d'Autorisation d'Exploiter doit expliquer la démarche de conception, justifier les mesures de prévention proposées et évaluer les conséquences de l'exploitation de la future installation sur l'homme et sur l'environnement, en situation normale et en cas d'accident. L'industriel doit le rédiger de manière à démontrer qu'il répond à l'objectif fixé dans l'arrêté préfectoral c'est-à-dire que les conséquences des accidents pouvant se produire sur la future installation ne dépassent pas les limites du site. Le dossier est ensuite instruit par *l'Inspection des installations classées*, sous l'autorité du préfet. Le dossier est expertisé par la DRIRE pour les risques industriels et par la DASS (Direction des Affaires Sanitaires et Sociales) pour les risques sanitaires. Chaque direction rédige un rapport. Le dossier est également soumis à une procédure d'enquête publique. Dans ce cadre, le dossier est consultable dans toutes les Mairies voisines du site, situées dans le périmètre du Projet d'Intérêt Général¹⁸⁹. Les citoyens font part de leurs remarques sur un cahier prévu à cet effet. A l'issue de cette enquête, le Commissaire enquêteur rédige un rapport prenant en compte l'ensemble de ces remarques. De son côté, l'inspecteur de la DRIRE chargé du dossier regroupe les différents avis puis, rédige un rapport et un projet d'arrêté préfectoral d'autorisation. Le projet d'arrêté est envoyé à l'industriel notamment pour discuter des points qui compromettent la délivrance de l'autorisation d'exploiter. L'inspecteur de la DRIRE cherche à convaincre l'industriel d'adopter toutes les dispositions imposées par ce projet. De cette manière, ils présentent un dossier sur lequel ils sont d'accord au Comité Départemental d'Hygiène, en présence du Préfet et des représentants de la DASS. A l'issue de cette présentation officielle, dernière étape de la procédure, le Préfet décide de l'autorisation d'exploiter la nouvelle installation. L'arrêté préfectoral d'autorisation contient les prescriptions que doit respecter l'industriel (par exemple pour les rejets : les valeurs-limites de concentrations et de flux des divers polluants). Des arrêtés ministériels fixent les dispositions minimales que doivent reprendre les arrêtés d'autorisation. L'un des principaux arrêtés ministériels est celui du 2 février 2001 qui fixe des prescriptions techniques. Cependant, les prescriptions de l'arrêté préfectoral sont élaborées au cas par cas.

¹⁸⁸ Étude de dangers : Les installations soumises à autorisation doivent faire l'objet d'une étude de dangers (EDD) qui doit permettre de déterminer les accidents susceptibles de se produire dans l'installation, d'en évaluer les conséquences, pour ensuite proposer des dispositions afin de prévenir ou maîtriser ces accidents potentiels. (Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, juin 2004)

¹⁸⁹ Le Projet d'Intérêt Général est défini par l'article R 121-13 du code de l'Urbanisme. Les Plans d'Occupation des Sols et les Schémas Directeurs (aujourd'hui PLU et SCOT) sont, depuis la loi du 7 janvier 1983, élaborés à l'initiative et sous la responsabilité des communes ou de leurs groupements. Cette responsabilité doit s'exercer en prenant, notamment, en compte les projets et intérêts des autres collectivités ou personnes publiques. Le Projet d'Intérêt Général est un des moyens dont dispose l'État pour faire prévaloir les intérêts qui dépassent le strict cadre communal et a pour seul but d'éviter qu'un document d'urbanisme ne contienne des dispositions qui pourraient rendre plus difficile voire empêcher la réalisation d'un projet. L'article R 121-13 du code de l'Urbanisme énumère ce que doivent être les destinations d'un projet pour être qualifié de Projet d'Intérêt Général, parmi lesquelles est citée la mise en valeur des ressources naturelles. (Source : DRIRE île de France)

L'analyse du déroulement du travail de conception nous montrera comment les différents acteurs traduisent les exigences de l'arrêté préfectoral demandant la modification du poste de dépotage. Le suivi de l'élaboration du dossier de demande d'autorisation d'exploiter nous permettra également de comprendre les relations entre inspecteur de la DRIRE et acteurs du site.

3.3.2. PHARMA : Produire des principes actifs pour les médicaments : des risques pour les travailleurs et pour les consommateurs

3.3.2.1. Un atelier complexe et dangereux

La configuration de l'atelier VANADIUM est difficile à appréhender car les procédés de fabrication sont très complexes. Conçu par des spécialistes de la pétrochimie, le VANADIUM est constitué de longues portions de tuyauteries spécifiquement adaptées aux produits pétroliers. Il est inapproprié pour la fabrication de produits organiques, beaucoup moins fluides et qui provoquent facilement des bouchages. Or, dans certaines phases sensibles de la fabrication, le produit ne doit pas stagner au risque de se dégrader et de boucher les tuyaux. Progressivement, l'atelier est modifié : des tronçons plus courts, reliés par des brides remplacent les tuyauteries initiales. Ils facilitent le travail de débouchage et de nettoyage.

Même s'ils sont moins fréquents qu'au démarrage de l'atelier, en 1987, ces bouchages présentent des risques pour la sécurité et la santé des acteurs de la fabrication et de la maintenance. Ils leur imposent des interventions fastidieuses et dangereuses du fait de la toxicité des produits et des risques associés à certaines réactions. Parmi les produits toxiques, deux sont cancérogènes : le N et l'E. L'E, plus particulièrement, affecte la formule sanguine.

« Par exemple, un plantage pendant un transfert de réacteur c'est 36 à 48 heures de débouchage. Si c'est en phase d'hydrolyse, comme on ne peut plus le faire dans le réacteur, on le fait au sol, on bouffe les tuyauteries, on pollue l'air et humainement, c'est pas acceptable. On a eu à le faire plusieurs fois. Je comprends que ça engendre une certaine lassitude. » Agent de maîtrise maintenance générale, travaux neufs, 09/06/2004

« Les réacteurs à surveiller ce sont le 31 et le 33 avec la coulée du C. Le 35 avec l'E avec le risque d'emballement [pendant la fabrication d'A1]. En 1988 ou 89, le bâtiment a été soufflé avec l'emballement de la réaction E soude.

Tout est dangereux dans l'atelier. Les interventions soude/acide, j'aime pas, l'OX idem. Les gens sont vigilants avec les solvants dangereux. Les situations les plus dangereuses, c'est quand on se croit en sécurité. Par exemple un petit bouchage. Ah, j'y vais vite fait, sans équipement. Par contre, il est rare d'avoir un incident ou un accident sur la soude ou l'acide. » Opérateur, 30/10/2003

Par ailleurs, ces bouchages menacent les objectifs de quantité et de qualité de la fabrication. La production par lots (dite production en batch) impose au mélange de ne pas stagner dans les réacteurs. L'atelier est divisé en zones qui correspondent aux différentes phases du procédé. Dès que les premiers réactifs engagés ont atteint la deuxième zone de l'atelier, de nouveaux réactifs sont engagés pour lancer un deuxième lot et ainsi de suite. De ce fait, tout blocage d'un lot de production peut compromettre la qualité des lots suivants.

« La chimie de cet atelier est complexe. Ce qui complexifie le VANADIUM, c'est le fait que les réacteurs s'enchaînent. En dehors de l'D4 [intermédiaire de production de l'A1] il n'y a pas d'isolement des produits. Chaque fois qu'il y a un problème sur un réacteur, ça a un impact sur tout ce qui est en amont : on peut avoir des dégradations de la masse réactionnelle et des bouchages. En plus, c'est une chimie pas simple et pas sympathique et la constitution de l'atelier n'aide pas. » Serge, Expert procédés, 28/06/2004.

Compte tenu des risques et de la complexité de l'atelier et des processus de fabrication, chaque nouvel opérateur a besoin de deux à trois ans pour s'approprier les lieux.

« L'atelier est très grand avec beaucoup de réacteurs et de doseurs avec du travail en cascade. Pour former un opérateur, il faut deux ans et demi à trois ans. On a eu l'expérience avec une personne qui venait d'avoir ses diplômes. Il a commencé au 124. Ici, il était perdu. C'est un atelier difficile à apprendre car le repérage géographique est difficile. On a un TP [Technicien de Production] qui fait de la formation. Il est sorti des équipes et assure la formation des nouveaux. De cette manière, ils n'ont qu'un seul interlocuteur. Avant, les intérimaires étaient formés par tout le monde. » Opérateur, 13/10/2003

L'analyse de la phase de démarrage du nouveau système de conduite nous permettra d'appréhender concrètement les conséquences de ces risques et la manière dont les acteurs de l'atelier et de l'équipe projet les gèrent. Dans le même temps, ce démarrage nous révélera la manière dont ces risques ont été pris en compte au moment de la conception.

3.3.2.2. Une réglementation qui touche les produits fabriqués et les processus de fabrication

a) Cadre général

Le processus de mise sur le marché d'un médicament suit un protocole très précis qui après avoir été harmonisé à l'échelle européenne est devenu international¹⁹⁰. Les intermédiaires de fabrication des médicaments et leurs processus de production répondent également à des exigences réglementaires internationales.

L'A1 et le B2 sont vendus en Europe et aux Etats-Unis. Ces produits et leurs processus de fabrication doivent respecter les standards réglementaires européens et américains.

Depuis 1990, une conférence internationale, appelée ICH (International Conference on Harmonisation) réunissant les autorités d'enregistrement des Etats-Unis, du Japon et de l'Union Européenne et des associations représentant les industriels de ces trois régions se réunit régulièrement. Elle travaille sur l'harmonisation des exigences relatives à l'homologation et à la fabrication des médicaments. A l'issue de ces réunions, des guides sont rédigés. Concrètement, l'ICH Q7 est un « guide des bonnes pratiques de fabrication pour les ingrédients pharmaceutiques actifs¹⁹¹ ». Il comprend 43 pages de recommandations que l'industriel doit appliquer :

¹⁹⁰Cf. en annexe les textes de l'ICH et du Code of Federal Regulations » qui s'appliquent à l'atelier VANADIUM.

¹⁹¹ Traduction libre

« Dans ce guide, le terme « devrait » indique des recommandations qui doivent être suivies à moins qu'il puisse être démontré qu'elles sont inapplicables ou qu'elles peuvent être remplacées par une solution alternative dont on démontre qu'elle permet d'atteindre un niveau d'assurance qualité au moins équivalent. » (ICH Q7, p.1)¹⁹².

Les recommandations sont classées suivant quatre thèmes : qualité, sécurité, efficacité et multidisciplinaires. Le projet de remplacement du système de conduite de l'atelier VANADIUM concerne plus particulièrement le volet qualité des exigences de l'ICH.

Comme nous l'explique le responsable Assurance Qualité du site, l'ICH est un référentiel de base. Les auditeurs contrôlent son application selon une jurisprudence.

« L'ICH Q7 n'est pas opposable. Quand un auditeur arrive, on se met d'accord pour qu'il audite selon l'ICHQ7. Notre ambition c'est d'être en accord avec notre autorité de tutelle. Mais, il y a beaucoup d'implicite dans le savoir appliquer l'ICHQ7. Derrière l'application il y a une jurisprudence qui sert de support aux autorités pour interpréter cette réglementation. Sur ce texte-là, il y a des formations qui expliquent le contenu mais donnent également « l'esprit de la loi ». Nous disposons de la jurisprudence de la FDA à travers la liste de toutes les remarques qui ont été faites. Nous avons également notre réseau de connaissances : nos collègues... Chez PHARMA, nous avons deux types de supports pour l'application de la loi : L'interprétation passe par le QQS (Global Quality Standards) qui fait trois à quatre pages. Puis nous avons également des « Guidelines » qui contiennent une explication de la loi avec les « best practices » recommandées par PHARMA pour répondre à des besoins particuliers. Ils sont au nombre de 50 et font 50 à 60 pages. Par exemple, on a un guide pour construire des systèmes à eau, des systèmes de traitement d'air. Ces guides nous servent pour apporter de la matière dans le design. Ce sont des recommandations, des supports de travail. Mais ce qui est incontournable c'est le QQS » Responsable du département Qualité du site, 24/08/2004.

Comme les fabrications sont conduites informatiquement, elles répondent également au « Code of Federal Regulations » de la FDA (Food and Drug Administration) notamment en ce qui concerne les enregistrements et les signatures électroniques. Référentiel américain, la CFR part 11 concerne spécifiquement l'enregistrement des données et les signatures électroniques. Comme l'ICH Q7, elle est un recueil de recommandations. Elle impose de pouvoir retracer nominativement toutes les activités réalisées pour fabriquer chaque lot de principe actif. Pour cela, le système de conduite doit enregistrer et stocker l'historique des valeurs des différents paramètres physico-chimiques tout au long du procédé (température, pression, concentration). Le guide d'application pour les industriels comprend 8 pages.

« Formellement, la CFR part 11 s'applique à la production de médicaments donc par extension on l'applique aux API [Active Pharmaceutical Ingredients]. Formellement, elle ne s'applique pas. On dit qu'on l'applique quand on remplace des enregistrements manuels par des enregistrements électroniques. » Responsable Assurance Qualité du site, 21/09/2004.

Comme beaucoup de référentiels qualité ISO 9000, ISO 14000, ces deux cadres réglementaires ne sont pas directement applicables. Ils édictent des règles de fonctionnement mais ne précisent pas les

¹⁹² Traduction libre

moyens de les mettre en œuvre¹⁹³. Par conséquent, toute la difficulté pour les acteurs des sites pharmaceutiques est de les traduire en dispositions concrètes.

b) Application aux activités de l'atelier VANADIUM

Les opérations de fabrication s'effectuent selon une procédure précise répertoriée. D'après ce document, conformément à la réglementation pour la production de principes actifs pharmaceutiques (Cf. paragraphe précédent), chaque stade du process nécessite le renseignement d'une feuille de marche également appelée check-list. Les opérateurs doivent en remplir une pour chaque étape importante de la réaction de fabrication, de l'introduction des matières premières, au début de la chaîne de fabrication jusqu'au conditionnement du produit. Ces check-lists permettent de suivre les paramètres critiques du procédé pouvant affecter la qualité du produit final.

Lorsque des incidents surviennent en cours de fabrication, les opérateurs complètent des fiches incidents réparties en trois thématiques : la qualité, l'environnement et la sécurité (personnes).

L'ensemble des feuilles de marche et des fiches incidents entre dans la constitution du dossier de lots. Le dossier de lots est « l'ensemble des documents se rapportant à la fabrication d'un lot de produit vrac ou de produit fini. Il retrace l'historique de chaque lot de produit et toutes les circonstances pouvant avoir une incidence sur la qualité du produit final »¹⁹⁴. Ainsi, pour la production d'A1, le dossier de lots regroupe les dix check-lists correspondant aux différentes phases du procédé de fabrication indiquées. (Cf. Figure 3.7.).

A ce stade, le dossier de lots est envoyé au correspondant Assurance Qualité de l'atelier. Il vérifie que les fiches ont été correctement remplies. Puis, il contrôle le niveau des paramètres critiques pour la qualité. En cas de doute, il peut demander des analyses complémentaires. Si la qualité finale est insuffisante, le produit sera retraité.

Ensuite, des fiches de synthèse de dossier de lots sont complétées. Elles font état des non-conformités et des remarques sur le déroulement du procédé. L'agent de maîtrise de quart renseigne la première partie pour vérifier le déroulement du procédé de fabrication (engagement de matière première conforme, dérogation au mode opératoire pour essai ou retraitement, dérives dans le déroulement du procédé, dérives des paramètres critiques, contrôles pendant le process, émission de fiches incident, poids de produit fabriqué (650 Kg au minimum))

Le correspondant Assurance Qualité et le responsable Assurance Qualité de l'atelier complètent la deuxième partie. Cette dernière contient : les fiches incidents émises, les remarques et les anomalies pouvant concerner la qualité absentes de la première partie, les demandes d'analyses complémentaires. Le responsable Assurance Qualité approuve la fiche de synthèse de lots en la signant.

¹⁹³ Cf. en annexe un extrait des « Bonnes Pratiques de Fabrication ».

¹⁹⁴ Définition issue de la procédure de fabrication de l'atelier VANADIUM

Enfin, si le lot de produit est conforme, le responsable de l'Assurance Qualité des services centraux décide de libérer le lot. Dans le cas contraire, il demande des analyses complémentaires ou le retraitement du lot.

« On compile les différents documents et les différentes feuilles de marche. On vérifie que tout est correctement complété et qu'il n'y a pas de dérive pouvant affecter la qualité du produit; on vérifie la traçabilité des matières premières, la traçabilité des intermédiaires. On sort les étiquettes de statut des produits : accepté, refusé ou à retraiter. On vérifie qu'il y a bien eu demande de modification si le produit est à retraiter. On vérifie que les paramètres critiques au niveau qualité sont dans les fourchettes d'acceptation. Et enfin, les fiches incidents liées au dossier de lots. Tout est synthétisé dans les fiches de synthèse des dossiers de lots. La première partie est remplie par la fab[rication], la deuxième par nous. Pour les intermédiaires et les produits finis, la troisième partie est remplie par l'AQ centrale [Assurance Qualité] pour le produit fini. »Lionel, Correspondant Assurance Qualité du VANADIUM, 06/08/2004.

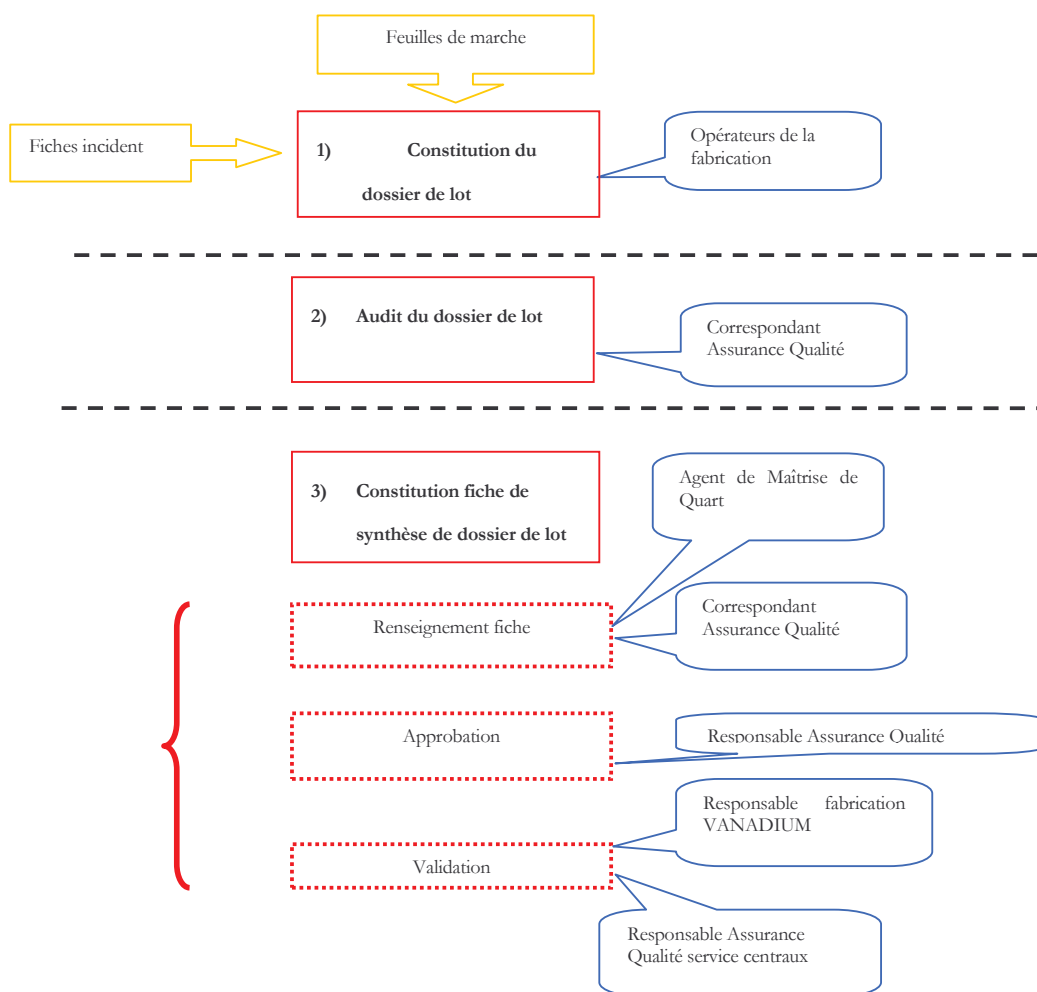


Figure 3.7. : De la constitution du dossier de lot à la libération du lot de produit

Nous verrons comment l'ICHQ7 et la CFR part 11 ont été appliqués pour concevoir le nouveau système de conduite et notamment comment ces recommandations ont été traduites par les différents acteurs. Nous constaterons plus particulièrement les divergences entre les acteurs de la Fabrication et ceux de l'Assurance Qualité à propos de la traduction et de l'application des exigences de traçabilité des activités de fabrication.

3.4. Conclusion :

Nous avons présenté les différentes composantes de l'environnement des projets de conception.

Tout d'abord, nous avons mis en évidence le contexte économique et industriel des deux sites. Le site CHIMIE de La-Source et le site PHARMA de Saint-Clair appartiennent à des groupes industriels d'envergure mondiale, dans un secteur d'activités concurrentielle. De plus, nous avons mis en évidence le caractère stratégique des deux installations modifiées pour le fonctionnement global des sites. De ce fait, la contrainte économique pèse sur chaque projet de façon particulière.

Ensuite, nous avons présenté les différents ateliers de fabrication concernés par les projets de modifications, en particulier les activités et l'organisation qui permettent leur exploitation et leur maintenance. Dans la suite de cette thèse, notre analyse interrogera la prise en compte de ces activités et de leur organisation dans le travail de conception mais également la manière dont les projets les ont impactées (Cf. chapitre 6 & 7, 9 & 10).

Enfin, les risques sont une composante majeure de l'environnement industriel de ces projets. Sur chaque site, les acteurs mobilisent des parades pratiques, organisationnelles et réglementaires afin de les maîtriser. Nous avons décrit les risques inhérents à l'exploitation de l'acide A, les risques spécifiques aux fabrications de l'atelier VANADIUM ainsi que leurs modalités de gestion respectives. Dans la suite de cette thèse, nous analyserons leur prise en compte par les acteurs des projets de conception.

Nous abordons à présent les deux projets de conception. Nous présentons leurs objectifs et l'organisation que les acteurs des deux sites industriels ont prévue pour concevoir les modifications d'installations.

Chapitre 4

TECHNOLOGIE, RISQUES, ORGANISATION :

LES INGREDIENTS DES DEUX PROJETS DE MODIFICATION

« Si on ne respecte pas la loi, il y a deux solutions: se faire arrêter pendant le projet ou se faire arrêter une fois l'installation montée et attaquer en justice avec un risque d'arrêt complet de l'usine car il n'y aura plus d'Aa [Acide A Anhydre]. » Charles, responsable du service Amélioration Continue, site CHIMIE de La-Source, 03/09/2003

« L'une des raisons du changement du système, c'est qu'on trouve qu'il laisse trop de liberté à l'opérateur. Actuellement, les opérations de fabrication sont faites de manière différente chaque fois. Ils changent les paramètres de fonctionnement quand ils veulent. Actuellement, on peut dire que tout est basé sur leur conscience professionnelle. Quand on dit on chauffe à 100°C, ils peuvent chauffer à 140°C. La décision repose sur leur conscience professionnelle. Ils savent que la sécurité est sous-jacente. » Pierre, chef de projet, site PHARMA de Saint-Clair 29/09/2003.

Dans ce chapitre, nous présentons tout d'abord les objectifs principaux des projets. Les objectifs de maîtrise des risques sont une constante des deux projets.

Ensuite, nous présentons la manière dont chaque site a choisi de s'organiser pour réaliser son projet de modification. Les deux projets sont menés par une équipe projet chapeauté par un Comité de Pilotage. Nous présenterons les supports au travail de conception dans leur contexte d'utilisation c'est-à-dire dans les vignettes retenues pour restituer les données.

Cette présentation en contrepoint nous permet de dégager les ressources et les contraintes avec lesquelles les acteurs de ces projets doivent composer. Après avoir analysé des scènes de la vie de chaque projet (3 « vignettes » pour CHIMIE et 4 pour PHARMA), elle nous permettra, associée à la mise en perspective de la dynamique de ces équipes projet, d'appréhender la manière dont ces choix organisationnels contribuent à l'anticipation de l'organisation des activités futures et des risques associés.

4.1. Objectifs des projets

4.1.1. CHIMIE : modifier le poste de dépotage pour respecter les prescriptions d'un arrêté préfectoral

L'objectif principal du projet de modification du poste de dépotage d'acide A est de respecter les exigences de l'arrêté préfectoral imposant sa mise en conformité. Début 2002, la révision planifiée de l'étude de dangers du site localise le scénario d'accident majeur au niveau du poste de dépotage et des stockages associés ; il s'agit du dégagement d'un nuage d'acide A s'étendant à l'extérieur du site, à la suite de la rupture d'une tuyauterie ou d'un réservoir d'acide. Au mois d'avril 2002, un premier arrêté préfectoral demande de confiner ce poste afin de prévenir ce risque.

«L'exploitant met en œuvre un dispositif de confinement des installations d'acide A anhydre, permettant de réduire très sensiblement les distances de danger en cas de fuite majeure...pendant une phase de dépotage¹⁹⁵.»

« La DRIRE (Direction Régionale de l'Industrie de la Recherche et de l'Environnement) avait demandé la révision de l'étude de dangers comme le prévoit la réglementation tous les 5 ans. On a une installation avec des risques, on demande à l'industriel de faire l'étude de dangers. Les distances sont très importantes. Jusqu'à il y a quelques années, on avait une approche déterministe et on obtenait des zones de danger maximalistes. Actuellement, on a une approche également probabiliste. On recherche la probabilité de survenue de l'accident. Avant, le PIG [Projet d'Intérêt Général¹⁹⁶] chez CHIMIE était de 1800 m. Quand l'étude de dangers a été réactualisée, le périmètre a augmenté. Les raisons sont l'évolution des logiciels de calculs, la connaissance des seuils de toxicité. On avait une zone supérieure à ce qu'elle était avant. Le but étant, a minima, de réduire la zone initiale, on a demandé à l'exploitant d'exposer les mesures qu'il comptait mettre en place. Sur cette partie, l'exploitant avait proposé le confinement. L'ancien inspecteur avait fait un arrêté préfectoral avec les propositions faites par l'exploitant. » Inspecteur DRIRE, 30/07/2004.

En 2002, une première équipe projet examine cette solution¹⁹⁷. Cependant, les bacs de stockage annexés à l'installation contiennent de grandes quantités d'acide (60 et 80 m³). De ce fait ils induisent des risques importants. Dans la perspective de diminution des conséquences d'un scénario de fuite, leur confinement deviendrait obligatoire sous peu. Le cabanage du poste de dépotage apparaît alors comme le premier élément d'un ensemble de requêtes réglementaires à venir. Anticipant les difficultés de réalisation du confinement de l'ensemble et son coût économique, les acteurs du site recherchent une solution plus durable. Ils décident de rattacher le poste de dépotage à l'atelier « THORIUM » tout en supprimant les stockages intermédiaires. Cette solution diminue notablement les quantités d'acide A stockées et limite ainsi les conséquences d'une fuite à l'intérieur du site. De plus, ce projet intervient au moment du changement d'organisation de la plate-forme

¹⁹⁵ Citation du premier arrêté préfectoral daté d'avril 2002, souligné par nos soins.

¹⁹⁶ Le " Projet d'intérêt Général " permet de limiter l'activité industrielle dans une zone considérée à partir des risques induits par cette activité. Il doit faire l'objet d'une délibération, d'une décision ou d'une inscription dans un document de planification approuvé et, dans tous les cas, de mesures de publicité. La qualification de PIG appartient exclusivement au préfet et s'appuie sur l'analyse des inconvénients et des avantages du projet d'activité. (site du ministère de l'Ecologie et du Développement Durable www.ecologie.gouv.fr)

¹⁹⁷ Nous avons reconstitué cette phase à posteriori car nous avons suivi en détail le projet de septembre 2003 à mars 2005

chimique de La-Source. Les activités du Groupement d'Intérêt Economique sont redistribuées entre les entreprises CHIMIE et COBALT. Actuellement, les wagons sont branchés et débranchés par les acteurs du conditionnement des ateliers de l'entreprise CHIMIE. La vidange est surveillée par les acteurs du Service des Utilités Générales, rattaché au Groupement d'Intérêt Economique. Avec la réorganisation, l'entreprise CHIMIE récupère la gestion complète de l'acide A : de sa réception par wagons à son utilisation dans les ateliers de fabrication. Le dépotage reviendra donc complètement aux acteurs de la Fabrication. De ce fait, rattacher le poste de dépotage à l'atelier « THORIUM » permet de réduire le risque d'accident majeur conformément à l'arrêté préfectoral tout en répondant aux exigences de réorganisation des activités du site.

« L'équipe projet a été constituée pour répondre à la mise en demeure de la DRIRE. Dans le cadre de l'équipe projet, on a changé notre fusil d'épaule. On a travaillé sur la solution de cabanage et on est allé jusqu'au chiffrage. Au fur et à mesure, on a changé d'idée avec les motivations suivantes : Il fallait rafistoler un poste déjà archaïque et on avait peur que la DRIRE impose le cabanage des capacités de rétention [stockages]. A terme, on imaginait un surcoût énorme d'investissement. Et, comme on devait récupérer le suivi de l'Aa [Acide A anhydre], il était plus simple d'avoir un poste plus près. » Jean, Responsable des fabrications, 30/01/2004

4.1.2. PHARMA : Remplacer un système de conduite vieillissant et se mettre en conformité avec la réglementation du médicament

Depuis 2000, le système de conduite de l'atelier VANADIUM montre de nombreux signes de vieillissement. La société ChimInfo, fabriquant le système, a des difficultés croissantes pour le réparer et le maintenir car elle ne dispose plus des compétences nécessaires. Ainsi, au cours de l'année 2000, ses dirigeants rappellent un ingénieur à la retraite pour remédier aux pannes intempestives du système.

« Jusqu'à septembre octobre 2000, ça été la galère pour retrouver la fiabilité du SMS [ancien système]. Nos interlocuteurs de ChimInfo pour la maintenance étaient spécialisés dans le SMS. Ce système était déjà en fin de vie lorsqu'on l'a installé en 1987. Mais on avait assez peu de recul sur le fonctionnement de l'IAS [génération du système actuel à laquelle appartient le nouveau système de l'atelier], environ deux ans. Le problème, c'est qu'on avait des pannes intempestives. Côté ChimInfo, ils ont fait appel à l'expertise de ChimInfo USA. Mais ils n'avaient plus les compétences. Alors, ils ont fait appel à un retraité qui est venu diagnostiquer. En septembre octobre, on a pu retrouver un fonctionnement fiable. » Frédéric, Responsable EICP, 29/06/2004.

Ce vieillissement impacte les activités de l'atelier à trois niveaux. Tout d'abord, les dysfonctionnements menacent la sécurité du personnel et plus généralement celle de l'atelier. Ensuite, l'ancienneté du système ne permet pas d'intégrer les évolutions de l'atelier notamment l'optimisation des procédés et la modernisation du matériel et de l'instrumentation. Enfin, le système ne permet plus de répondre aux exigences réglementaires de suivi du processus de fabrication et d'enregistrement des données correspondantes. Or, l'atelier doit être en conformité notamment en cas de problèmes sanitaires dus à des défauts de qualité des principes actifs qu'il fabrique (procédure judiciaire). De plus, des auditeurs extérieurs de l'agence européenne du médicament et de son homologue américaine audient l'atelier régulièrement (tous les deux ans en moyenne) afin de

renouveler les autorisations de vente de ses produits. Les objectifs du projet sont donc de modifier le système de conduite afin qu'il accompagne les évolutions de l'atelier et permette aux opérateurs de fabriquer des produits en sécurité tout en respectant les standards réglementaires. Pour cela, les documents de suivi des lots de produits fabriqués —les check-lists (ou feuilles de marche) et le dossier de lots — doivent être remaniés.

Par ailleurs, le nouveau système de conduite restaure les niveaux d'accès à la conduite différenciés selon la hiérarchie des opérateurs dans l'équipe. Avec l'ancien système, chaque opérateur pouvait piloter la fabrication en mode manuel, quel que soit son niveau hiérarchique.

« L'une des raisons du changement du système, c'est qu'on trouve qu'il laisse trop de liberté à l'opérateur. Actuellement, les opérations de fabrication sont faites de manière différente chaque fois. Ils changent les paramètres de fonctionnement quand ils veulent. Actuellement, on peut dire que tout est basé sur leur conscience professionnelle. Quand on dit on chauffe à 100°C, ils peuvent chauffer à 140°C. La décision repose sur leur conscience professionnelle. Ils savent que la sécurité est sous-jacente. » Pierre, chef de projet, 29/09/2003.

L'agent de production, le technicien de production, le technicien d'atelier accéderont au mode de conduite semi-automatique. L'agent de maîtrise pourra reprendre la conduite en manuel. Cependant, lorsque les blocages concerneront la sécurité des procédés de fabrication, du matériel d'instrumentation sensible, ou une panne informatique, les opérateurs devront faire appel à une astreinte procédés, instrumentation ou informatique. De plus, afin d'éviter qu'un technicien d'atelier inexpérimenté remplace l'agent de maîtrise de quart absent, l'ingénieur responsable de l'atelier et son adjoint souhaitent nommer un technicien d'atelier remplaçant dans chaque équipe.

« Le nouveau système va apporter de la sécurité pour les hommes et pour la machine parce qu'ils n'auront plus l'autorisation de faire tout et n'importe quoi. Il assurera une meilleure reproductibilité des opérations. » René, adjoint de fabrication, 29/10/2003.

« Avec le nouveau système, on aura des niveaux d'accès. Quelques personnes seront habilitées à changer les paramètres et on saura qui, car on aura le numéro de matricule et le mot de passe. Avant, il n'y avait pas de traçabilité, on ne savait pas qui chargeait quoi. [...] Il y aura six niveaux d'accès : un niveau d'accès initial visiteur où le système est en lecture seule, c'est ce qu'on a quand on allume le système. Ensuite, un niveau système pour les automaticiens, un niveau spécifique pour l'assurance qualité, un niveau conduite et un niveau maîtrise. » Pierre, chef de projet, 29/09/2003.

Enfin, l'adjoint de fabrication et l'ingénieur responsable de l'atelier souhaitent mobiliser la hiérarchisation des accès à la conduite pour modifier le rôle de l'agent de maîtrise de quart. Ce dernier conduira peu la fabrication mais sera gestionnaire de l'équipe. Ainsi, il constituera un relais entre les équipes de fabrication et l'encadrement de l'atelier, rôle qui lui était dévolu au moment du démarrage de l'atelier.

« Les attentes vis à vis de l'AM [Agent de Maîtrise de Quart] sont d'être vigilant auprès des équipes, de jouer leur rôle de relais entre la base et nous, car ce ne sont pas forcément les agents de maîtrise qui ont le plus de connaissances. Avec le vieux système, quatre agents de maîtrise sur cinq connaissaient le système comme leur poche mais avec le changement, ils ne le connaissent plus. Les techniciens d'atelier qui ont fait les tests en connaissent plus que l'AM de quart. Avant, l'AM était souvent celui qui connaissait l'atelier, maintenant, il devra avoir plus des capacités de management que des capacités techniques. D'où une perturbation des AM car ils auront peu de connaissances de l'interface car ils conduisent peu les installations. Lorsque des problèmes sont constatés, ils sont capables de vérifier rapidement, là, avec le nouveau système, ils auront peut-être plus de mal à vérifier. » Paul, ingénieur de fabrication responsable de l'atelier, 13/10/2003.

4.2. S'organiser pour concevoir : choisir des acteurs et distribuer les rôles

4.2.1. CHIMIE : S'organiser pour modifier le poste de dépotage d'acide A

4.2.1.1. Une équipe projet qui conçoit

Afin de mener à bien le projet de modification du poste de dépotage, le directeur de site et les responsables du Bureau d'Etudes et des services Fabrications, Fiabilité Matériel et Amélioration Continue constituent une équipe projet. L'équipe projet est maître d'ouvrage. Elle assure la conception de l'installation, la préparation de la réalisation, la réalisation et enfin, le démarrage.

Son objectif est de « réaliser un nouveau poste de dépotage de l'acide A anhydre conformément à l'arrêté préfectoral n°2003-24 du 04/08/2003, imposant des prescriptions complémentaires pour l'exploitation de l'installation de dépotage, stockage et distribution d'AA » (note d'organisation datée du 17 novembre 2003).

D'après la note d'organisation du projet, l'équipe doit répondre aux exigences réglementaires et respecter les échéances imposées :

« [L'équipe projet doit] Préparer le dossier d'investissement de ce nouveau poste de dépotage pour le 30 novembre 2003, rédiger le dossier de demande d'autorisation d'exploiter pour dépôt en Préfecture au 31 mars 2004 en vue d'une enquête publique, réaliser les travaux pour le démarrage de l'installation fin 2004, et intégrer les outils WCM[World Class Manufacturing] tout au long du projet et notamment avant le démarrage de l'installation (identification et marquage du poste et des lignes de distribution avals, consignes visuelles de dépotage, processus d'habilitation des opérateurs...) »

Chaque responsable de service mandate un spécialiste. L'équipe projet regroupe sept acteurs retenus principalement pour leurs compétences spécifiques dont ils sont, pour la plupart, les seuls représentants dans leur service. Aucun acteur n'est détaché à temps plein sur le projet.

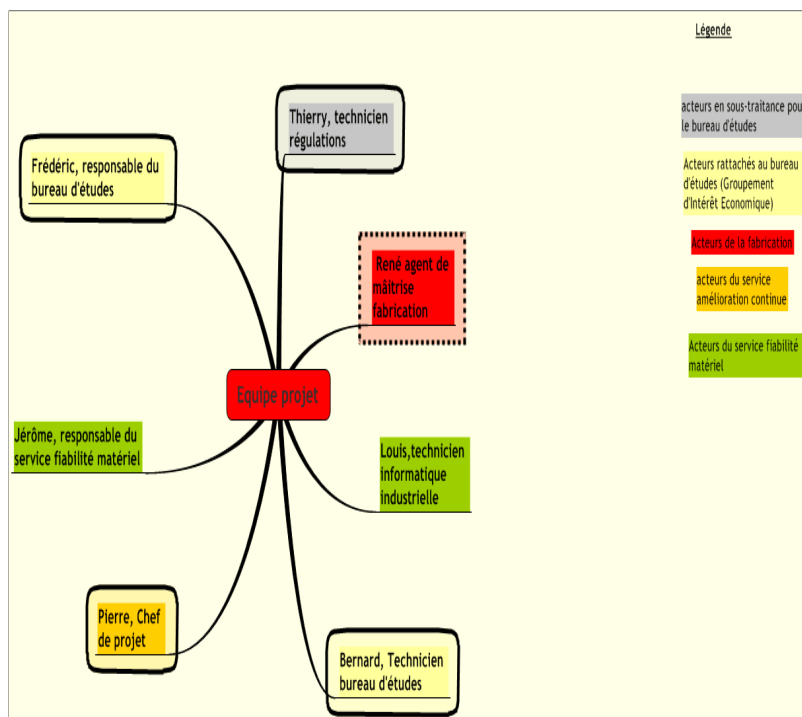


Figure 4.3. : Composition de l'équipe projet au 17 novembre 2003.

- Un technicien du Bureau d'Etudes pour la tuyauterie et le génie civil :

Bernard, 55 ans, travaille depuis une trentaine d'années à la conception et à la modification d'installations utilisant de l'acide A sur le site de La-Source. Cette longue expérience lui confère un statut d'expert au sein du Bureau d'Etudes et sur le site. Il est donc un acteur incontournable du projet.

Il est impliqué depuis les phases amont du projet jusqu'au démarrage de l'installation. Il participe aux réunions de l'équipe projet. Puis, en tant que représentant du Bureau d'Etudes, il planifie et suit les chantiers de réalisation de l'installation jusqu'à son démarrage. La réalisation comprend deux volets : premièrement, la structure proprement dite avec le montage des tuyauteries et des différents appareils, deuxièmement, les travaux de génie civil (fondations, voies ferrées). Ainsi, il choisit et commande le matériel approprié, procède aux études de structure, de génie civil et le cas échéant, aux études complémentaires (étude sismique, étude de sols). Pour réaliser ces tâches, il s'appuie sur la sous-traitance (notamment pour l'étude de structure et la constitution du dossier de permis de construire). De plus, il procède au chiffrage de l'installation selon une méthode propre au Bureau d'Etudes.

- Un technicien de régulation :

Travailleur indépendant, Thierry, 45 ans, est technicien de régulation¹⁹⁸. Il travaille en sous-traitance pour le Bureau d'Etudes ou la Maintenance depuis une vingtaine d'années. Il intervient en instrumentation, électricité, détection incendie, surveillance sécurité du site et téléphonie. Il est engagé dans l'équipe projet, par le Bureau d'Etudes, dès la phase préliminaire. Il est impliqué jusqu'au démarrage des installations. Il participe à l'ensemble des réunions projet. Il conçoit les régulations de l'installation c'est-à-dire la partie instrumentation-électricité ainsi que son chiffrage. Seule, la commande de matériel revient au technicien du Bureau d'Etudes.

- Un technicien spécialiste des automatismes et de l'informatique industrielle,

Louis, 45 ans, est instrumentiste automaticien spécialisé dans la conduite de procédés au niveau informatique, avec la programmation et la mise en service des systèmes de conduite.

Bien que membre du service Fiabilité Matériel, cet acteur travaille dans le bâtiment de la Fabrication où il occupe le poste de responsable technique en informatique industrielle pour tous les secteurs de l'usine. Son bureau se situe face à celui des spécialistes en procédés dans lequel travaille le chef de projet (par la suite, le chef de projet rejoindra le service « amélioration continue » situé dans le bâtiment du laboratoire). Il travaille également sur le projet de mise à niveau des systèmes de conduite de l'atelier « THORIUM » atelier auquel le poste de dépotage va être intégré.

- Un représentant de la Fabrication :

René, 58 ans, est agent de maîtrise et travaille sur le site depuis 36 ans. Agent de maîtrise expérimenté dans l'exploitation de l'acide A, il est gestionnaire de production pour les secteurs des catalyseurs homogènes, du petit atelier fabriquant des produits à base d'acide A et des effluents depuis octobre 2003. Il remplace son supérieur hiérarchique, l'agent de maîtrise principal, trop occupé par ailleurs pour participer aux réunions de conception.

Il a été impliqué tardivement dans le projet (première réunion le 14 octobre 2003).

- Le responsable du service Fiabilité Matériel :

Bien que membre de l'équipe projet, comme le précise la note d'organisation, Jérôme, 50 ans, responsable du service Fiabilité Matériel n'envisage pas de participer à la conception de détail. Il se limite à son implication dans le Comité de Pilotage.

Le responsable Fiabilité Matériel se positionne comme approbateur des choix opérés par le Bureau d'Etudes qu'il considère comme le principal concepteur de l'installation. Il envisage le fonctionnement de l'équipe projet sur le mode client/fournisseur et se place dans la première position.

- Un chef de projet (également responsable de la sécurité des procédés) :

Pierre, 40 ans, a été impliqué dans le projet au moment de son arrivée sur le site au mois de mai 2003 alors que les études préliminaires étaient terminées. Issu d'un bureau d'études de la division

¹⁹⁸ Régulation : Les dispositifs de régulation commandent et de réalisent les réglages des divers éléments du fonctionnement d'une machine (tension, vitesse, fréquence).

Industries et Services du groupe CHIMIE, il occupe son premier poste opérationnel sur un site de production dont il connaît très peu les ateliers et leur fonctionnement.

Comme l'indique le guide projet¹⁹⁹, les missions du chef de projet sont multiples. A l'interface entre équipe projet et Comité de Pilotage, il assure l'organisation, la planification, la coordination des contributions, la rédaction des dossiers administratifs et techniques (notamment le dossier de demande d'Autorisation d'Exploiter) mais également la responsabilité d'ingénieur en sécurité des procédés et de représentant de l'Hygiène Sécurité Environnement dans l'équipe projet.

Enfin, parallèlement à ce projet, il met à jour des documents réglementaires concernant l'ensemble des installations de l'usine (études de dangers) :

- Le responsable du Bureau d'Etudes.

Responsable des travaux neufs et de l'inspection et responsable du Bureau d'Etudes, Frédéric participe aux réunions de l'équipe projet et à celles du comité de pilotage. En tant que responsable hiérarchique du technicien impliqué dans le projet, il valide le travail et chiffrage que ce dernier réalise. Puis, il élabore les plannings des travaux de construction de la future installation sur la base de l'avancement du projet.

Du fait de sa position de responsable du Bureau d'Etudes, il est familier des règles et des pratiques de gestion de projet CHIMIE et est garant de leur application.

Cependant, il souligne que même s'il participe aux réunions du Comité de Pilotage pour y présenter le chiffrage des différentes solutions, il ne décide pas.

« Les seuls documents que j'ai rédigé ce sont les estimations : les chiffrages et évolutions entre les différents chiffrages [...] J'ai un rôle d'études et d'apport des solutions avec leur chiffrage. Mais les décisions incombent plus à la Direction Industrielle et à la Direction de l'usine. » Frédéric, Responsable du bureau d'études, 26/02/2004.

4.2.1.2. Un Comité de Pilotage qui décide

- Le Comité de Pilotage fait le lien entre maîtrise d'œuvre et maîtrise d'ouvrage : c'est « l'instance décisionnelle la plus élevée du projet...qui se réunit pour prendre les décisions importantes en termes d'objectifs, de contenu de projet, de moyens à engager, de coûts et de délais. ». Il se réunit trimestriellement pour s'assurer de l'avancée du projet, du respect des échéances et de la prise en compte des aspects réglementaires et des règles du groupe (préparation du dossier d'investissement, audit environnement), notamment les règles de gestion de projet que nous exposerons dans le paragraphe suivant. Ce comité constitue également une instance de décision : ses membres, responsables des différents services du site discutent et entérinent les grandes orientations comme le

¹⁹⁹ Le guide de projet a été élaboré pour « donner aux responsables des différentes composantes du projet (Entreprise/industriels, recherche et développement, ingénierie et technologie, exploitation) et à leurs équipes, des repères sur l'organisation à mettre en place, les compétences à impliquer et les méthodes à mettre en œuvre pour réussir leur projet. ». Il est présenté comme un recueil de pratiques optimisées à partir des savoir-faire acquis dans les industries du groupe, du retour d'expérience interne et d'un benchmarking des pratiques externes. Par sa dimension prescriptive, il rappelle ainsi les nombreux ouvrages à destination des managers de projet (guide projet, p.3).

choix du lieu d'implantation de la nouvelle installation sur le site ou du type de système de distribution de l'acide A entre les deux ateliers. Il est en relation avec la Direction Industrielle.

Il regroupe :

- le directeur du site :

Paul, 40 ans, directeur de site n'a pas d'implication opérationnelle dans la conception. A travers son supérieur hiérarchique, l'asset manager, il fait le lien entre le site et la Direction Industrielle. Il veille au respect des échéances tant réglementaires que relatives au groupe (audit, présentation du projet pour investissement) pour présenter à sa direction un projet qui respecte les injonctions réglementaires, les limites d'investissement et les besoins des ateliers de fabrication.

« Au moment où l'investissement sera accordé, m'assurer de pouvoir démarrer l'installation dans le respect du montant accordé, de la réglementation, des délais prévus et selon le cahier des charges prévu : le nombre de tonnes d'A à dépoter à l'heure où à la journée. Il y a une grosse mission sécurité, le démarrage étant prévu pour fin 2004. Je dois veiller à ce que toutes les pièces du puzzle se mettent en place et aboutissent au projet. » Paul, Directeur du site, 16/03/2004.

« Je n'ai pas d'implication opérationnelle. Je dois veiller au respect des échéances, veiller à ce que courant décembre, on puisse présenter à l'Activité [direction industrielle] le dossier technique qui corresponde à ce qu'on voulait : la méthode pour dépoter avec les quantités à dépoter et qui respecte des scénarios qui ne sortent pas du site. » Paul, Directeur du site, 16/03/2004.

Enfin, il s'implique dans la procédure d'enquête publique, en relation avec l'inspecteur de la DRIRE.

« Puis, une étape plus difficile qui est d'aller présenter les dossiers dans les conseils municipaux, de répondre aux questions, puis aller au CDH [Comité Départemental d'Hygiène] c'est-à-dire suivre le processus jusqu'à l'arrêté préfectoral. » (D'autorisation d'exploiter). » Paul, Directeur du site, 16/03/2004.

- le responsable du service Amélioration Continue :

Nouvellement arrivé sur le site, Charles, 30 ans, ingénieur responsable du service Amélioration Continue assure le rôle de responsable de l'Hygiène Sécurité Environnement dans le projet.

Tout d'abord, il est l'interlocuteur privilégié de la DRIRE tout au long du projet et en particulier pour la constitution du dossier de demande d'autorisation d'exploiter ainsi que la procédure d'enquête publique. Il informe les acteurs du site et de la Direction Industrielle de tout ce qui concerne les aspects Hygiène Sécurité et Environnement.

« Le HSE [Hygiène sécurité Environnement] doit être suffisamment au courant pour expliquer et transmettre le projet à l'intérieur et à l'extérieur du groupe et pour détecter les soucis dus aux risques internes et externes. » Charles, Ingénieur responsable du service Amélioration Continue, 02/09/2003.

« Je suis l'expert HSE donc pour toute question HSE on se tourne vers moi surtout si ce sont des points que ces personnes ne maîtrisent pas. « Plus précisément, Quel type de question ? » : « Et la DRIRE qu'est-ce qu'elle en dira ? Ré expliquer le choix des scénarios par rapport au fait qu'ils ne doivent pas sortir du site. Par exemple, des questions sur le processus d'enquête publique, notamment la durée. » Charles, Ingénieur responsable du service Amélioration Continue, 02/09/2003.

Ce rôle est d'autant plus important que la motivation principale de la modification du poste de dépotage est réglementaire. Le projet est classé Hygiène Sécurité Environnement, c'est-à-dire n'apportant pas d'amélioration notable de la productivité ou d'augmentation de la rentabilité des installations. Néanmoins, l'ingénieur sécurité rappelle que l'enjeu est capital pour le site ; si le projet n'est pas réalisé, le site s'expose à des sanctions réglementaires dont le principal effet serait la suspension de toute activité de production.

- le responsable des Fabrications :

Jean, 40 ans, le responsable des fabrications est arrivé sur le site en 1996 comme ingénieur spécialiste de la sécurité des procédés. C'est dans ce rôle qu'il a commencé à travailler sur l'étude préliminaire du projet de modification du poste de dépotage d'acide A. Plus particulièrement, il est intervenu dans les réflexions préparatoires qui ont favorisé le déplacement du poste de dépotage plutôt que le confinement de l'installation actuelle.

*« Je suis l'initiateur de ce projet. C'est moi qui ai mis en avant qu'il fallait raser le poste actuel et construire du neuf. Je me vois encore aller en réunion mi-2001. Au moment où on travaillait sur le cabanage du poste, j'ai regardé si on ne pouvait pas partir sur autre chose que la colonne d'abattage, dans mon rôle de sécurité procédés. C'était pas le bon choix. J'ai pas mis longtemps à convaincre l'ancien directeur. »
Jean, Responsable des fabrications, 30/01/2004.*

Le responsable du service Fiabilité Matériel, le responsable du Bureau d'Etudes, le chef de projet (présentés avec l'équipe projet) font également partie du Comité de Pilotage.

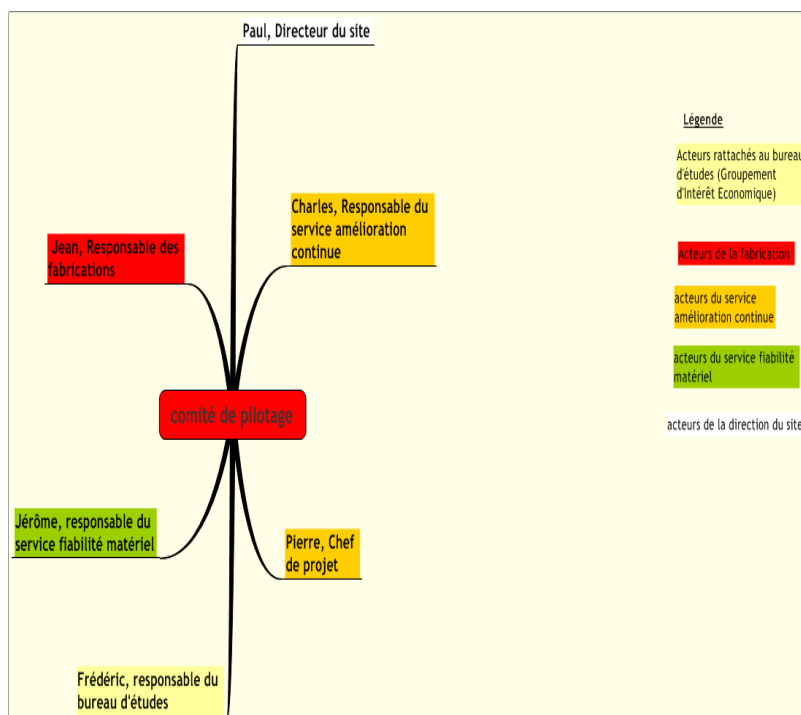


Figure 4.4. : Composition du Comité de Pilotage au 17 novembre 2003

Enfin, la Direction Industrielle est maître d'œuvre c'est-à-dire quelle accorde l'investissement nécessaire après acceptation de la proposition d'installation. Elle demande le cas échéant la recherche de solutions plus économiques. Dans le chapitre 5, à travers l'application des méthodes d'optimisation de la conception, nous verrons le poids de ses interventions sur le design final du poste de dépotage.

4.2.1.3. L'inspecteur des installations classées : l'exercice du contrôle

Du fait du caractère réglementaire du projet, l'inspecteur en charge du site joue un rôle important. Appui technique du Préfet, représentant de l'autorité de contrôle il reste très présent dans le discours des acteurs impliqués dans le projet. Il a fixé deux dates butoirs dans le planning du projet :

- La remise des scénarios d'accidents,
- La remise du dossier de demande d'autorisation d'exploiter.

Cette dernière échéance est cruciale car la recevabilité du dossier conditionne l'avancement des étapes de conception : tant que le dossier n'est pas jugé recevable, le projet ne peut pas entrer en phase de réalisation. De plus, tout projet dont le niveau de risques est jugé trop important par l'inspecteur de la DRIRE a peu de chance de se voir attribuer une autorisation d'exploiter par le Préfet (cf. ci-dessous)

Enfin, mais surtout, cet acteur a le pouvoir d'arrêter les activités de dépotage et donc les installations du site s'il juge l'avancée du projet insuffisante :

« Le problème, là c'est que ça n'est pas un atelier supplémentaire, ce projet a été proposé dans le cadre de la réduction des risques, dans une révision de l'étude de dangers dans laquelle on demande à l'exploitant de proposer des mesures de réduction des risques. Le Préfet a accepté de revoir cette décision-là au vu des éléments présentés. Il y a un enjeu sécurité. Si ça n'est pas réalisé, la sécurité ne s'améliorera pas. Le Préfet a accepté [de reporter et d'édicter un deuxième arrêté préfectoral n'imposant pas le cabanage du poste actuel] pour la mise en œuvre des meilleures techniques disponibles. On peut accepter de repousser les délais pour se retrouver dans une situation meilleure. Mais l'exploitant doit se dépêcher car sinon, on arrête les installations. » Inspecteur DRIRE, 30/07/2004.

4.2.2. PHARMA : S'organiser pour remplacer le système de conduite

4.2.2.1. L'équipe projet : un cœur de techniciens

Afin de développer les applications informatiques du système, de l'installer et de le démarrer, une équipe projet a été constituée.

Elle regroupe un chef de projet et des techniciens spécialistes :

- Un chef de projet : Pierre, 50 ans, est nommé chef de projet en juillet 2002. Il remplace Simon qui quitte le site. Pierre assure également la fonction d'ingénieur sécurité des procédés dans le projet. Il travaille sur le site depuis plus de 20 ans et connaît très bien l'atelier qu'il a démarré en 1987, en tant qu'ingénieur procédés. Il supervise le travail de l'équipe projet. De plus, il assure également des missions très opérationnelles : écritures de mode opératoires et relecture des recettes et du journal batch. Par ailleurs, il anime tous les mois les réunions avec le comité de pilotage au cours desquelles il présente l'avancement du travail de l'équipe projet.
- Un technicien automaticien : Bernard, 40 ans, est présent depuis le début du projet. Il s'occupe du développement informatique, des tests du système avant l'installation. Ensuite, il supervise les travaux d'installation du nouveau système et prend en charge les modifications consécutives aux différentes phases de tests et au démarrage de la production.
- Un technicien système : Louis, 40 ans, rejoint l'équipe début 2003. Il assiste Bernard dans les tests du système avant son installation. Ensuite, il l'assiste dans les modifications de programmes.
- Un technicien procédés : Jean-Marc, 40 ans, s'occupe plus particulièrement de l'élaboration et de la programmation des recettes de fabrication de l'A1 et du B2. Il travaille sur le projet depuis 2002. Il a repris l'analyse fonctionnelle commencée par l'adjoint de fabrication.

D'autres acteurs viennent compléter temporairement l'équipe projet :

- L'adjoint de fabrication : René, 40 ans, connaît très bien cet atelier qu'il a démarré en 1987 en tant que technicien d'atelier avant de devenir agent de maîtrise de quart. Il a toujours travaillé au VANADIUM qu'il quitte fin 2004 pour rejoindre un autre site de production. Au début du projet, René représente la fabrication. Début 2002, Il jette les bases de l'analyse fonctionnelle. Par la suite, il ne s'implique plus dans le travail de l'équipe. Il redevient très présent dans le projet à partir de l'installation du nouveau système dans l'atelier, en septembre 2003.
- Le technicien environnement : Martin, 35 ans, rejoint l'équipe projet au moment de l'installation du nouveau système en septembre 2003 afin d'aider Jean-Marc dans la finalisation des recettes. Il quitte l'atelier et l'équipe en avril 2004.
- Le technicien responsable de la validation des procédés : François, 50 ans, participe très épisodiquement aux réunions de l'équipe projet. Il s'implique dans une tâche très

particulière du projet : la validation du système. Pour les différentes étapes de cette phase, il prépare les documents à destination des techniciens de l'équipe projet et des opérateurs qui effectuent les tests.

- L'ingénieur procédés : Michel, 40 ans, participe au projet en tant qu'ingénieur procédés rattaché à l'atelier. Il quitte ce poste et le projet en septembre 2003 Il élabore l'analyse fonctionnelle et commence à travailler sur les recettes avec Jean-Marc, le technicien procédé. Il quitte le site et le groupe industriel début 2004.
- Le technicien informaticien en sous-traitance pour ChimInfo : Hubert, 30 ans est travailleur indépendant. Il intervient pour ChimInfo sur le site afin de corriger la programmation du système dans le cadre de sa finalisation. Ancien technicien du service EICP, il connaît bien l'atelier et les acteurs du site.
- Deux techniciens automaticiens d'une petite société spécialisée dans la validation des systèmes de conduite VTech rejoignent l'équipe lors de la phase de tests en plate-forme et pour les tests du système au moment de son démarrage. L'un est fondateur et responsable de la société, il connaît bien le site car il a travaillé en sous-traitance pour le service EICP. Le second est un jeune technicien en formation par alternance.
- Un technicien automaticien de la société Mélec, travaillant à l'année sur le site rejoint l'équipe pour finaliser les tests en plate-forme en juin 2003. Même s'il assure d'autres missions sur le site il contribue plus particulièrement à l'élaboration du rapport batch.

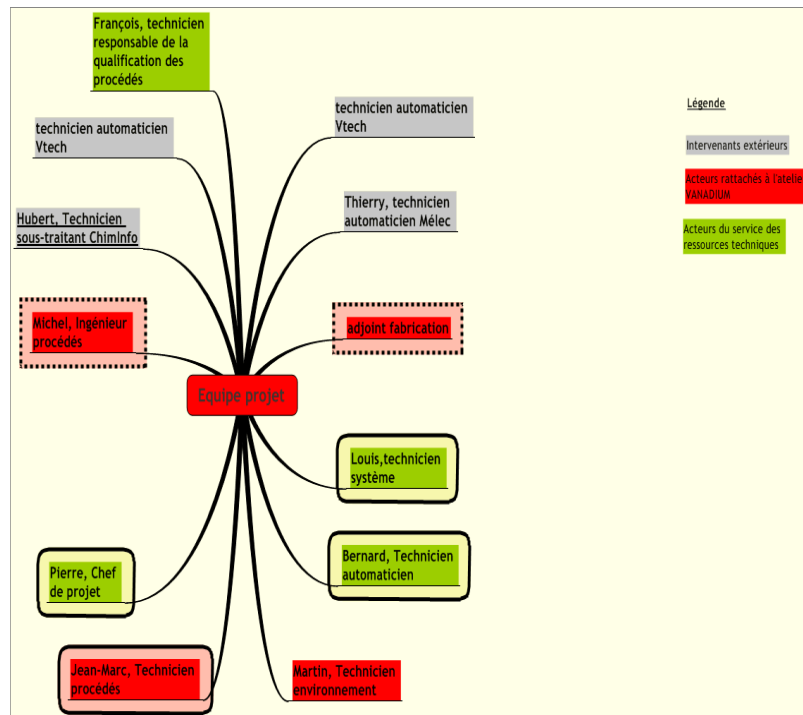


Figure 4.5. : Composition de l'équipe projet au 15 juillet 2002, à l'arrivée de Pierre en tant que chef de projet.

4.2.2.2. Un Comité de Pilotage en appui

Un Comité de Pilotage supervise le travail de l'équipe projet. Ses membres se réunissent tous les mois afin que le chef de projet leur présente l'avancement du travail de l'équipe. C'est au cours de ces réunions que se discute le planning du projet, les budgets alloués au projet, les ressources supplémentaires pour l'équipe (personnel du site, de l'atelier ou en sous-traitance).

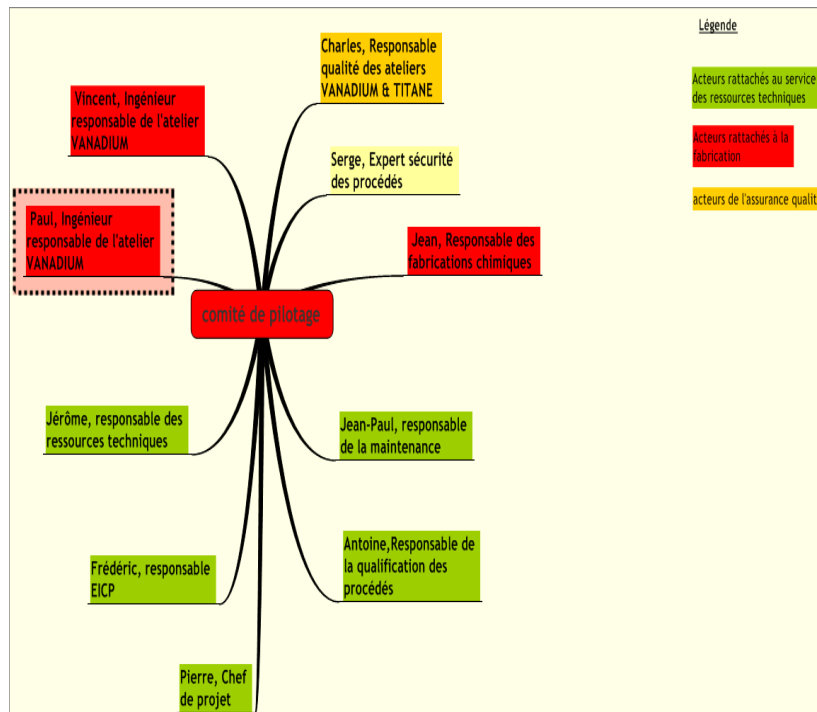


Figure 4.6. : Composition du comité de pilotage au 15 juillet 2002 à l'arrivée de Pierre en tant que chef de projet.

Il regroupe :

- Le responsable du service Electricité Instrumentation, et Conduite des Procédés : Frédéric, 45 ans, est le gestionnaire de l'enveloppe du projet et s'occupe de sa négociation auprès de la direction du site et de la direction industrielle. Il gère également les contrats avec les entreprises sous-traitantes intervenant dans le projet, notamment le contrat avec le fabricant fournisseur du système de conduite.

En tant que responsable du service EICP, il entretient une relation de fournisseur à client avec les acteurs de l'atelier. Il intervient particulièrement en amont du projet pour définir le planning, les budgets et les moyens à affecter à l'équipe projet chargée de la réalisation technique.

Par ailleurs, en tant que gestionnaire du contrat avec le fournisseur, il travaille en coordination avec eux, de l'appel d'offres à la livraison définitive du système en passant par les différentes échéances

de livraisons. Il a notamment rédigé la CAR (Customer Action Request), document qui précise les attentes de l'atelier en terme de fonctionnalités du système.

Frédéric a en charge la gestion des ressources humaines pour les techniciens de son équipe intervenant dans ce projet. Il gère également les contrats de sous-traitance dans les domaines de l'électricité instrumentation et de la conduite des procédés.

- Le responsable Assurance Qualité pour les ateliers VANADIUM & TITANE : Charles, 57 ans est intégré au projet en octobre 2002 par le chef de projet qui lui demande d'intervenir pour définir la documentation associée aux activités de fabrication. D'une part, il joue un rôle consultatif afin de préciser le contenu et l'architecture des documents afin qu'ils respectent la réglementation. D'autre part, il relit et corrige ces documents. Charles travaille sur le site depuis plus de 30 ans. Il a été agent de maîtrise de quart dans cet atelier. Il en connaît donc très bien les rouages.
- Le responsable de l'atelier : Jusqu'à son départ de l'atelier en novembre 2003, Paul, 50 ans intervient peu en comité de pilotage en tant que représentant de la fabrication. Son successeur, Vincent sera plus actif notamment en raison des dysfonctionnements qui paralysent les activités de fabrication dès le démarrage du système.
- Le responsable des fabrications chimiques : Jean, 50 ans intervient dans les arbitrages concernant le planning du projet et la négociation des ressources et des budgets. Il connaît très bien cet atelier en tant que responsable hiérarchique de l'ingénieur qui en assume la direction. Sur le site depuis plus de dix ans, il en connaît les difficultés et les évolutions.
- Le responsable de la maintenance de l'atelier. Jean-Paul, 50 ans, participe très épisodiquement aux réunions du comité de pilotage, le projet ne touchant pas directement au matériel de l'atelier. Il intervient lorsque l'atelier connaît des dysfonctionnements matériels qui paralysent l'avancement de la fabrication.
- L'expert procédés : Serge, 55 ans ne participe pas systématiquement aux réunions. Néanmoins il intervient plus particulièrement au moment de la définition des modalités de pilotage compte tenu des procédés pilotés. De plus, il plaidera pour la mise en place d'une formation spécifique pour les opérateurs car, selon lui, les modalités de conduite sont considérablement modifiées.

4.3. Conclusion

Nous avons présenté les objectifs principaux des projets. Ensuite, nous avons exposé la manière dont chaque site a choisi de s'organiser pour réaliser son projet de modification.

Cette présentation en contrepoint nous permet de dégager les ressources et les contraintes avec lesquelles les acteurs de ces projets doivent composer. Dans la partie suivante de cette thèse (partie III), nous présentons le déroulement des deux projets et l'analyse que nous en faisons. Les chapitres 5, 6 & 7 concernent le projet de modification du poste de dépotage d'acide A. Les chapitres 8, 9 & 10 se rapportent au projet de remplacement du système de conduite. Dans les chapitre 5 et 8, à partir de l'environnement des projets et des objectifs, nous mettons en évidence les enjeux des deux projets. Puis, nous retraçons le déroulement de ces projets à travers une rapide chronologie, dans laquelle nous situons les situations de travail qui servent de base à notre analyse (3 « vignettes » pour CHIMIE et 4 « vignettes » pour PHARMA, exposées dans les annexes III et IV). Cette dernière se déroule en deux temps : dans les chapitres 6 et 9, nous revenons sur la construction des choix technico-organisationnels pour maîtriser les risques, en particulier sur la manière dont les acteurs articulent technologie et organisation dans le travail de conception. Dans les chapitres 7 et 10, nous analysons ces choix à partir 1) du positionnement des acteurs des projets, 2) des choix d'organisation des projets, 3) des modalités de fonctionnement des équipes projets et des ateliers concernés par les modifications.

PARTIE III

Chapitre 5

SCENES DE LA VIE DU PROJET DE MODIFICATION DU POSTE DE DEPOTAGE D'ACIDE A

« Ca fait un mois qu'on me dit qu'on va prendre une décision et rien. [...] Chez nous on appelle ça une Arlésienne, ça tourne, ça tourne... » Technicien du Bureau d'Etudes, 04/05/2004

« Pour que l'accord d'investissement soit signé, il fallait savoir si le projet entrait dans la stratégie de CHIMIE PARFUMERIE (Perfumery Performance Agro : division industrielle du groupe CHIMIE à laquelle est rattachée le site de La-Source), c'est-à-dire qu'il fallait savoir si on arrêta La-Source ou pas. » Paul, Directeur du site, 18/11/2004.

Dans ce chapitre, nous abordons le déroulement du projet de mise en conformité du poste de dépotage. Dans une première partie, nous décrivons le dépotage de l'acide A avant la modification réglementaire. Dans une deuxième partie, nous mettons en évidence les enjeux du projet. Puis, dans une troisième partie, nous retraçons les principales étapes de ce projet du point de vue de l'avancement du travail de conception et de celui de la réalisation du dossier réglementaire de demande d'autorisation d'exploiter. Dans cette chronologie, nous situons les trois vignettes qui retracent les trois situations de travail que nous avons choisi de détailler (vignette 1 annexe III.1., vignette 2, annexe III.2., vignette 3 en annexe III.3.). Dans la quatrième partie de ce chapitre, nous exposons les méthodes et les supports mobilisés par les acteurs dans le travail de conception, en particulier l'analyse de risques et l'analyse de la valeur.

5.1. Situation initiale : le dépotage de l'acide A avant la mise en conformité

5.1.1. Logistique

L'acide A arrive sur le site, par train en provenance de trois principaux fournisseurs :

- un site du groupe,
- un producteur espagnol,
- un producteur allemand.

Le site reçoit environ 100 tonnes d'acide A par semaine, livrées en containers de 20 tonnes associés par deux sur des wagons SNCF ou par containers individuels de 50 tonnes. Suite à la signature d'un contrat d'exclusivité avec le fournisseur allemand, le site ne reçoit plus que des containers de 50 tonnes depuis septembre 2004.

Les wagons arrivent depuis la gare la plus proche par une ligne qui ne sert presque exclusivement qu'à l'approvisionnement de l'usine.

Pour assurer cette logistique, le site dispose d'un machiniste et d'un service d'entretien des wagons rattachés à la maintenance.

5.1.2. Description de l'installation

Le poste de dépotage actuel résulte de l'adaptation d'un ancien poste qui servait à l'empotage et au dépotage d'acide A lorsque le site en fabriquait. Il est situé au pied de l'ancienne installation de fabrication de l'acide A. Deux réservoirs de stockage semi enterrés de 80 et 60 m³ lui sont annexés. Ces deux capacités de 60 et 80 m³ ne sont jamais complètement remplies : la quantité contenu dans les deux bacs réunis ne dépasse pas les 55m³. En effet, un arrêté préfectoral limite le stockage d'acide A à 85 tonnes, container en cours de dépotage compris. De plus, la capacité de stockage restante est une sécurité en cas de vidange d'urgence.

Le produit est distribué à partir des stockages vers les deux ateliers de fabrication par un réseau de tuyauteries spécifiques et soumises à des contrôles réglementaires. De plus, elles sont maintenues pleines et sous pression et sont équipées d'un conductimètre, appareil qui détecte la présence d'eau en quantité anormale dans l'acide. Ces précautions techniques permettent respectivement d'éviter que l'acide reste à l'état liquide et qu'il ne devienne corrosif en cas d'apport d'eau en excès.

Ce poste de dépotage permet de vidanger un container de 20 tonnes en 2 heures. Les deux capacités de stockage permettent de limiter les opérations de branchement et de débranchement à la journée. De plus elles permettent d'approvisionner aisément le plus gros consommateur : l'atelier produisant en continu consomme 400 litres par heure.

Le dépotage se fait par pression d'air sec (6 bars) à partir de deux orifices de dépotage situés sur la partie supérieure du wagon : un pour la phase gaz et un pour la phase liquide avec canne plongeante.

Le transfert de l'acide A du container vers le réservoir de 80m³ se fait par l'intermédiaire de deux bras articulés que les opérateurs branchent sur les piquages du container. Les opérateurs testent l'étanchéité de leur branchement à partir d'une petite cabine de plexiglas. Elle leur sert de refuge en cas de fuite et un bouton poussoir leur permet d'actionner l'arrêt d'urgence (fermeture automatique des vannes).

Enfin, le poste de dépotage dispose d'un système d'assainissement dédié.

5.1.3. Les acteurs du dépotage

Les acteurs du SUG (Service des Utilités Générales), rattachés au GIE (groupement d'Interêt Economique) et les acteurs journaliers de la fabrication interviennent à tour de rôle dans le dépotage de l'acide A. Leurs interventions s'inscrivent dans le cours de leurs activités quotidiennes : conditionnement pour les opérateurs de la Fabrication et gestion et surveillance des utilités générales pour les opérateurs du SUG. Ils sont sous la responsabilité d'un agent de maîtrise de la Fabrication qui gère également les effluents et les activités du petit atelier fabriquant des produits à base d'acide A et celui des catalyseurs.

L'opération de dépotage se déroule en trois phases :

- Le branchement du wagon : cette opération consiste à relier les orifices supérieurs du wagon aux deux bras de dépotage. Un bras et un orifice pour l'acide A liquide, un bras et un orifice pour l'acide A gazeux. En binôme, les opérateurs journaliers de la fabrication branchent les containers. L'opération dure de 30 à 60 minutes.
- La vidange du wagon dans le container de stockage : cette opération est pilotée à distance par les opérateurs du SUG depuis leur salle de contrôle. Elle dure environ 2 heures.
- La décompression du conteneur permet de récupérer l'acide restant à l'état gazeux dans le container. Cette phase dure 4 heures.
- Le débranchement des wagons : une fois que le container est vidangé, deux opérateurs journaliers de la fabrication le débranchent.

Les différents acteurs mobilisent des procédures de travail strictes. D'une part, elles permettent aux deux opérateurs de se coordonner au cours des activités de branchement et de débranchement des wagons. D'autre part, elles leur permettent de coordonner leurs interventions avec celles des acteurs du SUG notamment dans les deux phases de transition entre branchement et vidange, puis entre décompression du wagon et débranchement (Cf. Figure 4.1.).

5.1.3.1. Les opérateurs journaliers de la fabrication effectuent les opérations délicates de branchement et de débranchement.

Le branchement et le débranchement des containers sont toujours effectués par des opérateurs journaliers de la fabrication spécifiquement formés. Ils interviennent obligatoirement en binôme.²⁰⁰ Les acteurs journaliers de la fabrication sont rattachés à la *supply chain*. Ils déchargent les matières premières arrivant sur le site : ils dépotent les camions et les wagons. De plus, ils conditionnent les produits finis des deux ateliers de fabrication.

Avant de procéder au branchement, les opérateurs doivent immobiliser le wagon à dépoter. L'un des deux opérateurs vient placer un sabot asservi pour immobiliser les roues du wagon. Cette opération est indispensable car les vérins sur lesquels se branchent les bras de dépotage restent fermés tant que le wagon n'est pas immobilisé.

L'activité de branchement comprend deux phases principales : le branchement du bras destiné à la phase gazeuse puis le branchement du bras destiné à la phase liquide.

Tout d'abord, les opérateurs doivent démonter la partie supérieure de la vanne qui accueillera le bras et ôter la pièce située à l'extrémité du bras de dépotage. Lors de ces deux opérations préalables, les opérateurs peuvent faire face à un dégagement d'acide A. En effet, de petites quantités d'acide A peuvent stagner dans la partie coudée des bras ou dans la cavité située entre la vanne du container et son couvercle.

L'activité de branchement est très manuelle. Les opérateurs utilisent des outils classiques : clés, brosse... Les clés à air, les bras de dépotage équipés de flexibles ainsi que des joints en Goretex® qui permettent un serrage plus facile ont récemment facilité leur travail.

Une fois les opérations terminées, les opérateurs se rendent à la cabine du SUG munis d'une checklist (Cf. annexe II) sur laquelle ils consignent l'état du système. Ils la remettent à l'opérateur du SUG chargé de la surveillance et de la vidange du container branché. Ce passage de témoin effectué, les opérateurs de la fabrication retournent à leurs activités dans les ateliers de fabrication.

5.1.3.2. Les opérateurs du SUG pilotent et surveillent le dépotage

Les opérateurs du SUG travaillent à 2 par quart. Depuis la salle de commande du SUG, ils surveillent le réseau électrique de l'usine ainsi que les réseaux d'eau (eau potable et eau industrielle). L'un des deux opérateurs reste dans la salle de contrôle pendant que l'autre prélève des échantillons d'eau sur le terrain afin que les techniciens du laboratoire de l'usine les analysent. Par ailleurs, la salle de commande du SUG sert de quartier général en cas d'alerte dans l'usine.

Avant de lancer la vidange du container, l'opérateur du SUG doit vérifier le niveau de deux paramètres :

- Le poids d'acide A : ce poids permet de vérifier la quantité d'acide A à l'état liquide (l'acide A ne peut être dépoté qu'à l'état liquide). En été, la connaissance de ce paramètre est cruciale pour décider de vidanger le container. En effet, les

²⁰⁰ Cf. Annexe II. : Le lecteur trouvera un descriptif de l'activité de branchement que nous avons observée.

températures extérieures élevées réchauffent les containers et vaporisent l'acide A qui forme des tampons de gaz, empêchant son dépotage

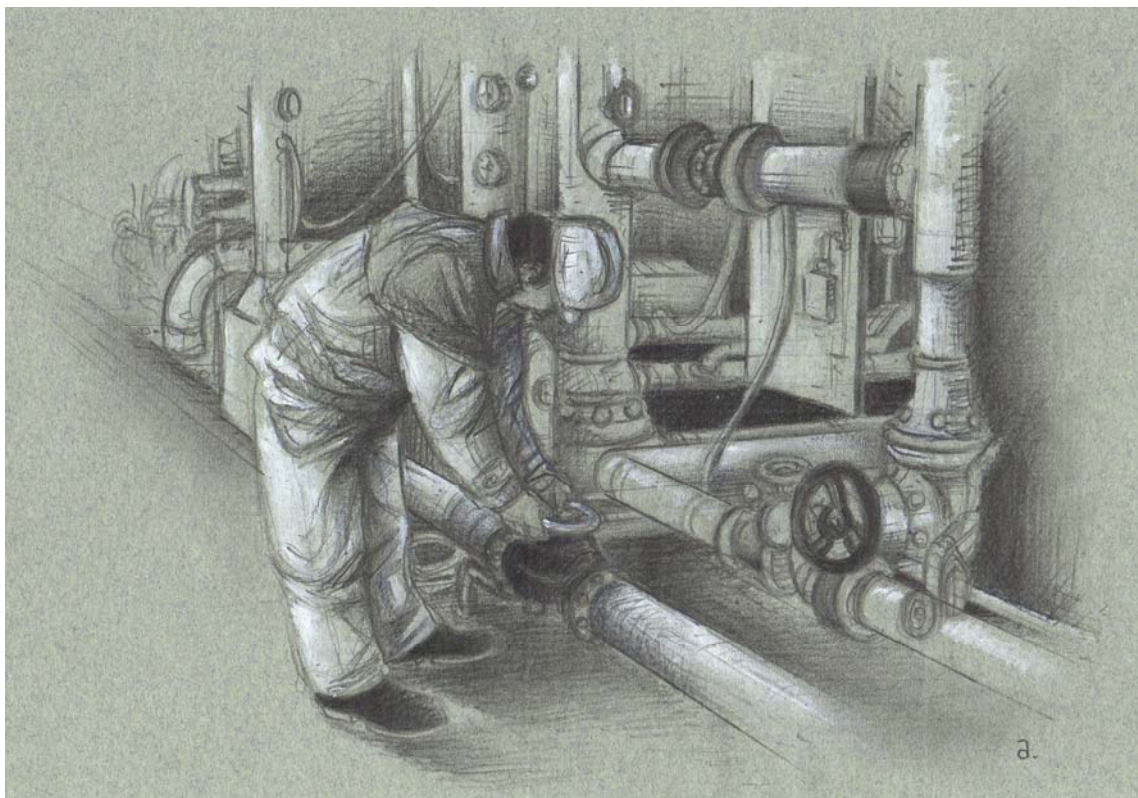
- La conductivité du produit c'est-à-dire le nombre de parties par million (ppm) d'eau dans l'acide A (1 ppm=1 mg d'eau par litre d'acide) : ce paramètre ne doit pas dépasser une valeur seuil au-delà de laquelle le mélange eau/acide A devient dangereux car très corrosif. Le conductimètre qui mesure ce paramètre est relié à une alarme implantée sur l'un des tableaux de la salle de contrôle.

Ces paramètres sont vérifiés tous les quarts d'heure. Le dépotage se fait par un système de pas à pas que les opérateurs peuvent suivre sur un écran spécifiquement dédié au dépotage. Sur l'écran, les vannes sont colorées selon leur état : vert pour une vanne ouverte, rouge pour une vanne fermée.

Lorsque la vidange du container est terminée, l'opérateur qui l'a suivie doit noter :

- la conductivité à la sortie de l'échangeur,
- le nombre d'interruptions pendant le dépotage,
- toutes les anomalies constatées pendant le dépotage.

Il clôture son intervention en complétant une check-list. Les opérateurs de la fabrication ne pourront débrancher le container vide que si toutes les conditions énumérées sur la check-list sont remplies.



5.1.3.3. Une installation vieillissante

Pour les opérateurs du SUG, la vidange des containers présente des difficultés spécifiques car l'installation est ancienne. Elle a été construite pour le chargement et le déchargement de containers d'acide à l'époque où le site le fabriquait. Moyennant quelques modifications, elle a été adaptée au déchargement de wagons. Tout d'abord, l'écran de contrôle représente encore l'ancienne installation d'empotage/dépotage d'acide A. Les parties d'installation encore opérationnelles sont en surbrillance. Cependant, le synoptique reste chargé et complexe (Cf. annexe II.).

Comme elle ne remplit plus son usage initial, la station connaît des dysfonctionnements récurrents en particulier au niveau des matériels qui ne sont pas dimensionnés pour la vidange de wagons : En été, lorsqu'il est nécessaire de refroidir l'acide, les capacités du système de refroidissement sont insuffisantes et la vidange du container s'arrête souvent.

« Il y a des problèmes de refroidissement car le refroidisseur est de faible capacité ; le barriquand est trop faible par rapport au débit qui passe et il n'y a pas de maintien sous pression (afin que l'acide reste à l'état liquide). Car l'installation actuelle servait à remplir des wagons. Ca fait dix/quinze ans qu'on ne produit plus d'acide A et dix ans que le poste n'a pas changé. » Technicien du bureau d'études.

De plus, il devient toujours plus difficile pour le personnel de la Maintenance de remplacer les pièces sur des modèles de matériels anciens ; c'est le cas des pompes immergées qui permettent le soutirage de l'acide depuis les stockages. .

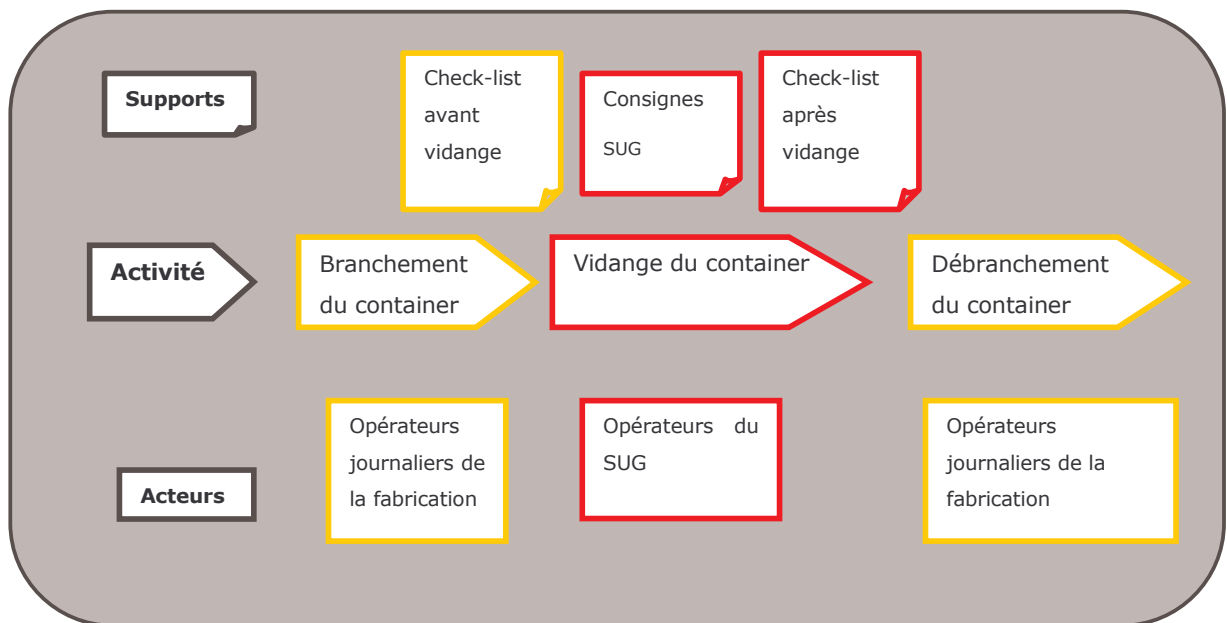


Figure 5.1. : Les acteurs et les supports d'une activité de dépotage en trois phases : branchement, vidange et débranchement

5.2. Les enjeux du projet de modification du poste de dépotage

Le projet de modification du poste de dépotage conjugue risques professionnels pour les opérateurs du dépotage et risque d'accident majeur. Au delà de ces enjeux de premier plan, les modifications placent les acteurs de la conception face à des enjeux réglementaires, organisationnels et technologiques que nous exposons à présent.

5.2.1. Les enjeux réglementaires : obtenir l'autorisation d'exploiter le futur poste de dépotage

Pour les acteurs du site CHIMIE de La-Source, l'enjeu est d'obtenir l'autorisation d'exploiter le poste de dépotage conçu. Or, comme nous l'avons vu dans le chapitre précédent, cette autorisation repose sur l'examen d'un dossier démontrant que le futur poste de dépotage permet de prévenir et de maîtriser le risque d'accident majeur. Tout l'enjeu réside donc dans cette démonstration qui doit convaincre l'inspecteur des installations classées et les différents experts qui examineront le dossier. Cependant, l'exercice est complexe car il ne s'agit pas de répondre à des exigences réglementaires précises mais de traduire les exigences de l'arrêté préfectoral en dispositions techniques et organisationnelles. De ce fait, la prévention du risque d'accident majeur confronte les acteurs du site à enjeux organisationnels et techniques que nous exposons dans les deux paragraphes suivants (§ 4.3.2. et 4.3.3.).

5.2.2. Les enjeux organisationnels : articuler organisation des activités de l'atelier THORIUM avec les activités de dépotage

Rattacher le poste de dépotage d'acide A à l'atelier « THORIUM » n'est pas uniquement une question de déplacement physique. En transférant le poste, il s'agit d'intégrer les activités de dépotage à celle de l'atelier « THORIUM ». Les acteurs du projet sont donc confrontés à un enjeu organisationnel principal : articuler deux groupes d'activités. Plus précisément, ils doivent anticiper l'organisation du branchement, de la vidange et du débranchement des wagons alors que les opérateurs qui les réalisent travaillent à la fabrication de produits et que la suppression des stockages impose une distribution de l'acide en flux tendus vers les ateliers « PHOSPHORE » et « THORIUM ». Par ailleurs, les acteurs du projet doivent également anticiper les risques liés à l'articulation d'activités dangereuses.

5.2.3. Les enjeux technologiques : Difficulté technique modérée pour installation à hauts risques

Concevoir un nouveau poste de dépotage ne présente pas de difficultés techniques à priori pour les concepteurs. En effet, le dépotage consiste à transférer l'acide A du wagon aux réservoirs annexés aux installations. Le dispositif technologique conçu doit permettre de contrôler l'état physique de l'acide A (liquide ou gazeux) car le dépotage ne peut se faire que si le produit est à l'état liquide. Les différents matériels utilisés pour les installations utilisant ce produit sont bien connus des acteurs du

Bureau d'Etudes. Ces derniers se réfèrent à un ensemble de règles spécifiques élaborées par un collège d'experts européens : le Comité Technique (CT). Ces recommandations concernent tant la spécificité des matériels et matériaux à utiliser –type de pompes, type de tuyauterie- que les équipements pour les personnels. Elles sont régulièrement révisées en regard des incidents et accidents ayant lieu au cours de l'exploitation, du transport ou du stockage de l'acide A. A la différence de produits comme l'OX ou le D, ces règles n'ont pas valeur d'obligations. Néanmoins, en cas d'incident ou d'accident elles constituent l'unique référentiel pour l'inspection des installations classées. Compte tenu des risques liés à l'usage de ce produit et des objectifs toujours plus élevés d'amélioration de la sécurité et de la fiabilité des procédés, ces recommandations fournissent aux acteurs industriels une base de travail précieuse pour l'exploitation, l'entretien, et la mise à niveau des installations.

« Actuellement, la DRIRE s'occupe de l'A [acide A] et ils se sont organisés et renforcés avec la régionalisation. Parallèlement, on fait front avec la TERRE [industriel de la région dépotant de l'A] Eux, ils ont des contraintes de stockage car ils consomment vingt tonnes par jour ; ils ont avancé en sécurité, nous on suit... [Evoquant la visite de ce site à laquelle il a participé]"Bernard, technicien du Bureau d'Etudes, 23/09/2003.

De plus, l'insertion des activités de dépotage dans les activités de l'atelier « THORIUM » et les risques qu'elles induisent posent la question de l'automatisation du poste de dépotage. Faut-il l'automatiser au maximum afin d'alléger la charge de travail supplémentaire et limiter les risques de contacts avec le produit ? Nous verrons au cours du travail de conception que la relation entre risques et automatisation n'est pas simple à comprendre. De plus, les réunions de conception montreront que les acteurs du projet adoptent des positionnements parfois antagonistes à ce sujet.

5.2.4. Les enjeux de persuasion

Pour construire le poste de dépotage, les acteurs du site de La-Source doivent convaincre la Direction Industrielle de leur accorder le budget nécessaire. Ce travail est effectué par le Comité de Pilotage. Le directeur du site en particulier est l'interlocuteur privilégié du représentant de la Direction Industrielle, « l'asset manager ». Compte tenu de la situation économique du groupe, la présentation du projet ne se limite pas à une formalité, elle repose sur une argumentation précise dans le but de justifier l'effort d'investissement. Plus que de présenter, il s'agit de « vendre le projet » à la direction industrielle.

« La DRIRE demandait les scénarios pour fin octobre 2003 et le dossier DAE pour fin mars 2004. Mon rôle est de s'assurer qu'on tient les délais. Après, il y a deux étapes importantes. Chaque entreprise a des investissements : les investissements courants et les investissements stratégiques comme l'Aa [acide A anhydre]. Il va falloir présenter et vendre ce projet. Normalement, c'est pas difficile mais en cette période de récession. » Paul, Directeur du site, 16/03/2004.

Dans ce cadre, l'analyse de la valeur finale représente les enjeux de la Direction Industrielle : concevoir un poste de dépotage respectant l'injonction réglementaire à coût minimal.

5.3. Une brève histoire de la mise en conformité du poste de dépotage d'acide A

L'objectif du projet est de concevoir un poste de dépotage conforme aux exigences de l'arrêté préfectoral et permettant d'alimenter les ateliers de fabrication en acide A. Le travail de conception place les acteurs de l'équipe projet face à plusieurs enjeux. 1) des enjeux de sécurité des opérateurs compte tenu des risques de brûlure inhérents aux activités de branchement : débranchement et dépotage des wagons, 2) des enjeux de sûreté à travers le risque majeur de fuite d'acide A, 3) des enjeux organisationnels car le projet a lieu dans un contexte de réorganisation du dépotage de l'acide A, 4) des enjeux de production car le poste de dépotage doit permettre d'approvisionner les ateliers sans rupture. Le projet est marqué par des imprévus qui contraignent les acteurs dans leur travail de conception, notamment des restrictions budgétaires. Ces revirements imposés mettent en concurrence certains enjeux.

5.3.1. Petite chronologie du projet

5.3.1.1. Première période : Du cabanage du poste de dépotage actuel à une nouvelle installation

a) Un premier arrêté préfectoral impose le cabanage du poste actuel.

En avril 2002, un premier arrêté préfectoral impose le cabanage du poste de dépotage d'acide A actuel. Une première équipe projet examine cette solution²⁰¹. Cependant, les bacs de stockage annexés à l'installation contiennent de grandes quantités d'acide (60 et 80 m³), ce qui induit des risques importants. Dans la perspective de diminution des conséquences d'un scénario de fuite, leur confinement deviendrait obligatoire sous peu. Le cabanage du poste de dépotage apparaît alors comme le premier élément d'un ensemble de requêtes réglementaires à venir. Anticipant les difficultés de réalisation du confinement de l'ensemble et son coût économique, les acteurs du site recherchent une solution plus durable. Ils décident de rattacher le poste de dépotage à l'atelier « THORIUM », tout en supprimant les stockages intermédiaires. Les deux ateliers de fabrication, « PHOSPHORE » et « THORIUM » seront alimentés depuis les wagons par l'intermédiaire d'un système de distribution qui reste à définir (*Solution « B » ou Solution « bac A »*). Comme elle réduit notablement les quantités d'acide A stockées, cette solution permet de limiter les conséquences d'une fuite. De plus, l'implantation du poste de dépotage sur un atelier de fabrication facilite la réorganisation de l'approvisionnement et la distribution de l'acide A. Jusqu'ici, ces activités étaient partagées entre les opérateurs du conditionnement qui branchent et débranchent les wagons d'une part, et les acteurs du Service des Utilités Générales qui gèrent leur vidange dans les bacs de stockages d'autre part. La réorganisation restitue l'ensemble de la gestion de l'acide A aux acteurs de la fabrication de CHIMIE. Les acteurs de l'équipe projet sont confrontés à un enjeu organisationnel : articuler les activités de dépotage avec les activités de fabrication de l'atelier « THORIUM ». Enfin,

²⁰¹ Nous avons reconstitué cette phase a posteriori. Dans ce document, nous faisons le choix de présenter plus en détail la période du projet que nous étudions en direct : de septembre 2003 à mars 2005

rattacher une station de dépotage moderne, sûre et conforme aux exigences réglementaires à un atelier, s'inscrit dans une politique de pérennité des installations et des activités.

«L'exploitant met en œuvre un dispositif de confinement des installations d'acide A anhydre, permettant de réduire très sensiblement les distances de danger en cas de fuite majeure...pendant une phase de dépotage²⁰².»

b) Implanter le poste de dépotage sur un atelier de fabrication : une solution pour l'avenir du site

Comme il s'agit de construire une nouvelle installation, les acteurs du site doivent renégocier les termes du premier arrêté préfectoral, notamment le délai de mise en conformité et les caractéristiques de la modification. Grâce à l'argument préventif notamment, les acteurs de la DRIRE (Direction Régionale de l'industrie de la Recherche et de l'Environnement) et le sous-préfet accordent un délai supplémentaire et révisent l'arrêté préfectoral.

« L'exploitant modifie ses installations de dépotage, stockage et distribution de sorte qu'en cas d'accident majeur..., les effets irréversibles sur la santé des personnes ne sortent pas des limites du site. Ces modifications peuvent inclure, le cas échéant, un confinement des installations ou tout autre dispositif adéquat.²⁰³ »

Cependant, ils imposent deux échéances afin de s'assurer de l'avancement du projet :

- Fin octobre 2003 : la remise des scénarios d'accidents,
- Fin mars 2004 : le dépôt du dossier de demande d'autorisation d'exploiter.

*« En 2002-2003 CHIMIE a fait des études technico-économiques. Ils ont dit que compte tenu de l'enjeu financier, garder les vieilles installations avec les stockages n'était pas un bon choix donc ils ont proposé de déplacer l'installation. Il y a eu des réunions tripartites DRIRE, sous-préfet, exploitant au cours desquelles l'exploitant expose ses mesures de réduction des risques. Pour nous, le but c'est de travailler avec l'exploitant mais il nous faut un certain nombre de garanties. L'arrêté préfectoral a fixé un certain nombre de garanties pour être sûr que l'exploitant travaille sur le projet car CHIMIE avait de gros problèmes financiers. On avait mis une échéance en octobre 2003 et une fin mars 2004 pour la remise du dossier. »
Inspecteur DRIRE, 30/07/2004.*

c) Débats autour du système de distribution de l'acide A vers les deux ateliers

Début septembre 2003, les acteurs de l'équipe projet travaillent à la définition d'un poste de dépotage implanté sur l'atelier « THORIUM ». Cependant, ils sont divisés à propos du système de distribution de l'acide A des wagons vers les deux ateliers. Les acteurs du Bureau d'Études proposent d'utiliser comme bac intermédiaire, l'ancien réacteur de synthèse du produit B présent dans l'estacade de l'atelier « THORIUM » mais inutilisé depuis quelques années (Solution « B »). Selon eux, ce procédé de distribution facilite la réalisation des travaux et minimise la durée d'arrêt des fabrications pendant cette période. De plus, ce bac offre une petite réserve d'acide en cas de rupture d'approvisionnement. A l'opposé, le responsable des fabrications, membre du comité de pilotage,

²⁰² Citation du premier arrêté préfectoral daté d'avril 2002, souligné par nos soins.

²⁰³ Citation de l'arrêté préfectoral du 4 août 2003.

suggère d'utiliser un bac de distribution d'acide en service dans l'atelier « THORIUM » (Solution « bac A »). Cette option favorise un projet de modernisation des postes informatiques de conduite de l'atelier « THORIUM ». De plus, elle favorise la pérennisation des activités de cet atelier, dont les activités sont un peu en recul relativement à celles de l'atelier « PHOSPHORE ».

En accord avec la Direction Industrielle, le Comité de Pilotage choisit cette dernière solution car elle permet d'améliorer et de moderniser les installations.

« Début 2003, le chiffre de confinement du poste actuel était d'environ 2 millions d'euros. Tout compris, on arrivait à 2.5 millions d'euros. C'est un investissement non productif. On s'est dit c'est bête, surtout qu'avec la réglementation on allait nous demander plus [notamment le confinement des stockages]. L'activité [la direction industrielle] a eu la même réaction que nous, j'ai eu quelques personnes au téléphone. On a envisagé une autre solution qui a vite été abandonnée : une solution de dépotage plus proche de PHOSPHORE que de THORIUM car on avait des doutes sur l'avenir de THORIUM, le cœur de l'activité étant PHOSPHORE. On s'est alors demandé est-ce qu'on peut conduire depuis THORIUM sous INFO™. Là, on a sauté sur l'occasion. En fin d'année, il reste quelques Kilos euros dans l'entreprise, des enveloppes non utilisées sur certains sites. On en a profité en fin d'année pour avoir les INFO (170 k€) [postes informatiques de conduite INFO™]. » Paul, Directeur du site, 16/03/2004.

Sur la base de cette décision, les acteurs de l'équipe projet travaillent à la conception de détail de l'installation. Ils suivent les étapes suivantes : mise au point du schéma Technologie Instrumentation (TI), revue alarmes et sécurité appelée également analyse de risques (HAZop, Cf. §5.2.), traitement des fiches risques (si l'analyse de risques révèlent des risques majeurs résiduels de niveau 1 et 2), validation du schéma TI. L'objectif de la réunion du 2 octobre 2003, restituée dans la première vignette, en annexe III.1. de cette thèse, est de mettre au point le schéma TI de la solution bac A.

5.3.1.2. Deuxième période : restrictions budgétaires

a) Retour au cabanage du poste de dépotage actuel ?

Le 5 décembre 2003, dans le cadre de la procédure classique de demande d'investissement, le projet est présenté à la Direction Industrielle. Compte tenu de la situation financière délicate du groupe industriel et du fait que la mise en conformité du poste de dépotage n'est pas un projet d'amélioration de la fabrication, le coût de l'installation présentée est jugé trop élevé (2.5 millions d'euros).

Sur la base d'une enveloppe budgétaire plus modeste, l'équipe projet doit alors proposer des alternatives. Les concepteurs hésitent entre plusieurs solutions :

- la simplification des deux solutions techniques précédemment évoquées (Solution « Bac B » ou solution « bac A »), c'est-à-dire la suppression d'automatismes et de systèmes de régulations, le choix de matériels moins perfectionnés,
- une implantation différente du poste, entre les deux ateliers de fabrication (Solution « implantation intermédiaire »), car elle permet d'économiser les tuyauteries de raccordement,

- le cabanage du poste de dépotage actuel envisagé pour répondre au premier arrêté préfectoral.

A l'issue d'une réunion commune de l'équipe projet et du Comité de Pilotage, le 8 décembre 2003, le directeur du site demande aux acteurs de l'équipe projet de travailler sur le cabanage du poste de dépotage actuel, choix qui semble le plus économique, tout en préparant un chiffrage des trois autres solutions. Cependant, le cabanage du poste actuel, impose une nouvelle révision de l'arrêté préfectoral.

« Le retour à la solution du cabanage... le chiffrage proposé arrivait à des niveaux qui ne sont pas envisageables actuellement. Il fallait trouver une solution. Pour arriver au chiffrage accordé, on est parti sur le relookage du poste et sur un seul poste de dépotage. J'ai dit : allons jusqu'au bout, si on part sur un seul poste de dépotage, c'est pas la peine de le déplacer. Le BE [Bureau d'Études] a regardé la coût et la faisabilité d'une autre solution et le problème c'est que les solutions d'implantation sur THORIUM étaient plus coûteuses qu'on l'imaginait. » Jean, Responsable des fabrications

Dans cet objectif, le directeur du site et le responsable du service Amélioration Continue préparent un argumentaire. Finalement, ils n'auront pas à en faire usage.

b) Le poste de dépotage reste implanté sur l'atelier « THORIUM »

En effet, une semaine plus tard, sur la base de l'analyse de la valeur des quatre solutions, la direction technique du groupe industriel décide : le nouveau poste sera implanté sur l'atelier « THORIUM » et le dispositif de distribution de l'acide retenu est l'ancien réacteur de synthèse du produit B. La solution retenue est celle qui répondait le mieux aux enjeux de sûreté/sécurité et de production.

« Les arguments qui ont été retenus pour le choix de la solution : le fait que ça donnait de la souplesse. Entre les consos à PHOSPHORE et à THORIUM, le bac permettait de passer sans s'arrêter de l'un à l'autre et sans se presser pour le dépotage. Le point négatif c'est que cela faisait un bac de 5 m³ d'A dans l'estacade A et cet appareil n'a pas servi depuis 1990. Donc, il faut prévoir une ré inspection. Le point négatif dans l'utilisation du bac actuel d'A neuf c'est qu'il fallait faire un piquage supplémentaire sur le bac d'A neuf et c'était un point de fragilité. Souvent quand on présente des solutions, les points positifs de l'une sont les points négatifs de l'autre. Nous avons eu des discussions sur la cuvette. Est-ce qu'on avait de gros gains si on passait à une cuvette de 5 m³. Le BE nous avait dit que ce n'était pas tant le volume de la cuvette qui comptait mais le fait qu'il faille bétonner. L'argument pour la cuvette c'est que même si on sait qu'une bonne partie de l'A sera vaporisé, on a quand même retenu le plus gros volume. » Jean, Directeur du site, 16/03/2004.

Dans le cadre de la première réduction budgétaire, début décembre 2003, les acteurs de l'équipe projet préparent une comparaison des avantages et inconvénients des quatre solutions sur lesquelles ils ont travaillé, à la demande du directeur de site. La solution « bac A » sera abandonnée au profit de la solution « Bac B ». Les raisons principales en sont : le risque de rupture d'approvisionnement en acide des deux ateliers, et la nécessité de prévoir des astreintes pour procéder à des branchements les nuits et les week-ends. Or, dans un contexte de restrictions budgétaires, mettre en place des astreintes n'est pas la solution la plus économique. La future installation devra respecter l'enveloppe budgétaire réduite. Pour cela, les acteurs de l'équipe projet ont décidé de ne garder que deux postes de branchement sur les quatre prévus initialement et de supprimer certains automatismes et systèmes de régulation (*Solution « Bac B simplifiée »*). Les acteurs de l'équipe

projet procèdent à la conception de détail de cette solution : ils reprennent le schéma TI de l'installation, procèdent à sa revue (« Yellow-Revue ») puis à l'analyse de risques (HAZop) restituée dans la vignette2, en annexe III.2. de cette thèse. Cette solution est présentée dans le dossier de demande d'autorisation d'exploiter.

Cependant, elle n'est pas définitive car de nouveaux imprévus dans le déroulement du projet vont contraindre les acteurs du projet à la modifier.

5.3.1.3. Troisième période : Contraintes pratiques

a) Des ressources en personnel insuffisantes pour les modalités d'exploitation prévues

Le 26 février 2004, cette solution (*Bac B simplifiée*) est présentée aux acteurs du service médical et du CHSCT (Comité d'Hygiène Sécurité et Condition de Travail). Egalement présent, l'adjoint de fabrication fait part à l'équipe projet des difficultés d'exploitation de l'installation présentée compte tenu des ressources en personnel disponibles pour le dépotage. Le poste de dépotage ne satisfait pas les enjeux de sûreté/sécurité : il comporte beaucoup de vannes manuelles ce qui implique des interventions humaines plus nombreuses. Or, d'une part, les besoins importants en acide A pour les différentes fabrications impliquent des opérations de branchement et de débranchement très fréquentes en semaine comme en week-end. Les opérateurs journaliers qui en seront chargé ne travaillent qu'en journée et en semaine. D'autre part, le poste de dépotage est très manuel, ce qui multiplie les interventions sur le poste, en particulier pour les wagons composées de deux containers de 20 m³. De plus, les opérateurs doivent impérativement travailler en binômes. En accord avec le chef de projet, le technicien du Bureau d'Etudes propose une solution technique permettant de diviser par deux le nombre d'opérations de branchement des wagons : il s'agit d'un dispositif en forme de T permettant de brancher deux containers à la fois (Cf. annexe III, figures §III.2.1.). Une fois le premier container vide, un opérateur pilote la vidange du deuxième container depuis la salle de commande. Dans un premier temps, l'adjoint de fabrication s'y oppose car cette adaptation présente des risques importants pour les opérateurs. En effet, dans le cas où deux wagons sont branchés et reliés par le dispositif en T, les opérateurs peuvent avoir besoin de remplacer le premier wagon vide alors que la vidange du deuxième wagon n'est pas forcément terminée. Comme le poste de dépotage reste très manuel par ailleurs, ils n'ont pas de moyen de vérifier l'état des deux wagons. Ils peuvent alors se tromper et débrancher un wagon contenant encore de l'acide. Les acteurs de l'équipe projet proposent alors d'équiper le poste de dépotage de régulations afin que les opérateurs puissent vérifier l'état des wagons sur les synoptiques de la salle de contrôle. Ces adaptations conviennent aux acteurs de la fabrication.

« A l'issue de la réunion, ça a commencé à bouger dans les cabines. J'ai demandé à Pierre [chef de projet] d'organiser quelque chose si on voulait démarrer l'installation sans se mettre les syndicats et les ouvriers à dos. Q : Quels étaient les motifs de protestation ? Les motifs de protestation ? Ils ne veulent pas passer du temps dans la station. Il faut être deux et équipés et le week-end, ils sont seuls et isolés [l'encadrement est absent le week-end] ce serait la première fois en trente ans que je vois des branchements le week-end. J'ai fait une contre proposition où les quatre wagons sont branchés mais il faut des régulations, une vingtaine de boucles de régulation. Je l'ai présenté à Vincent [adjoind de fabrication] qui a accepté... Cette contre-proposition permet de brancher les quatre wagons et de piloter depuis la station. Il y aura moins d'interventions humaines dans la station. » Bernard, Technicien du bureau d'études, 04/05/2004.

« Bernard [technicien du bureau d'études] en avait parlé en réunion et avec Pierre ils nous ont demandé ce qu'on en pensait. Dans un premier temps j'ai dit non mais dans un deuxième temps ils nous ont expliqué qu'ils n'avaient pas les moyens de faire autrement. Qu'est-ce qui ne vous plaisait pas ? Avec le T, on a deux citernes branchées en même temps. On peut se tromper ne pas savoir si on a une citerne vide ou une citerne pleine pour débrancher. C'est pour des problèmes de sécurité et l'A, ça ne pardonne pas. Après, on a bien étudié la chose; ils ont rajouté des petites choses dont on avait besoin pour travailler en sécurité notamment sur les synoptiques en salle de contrôle. » Vincent, Adjoind de fabrication, 18/11/2004.

Cette solution est présentée aux acteurs de la fabrication le 11 mai 2004. Nous restituons cette réunion dans la vignette 3, en annexe III.3. De cette thèse.

b) Sondages de sols

Comme le prévoit le déroulement de l'étude technique du poste de dépotage, les sondages de sols sont réalisés sur le lieu d'implantation prévu. Mi-avril, les résultats démontrent qu'à cet endroit, le sol est instable. En effet, le sous-sol renferme 2500 m³ de boues chimiques sur une profondeur de 6 mètres, du fait des anciennes activités d'exploitation. Les acteurs de l'équipe projet consultent un bureau d'études spécialisé dont les experts proposent deux solutions pour construire le poste de dépotage :

- Injecter du béton dans le sous-sol, ou
- Installer des micros pieux équipés d'une enveloppe imperméable aux produits chimiques.

Ces deux options nécessitent l'évacuation des boues rejetées lors de l'injection du béton ou des pieux.

Quelle que soit la solution retenue, les modifications dans les travaux de génie civil n'ont pas d'impact sur le contenu du dossier de demande d'autorisation d'exploiter. En effet, elles ne remettent pas en cause l'implantation et n'impactent pas les risques majeurs engendrés par la future installation. Cependant, cette modification occasionne un surcoût du projet évalué à 1 million d'euros. Comme l'enveloppe globale du projet reste la même, les acteurs de l'équipe projet sont contraints de modifier le futur poste de dépotage.

Encore une fois, ces modifications ne sont pas les dernières. Les changements de fournisseur d'acide A et l'optimisation des coûts menée sous l'égide de la Direction Industrielle modifient encore la configuration du poste de dépotage.

5.3.1.4. Quatrième période : modifications finales

a) Une modification des sources d'approvisionnement : le site ne reçoit plus de wagons à double containers

Nous avons vu dans le site de La-Source dispose de trois sources d'approvisionnement en acide A (Cf. Chapitre 4, § 4.4.1.). Lors de la réorganisation du groupe industriel CHIMIE, au mois de juin 2004, l'un des sites fabriquant de l'acide A est fermé. Un contrat d'exclusivité pour l'approvisionnement est alors signé avec l'industriel Bayer. A partir de septembre 2004, le site de La-Source ne recevra plus qu'un seul type de wagon : des wagons équipé d'un seul container de 50 m³.

La station de dépotage est simplifiée au niveau des postes de branchement car les acteurs de la fabrication n'ont besoin plus du dispositif en forme de T. L'installation comporte donc deux postes de branchement simples. De plus, du fait de la contenance des containers, les branchements et débranchements seront moins fréquents, environ 50 par an.

b) L'analyse de la valeur de juin 2004 « optimise » le design de l'installation

L'analyse de la valeur que nous présentons plus précisément dans la suite de ce chapitre (Cf. §5.2.), a été mise en œuvre au mois de juin 2004, afin de s'assurer que la solution définitive répondait aux objectifs réglementaires, d'exploitation et financiers. Il s'agissait surtout de s'assurer que les coûts avaient été optimisés. A cette fin, un « challenger de coûts » (acteur de la direction industrielle) examine toutes les composantes de la solution et propose de les simplifier voire de les supprimer :

- l'implantation,
- le nombre de postes de dépotage,
- le système de distribution,
- la présence de certains matériels comme le refroidisseur,
- le génie civil notamment le toit protégeant l'installation.

Dans un contexte de restrictions budgétaires et d'incertitude quant à l'avenir du site, cette pratique prend toute son importance.

« Pour que l'accord d'investissement soit signé, il fallait savoir si le projet entrait dans la stratégie de CHIMIE PARFUMERIE (Perfumery Performance Agro : division industrielle du groupe CHIMIE à laquelle est rattachée le site de La-Source), c'est-à-dire qu'il fallait savoir si on arrêta La-Source ou pas. Il y a eu beaucoup de suppression d'emplois sur d'autres sites, Mulhouse et Saint-fons dans un contexte de retour à la rentabilité. Quand on a tous ces éléments, on comprend pourquoi on fait une analyse de la valeur aussi poussée. Mais le groupe projet n'avait pas tous ces éléments. » Paul, Directeur du site, 18/11/2004.

Elle se traduit principalement par la suppression d'automatismes et de détecteurs. De ce fait, les activités de dépotage deviennent plus manuelles. Les acteurs de l'équipe projet révisent l'analyse des risques afin de s'assurer que ces ultimes modifications n'induisent pas de risque majeur. Nous

verrons dans le chapitre 7 les limites de cette méthode pour articuler les enjeux de sûreté/sécurité avec les autres enjeux du projet dans les choix de conception.

Les modifications d'installation retenues sont les suivantes²⁰⁴ :

MODIFICATIONS	CONSEQUENCES
Sur le poste de dépotage	
Suppression du détecteur de débit d'azote	Plus de détection d'une variation importante du débit d'azote qui pouvait signifier rupture du flexible
suppression de 3 vannes régulées par postes et de tous les verrouillages et automatismes associés	Le test d'étanchéité et le lancement du dépotage se feront en manuel
Suppression de tous les fins de course sur l'aiguillage et des clefs	Plus de signalisation de la position des wagons en salle de conduite
Suppression bardage translucide sur les passerelles de dépotage	Pas de confinement local en cas de fuite
Suppression d'un clapet anti-retour sur l'arrivée d'azote	1 clapet commun pour la station au lieu d'un clapet par poste de dépotage
Dans l'atelier « THORIUM »	
Une seule pompe de distribution d'acide au lieu de deux	En cas de problème sur la pompe, pas de pompe de secours. Risque de rupture d'approvisionnement des ateliers
Suppression des quatre vannes automatiques de reprise d'une pompe de distribution à l'autre (conséquence de la suppression d'une pompe)	
Récupération de l'échangeur refroidisseur de la station actuelle	
Suppression de la vanne de régulation sur le refroidisseur	Risque d'envoi d'acide à -15°C, risque de surconsommation de froid.

²⁰⁴ Sources : Compte-rendu de la réunion d'analyse de la valeur

Résumé du projet de modification du poste de dépotage :

période	solution	implantation	Caractéristiques technologiques	Nombre de voies ferrées et nombre de postes de branchement	Approvisionnement des ateliers
I	Poste actuel	Près du SUG	Dépotage dans deux réservoirs de 60 et 80 m ³	1 voie ferrée, 1 poste (branchements pour 1 wagon)	Stockages permettent approvisionnement aisé des deux ateliers.
	Cabanage du poste actuel	Près du SUG	Dépotage dans deux réservoirs de 60 et 80 m ³	1 voie, 1 poste	Cabanage du poste actuel
	Solution « Bac B »	Atelier « THORIUM »	Bac relais= ancien réacteur synthèse produit B	2 voies 4 postes	Dépotage des containers vers les ateliers avec un petit réservoir tampon Solution semi- automatisée
	Solution « bac A »	Atelier « THORIUM »	Bac relais = bac d'A neuf de l'atelier THORIUM	2 voies 4 postes	Dépotage en flux tendus des containers vers les ateliers. Solution semi- automatisée
Vignette 1. Annexe III.1. Revue sur schéma TI de la solution « Bac A »					
II	Cabanage du poste actuel	Près du SUG	Dépotage dans deux réservoirs de 60 et 80 m ³	1 voie ferrée, 1 poste (branchements pour 1 wagon)	Cabanage du poste actuel
	Solution « Bac B simplifiée »	Atelier « THORIUM »	Bac relais= ancien réacteur synthèse produit B	2 voies 2 postes	Solution plus manuelle
	Solution « bac A » simplifiée	Atelier « THORIUM »	Bac relais = bac d'A neuf de l'atelier THORIUM	2 voies 2 postes	Solution plus manuelle
	Solution implantation intermédiaire	Entre l'atelier THORIUM et l'atelier PHOSPHORE	Bac relais à définir	2 voies 2 postes	Solution plus manuelle que dans la période
Vignette 2. Annexe III.2. Analyse de risques de la solution « Bac B simplifiée »					
III	Solution « Bac B » équipée d'un dispositif en forme de T	Atelier « THORIUM »	Bac relais= ancien réacteur synthèse Produit B	2 voies 2 postes	Possibilités de relier deux containers de 20 m ³ par un dispositif en forme de T
Vignette 3. Annexe III.3. Présentation de la solution « Bac B équipée d'un T »					
IV	Solution « Bac B » finale	Atelier « THORIUM »	Bac relais= ancien réacteur synthèse Produit B	2 voies 2 postes	La station, très manuelle, accueille uniquement des wagons équipés d'un container unique de 50 m ³

5.3.2. La vie parallèle du dossier de demande d'autorisation d'exploiter

5.3.2.1. Le chef de projet rédige le dossier

Le chef de projet rédige le dossier de Demande d'Autorisation d'Exploiter. Seule l'Etude d'impacts est sous-traitée à Tech car elle requiert des compétences spécifiques dont les acteurs du site ne disposent pas. La rédaction du dossier de demande d'autorisation d'exploiter est une première pour le chef de projet. Au début de ce travail, il est confronté à une partie délicate : le calcul et la rédaction des scénarios d'accident. Le 14 octobre 2003, il profite de la présence de l'ingénieur Tech venu pour animer la réunion d'analyse de risques (*Solution « bac A »*). Il lui présente les scénarios qu'il a identifiés et calculés. L'ingénieur expert détaille le type de scénarios à prendre en compte mais également la manière de les présenter.

« Il y a deux types de scénarios. Premièrement, les scénarios d'urbanisation. Deuxièmement, les scénarios techniquement vraisemblables. Dans le premier il y a cinq types : le BLEVE mais ici on s'en fout, l'explosion de solides (TNT), l'ouverture du plus grand réservoir c'est ton scénario de rupture de container d'A. Tu l'as calculé. Ensuite, la rupture de ligne de plus grand débit. Donc la rupture de la ligne de transfert entre le container et le bac relais. Et le feu sous capacité ; pour toi c'est pas un problème. » Ingénieur Tech, 14/10/2003.

« Donc, dans ton étude de dangers, tu dois en présenter deux. Ensuite, il y a les scénarios techniquement vraisemblables : les fuites sur joints et les scénarios de l'étude de déviations. On a classé deux scénarios C. Mais je vois que tu as fait ce calcul et que tu en as d'autres qui couvrent ceux qu'on a trouvés. » Ingénieur Tech, 14/10/2003.

Il anticipe les demandes et les remarques de la DRIRE.

« Dans les scénarios techniquement vraisemblables, ils vont prendre celui qui a le plus grand effet et te demander ce qu'il se passe avec et sans sécurité. Ensuite, ils vont s'attaquer à la liste des IPS [éléments importants pour la sécurité]. Ce sont les ultimes barrières pour éviter l'accident que tu développes. On a pris tout à l'heure le scénario de remontée dans le réacteur. Il faut que tu puisses montrer à la DRIRE que tu vérifies cet IPS. S'il est en panne, on arrête l'atelier ou on a un autre IPS » Ingénieur Tech, 14/10/2003.

Plus tard, dans la phase finale d'élaboration du dossier, le directeur du site et le responsable du service Amélioration Continue souhaitent s'assurer de la qualité de rédaction du document en regard des exigences de la DRIRE. Le 16 mars 2004, un ingénieur du groupe Tech vient sur le site pour relire l'épais document

Il anticipe les demandes de la DRIRE sur la base du dossier rédigé par le chef de projet :

« Mon rôle aujourd'hui, c'est d'être pire que la DRIRE, de te faire sortir tes arguments. » Ingénieur expert (s'adressant à l'ingénieur responsable du service amélioration continue), 16/03/2004

Il conseille le chef de projet tant sur la forme que sur le fond du document.

Pierre, chef de projet : Est-ce qu'il faut prendre la cuvette avec et sans sécurité ?

Ingénieur expert : Sans sécurité et avec sécurité. C'est une construction, une barrière passive. C'est la circulaire d'octobre 2003. On fait la cuvette profonde et de faible section pour limiter l'évaporation. Ils sont faits les calculs ?

Pierre : Oui, il m'en reste à valider.

IE : Tu me mets les hypothèses, les résultats mais il manque des résultats intermédiaires. Tu as la taille de la brèche, le débit par seconde. Tu calcules combien flashe c'est-à-dire combien s'évapore. Il est important de le savoir. Combien de kilo à l'air libre qui in fine vont s'évaporer. C'est ce qui permet aussi de justifier le calcul des garanties financières.

Pierre : Je vais marquer au moins le débit de la brèche. Et la quantité flashée, comment on la calcule ?

IE fait un schéma : ici tu as l'orifice, il la partie liquide qui va tomber dans la cuvette. En combien de temps ta flaque s'évapore ?

Pierre : Je sais pas.

IE : Si, Pampa va te dire si au bout de 30 minutes il te reste tant d'A dans la cuvette

Pierre : Pampa considère qu'à trente degrés [Celsius], si de l'A tombe d'une ligne il va s'évaporer avant d'atteindre le sol ; mais je rajouterai des éléments.

IE : Qui vont conforter les garanties financières.

L'ingénieur expert insiste sur la qualité de rédaction du dossier car c'est la base d'expertise pour les administrations. Expurgé des parties confidentielles, il représente la future installation pour le public, au cours de la procédure d'enquête publique

« C'est important la DAE car c'est là-dessus que les administrations qui donnent leur avis se fondent. Seule la DRIRE connaît l'usine. Le public ne la connaît pas, la Mairie non plus. La seule vitrine sur laquelle ils vont fonder leur avis c'est le dossier DRIRE. Il faut qu'il soit clair, bien présenté, sans fautes d'orthographe, que les termes soient bien choisis. Tout ce qui est marqué doit être vérifiable et /ou justifiable et c'est très technique sur le fond. » Ingénieur Tech.

Il rappelle également les délais à respecter dans la présentation du dossier dans le cadre de la procédure de demande d'autorisation d'exploiter.

5.3.2.2. L'inspecteur de la DRIRE instruit le dossier

a) Une instruction sous contraintes

L'instruction du dossier de demande d'autorisation d'exploiter représente une charge de travail importante pour l'inspecteur de la DRIRE car il doit examiner l'épais dossier dans le détail. Ce travail s'inscrit dans un agenda bien chargé : inspections, études de dangers, dossiers et révisions ou élaboration de nouveaux arrêtés préfectoraux pour chacun des sites sous sa responsabilité. De façon générale, les inspecteurs se heurtent à trois difficultés majeures dans leurs différentes missions. La première tient à la complexité de la réglementation à appliquer. Par exemple, apprécier l'importance d'une modification d'installation afin de décider de la soumettre à une procédure de demande d'autorisation d'exploiter reste subjectif, malgré l'application de critères quantitatifs.

« La DAE [Demande d'Autorisation d'Exploiter] n'est pas systématique. Si la modification est non notable au sens du décret de 1977, il n'y a pas de DAE avec enquête publique. Si la modification est notable, on fait une DAE. Q : Comment évaluez-vous le caractère notable de la modification ? C'est très flou, au niveau des quantités, c'est fixé. Mais par exemple, toute installation qui est déplacée, comme c'est le cas pour CHIMIE est soumise à DAE. L'évaluation est très liée à l'impact que peut avoir la nouvelle installation. Au niveau des quantités, on regarde si les quantités dépassent les quantités autorisées » Inspecteur DRIRE, 30/07/2004.

De plus, la loi sur les risques de juillet 2003 ne comporte que sept décrets d'application. Elle reste donc difficile à interpréter et à appliquer au cours des expertises. La deuxième difficulté réside dans l'organisation spécifique à la division régionale contrôlant le site étudié. En effet, les inspecteurs du pôle risques contrôlent chacun cinq à six sites classés Seveso 2 dont le niveau de risques est équivalent du point de vue de la réglementation. De ce fait, il leur est difficile d'établir des priorités entre les différents dossiers qu'ils ont à traiter. A l'inverse, dans les subdivisions départementales, les inspecteurs contrôlent des installations d'importance variable du point de vue des risques, ce qui simplifie le choix des priorités.

« La difficulté par rapport aux subdivisions [départementales] c'est que eux, ils ont beaucoup de sites et ils peuvent être appelés à tout moment. Ils ont des sites tellement différents du site chimique au dépôt de pneus que la priorisation se fait naturellement. Nous, on a un autre problème, on a 5-6 sites équivalents au niveau risques : risques toxiques, emballement réactionnel. Ce sont de gros sites, ça bouge beaucoup, ils nous envoient tous des choses en même temps. Les choix se font en fonction des pressions en termes d'impacts, de délais de réalisation, de risques. L'urgence vient en premier : s'il y a un accident c'est la priorité. En deux, les dossiers DAE [Demande d'Autorisation d'Exploiter], les études de dangers ayant des impacts et des enjeux importants dans l'amélioration de la sécurité. Quand j'ai beaucoup de gros dossiers comme en ce moment, les problématiques eau/air, j'en fais un petit tas sur le bureau et j'attends d'être plus tranquille. Mais tous les docs qui arrivent, je les lis systématiquement pour m'assurer qu'il n'y a pas de problèmes. » Inspecteur DRIRE, 30/07/2004.

Enfin, les inspecteurs rencontrent un troisième type de difficultés. Même s'ils sont rédigés à partir de la même trame²⁰⁵, les dossiers diffèrent notablement d'une installation à l'autre. Les industriels restent libres d'organiser le document comme ils l'entendent.

«La problématique de l'Etude de Dangers c'est qu'elle est sous la responsabilité de l'exploitant. Il y a un document type avec les chapitres que doit contenir l'étude mais il est libre de l'organiser [plan du document] comme il le veut. Les exploitants n'ont pas tous le même fil conducteur.» Inspecteur DRIRE, 30/07/2004.

b) Réglementation, expérience personnelle et discussions avec l'exploitant : les principales ressources pour la maîtrise des risques

Pour mener à bien l'analyse de dossiers fournis et complexes, l'inspecteur s'appuie sur ses connaissances personnelles acquises au cours d'une formation d'ingénieur chimiste et d'une expérience professionnelle chez un industriel de la chimie. Les formations dispensées par la DRIRE complète ces acquis. Il utilise également les documents édités par le ministère de l'environnement notamment le guide pour l'examen des études de dangers.

« Nous avons le guide du Ministère pour l'examen de l'Etude de Dangers mais ça reste assez général. Après ce sont les connaissances acquises, nous avons également des stages sur différents thèmes. Ensuite, chacun a sa technique. Moi, je me suis fait des check-lists.» Inspecteur DRIRE, 30/07/2004.

²⁰⁵ « Le présent guide a pour objet de fournir le canevas du DOSSIER DE DEMANDE D'AUTORISATION, sur la base duquel est réalisé l'instruction de la demande ; et notamment l'enquête publique. Le présent guide ne retient que les éléments de base qui doivent figurer dans toutes les demandes » Guide pour l'élaboration d'un dossier de demande d'autorisation d'exploiter, Direction régionale de l'industrie de la recherche et de l'environnement, p.1.

Enfin et surtout, l'inspecteur a recours à une analyse critique (ou tierce expertise) du dossier par un cabinet d'experts indépendants. Cette pratique est devenue systématique pour les modifications importantes d'installations ou les études de dangers. Elle permet de vérifier les scénarios d'accident proposés, et leur analyse. L'organisme de tierce expertise est proposé par l'industriel à la DRIRE qui peut le refuser et en proposer un autre en fonction des expériences sur d'autres dossiers. Cependant, dans le cas d'une demande d'autorisation, le choix du tiers expert est fortement contraint par les délais de l'instruction.

« On ne lui impose pas de tiers expert. Il nous dit oralement ce qu'il propose. On lui dit oui ou non. En général, il en propose un. Nous, ce qu'on demande, c'est que le tiers expert soit reconnu. Mais les tiers experts ont leurs domaines de compétences. Ce sont toujours les mêmes tiers experts qui reviennent. C'est sûr que si on a eu une Etude de Dangers réalisée sur un autre site avec une tierce expertise pas pertinente ou avec des problèmes de délais, si un exploitant nous propose ce tiers expert on ne va pas être d'accord. Le problème, ce sont les délais de réalisation. Pour la DAE [Demande d'Autorisation d'Exploiter], le délai est très important. On doit avoir l'analyse au minimum pour la communiquer au commissaire enquêteur pour qu'il fasse son rapport. Sur certains ateliers (hors DAE) on préfère parfois attendre un mois pour obtenir une étude critique bien faite. L'impact sur les personnes est très important mais également sur l'environnement, les sources, les captages en eau. » Inspecteur DRIRE, 30/07/2004.

c) L'inspecteur refuse le dossier de demande d'autorisation d'exploiter

Le dossier de demande d'autorisation d'exploiter est déposé en Préfecture le 15 avril 2004.

Le directeur du site, l'ingénieur responsable du service Amélioration Continue et le chef de projet présentent le dossier aux acteurs de la DRIRE le 26 mars 2004. Cependant, après avoir minutieusement étudié le dossier, **l'inspecteur de la DRIRE le déclare non recevable**. Le travail d'analyse consiste classiquement en deux étapes : une première lecture pour s'assurer que le dossier est complet et recevable en enquête publique.

« Tout d'abord, la forme du dossier est importante. Si des pièces sont oubliées, automatiquement, le dossier n'est pas recevable. Dans la première partie, on ne fait pas d'analyse complète, on vérifie que les éléments permettent d'avoir une bonne connaissance des risques et des dangers. S'il existe des éléments qui remettent en cause l'approche des risques faite par l'exploitant, si des scénarios évidents ont été négligés, si une étude d'Impacts n'aborde que les risques concernant les eaux superficielles (sans les eaux souterraines), le dossier n'est pas recevable. Le document qui part en enquête publique doit contenir tous les éléments pour permettre de se faire une idée des risques. » Inspecteur DRIRE, 30/07/2004.

Ensuite, une analyse plus approfondie de l'étude de dangers et de l'étude d'impacts permet de juger de la pertinence de l'analyse des risques.

« Quand le dossier est remis, on regarde tout : la description des installations, l'impact sur l'environnement et comment sont traitées l'évaluation du risque sanitaire, l'étude de dangers. Q : Refaites-vous les calculs ? Non, on n'est pas équipé des logiciels. D'abord, il existe plusieurs logiciels différents et aucun n'est reconnu plus performant que l'autre. L'étude de dangers est faite sous la responsabilité de l'exploitant. Par cette étude il s'engage : on s'assure donc que l'étude de dangers est exhaustive donc le descriptif de l'installation est très important. On s'assure que les paramètres et les données d'entrée sont pertinents. Par exemple pour calculer le scénario de fuite suite à une rupture de canalisation sachant qu'il y a un détecteur qui coupe l'alimentation en cas de problème, on s'assure que le détecteur existe, on regarde où il se trouve et on s'assure que les durées et les débits de fuite sont réalistes. » Inspecteur DRIRE, 30/07/2004.

Dans le cas du dossier de demande d'autorisation d'exploiter CHIMIE, l'inspecteur a d'emblée procédé à une étude de détails car le dossier lui semblait présenter trop de lacunes pour être recevable en enquête publique. Cette étude minutieuse a donné lieu à un renvoi du dossier accompagné de treize pages de questions complémentaires.

« Il manquait beaucoup, beaucoup de choses, j'en ai écrit 13 pages, j'ai fait les analyses d'études de dangers et je suis allé plus au fond. Je suis allé aussi loin que l'analyse complète que j'aurais faite sur le dossier. Quitte à ce que ça prenne du temps, autant que ce soit bien. Le souci que j'avais sur ce dossier c'est que je veux l'envoyer en analyse critique [tierce expertise] et que je veux que l'analyse critique soit rendue avant la clôture de l'enquête publique. Le problème de CHIMIE c'est qu'ils utilisent PAMPA™ [logiciel de calcul de scénarios] qui n'est pas reconnu pour l'acide A. Si je demandais quelques compléments c'était insuffisant pour l'envoyer en analyse critique. C'était plus simple pour nous et pour l'exploitant de tout faire en une fois. » Inspecteur DRIRE, 30/07/2004.

Les remarques concernent tant le fond que la forme du dossier car le document sera analysé par des acteurs dont la plupart ne sont pas chimistes.

« Quand vous avez un dossier avec des renvois difficiles où il faut fouiller pour trouver ce que vous cherchez, les gens sont peu enclins à aborder la demande sous un bon angle, ils ont l'impression qu'on leur cache des choses. Le but du dossier d'enquête c'est que ce soit suffisamment didactique pour les associations, les mairies et pour les autres services administratifs, même s'ils ont l'habitude. » Inspecteur DRIRE, 30/07/2004.

Les acteurs de l'équipe projet remettent un dossier tenant compte de ces remarques et des changements survenus dans la conception fin septembre 2004.

Planning Projet de modification du poste de dépotage d'acide fluorhydrique

	année 2001				année 2002				année 2003				année 2004				année 20				
	Tr1, 2001	Tr4, 2001	Tr1, 2002	Tr4, 2002	Tr1, 2002	Tr4, 2002	Tr1, 2003	Tr4, 2003	Tr1, 2003	Tr4, 2003	Tr1, 2003	Tr4, 2003	Tr1, 2004	Tr4, 2004	Tr1, 2004	Tr4, 2004	Tr1, 20	Tr4, 20			
	juil	aoû	sept	oct	nov	dec	janv	fév	mars	avr	mai	juin	juil	aoû	sept	oct	nov	dec	janv	fév	
arrêté préfectoral 1																					
arrêté préfectoral 2																					
remise dossier de demande d'autorisation d'exploiter																					
refus																					
acceptation du dossier																					
Restriction budgétaire Direction Industrielle																					
décision solution Direction Industrielle																					
analyse de la valeur																					
décision solution Comité de Pilotage																					
solution cabanage du poste de dépotage "bac HF" puis "bac HF simplifiée"																					
solution "bac benzo" puis "bac benzo simplifiée"																					
solution déplacement de l'implantation																					
solution bac benzo équipée d'un dispositif en T																					
Solution définitive "bac benzo finale"																					
sondages de sols																					
modification fournisseurs d'acide fluorhydrique																					
note enquête																					

Légende

- période de conception
- période de réalisation

5.4. Méthodes et supports du travail de conception

Dans cette quatrième partie, nous abordons les supports et les méthodes mobilisés par les acteurs du projet pour concevoir le nouveau poste de dépotage. Tout d'abord, nous présentons le schéma Technologie Instrumentation (TI). Puis, nous exposons les méthodes d'analyse de risques et d'analyse de la valeur ainsi que leur application dans le projet. Nous avons retenu le schéma TI en raison de son omniprésence comme support et produit du travail collectif de conception. Les méthodes d'analyse des risques et d'analyse de la valeur jouent un rôle capital dans la manière dont les acteurs du projet prennent en compte les risques majeurs et professionnels relativement aux différents enjeux de ce projet.

5.4.1. *Le schéma Technologie Instrumentation (TI) : support et trace des activités de conception*

Le schéma Technologie Instrumentation (TI) représente la future installation. Il est le support de l'ensemble des réunions de conception : revues sur schémas, analyses de risques, présentations de l'installation aux acteurs du site. Il représente l'agencement des différents matériels — bacs, tuyaux, robinetterie, vannes, clapets — et instruments de régulation : mesures de pression, de température, régulateurs — qui composent le futur poste de dépotage. Chacun de ces organes est représenté par un symbole selon une convention internationale. Lors de chaque réunion, le schéma TI déplié au centre de la table, structure le travail de conception. A partir de cette base commune, les acteurs de l'équipe projet retracent le déroulement du procédé de dépotage. Par ailleurs, le schéma TI aide les acteurs occasionnels ou intermittents de la conception à anticiper la configuration et le fonctionnement de la future installation alors qu'ils n'ont pas participé aux étapes précédentes du projet. Ainsi, lors de l'analyse de risques, l'infirmier s'appuie sur le schéma TI pour comprendre le fonctionnement du futur poste de dépotage (Cf. Vignette 2, annexe III.2.).

« Le document de base, c'est le schéma TI. S'il est parfaitement rempli, on a tout dessus. Le schéma TI c'est un langage international. » Technicien de régulation 2

Par ailleurs, les différentes versions du schéma TI, issues des corrections successives, participent à la constitution d'une mémoire de la conception de l'installation. Tous les schémas TI élaborés au cours du projet sont conservés dans un dossier archivé au Bureau d'Etudes. De même, au cours d'une réunion, à travers les différentes corrections qu'il subit, le Schéma TI retrace le travail des acteurs. Les acteurs du Bureau d'Etudes le corrigent systématiquement le schéma en rouge. Plus particulièrement, lors des « yellow-revues » ou revues sur Schéma TI, chaque partie de l'installation examinée et validée est surlignée de jaune. Ensuite, un dessinateur le met au propre. Enfin, le schéma TI retrace les évolutions de l'installation en fonctionnement car il est révisé à chaque modification d'installation.

Le schéma TI est un « objet intermédiaire » (Jeantet et al., 1996²⁰⁶, Vinck, 1999²⁰⁷). Il joue plusieurs rôles dans les activités de conception : *commissionnaire* car il contient les objets qui ont permis son

²⁰⁶ Jeantet A., Tiger H., Vinck D., Tichkiewitch S. (1996), La coordination par les objets dans les équipes intégrées de conception de produit. In Terssac (De) G., Friedberg E. (Dir.), *Coopération et Conception*, Toulouse : Octares Editions.

élaboration ainsi que le jeu et les interactions entre les acteurs, *médiateur* entre les différents acteurs de la conception, *traducteur* des idées, des intentions et des actions des concepteurs tout au long de la conception (Cf. chapitre 1, §1.3.2.2., d)).

Dans notre analyse, nous appréhendons le schéma TI comme un support de conception pour les acteurs, plus précisément **un support d'anticipation de la configuration et du fonctionnement du futur poste de dépotage**. Dans le chapitre 7, nous analyserons ses avantages et ses limites pour anticiper les futures activités de dépotage et leur organisation en particulier lors de l'analyse de risques.

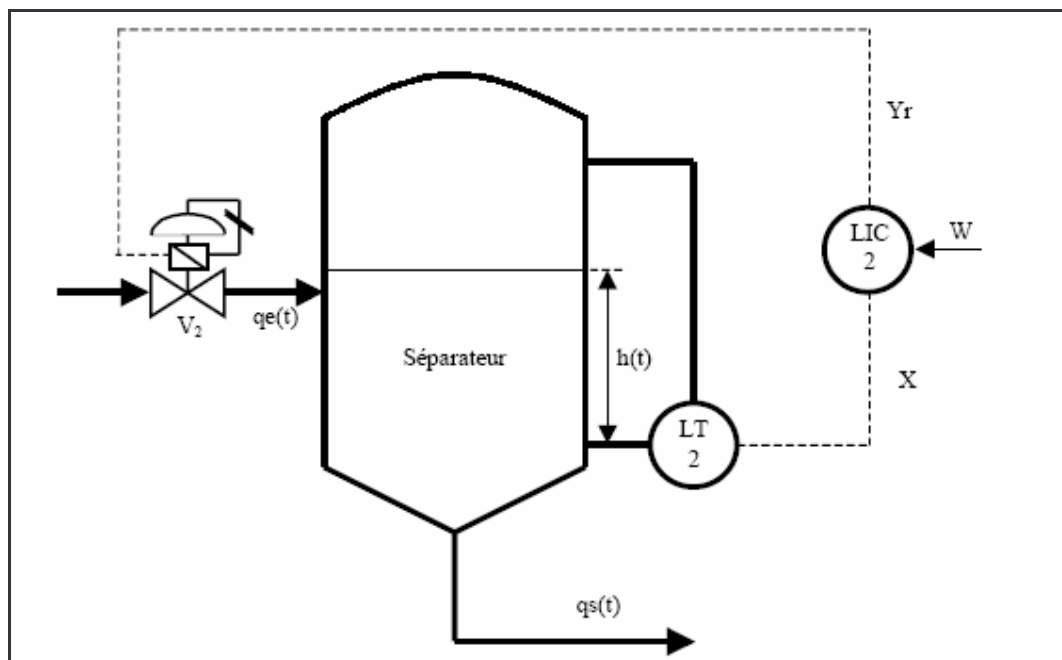


Figure 5.2. : Exemple de schéma TI

5.4.2. Analyse des risques selon la méthode HAZop

5.4.2.1. Généralités

L'objectif de l'analyse de risques est de rechercher les risques (majeurs) induits par la future installation et d'identifier les différentes mesures de prévention et de protection nécessaires. Dans le projet de modification du poste de dépotage, la méthode d'analyse des risques utilisée est une revue de déviations sur Schémas (TI) selon la méthode HAZOP (HAZard and OPerability study). Elle est menée au cours d'une réunion animée par un acteur spécifiquement formé et habilité pour l'application de la méthode. De façon générale, elle réunit les acteurs de l'équipe projet, des représentants des opérateurs et du service médical du site et l'animateur sécurité.

Sur la base des schémas TI présentant le poste de dépotage, les acteurs réunis examinent les déviations qui peuvent se produire pour chaque phase du procédé. Une déviation est exprimée en

²⁰⁷ Vinck, D. (Dir.) (1999). *Ethnographie de l'activité de conception et d'innovation*. Grenoble : Presses Universitaires de Grenoble.

affectant à un paramètre de fonctionnement (température, pression, débit...) un mot guide (plus de, moins de, inverse...). Par exemple : température haute, débit pas, pression basse... Au cours de la réunion, l'animateur de la réunion remplit un tableau de déviation qui se présente comme suit, pour chaque phase du procédé étudié :

déviaton	causes	conséquences	probabilité	gravité	risque	Parades
----------	--------	--------------	-------------	---------	--------	---------

De gauche à droite :

La colonne déviation contient un mot guide appliqué aux paramètres concernés.

Les causes possibles de la déviation (défaillance matérielle, erreur humaine,...) Plusieurs causes indépendantes peuvent être identifiées.

Les conséquences pour l'homme, pour l'environnement et le matériel.

La fréquence de chaque cause, pour évaluer la probabilité de l'événement (sans prendre en compte les moyens de protection ou de prévention actifs : sécurité matérielle ou surveillance humaine). L'évaluation se fait en fonction de l'expérience sur le site et sur d'autres sites. La probabilité d'occurrence de la déviation est évaluée selon 4 niveaux : 1) très probable, 2) probable, 3) improbable, 4) extrêmement improbable.

La gravité des conséquences en tenant compte des barrières de sécurité passives existant sur l'installation. La gravité comporte 4 niveaux :1) Légère, 2) moyenne, 3) haute, 4) catastrophique. "La gravité intègre aussi bien les conséquences environnementales que les conséquences humaines et financières²⁰⁸".

Le risque potentiel est évalué à partir du produit de la gravité et de la probabilité, est classé selon 3 niveaux : 1) situation non acceptable, 2) situation intermédiaire, 3.) situation acceptable.

La fiabilité des moyens de prévention et de protection déjà en place.

La probabilité de l'événement redouté compte tenu de ces moyens de prévention et de protection.

Le risque résiduel en tenant compte de ces moyens de prévention et de protection.

Lorsque la gravité du scénario est catastrophique, les parades mises en place sont appelées éléments Importants Pour la Sécurité (IPS) et font l'objet d'une surveillance spécifique.

« Un IPS est la barrière de prévention ou de protection ultime contre un scénario de gravité catastrophique. Ce éléments sont gérés de façon spécifique afin d'assurer une fiabilité optimale dans le temps. Un IPS peut être :

- *Un paramètre (une température, un débit, une pression,...),*
- *Un équipement (capteur, alarme, soupape, ...)*
- *Une procédure,*
- *Une consigne de sécurité (alerte, évacuation,...)*

²⁰⁸ P.6/84 de la première version de l'étude de danger envoyée le 15 avril 2004.

- *Une habilitation des personnels pour la réalisation de certaines opérations.*²⁰⁹ »

Lorsque le niveau de risque résiduel atteint 1 ou 2, les moyens de prévention et de protection proposés ne sont pas suffisants. L'animateur de la réunion rédige une **fiche risques**. Elle décrit le scénario majeur d'accident, la gravité des conséquences pour le personnel, l'environnement et la production, la probabilité d'occurrence des défaillances à l'origine du scénario. Les moyens de prévention et de protection.

Ensuite, les acteurs de l'équipe projet et le responsable du service Amélioration Continue se réunissent pour traiter ces fiches c'est-à-dire prendre les dispositions pour réduire les risques à un niveau acceptable (2 ou 3). Le projet ne peut se poursuivre si des risques de niveau 1 persistent.

« Mon rôle dans le traitement des fiches risques c'était de faire prendre conscience aux autres acteurs que cette règle s'applique. [Règle groupe traitement des fiches risques]. Il s'agissait de confronter nos idées pour voir quelles solutions mettre en place. Nous HSE, on dit combien de barrières il faut pour passer du niveau 1 au niveau 2. La fabrication se prononce sur la possibilité et le BE [Bureau d'Etudes] sur le compromis coût possibilité. C'est acté et on n'y revient plus. C'est à nous HSE de justifier les éventuelles demandes supplémentaires. » Charles, Ingénieur responsable du service Amélioration Continue, 11/12/2003.

5.4.2.2. La réunion Hazop du 14 octobre 2003, quelques données.

Les acteurs de l'équipe projet ont participé à l'analyse de risques de la solution « bac A », mené par un expert mandaté par Tech. A l'issue de la réunion, 11 fiches risques sont élaborées. Des scénarios présentant un risque résiduel de niveau 1 sont identifiés. Ils sont liés aux spécificités du bac de distribution (Bac A) : 1) retour en arrière d'acide A dans le bac, à cause des différences de pression dans l'installation, 2) rejet d'acide A du à un défaut de régulation du bac de distribution, 3) un mélange accidentel d'eau glycolée avec l'acide A du à une fuite du réseau d'eau glycolée équipant le système de refroidissement de l'installation. Des dispositions sont proposées pour réduire les risques associés aux deux premiers scénarios à un niveau acceptable. Cependant, pour le troisième scénario, le compte-rendu de la réunion mentionne qu'une étude plus approfondie reste à faire et le cas échéant déterminer un système de refroidissement induisant moins de risques.

Les fiches sont traitées en réunion. Le système de refroidissement à l'eau glycolée est conservé dans la solution définitive. Le « bac A » est abandonné au profit du « Bac B ». Parmi les arguments retenus, les risques d'explosion du bac provoqué par un retour d'acide à cause des différences de pression et du manque de résistance du bac A (fragilisé par les piquages supplémentaires pour l'équiper), sont mobilisés par les acteurs de l'équipe projet auprès du Comité de Pilotage.

La chronologie de ce projet montre que par la suite, les enjeux du projet sont mis en concurrence lors des décisions des acteurs. Dans les trois vignettes que nous avons retenues, les discussions des acteurs autour des choix de détail de l'installation le montrent très précisément. Dans notre analyse, nous interrogerons les avantages et les limites de cette méthode d'analyse des risques pour maîtriser les risques majeurs et professionnels, à partir de la prise en compte l'organisation des futures

²⁰⁹ Dossier de demande d'autorisation d'exploiter, résumé non technique de l'étude de dangers, § 3.2.3. Identification des éléments « Importants Pour la Sécurité » (IPS), mars 2004.

activités. Enfin, nous chercherons à comprendre comment cette méthode influence les décisions finales, en confirmant ou en infirmant les choix de simplifications proposés au cours de l'analyse de la valeur.

5.4.3. Les finitions de l'installation au couperet de l'analyse de la valeur

5.4.3.1. Principes généraux

Le guide projet institue comme pratique fondamentale du travail de conception les pratiques d'optimisation des coûts, des choix techniques et des ressources en matériels.

L'optimisation des coûts s'appuie sur la pratique d'un « challenge des coûts » menée par un spécialiste lors des étapes préliminaires du projet (« projet d'approche » puis « projet préliminaire ») lors du « projet de base », retracée dans cette thèse, et pendant la réalisation de l'installation. Ce spécialiste « tient un registre des propositions accompagnées des économies générées ainsi que des raisons du refus...La tenue de ce registre est obligatoire pour tous les projets. » De façon générale, cette étape réunit équipe projet, Comité de Pilotage et Direction Industrielle. L'optimisation technique est une démarche effectuée sur le procédé (choix du procédé, optimisation de l'énergie, modélisation de la fiabilité), la conception (simplification, choix des standards et spécifications), la conduite (degré d'automatisation du mode de conduite), les implantations, les équipements principaux (choix technologiques et dimensionnements, récupérations d'équipements existants). Elle cherche à « orienter le choix des solutions sur le juste nécessaire par rapport aux besoins exprimés dans le cahier des charges fonctionnel et à mettre en évidence cette orientation par une justification technico-économique (**analyse de la valeur**).» par extension, les acteurs du site nomme « analyse de la valeur » cette démarche d'optimisation technique. L'analyse de la valeur est utilisée pour choisir une solution parmi plusieurs propositions, lorsqu'une solution définitive n'est pas encore arrêtée. Les solutions sont présentées chacune avec leurs avantages et inconvénients respectifs relativement aux objectifs du projet et leur coût. Ensuite, elle se concrétise à chaque étape du projet par la recherche de « VIPs » (Value Improving Practices). Par exemple pendant la conception (projet de base), les VIPs applicables sont : la simplification de la conception, la sélection de standards, l'optimisation de l'implantation, la récupération de matériel d'occasion.

5.4.3.2. L'analyse de la valeur dans le projet de modification du poste de dépotage²¹⁰

En décembre 2003, les acteurs du Comité de Pilotage et le représentant de la Direction Industrielle mobilisent l'analyse de la valeur pour choisir entre les quatre solutions étudiées par les acteurs de l'équipe projet. La solution « bac A » et la solution « Bac B » sont comparées relativement à leur capacité à alimenter les deux ateliers sans rupture d'approvisionnement, au cours des travaux de réalisation du futur poste de dépotage du temps d'arrêt des fabrications nécessaires pour les installer et des risques spécifiquement liés au bac de distribution. La solution « Bac B » a été estimée plus fiable pour alimenter les ateliers, plus facile à installer car ne nécessitant que quelques heures d'arrêt des fabrications et plus sûre relativement au « bac A », fragilisé par des piquages supplémentaires (ce résultat découle des discussions des acteurs de l'équipe projet au cours de la conception et de l'analyse de risques du 14 octobre 2003 résumée ci-dessus).

Le 20 juin 2004, cette démarche d'optimisation technique est menée sur le futur poste de dépotage conçu par l'équipe projet.

Un challenger de coût mandaté par la Direction industrielle mène la réunion qui regroupe les acteurs du Comité de Pilotage du projet ainsi que le représentant de la Direction Industrielle. Pour proposer des simplifications, le challenger de coûts se fonde sur : 1) les objectifs généraux du projet c'est-à-dire la mise en conformité réglementaire du poste de dépotage, 2) le risque majeur d'accident identifié pour le dépotage, 3) une description des principes du dépotage avec le poste actuel avec les principales caractéristiques techniques de l'installation et leur contribution à la prévention des risques de vaporisation et de fuite d'acide A, 4) une description des principes de l'installation proposée par l'équipe projet, 5) les « bénéfices additionnels » du projet c'est-à-dire les avantages du projet relativement à la maîtrise des risques, les coûts de maintenance, les coûts d'inspection. Par exemple : élimination des coûts d'entretien des pompes de reprises et des inspections périodiques obligatoires sur les réservoirs des stockages d'acide A qui sont supprimés, élimination des manques à produire dus à des inspections périodiques de ces stockages.

« La technique de l'analyse de la valeur c'est : Pourquoi vous faites ce projet ? Réponse : parce que c'est réglementaire. Est-ce qu'on n'aurait pas pu répondre autrement ? Et après, on reprend le procédé. Pourquoi deux voies de dépotage et pas une seule ? Réponse : il nous faut deux voies sinon l'atelier « THORIUM » s'arrêtera le week-end ou le soir. Si j'enlève le refroidisseur, est-ce que vous pouvez fonctionner ? On nous amène aux limites. L'objectif de l'analyse de la valeur c'est de supprimer tout ce qui n'est pas indispensable. Ensuite la balle est dans notre camp. Dans les propositions qui sont faites, on met des pour et des contre. Il faut justifier de tout ça et c'est l'entreprise industrielle qui décide. C'est à la direction de nous challenger. Il y a toujours une différence entre le site et l'entreprise. C'est un peu comme un service qui se bat auprès de la direction pour obtenir plus. Si on ne se bat pas, ils ne nous donnent rien. » Pierre, Chef de projet, 19/11/2004.

Sur ces bases, le challenger de coûts propose des simplifications de l'installation, principalement la suppression de matériels ou leur remplacement par du matériel d'occasion ou des solutions moins coûteuses. Les arguments retenus pour proposer les simplifications sont les objectifs de production,

²¹⁰ Nous n'avons pas assisté aux réunions d'analyse de la valeur. Néanmoins, nous disposons de données obtenues en entretiens et du compte-rendu de la réunion d'analyse de la valeur finale, le 20 juin 2004

le coût économiques et la fréquence annuelle des dépotages. Cette dernière est calculée en divisant les tonnages nécessaires aux ateliers chaque année par la contenance des wagons (résultat : 50 dépotages par an). Nous reprenons deux exemples de simplifications proposées par le challenger de coûts. Premièrement, il propose de n'installer qu'une seule voie ferrée et un seul poste de dépotage. Cette solution fait courir aux acteurs du site le risque d'une rupture d'approvisionnement des ateliers. Il propose alors plusieurs solutions de compensation :

1) Tolérer une rupture d'approvisionnement momentanée. Pour en décider, il propose de se fonder sur le coût économique d'un éventuel arrêt d'un atelier le temps de changer le wagon.

2) Il propose de ne pas dégazer le wagon vidangé afin d'écourter le temps pendant lequel un wagon vide reste branché. Pour en décider, il propose de se fonder sur le coût de l'acide A résiduel (normalement récupéré grâce au dégazage) dans le wagon renvoyé au fournisseur.

3) changer le wagon dès qu'il est vide quelque soit le moment, y compris de nuit et les week-ends. Pour se passer des astreintes, il propose faire brancher systématiquement un wagon plein le vendredi soir, puis, en début de semaine de reprendre le wagon partiellement vidangé laissé le vendredi soir.

Deuxièmement, il propose de supprimer une vanne automatique et des fins de course équipant des vannes manuelles afin de repérer leur position (ouvertes ou fermées) depuis la salle de commandes. L'argument contredisant cette proposition est la charge de travail des opérateurs. Cependant, les critères retenus par le challenger de coûts pour justifier ces suppressions sont : 1) la fréquence des opérations de dépotage qu'il estime suffisamment faible relativement à la charge de travail routinière des opérateurs d'une part, les risques d'erreur de manipulation liés à une installation trop automatisée.

Les acteurs du Comité de Pilotage examinent ces propositions relativement à leurs conséquences sur le fonctionnement futur de l'installation et du risque d'accident majeur afin, le cas échéant, de justifier leur refus. Ils décident de conserver deux voies et deux postes de dépotage, les risques de rupture d'approvisionnement étant élevé et les compensations proposées impliquant des mouvements de wagons et des opérations de branchements et de débranchements (à risques) qu'ils jugent trop fréquentes.

Cependant, les simplifications des automatismes sont conservées. Par ailleurs, le toit de l'installation est supprimé. (Cf. tableau de résumé des modifications, à la fin de la chronologie du projet § 5.1.)

Les acteurs de l'équipe projet réalise un complément d'analyse de risques afin d'établir les conséquences de ces modifications sur les risques induits par l'installation. Ensuite, le Comité de Pilotage se réunit avec le représentant de la Direction Industrielle pour présenter leur argumentaire en regard des simplifications proposées par le « challenger de coûts ».

« J'ai du présenter tous les points évoqués avec les avantages et les inconvénients. On a fait une réunion avec le comité de pilotage puis on s'est réuni avec la direction industrielle. Les discussions étaient : si on fait tant d'arrêt ça a tel impact financier. Par exemple si on a trente tonnes de Z3 à faire avec les arrêts combien ça nous coûte et en face combien d'astreinte par an nous faut-il envisager si on ne veut pas s'arrêter. On regarde les conséquences si on n'a plus de toit sur l'installation, plus de refroidisseur, si on fait une cuvette de rétention de 5 m³ au lieu de 50... » Pierre, chef de projet, 19/11/2004.

Cette réunion permet de valider les simplifications conservées. Pour finir, le chef de projet rédige un cahier des charges du projet à la suite de cette analyse présentant les principales caractéristiques de la future installation. Il met à jour le chiffrage et le planning du projet. Puis, il corrige le dossier de demande d'autorisation d'exploiter (description de l'installation).

Dans notre analyse, nous montrerons les avantages et les limites de cette méthode pour articuler les enjeux de maîtrise des risques avec les autres enjeux du projet. Nous appréhenderons également la place qu'elle permet d'accorder à l'organisation des futures activités de maintenance et d'exploitation du poste de dépotage d'autre part.

Chapitre 6

QUAND LES CONCEPTEURS PENSENT L'ORGANISATION, LA TECHNOLOGIE ET LES RISQUES

« On a plutôt tendance à mettre le bonhomme dans l'installation alors qu'eux [équipe projet] ne le font pas. » infirmier, entretien, 17/11/2004

« C'est le BE [Bureau d'Etudes] qui prend en compte l'encombrement, la manœuvrabilité des vannes, bref qui applique les règles d'or d'aménagement des installations: c'est du bon sens. Pour éviter qu'un gars manœuvre une vanne bras tendus ou à hauteur du visage. » Technicien du Bureau d'Etudes, entretien, 23/09/2003

Les situations de travail reprises dans les vignettes retracent les discours et les pratiques des acteurs du projet de modification du poste de dépotage. Les travaux de Charles Perrow (Perrow, 1984, 1999 a & b; Perin, 2005), présentés dans le chapitre 1 affirment que les acteurs de ces industries à risques, du fait de leur formation technique privilégient la technologie au détriment de l'organisation lors de la conception d'un système socio-technique. De ce fait, le système socio-technique conçu compromet la maîtrise des risques majeurs. L'analyse des discours et des pratiques de conception ne rejoint que partiellement ce constat. Tout d'abord, l'analyse de la dynamique des choix de conception, fait apparaître plusieurs arguments à l'origine des décisions des acteurs de l'équipe projet : économie, sûreté (Risque majeur)/sécurité (Risques professionnels), organisation (comme cadre d'action et comme programme d'opérations à travers les caractéristiques des futures activités évoquées), objectifs de fabrication, retours d'expérience des activités du site. Ensuite, les acteurs de l'équipe projet mobilisent la technologie pour maîtriser les risques majeurs et professionnels. Cependant, la technologie n'est pas leur seule ressource. Ils pensent également l'organisation future —comme cadre d'action et comme programme d'activités— mais partiellement. Dès lors, ce constat interroge la construction des choix technico-organisationnels. Selon quelles bases les acteurs de l'équipe projet articulent-ils technologie et organisation pour maîtriser les risques ? Ces questions sont d'autant plus cruciales que les acteurs de l'équipe projet travaillent dans un contexte de maîtrise des coûts alors que l'injonction réglementaire pèse sur le projet.

Nous présentons cette analyse en deux grandes parties. Dans la première partie, nous revenons sur la dynamique des choix de conception afin d'en détailler les fondements et de préciser leur contribution à la maîtrise des risques. Dans une deuxième grande partie, nous analysons tout d'abord comment les acteurs de l'équipe projet mobilisent la technologie pour maîtriser les risques. Ensuite, nous appréhendons la manière dont ils anticipent l'organisation du dépotage et sur quelles bases. Puis, nous revenons sur la construction progressive des choix technico-organisationnel par mise en perspective des caractéristiques technologiques et organisationnelles des choix de conception. Nous montrons ainsi l'importance de l'explicitation des caractéristiques organisationnelles pour la maîtrise des risques en conception.

6.1. Dynamique et fondements des choix de conception du futur poste de dépotage

6.1.1. Mettre en œuvre le procédé

La future installation doit permettre de dépoter l'acide A puis de le distribuer aux ateliers « PHOSPHORE » et « THORIUM ». Afin de maîtriser la circulation de l'acide des wagons jusque dans les ateliers, les acteurs de l'équipe projet cherchent à le maintenir à l'état liquide. De plus, l'acide A est très dangereux à l'état gazeux. D'une part, il corrode les tuyauteries et les perce. D'autre part, en cas de fuite, le gaz forme un nuage plus difficile à canaliser que du liquide. Pour cela, les concepteurs agissent sur deux paramètres physiques de l'acide :

- 1) sa température, afin qu'elle reste inférieure à 20°C (température de vaporisation)
- 2) sa pression²¹¹.

Par ailleurs, afin de prévenir toute rupture d'approvisionnement des deux ateliers, les acteurs décident du système de distribution de l'acide A.

6.1.1.1. Maîtriser la température de l'acide A

Afin de maîtriser la température de l'acide A, les acteurs de l'équipe projet agissent sur trois plans :

- 1) Ils conçoivent des conduites dans lesquelles l'acide circule à vitesse modérée (plus l'acide circule vite plus il se réchauffe et risque de se vaporiser),
- 2) Ils prévoient des systèmes de refroidissement,
- 3) Ils ajoutent des systèmes de régulation de la température.

a) Maîtriser sa vitesse de circulation

Dès les phases initiales du travail de conception, dans le choix et le dimensionnement des conduites, les acteurs de l'équipe projet prennent toutes les précautions nécessaires à la prévention de la vaporisation de l'acide lors de sa circulation. Ces décisions ne sont pas remises en cause par les différentes réorientations du projet. D'une part, **ils se conforment aux recommandations techniques** du CT pour choisir le type de tuyauterie. D'autre part, **les acteurs de l'équipe projet calculent** le diamètre des tuyauteries afin que l'acide ne circule pas trop vite. En effet, plus les canalisations sont étroites, plus l'acide circule vite, s'échauffe et risque de se vaporiser. De plus, les acteurs de l'équipe projet adaptent les piquages du bac de distribution à ce diamètre.

b) Refroidir l'acide

Ensuite, comme le poste de dépotage et l'atelier « THORIUM » sont situés à l'extérieur, les acteurs de l'équipe projet prévoient des systèmes pour refroidir l'acide à trois endroits stratégiques : en sortie de wagon, au niveau du bac de distribution dans l'atelier. Ces précautions permettent de p

²¹¹ Maintenir l'acide sous pression permet de le conserver à l'état liquide (la pression est une force exercée perpendiculairement à la surface de l'acide liquide par un fluide (ici de l'azote).)

Sur le poste de dépotage actuel, un échangeur thermique appelé « barriquand », du nom de son fabricant, refroidit l'acide à sa sortie du wagon. Puis, l'acide est envoyé vers les deux bacs de stockages réfrigérés. Dans l'atelier « THORIUM », des « groupes froids » le refroidissent, conformément aux différents procédés de fabrication.

Dès les premières phases de conception du nouveau poste de dépotage, l'équipe projet décide de conserver le « barriquand », puis de refroidir l'acide au niveau du bac de distribution grâce à un échangeur²¹² à eau glycolée. De plus, un condenseur²¹³ refroidit les vapeurs d'acide recueillies au cours du dégazage des wagons avant qu'elles soient envoyées vers le système d'assainissement. Par ailleurs, les acteurs de l'équipe projet décident de calorifuger les conduites entre le « barriquand », en sortie du wagon et le bac de distribution, afin de protéger l'acide des variations de température extérieure. Ces décisions permettent de maîtriser le risque de vaporisation car elles l'acide est refroidi sur l'ensemble de son cheminement dans l'installation. Cependant, elles ne sont pas définitives. Pour des raisons économiques, le refroidissement est limité aux zones stratégiques, en particulier le refroidissement au niveau du bac de distribution grâce à un système fonctionnant à l'eau glycolée. Cependant, le choix de ce système est controversé. S'il permet de limiter les conséquences du risque majeur d'explosion grâce à l'eau qu'il renferme, cette même eau représente un risque majeur d'explosion en cas de fuite dans l'acide A.

Au cours de la revue de la solution « bac A », les acteurs de l'équipe projet remettent en cause l'efficacité du « barriquand ». Ils se fondent sur les insuffisances du « barriquand » équipant le poste de dépotage actuel. En effet, initialement conçu pour un usage modéré, il ne suffit pas à refroidir les quantités d'acide dépotées actuellement. C'est pourquoi, l'acide reste très difficile à dépoter en été. Néanmoins, les acteurs de l'équipe projet décident de le conserver en sortie du wagon car ils considèrent que la mise sous pression de l'acide compensera ses limites. Cependant, pour des raisons de coûts, le « barriquand » est supprimé à l'issue de la revue d'analyse de la valeur. L'acide A ne sera pas refroidi entre le wagon et le bac de distribution. La décision repose sur la comparaison du coût de l'installation du « barriquand » récupéré sur le poste de dépotage actuel, avec la valeur de l'acide A qu'il permet de récupérer sur une année (Lorsque l'acide n'est pas refroidi en sortie de wagon, les résidus d'acide sont plus importants. Ils sont perdus pour les fabrications car envoyés vers l'assainissement lorsque le wagon est dégazé). Cette décision compromet surtout l'efficacité du dépotage car l'acide sous forme gaz circule très difficilement dans les conduites.

Ensuite, pour des raisons économiques, les acteurs de l'équipe projet décident de ne protéger qu'une partie des tuyauteries. Ainsi, en été, l'acide vaporisé circulera plus lentement.

Tout au long du projet, le système de refroidissement à l'eau glycolée est très controversé. Dans la revue de l'installation « bac A », les acteurs de l'équipe projet le remettent en cause pour des raisons de sûreté. En effet, ce type d'échangeur introduit des risques d'explosion en cas de fuite d'eau glycolée dans l'acide car selon les proportions, le mélange eau-acide A est explosif. Les acteurs de

²¹² Appareil qui abaisse la température de l'acide A contenu dans le bac de distribution, par échange de chaleur avec l'eau glycolée circulant dans ses tubulures.

²¹³ Condenseur : appareil permettant de faire passer les vapeurs d'acide à l'état liquide (condenser).

l'équipe projet identifient deux éléments qui augmentent le risque de fuite : 1) Les difficultés de contrôle d'étanchéité sur ce type d'échangeur du fait de sa configuration. 2) Le retour d'expérience de l'atelier « THORIUM » : Les risques de fuite d'eau glycolée avaient été identifiés lors de la conception de cet atelier. Ils avaient motivé le choix d'un échangeur au fréon (gaz réfrigérant). Pour autant, les acteurs de l'équipe projet n'abandonnent pas ce choix. Ils considèrent que les spécificités de ce type d'échangeur compensent en partie les risques qu'il introduit. En effet, ils identifient sa contribution à la sûreté de l'atelier en cas d'emballement du « bac A » au cours des réactions de fabrication : l'eau glycolée permet de refroidir le « bac A », en complément des « groupes froids » de l'atelier, très sollicités dans ce cas. Compte tenu de ces éléments contradictoires, les acteurs de l'équipe projet reportent temporairement la décision à l'analyse détaillée des risques, lors de la réunion HAZop. Mais, dans la suite de la réunion, ils reviennent sur ce choix à deux reprises. En premier lieu, ils proposent une parade technique pour détecter le risque de fuite d'eau glycolée : un analyseur d'eau²¹⁴. L'argument qui conforte ce choix est le retour d'expérience externe : le site TERRE qu'ils considèrent comme une référence en matière de sûreté et de sécurité utilise le même type d'échangeur et la même parade technique. De plus, les acteurs de l'équipe projet prévoient différents dispositifs de surveillance des fuites d'eau glycolée (Cf. §6.1.2.). En second lieu, un peu plus tard dans la réunion, les acteurs de l'équipe projet discutent des conséquences néfastes de l'eau glycolée sur la qualité des fabrications. En effet, en cas de fuite d'eau glycolée, le glycol polluerait les produits. Les acteurs de l'équipe projet ne suppriment pas le système de refroidissement pour autant. Ils prévoient une parade technique pour limiter les conséquences d'une fuite : en cas de fuite, un commutateur détourne le mélange eau/ acide vers le bac de récupération des effluents de l'atelier « THORIUM ». Les risques d'explosion introduits par l'eau glycolée sont également évoqués (très succinctement) dans la présentation de la solution « Bac B » équipée d'un T. Néanmoins, ils ne remettent pas en question l'échangeur à l'eau glycolée dont le choix est confirmé, en dernier lieu, par la revue d'analyse de la valeur. Compte tenu des dispositifs de détection et de limitation des conséquences d'une fuite d'eau glycolée dans l'acide, les acteurs de l'équipe projet maîtrisent les risques introduits par le système de refroidissement à l'eau glycolée. Cependant, ils ne refroidissent pas l'acide A sur la totalité de son trajet. Si les risques d'explosion sont maîtrisés, les opérateurs risquent de se heurter à des difficultés pour dépoter l'acide lorsque la température est supérieure à 20 °C.

c) Réguler sa température

Au cours de la réunion « bac A », les acteurs de l'équipe projet se demandent comment réguler la température de l'acide entre le « barriquand » et le « bac A » refroidi à l'eau glycolée, afin de limiter les conséquences d'une fuite d'eau dans l'acide. Pour en décider, ils se fondent sur la température imposée par les procédés de fabrication. Sur cette base, dans un premier temps, ils estiment qu'une régulation de température systématique est superflue. Ce choix leur permet de ne pas ajouter de

²¹⁴ Appareil détectant la présence d'eau dans l'acide en mesurant sa conductivité (nombre de parties d'eau par million de parties d'acide).

vanne de régulation²¹⁵. Ils décident d'installer un système de mesure de la température et de fermer les vannes d'arrivée d'acide si elle augmente. Cependant, cette solution n'est pas définitive car les acteurs de l'équipe projet identifient successivement deux inconvénients à l'absence de régulation systématique. Premièrement, le ralentissement des fabrications si l'acide est trop chaud. Or, le déroulement actuel des procédés montre que les réactions sont ralenties en été, lorsque la température d'acide introduit en amont des procédés de fabrication est supérieure à -12°C. De plus, selon eux, l'absence de calorifuge sur une grande partie des conduites contribue à ce réchauffement. Deuxièmement, en l'absence de vanne de régulation, les opérateurs ne peuvent réchauffer rapidement un mélange accidentel eau glycolée/ acide pour l'évacuer vers l'assainissement. En effet, l'eau mélangée à l'acide refroidi à -12°C forme des glaçons et circule très lentement dans les conduites. Pour ces deux raisons, ils décident d'ajouter une vanne de régulation. Cependant, cette vanne de régulation est supprimée à l'issue de la réunion d'analyse de la valeur, afin de diminuer le coût total de l'installation. La décision repose sur un compromis entre le coût de la vanne et la disponibilité de l'acide refroidi pour les fabrications. Les acteurs de l'équipe projet s'accordent pour tolérer deux inconvénients : le ralentissement des fabrications et la surconsommation d'énergie des « groupes froids » de l'atelier « THORIUM » en cas de température extérieure élevée. En l'absence de calorifuge sur les conduites de l'installation, le problème du réchauffement rapide d'un éventuel mélange eau glacée/acide est moins crucial.

6.1.1.2. Maîtriser la pression de l'acide A

L'acide A est dépoté par pression d'azote²¹⁶. Afin qu'il reste liquide à sa sortie du wagon, les acteurs de l'équipe projet le maintiennent sous pression. Ils doivent s'assurer qu'ils disposent d'un réseau d'azote sous pression. C'est pourquoi, ils cherchent à détecter toute fuite de ce réseau. A cette fin, dans la revue de la solution « Bac B » équipée d'un T, ils modifient la séquence des activités de test de d'étanchéité des flexibles (ils décident d'ouvrir le circuit d'azote avant d'actionner les vannes).

Une pression élevée dans les tuyauteries d'acide A présente des risques. En cas de fuite, le débit est d'autant plus important que la pression est élevée. De plus, les transitions entre les parties de l'installation fonctionnant à des pressions différentes sont des points sensibles : à ces endroits, l'acide A risque de retourner en arrière, vers la portion d'installation où la pression est moins élevée²¹⁷. Quelles que soient les solutions envisagées, les acteurs de l'équipe projet préviennent les risques spécifiquement induits par la pression de l'acide A. Dans la solution « bac A », le bac de distribution est sous pression. Les acteurs de l'équipe projet décident de la pression dans les différentes parties de l'installation. Leurs décisions reposent sur un compromis coût/sûreté. En effet, les vannes de transition de pression alourdissent le budget du projet. Au départ, ils proposent de faire fonctionner

²¹⁵ Vanne permettant de réguler la température en régulant le débit d'acide A. Lorsque l'acide du bac de distribution est trop chaud, fermer les vannes réduit le débit d'alimentation afin de laisser à l'acide le temps de refroidir. A l'inverse, ouvrir les vannes accroît le débit et réchauffe l'acide. L'ouverture de la vanne est assistée par un système hydraulique, pneumatique ou électrique.

²¹⁶ On « pousse » l'acide contenu dans le wagon vers l'extérieure en injectant de l'azote sous pression.

²¹⁷ Pour une quantité de gaz donnée, à une température donnée, le volume qu'il occupe est inversement proportionnel à sa pression. Un gaz occupe toujours le volume maximal qui lui est offert. C'est pourquoi il se détend en allant des parties où la pression est la plus élevée vers les parties où la pression est la moins élevée.

l'installation à la pression atmosphérique afin de simplifier sa conception et son fonctionnement. Cependant, sur la base du retour d'expérience de « THORIUM », ils reportent cette décision à la réunion d'analyse des risques. En particulier, ils souhaitent analyser le risque de retour en arrière de l'acide dans le bac de distribution car, entre 1999 et 2003, l'acide est retourné du doseur²¹⁸ vers le « bac A » à deux reprises. Afin de prévenir les risques inhérents à cette pression²¹⁹ et de les détecter, les acteurs de l'équipe projet définissent des parades techniques au cours des différentes réunions. Dans la revue de la solution « bac A », les acteurs de l'équipe projet prévoient une vanne automatique entre le wagon et le bac de distribution. Au cours de la réunion d'analyse de risques de la solution « Bac B », ils fixent la pression de fonctionnement du réseau d'azote à 6 bars, afin de prévenir le risque de retour en arrière de l'acide vers le wagon lors du test d'étanchéité. Enfin, lors de la réunion de présentation de la solution Bac B équipé d'un T (vignette 3, annexe III.2.), ils prévoient un détendeur en sortie du wagon pour abaisser la pression de l'acide et prévenir le risque de retour de l'acide dans le wagon. Ils décident d'ajouter un clapet anti-retour à la sortie du wagon. Cependant, ils abandonnent cette idée pour des raisons de normes de sécurité du matériel : selon les règles du CT, les clapets anti-retour ne sont pas des organes de sécurité sur les installations utilisant de l'acide A. Le détendeur assurera cette fonction anti-retour, comme initialement prévu. Néanmoins, les acteurs de l'équipe projet s'accordent pour conserver deux systèmes de mesure de pression (manomètres) dans l'installation dont un au niveau du détendeur afin de détecter toute panne de ce dernier.

6.1.1.3. Distribuer l'acide aux ateliers « THORIUM » et « PHOSPHORE »

Pour s'assurer que les ateliers seront approvisionnés en acide A, les acteurs de l'équipe projet choisissent : 1) un système de distribution de l'acide, 2) le moment de déclenchement de la vidange 3) le système de pompage de l'acide vers les deux ateliers.

a) Choisir le système de distribution de l'acide A

Tout d'abord, dans l'histoire du projet, les acteurs sont divisés à propos du système de distribution de l'acide A vers les ateliers « THORIUM » et « PHOSPHORE ». Ce choix concerne la maîtrise du risque majeur. Le responsable des Fabrications préfère utiliser le « bac A » fonctionnant à « THORIUM », afin de favoriser un projet de rénovation du système de conduite de cet atelier. La majorité des acteurs de l'équipe projet préfère l'ancien réacteur de synthèse du Produit B, actuellement hors service, pour des raisons de sûreté. Mais, dans un premier temps, c'est le « bac A » qui est préféré par le comité de pilotage (Cf. chapitre 5, § 5.1.) et étudié lors de la revue de la solution « bac A ». Au cours de cette dernière, les acteurs de l'équipe projet remettent en cause ce bac à plusieurs reprises. Ils formulent quatre grandes critiques. La première concerne la sûreté de l'installation. Selon eux, la double fonctionnalité du bac —distribuer l'acide et fabriquer les produits de l'atelier « THORIUM »—

²¹⁸ Doseur : appareil destiné à ajouter des quantités mesurées d'acide (prévues par le procédé) au cours du processus de fabrication.

²¹⁹ La pression dans le « Bac B » est beaucoup moins élevée que dans le « bac A » donc les différences de pressions entre les différentes parties de l'installation sont moins importantes que dans la solution « bac A ». De ce fait, au cas de retour en arrière de l'acide, le risque d'explosion reste limité.

induit des risques supplémentaires. En effet, les vérins qui l'équipent seront très sollicités et par conséquent, leurs risques de défaillance accrus. De plus, comme les acteurs le soulignent plus tard dans la réunion, les piquages supplémentaires pour rattacher le bac de distribution au poste de dépotage le fragilisent fortement. La seconde critique porte sur la sécurité des opérateurs. En l'absence de stockages intermédiaires, et de capacité tampon, les acteurs de l'équipe projet constatent que l'utilisation de ce bac multiplie les opérations de branchement, sensibles du point de vue des risques majeur et professionnels. La troisième critique concerne l'organisation des activités de dépotage, notamment leur durée. En effet, la sollicitation importante du bac du fait de sa double fonctionnalité allonge la durée des opérations de dégazage— quatre heures au lieu de deux —, retardant d'autant la suite des opérations de dépotage. La quatrième et dernière critique concerne la disponibilité de l'atelier pendant les travaux de réalisation. Pour équiper le « bac A », il faut arrêter l'atelier « THORIUM » pendant deux semaines car ce bac sert également pour les fabrications.

Pour faire face à la restriction budgétaire, en décembre 2003, l'équipe projet étudie des solutions alternatives, présentées au Comité de Pilotage et à la Direction Industrielle. Finalement les acteurs de ces deux instances rejettent la solution « bac A » au profit de la solution « Bac B » pour des raisons de sûreté/sécurité et parce que les avantages reconnus à la solution « Bac B » sont les inconvénients identifiés dans la solution « bac A ». Avec le « bac A » : 1) la fabrication est arrêtée plusieurs semaines pendant les travaux de réalisation de l'installation, 2) en l'absence de stock intermédiaire, les ateliers risquent la rupture d'approvisionnement, 3) la fréquence élevée des opérations de branchement impose des astreintes pour les week-ends. Avec le « Bac B » : 1) la fabrication est arrêtée quelques heures seulement pendant les travaux, 2) le stock tampon de 4 m3 réduit le risque de rupture d'approvisionnement des ateliers 3) limite le recours aux astreintes.

b) Efficacité et conditions de réalisation sûres pour déclencher le dépotage au bon moment

Une fois que le « Bac B » est retenu, les acteurs de l'équipe projet fixent le seuil de remplissage de ce bac à partir duquel déclencher la vidange du wagon. Pour cela, dans l'analyse de risques de la solution « Bac B », ils conçoivent l'organisation des activités de dépotage pour prévenir le risque de rupture d'approvisionnement des ateliers. Ils se fondent sur les consommations et l'autonomie des ateliers de fabrication. Dans le même temps, les acteurs de l'équipe projet s'assurent que les conditions de réalisation du branchement restent sûres et autorisent le déclenchement de la vidange du wagon au moment planifié. En conséquence, les acteurs de l'équipe projet décident des modalités de préparation du wagon afin qu'il soit branché lorsque les opérateurs commanderont son dépotage. Il s'agit également de prévenir les risques d'erreur de manipulation lors du branchement dus à la précipitation. A cette fin, ils anticipent le temps dont disposent les opérateurs pour débrancher un wagon vide et en brancher un plein. Pour prévenir une rupture d'approvisionnement, ils décident que les opérateurs positionneront les vannes de l'installation en configuration de vidange immédiatement après les tests d'étanchéité des flexibles, même si le wagon n'est dépoté que plusieurs heures après son branchement. De cette manière, les opérateurs n'auront que les vannes automatiques à commander pour lancer la vidange.

c) Définir le système de pompage de l'acide vers les deux ateliers

Pour définir le système de pompage de l'acide du bac de distribution vers les deux ateliers, les acteurs de l'équipe projet hésitent entre deux options : équiper le bac de distribution d'une seule pompe commune aux deux ateliers ou prévoir une pompe pour chaque atelier, la seconde suppléant la première en cas de panne.

Dans la réunion de présentation de la solution « bac A », ils privilégient la disponibilité de l'acide pour les fabrications et choisissent la première option. Cependant, début décembre 2003, l'une de ces pompes est supprimée, pour réduire les coûts. Ainsi, au début de la réunion d'analyse de risques de la solution « Bac B », les acteurs de l'équipe projet précisent que le bac de distribution est équipé d'une seule pompe. A l'issue de la revue d'analyse de la valeur, cette décision est maintenue. De plus, un compromis entre coût du projet et maintenance de l'installation écarte l'achat d'une pompe de remplacement du budget du projet. Cette décision reporte la gestion du risque de rupture d'approvisionnement causé par une panne de la pompe vers les services de maintenance.

6.1.2. Surveiller le procédé

Les acteurs de l'équipe projet mobilisent les appareils de mesure pour détecter les dérives des procédés de dépotage et de distribution. Les choix des acteurs de l'équipe projet permettent de surveiller l'ensemble des dérives possibles compte tenu des propriétés physico-chimiques de l'acide A et des risques qu'il induit. Les systèmes choisis surveillent : 1) sa température car si elle dépasse 20°C, l'acide se vaporise et risque de percer les tuyauteries, 2) la quantité d'eau qu'il contient car le mélange eau/acide A peut être explosif, 3) son débit car plus l'acide circule vite, plus il se réchauffe et risque de se vaporiser.

Dans la revue de l'installation « bac A », les acteurs de l'équipe projet décident d'équiper les points de l'installation qu'ils jugent critiques de plusieurs instruments de mesure, afin de surveiller ces différents paramètres. Tout d'abord, les acteurs de l'équipe projet choisissent le type de matériel selon trois critères :

1) les paramètres physiques qu'ils souhaitent surveiller. Dans la revue de la solution « bac A », au niveau du bac de distribution, ils déterminent les systèmes de détection du mélange eau glycolée/acide. Ils décident de conserver l'analyseur d'eau qui détecte la présence d'eau dans l'acide.

2) la précision des appareils. Ils fondent leurs choix sur une analyse comparée de la précision des appareils pour détecter rapidement la variation des paramètres physiques de l'acide. Ainsi, ils préfèrent à un appareil de mesure de la masse volumique un système de mesure de la température car cette dernière varie rapidement en cas de mélange d'eau et d'acide, même si la quantité d'eau est réduite.

3) Le retour d'expérience de l'atelier « THORIUM » i.e. les pratiques actuelles des opérateurs dans cet atelier notamment les paramètres de référence qu'ils utilisent pour surveiller l'installation. Les acteurs de l'équipe projet décident du système de détection du niveau d'acide restant dans le « bac A ». Ils hésitent entre conserver les dispositifs actuels peu fiables, et peu adaptés avec lesquels les opérateurs se débrouillent —utiliser un système de mesure de poids pour évaluer, par différence, le

débit d'acide — et installer de nouveaux systèmes plus fiables et adaptés — mesure de niveaux—. Cependant, ce choix modifie les paramètres physiques que les opérateurs surveillent (mesurer un volume et plus un débit). Finalement, afin de limiter le risque d'erreur, les acteurs de l'équipe projet décident de conserver les paramètres actuels en remplaçant simplement les appareils défectueux.

Ensuite, les acteurs de l'équipe projet déterminent le nombre et la position des différents systèmes de contrôle selon trois critères qu'ils identifient à partir du retour d'expérience sur le poste de dépotage actuel et dans l'atelier « THORIUM ».

1) la vitesse de la réaction dangereuse qu'ils souhaitent surveiller. Dans un premier temps, ils décident de laisser l'unique analyseur d'eau de l'installation au niveau du poste de dépotage. Dans un deuxième temps, ils décident d'en ajouter un au niveau du bac de dépotage, en raison de la rapidité de percage des tuyauteries en cas de mélange eau/acide, démontrée lors du remplacement du « barriquand » sur le poste de dépotage, deux années auparavant. Pour les mêmes raisons, les acteurs de l'équipe projet décident de conserver le pot hydraulique de l'installation car il comporte un analyseur d'eau et un système de mesure de la température.

2) la fiabilité du matériel. Sur le poste de dépotage actuel, le « barriquand » est équipé d'une sonde de surveillance de la température. Les acteurs de l'équipe projet décident de la conserver et d'en ajouter une seconde, en sortie du wagon afin de pallier les pannes de la première, qui restent fréquentes selon le retour d'expérience sur le poste de dépotage actuel.

3) la valeur ajoutée de ces dispositifs relativement à ceux qui existent déjà. Ainsi, les acteurs de l'équipe projet décident de déplacer une sonde mesurant la conductivité de l'acide puis de la supprimer car elle est redondante avec l'analyseur d'eau. De plus, le dépotage sur le poste actuel montre qu'elle n'est pas toujours utile car la conductivité des wagons d'acide arrivant sur le site sort du spectre des valeurs qu'elle peut mesurer.

6.1.3. Dépoter l'acide A

Les acteurs de l'équipe projet s'intéressent à la réalisation du dépotage tant du point de vue du procédé que des futures activités des opérateurs, afin de prévenir les risques majeurs et professionnels. Le scénario d'accident majeur étant une fuite sur un flexible branché sur un wagon contenant de l'acide, ils décident du nombre de postes de branchement dans la future installation. De façon plus précise, ils travaillent sur le branchement des flexibles sur le wagon afin de prévenir et détecter une fuite d'une part et sur l'étape du dégazage afin d'assurer son efficacité et de limiter les risques de fuite.

6.1.3.1. Nombre de postes de dépotage, une question de risques et d'organisation

Le choix du nombre de postes de dépotage impacte la sûreté/sécurité de la future installation car il détermine l'organisation des mouvements de wagons et des opérations de dépotage (fréquence, journalier/nuit). Les acteurs de l'équipe projet mobiliseront la sûreté/sécurité pour refuser les simplifications proposées par le challenger de coûts et prévenir ainsi les risques majeur et professionnels lors de la mise en place et du branchement des wagons d'acide.

Au début du projet, avec la solution « bac A », les acteurs de l'équipe projet prévoient deux voies ferrées équipées chacune de deux postes de branchement. Les opérateurs peuvent ainsi brancher quatre wagons. Cependant, à l'issue de la réduction budgétaire de décembre 2003, ils ne conservent qu'un poste de branchement par voie. Cette décision a des conséquences sur l'organisation du dépotage car les mouvements de wagons deviennent plus fréquents.

Lors de l'analyse de la valeur, le challenger de coût propose de ne conserver qu'une voie et un seul poste de dépotage. Il souhaite également supprimer le système d'astreinte pour les week-ends. Dans un premier temps, il analyse les conséquences potentielles de ces deux propositions sur les coûts du projet et sur l'organisation du dépotage. Il suggère une comparaison coût/bénéfice entre indisponibilité de l'acide et suppression du poste de dépotage : comparer le coût d'une rupture d'approvisionnement de l'atelier « PHOSPHORE », et l'économie réalisée en supprimant un poste de branchement. Ensuite, il propose deux modifications de l'organisation qui menacent la sûreté de l'installation et la sécurité des opérateurs.

Dans un premier temps, il remanie l'organisation des branchements sur une semaine. D'une part, il étend les activités de branchements et de déplacement de wagons aux horaires de nuit. D'autre part, afin d'éviter le recours aux astreintes le week-end, il propose de brancher un wagon plein en fin de semaine, quitte à débrancher un wagon partiellement vidangé pour le rebrancher ensuite. Dans un deuxième temps, il suggère des parades organisationnelles pour éviter toute rupture d'approvisionnement. Il propose de réduire la durée du dégazage. Pour cela, il suggère de ne pas décompresser le wagon et de le balayer rapidement. Comme critère de décision, il demande aux acteurs réunis de comparer le coût de l'acide restant dans les wagons avec l'économie réalisée en évitant les astreintes.

Ces propositions multiplient les branchements et les mouvements de wagons et modifient les conditions de travail. De ce fait, elles dégradent la prévention du risque majeur et des risques professionnels. C'est pour cette raison que les acteurs de l'équipe projet préfèrent limiter les branchements et mouvement de wagons à la journée. De plus, compte tenu des objectifs de productions élevés, ils souhaitent éviter toute rupture d'approvisionnement de l'atelier « PHOSPHORE » dont l'une des fabrications est le produit phare de l'usine. C'est pourquoi, ils décident de conserver deux voies et deux postes de dépotage.

6.1.3.2. Brancher les flexibles aux wagons

a) Prévenir les risques de fuite au niveau du branchement des flexibles sur le wagon : précautions techniques et organisationnelles

Les acteurs de l'équipe projet identifient le branchement des flexibles sur le wagon comme une zone sensible du point de vue des risques de fuite d'acide à trois égards : 1) Les caractéristiques du matériel utilisé, 2) une confusion entre les flexibles liquide et les flexibles gaz de la part des opérateurs, 3) une erreur de manipulation des vannes due à la précipitation pour débrancher un wagon vide et le remplacer par un plein. Pour prévenir ces risques, les acteurs de l'équipe projet choisissent soigneusement le matériel et modifient la séquence des phases de dépotage. Tout d'abord, ils cherchent à prévenir le risque de fuite d'une part et à en limiter les conséquences d'autre part. Pour cela, ils mobilisent les technologies les plus récentes et les plus adaptées en respectant les recommandations du CT (Comité Technique). Ils déterminent le type de pièces à utiliser pour connecter les flexibles au wagon. Dans la revue du schéma de la solution « bac A » (vignette 1, annexe III.1.), ils choisissent un type de flexible limitant le débit en cas de fuite : des flexibles à double emboîtement. Ils prévoient également leur adaptation aux conduites du wagon grâce à des réducteurs de diamètre. Dans l'analyse de risques de la solution « Bac B » (vignette 2, chapitre 5), ils modifient les pièces d'adaptation, afin de prévenir le risque de rupture des flexibles au niveau de leur branchement sur le wagon. Ils choisissent également un nouveau type de joints.

Ensuite, afin de prévenir le risque de fuite dû à une inversion des flexibles gaz et liquide²²⁰, les acteurs de l'équipe projet mobilisent des dispositions organisationnelles et techniques. Ils modifient la séquence des activités de test d'étanchéité et marquent le matériel. Au cours de l'analyse de risques de la solution « Bac B », ils ajoutent une étape de test qui consiste à injecter de l'azote dans les flexibles branchés afin que les opérateurs s'assurent qu'ils n'ont pas inversé le flexible dédié à l'acide liquide avec le flexible destiné à l'acide gazeux. De plus, afin de différencier les deux flexibles, ils prévoient des diamètres différents. Ils décident également de les marquer de couleurs différentes. Ils équipent également la vanne du wagon destinée au flexible recevant du gaz d'un plongeur²²¹ afin de la différencier de la vanne destinée au flexible recevant du liquide.

Enfin, au cours de la revue de la solution « Bac B » équipée d'un T, les acteurs de l'équipe projet prennent des dispositions techniques et organisationnelles, afin de ne pas précipiter la transition dans le branchement des wagons. D'une part, ils décident d'équiper chaque poste de branchement de deux jeux de flexibles. Ainsi, les opérateurs ne sont pas obligés de débrancher et les flexibles attachés au wagon avant de les brancher au wagon plein. D'autre part, ils fixent la durée maximale du dégazage à 24 heures afin de ne pas précipiter les opérations de branchement.

²²⁰ Nous rappelons au lecteur que le dépotage se fait par pression d'azote : le flexible gaz sert à injecter de l'azote dans le wagon afin de faire sortir l'acide par le flexible liquide.

²²¹ Système de mesure du niveau.

b) Détecter une fuite au niveau du branchement des flexibles sur le wagon

Les acteurs de l'équipe projet décident des moyens de détection d'une fuite au niveau du branchement des flexibles dans le wagon. Malgré les réductions de matériels proposées lors de l'analyse de la valeur, les acteurs de l'équipe projet vont réussir à conserver une détection robuste des fuites au niveau des branchements. D'une part, ils mobilisent les systèmes locaux de détection d'acide A. Dans la réunion d'analyse des risques de la solution « Bac B », les acteurs de l'équipe projet conservent un système de mesure de débit pour détecter une fuite au niveau du branchement des flexibles. Afin de détecter une fuite sur un wagon plein, en attente de dépotage après le test d'étanchéité des flexibles, les acteurs de l'équipe projet équipent l'installation de détecteurs d'acide. Ils en prévoient deux par poste de branchement (quatre au total). Lors de l'analyse de la valeur, la présence de ces détecteurs est discutée. Le challenger de coûts propose de n'en conserver qu'un par poste de branchement. Cependant, pour des raisons de sûreté/sécurité, les acteurs de l'équipe projet conservent un détecteur par poste de branchement.

D'autre part, les acteurs de l'équipe projet prévoient des moyens de détection à distance. Dès les premières phases du projet, ils décident d'équiper la station de caméras de surveillance reliées à un écran, en salle de commande. Ils se fondent sur les équipements du poste de dépotage actuel. Pour le futur poste de dépotage, ils prévoient trois caméras : une pour chacun des deux postes de branchements et une au niveau du bac de distribution. Ces caméras sont motorisées sur un bras permettant de les orienter et possèdent un système de zoom. La revue d'analyse de la valeur ne remet pas en cause ces caméras, cependant, pour des raisons économiques, les acteurs de l'équipe projet choisissent des caméras moins sophistiquées : fixes et sans système de zoom ce qui limite l'efficacité de la surveillance de l'installation à distance. Cependant, avec deux détecteurs par poste, les opérateurs conservent les moyens matériels de détecter toute fuite au niveau des branchements.

6.1.3.3. *Dégazer les wagons (= décompresser le wagon + balayer les flexibles et le wagon)*

a) Préparer le wagon pour le dégazage

Les acteurs de l'équipe projet identifient la phase de transition entre la fin de la vidange du wagon et son dégazage comme sensible du point de vue des risques majeurs et professionnels. D'une part, ils rattachent ces risques aux activités pour réaliser cette transition. Avant de le dégazer, les opérateurs ont besoin de s'assurer que le wagon est vide et qu'il est encore sous pression. En effet, débrancher un wagon contenant encore de l'acide les expose à un risque de fuite et de brûlure. De plus, si le wagon n'est plus sous pression, ils ne peuvent pas évacuer les résidus d'acide qu'il contient. D'autre part, les acteurs de l'équipe projet associent ces risques à l'organisation générale des activités de dépotage, notamment la division du travail entre les opérateurs du conditionnement et ceux de l'atelier « THORIUM ». En effet, les différentes étapes du dépotage ne sont pas effectuées par les mêmes opérateurs. C'est pourquoi, avant d'intervenir, les opérateurs ont besoin de connaître précisément l'état de l'installation. Ils font des choix technologiques et organisationnels pour

maîtriser les risques de fuite lors de cette étape sensible de transition. Les différentes remises en question des solutions de dépotage ne remettront pas en cause ces précautions.

Afin de limiter les conséquences d'une fuite, les acteurs de l'équipe projet mobilisent les systèmes de détection. Ils modifient la séquence des activités de transition pour prévenir les risques de fuite. Au début de la réunion d'analyse des risques de la solution « Bac B », ils décident de placer un appareil de mesure du niveau de liquide au niveau du container afin que l'opérateur s'assure qu'il est vide. Dans la réunion de présentation de la solution B équipée d'un T, les acteurs de l'équipe projet prévoient deux débits-mètres et une mesure de niveau afin de contrôler l'état de remplissage du container. De plus, ils prévoient un détecteur de niveau afin de contrôler l'état du container avant de le dégazer. Par ailleurs, au début de la réunion d'analyse des risques de la solution « Bac B », ils modifient la séquence des opérations afin que les opérateurs soient sûrs que le wagon est vidangé avant de le mettre à dégazer : ils conviennent que les opérateurs mettront les vannes de l'installation en configuration de dégazage dès la fin du dégazage et laisseront le wagon en attente jusqu'à son dégazage effectif. De cette manière, au moment du dégazage, les opérateurs actionnent uniquement les vannes automatiques pour le commander. Cependant, dans la réunion de présentation de la solution « Bac B » équipée d'un T, les acteurs de l'équipe projet changent d'avis. Pour des raisons de sûreté/sécurité, ils décident que ces vannes seront manuelles afin que les opérateurs vérifient sur place l'état du wagon avant de mettre l'installation en configuration de dégazage. Enfin, lors de l'analyse de risques de la solution « Bac B », les acteurs de l'équipe projet décident d'équiper l'installation d'un système de détection de chute de pression afin de prévenir la décompression spontanée d'un container en attente de dégazage.

b) Concevoir un procédé de balayage efficace

Lorsque la vidange des wagons est terminée, le balayage permet d'évacuer les restes d'acide reposant dans les wagons et sur les parois des flexibles vers le système d'assainissement de l'installation. Le balayage des flexibles concerne le risque professionnel : s'ils contiennent encore de l'acide, les opérateurs peuvent se brûler au moment du débranchement. Selon les acteurs de l'équipe projet ce risque réside dans les modalités de réalisation du balayage et dans l'organisation des activités notamment la division du travail pour réaliser les différentes phases du dépotage. Ils cherchent donc à rendre le balayage efficace. Pour cela, ils travaillent successivement sur trois plans, ce qui leur permet de maîtriser le risque professionnel associé à cette étape.

Tout d'abord, ils cherchent à rendre le procédé de balayage plus rapide. Dans la réunion d'analyse de risques de la solution « Bac B », les acteurs de l'équipe projet refusent de reconduire les pratiques sur le poste de dépotage actuel : utiliser de la vapeur pour balayer les flexibles et le wagon. En effet, la vapeur permet d'écourter le balayage, mais reste dangereuse car l'eau corrode prématurément l'installation. Ils préfèrent utiliser de l'air sec, chaud. Cependant, ils abandonnent cette décision lors de la revue de la solution « Bac B » équipée d'un T, afin de protéger les opérateurs des vapeurs d'acide produite par le contact de l'air chaud. Dans cette même réunion, ils fixent le débit de balayage afin d'assurer qu'il est efficace. Cependant, ils disposent d'une marge manœuvre réduite

pour accélérer le balayage. En effet, le débit doit être suffisamment élevé pour éliminer l'acide des flexibles, mais pas trop afin d'éviter le retour en arrière dans le flexible.

Ensuite, comme rapidité et sûreté/sécurité s'avèrent incompatibles, ils modifient l'organisation des phases du dépotage. D'une part, dans la revue de la solution « Bac B » équipée d'un T, ils allongent la durée de la phase de dégazage, afin d'améliorer l'efficacité du balayage. Comme nous l'avons vu ci-dessus, ils prévoient un dégazage d'une journée (décompression + balayage). D'autre part, afin de limiter les risques induits par la division du travail, ils ajoutent une opération de balayage supplémentaire, juste avant le débranchement du wagon.

Enfin, les acteurs de l'équipe projet choisissent soigneusement le type de matériel pour améliorer le procédé. Dans la réunion de présentation de la solution « Bac B » équipée d'un T, ils décident d'utiliser un type de flexibles cannelés, plus facile à balayer.

c) Fixer la durée du dégazage

Les acteurs de l'équipe projet fixent la durée du dégazage. Ils doivent trouver un compromis entre deux exigences : d'une part le dégazage doit durer assez longtemps pour que les wagons et les flexibles soient nettoyés. D'autre part, il ne doit pas être trop long afin de ne pas précipiter le branchement du wagon suivant. Ces deux exigences mettent en jeu le risque professionnel. La précipitation lors du branchement met en jeu le risque majeur.

Tout d'abord, les acteurs de l'équipe projet cherchent à réduire la durée du dégazage. Pour cela, ils redimensionnent des conduites dédiées au dégazage. Lors de la présentation de la solution « Bac B » équipé d'un T, ils décident de diminuer le diamètre des tuyauteries connectées au wagon afin de réduire la durée du dégazage (à débit de sortie égal, une conduite plus étroite augmentera la vitesse de sortie du gaz) (Vignette 3, annexe III.2.). Cependant, ils y renoncent pour des raisons réglementaires : le diamètre initial de ces conduites figure dans le dossier qu'ils ont déjà remis à la DRIRE. Les acteurs de l'équipe projet décident alors de fixer la durée du dégazage. Ils se basent sur les pratiques actuelles : 24 heures pour la décompression du wagon et le balayage. Dans un premier temps, ils cherchent à la réduire, en raison de l'autonomie limitée des ateliers. La présence d'un système de séchage (à froid) y contribue. Mais, dans le même temps, ils souhaitent que le dégazage soit efficace. Ils décident alors de reprendre les pratiques du site de la TERRE chez lequel le dégazage dure deux jours afin de récupérer autant d'acide que possible pour les fabrications. Cependant, ils renoncent car ils ne poursuivent pas le même objectif. Finalement, ils décident que le dégazage durera une journée, comme sur le poste de dépotage actuel.

d) Dégazer d'urgence

Par ailleurs, les acteurs de l'équipe projet décident de la prise en charge des wagons défectueux afin de limiter les conséquences d'une fuite. En effet, en cas de fuite sur les vannes d'un wagon lors de sa vidange, la procédure prévoit que les acteurs actionnent l'arrêt d'urgence puis, dégazent le wagon avant de le renvoyer au fournisseur. Lors de l'analyse des risques de la phase de dégazage (vignette 2, chapitre 5), les acteurs de l'équipe projet s'interrogent sur la disponibilité de l'unique réseau

d'assainissement. Ils sont divisés. Les uns proposent d'ajouter un réseau d'assainissement pour des raisons de sûreté : un wagon en attente peut se dépressuriser à l'air libre en laissant échapper des vapeurs d'acide. Les autres décident de garder un seul réseau d'assainissement et de laisser le wagon défectueux en attente, toutes vannes fermées, considérant que le risque de dépressurisation reste minimale. Dans le contexte de maîtrise des coûts, c'est cette dernière option qui est prise à la majorité ; même si elle n'est pas optimale du point de vue du risque de dépressurisation spontanée.

6.1.4. Choisir le niveau d'automatisation des vannes de l'installation

L'automatisation du futur poste de dépotage est une question qui traverse l'ensemble du projet. A chaque remise en cause de la solution de dépotage, l'automatisation de l'installation est examinée. Les discussions des acteurs de l'équipe projet concernent le type de vannes à installer, automatiques (pilotées depuis la salle de commande)²²² ou manuelles :

- au niveau des wagons pour les étapes successives de branchement et de tests d'étanchéité,
- au niveau des wagons pour commander la vidange
- pour le sectionnement et l'arrêt d'urgence.

6.1.4.1. Brancher les wagons et tester l'étanchéité des flexibles

Le poste de dépotage est équipé de nombreuses vannes qui permettent de brancher les flexibles au wagon et de configurer l'installation pour chacune des phases du dépotage. Décider de leur caractère manuel ou automatique met en jeu les risques majeurs et professionnels et le coût de la future installation. Avec les restrictions budgétaires successives, les acteurs de l'équipe projet choisissent de limiter l'automatisation des vannes. Des dispositions organisationnelles et technologiques leur permettent de compenser partiellement les limites d'un réseau de vannes pour la plupart manuelles pour prévenir les risques de fuites induites par des erreurs de manipulation. Dans la solution « bac A », le poste de dépotage comporte des vannes automatiques, afin de faciliter le travail des opérateurs. Les seules vannes manuelles sont les vannes de sécurité. Pour s'adapter à la restriction budgétaire de décembre 2003, les acteurs de l'équipe projet remplacent la plupart des vannes automatiques par des vannes manuelles, ce qui limite la prévention des risques majeur et professionnels. En effet, les nombreuses vannes manuelles accroissent le risque de fuite dus à une erreur de manipulation. Pour prévenir ce risque, les acteurs de l'équipe projet décident de les équiper de fins de course, dispositifs qui permettent aux opérateurs de vérifier leur état (ouvertes ou fermées) depuis la salle de commande.

Au cours de la réunion d'analyse de risques de la solution « Bac B », la discussion porte sur le coût de ces fins de course. En début de réunion, les avis divergent à propos des critères de décision. On

²²² Il existe également une catégorie de vanne automatique appelées également « tout ou rien » qui, en service, est maintenue ouvertes par de l'air ou par un gaz sous pression. Dès que la pression est annulée, la vanne se ferme automatiquement et instantanément.

distingue trois positions. Dans la première, les acteurs souhaitent établir un compromis entre les contraintes économiques et l'objectif de sûreté. Pour cela, ils veulent décider au cas par cas, en fonction des résultats de l'analyse de risques. Dans la deuxième position, la sécurité des opérateurs et la sûreté de l'installation priment : chaque vanne manuelle doit être équipée d'un fin de course. Les tenants de cette option sont très critiques à l'égard des contraintes économiques imposées par la Direction Industrielle, qu'ils considèrent comme inconciliables avec la prévention des risques majeurs et professionnels. Enfin, dans la troisième position, les décisions doivent reposer sur la prise en compte des risques d'erreur humaine accrus par les rotations de personnel pour réaliser le dépotage. A ce titre, les fins de course constituent un moyen de prévention. Les décisions sont prises tout au long de l'analyse de risques. Tout d'abord, en examinant le risque de fuite lors du test d'étanchéité des flexibles, les acteurs de l'équipe projet décident de conserver des vannes manuelles au niveau du branchement des flexibles. Le critère de décision est la fiabilité du contrôle de la position des vannes, car sur les points sensibles de l'installation, le contrôle à distance n'est pas considéré comme un moyen de prévention. De plus, dans l'évaluation formelle des risques, le contrôle par l'opérateur constitue une barrière préventive, permettant d'abaisser le niveau de risques lors du test d'étanchéité. Les acteurs décident d'équiper ces vannes de fins de course afin de fiabiliser le contrôle de la position des vannes : les opérateurs effectueront un deuxième contrôle de la position des vannes, depuis les écrans de la salle de commande. Cette décision est confortée un peu plus tard dans l'analyse, lorsque l'oubli de manipulation d'une vanne apparaît comme une cause de défaillance lors des tests d'étanchéité. Les acteurs de l'équipe projet identifient trois origines à cet oubli, relevant toutes trois de l'organisation des futures activités de dépotage :

- la division du travail entre opérateurs de l'atelier « THORIUM » et opérateurs du conditionnement pour effectuer les différentes étapes du dépotage,
- le manque de polyvalence de la part des opérateurs du conditionnement qui auront à réaliser les branchements et les tests d'étanchéité,
- la charge de travail du chef de poste qui devra, pour des raisons de sécurité, assister les deux opérateurs postés qui brancheront et débrancheront les wagons le week-end.

Malgré les fins de course, le niveau de risque lié à une erreur de manipulation des vannes reste élevé. Selon les règles de sécurité du groupe, il est interdit d'exploiter l'installation en l'état. Afin de le diminuer, les acteurs mobilisent les supports de travail papier et informatique : un mode opératoire décrivant ces interventions très manuelles et une check-list sur laquelle les opérateurs consignent la position des vannes. Le mode opératoire permet d'abaisser la probabilité d'occurrence d'une erreur de manipulation et donc le niveau de risque associé au scénario de fuite lors du test d'étanchéité. En complément de leur check-list, les acteurs de l'équipe projet ajoutent la possibilité pour les opérateurs d'imprimer une copie de l'écran restituant la position des vannes.

Mais, ces décisions ne sont pas définitives. Dans la réunion de présentation de la solution « Bac B » équipée d'un T, les acteurs de l'équipe projet décident d'automatiser une partie des vannes servant pour le test d'étanchéité afin que les opérateurs puissent piloter ce test à distance. Ils conservent des

fins de course sur les vannes manuelles afin que les opérateurs puissent vérifier leur position depuis la salle de commande. Cependant, en décrivant l'opération de transition d'un container à l'autre pour tester l'étanchéité des flexibles, ils reviennent sur cette décision. Ils proposent de supprimer les fins de course et d'ajouter une check-list. Les acteurs de l'équipe projet avancent deux justifications. D'une part, ces pratiques sont mobilisées sur le site TERRE. D'autre part, dans ce cas précis, l'automatisation est un facteur d'infirmité car elle limite l'attention des opérateurs et mène à l'erreur.

Cependant, ces différentes décisions sont remises en cause avec le dispositif de branchement en forme de T qui équipe chaque poste de branchement. Afin de brancher les deux containers à ce dispositif, les acteurs de l'équipe projet ont ajouté des vannes, une de chaque côté du T. Le T a pour vocation de réduire le nombre d'interventions des opérateurs. Dans le même objectif, les acteurs de l'équipe projet ont automatisé ces vannes supplémentaires et les ont doublées de vannes manuelles comme les règles de sécurité l'imposent. Cependant, le dispositif en T ne fait pas l'unanimité, notamment parce qu'il nécessite des vannes supplémentaires. La discussion qui divise les acteurs de l'équipe projet se déroule autour :

- des conséquences du dispositif en T et des vannes supplémentaires sur le coût de l'installation,
- des conséquences du dispositif en T et des vannes supplémentaires sur la sécurité des opérateurs,
- de l'utilité de ce dispositif en T et des vannes supplémentaires en regard du planning d'approvisionnement du site dans les différents types de wagons, sachant que le T ne sert que pour les wagons portant deux containers de 20m³.

Tout d'abord, en début de réunion, les détracteurs du T critiquent le coût élevé des vannes automatiques supplémentaires (10 au total). Les promoteurs (et instigateurs) du T ont pris en compte le facteur économique. Ils ont comparé le prix d'une vanne manuelle équipée d'un fin de course avec celui d'une vanne automatique mais n'ont pas pris en compte le nombre de vannes supplémentaires dans leur évaluation. Cependant, ils replacent le débat sur l'argument économique au niveau global du projet. Selon eux, le surcoût du projet résulte des orientations prises par le Comité de Pilotage et la Direction Industrielle qui préfèrent maintenir une implantation coûteuse sur un sol instable plutôt que d'automatiser les vannes pour garantir la sécurité des opérateurs. De plus, ils justifient l'ajout du T et des vannes par les limites des ressources de la future organisation des opérations de dépotage.

Cependant, le sort du T n'est pas fixé. Les acteurs de l'équipe projet décrivent les opérations de dépotage à partir du « mode opératoire » respectant l'automatisation qu'ils ont prévue. La présence des vannes manuelles équipées de fins de courses spécifiquement dédiées au branchement des wagons portant un seul gros container sur le T est très discutée. D'un côté, les détracteurs du T veulent réduire le nombre de vannes supplémentaires pour réduire le coût de l'installation. C'est pourquoi, ils proposent de le remplacer par un coude, ce qui permet de supprimer quatre vannes manuelles et leurs fins de course car le coude est adapté aux deux types de wagons. La sécurité des opérateurs leur permet de justifier ce changement. En effet, lorsque de gros containers sont

branchés, la branche du T inutilisée est obturée par une tpe pleine. Les détracteurs du T redoutent une accumulation d'acide à ce niveau qui pourrait atteindre les opérateurs lorsqu'ils enlèvent la tpe. A l'opposé, les promoteurs du T, rejettent le coude pour trois raisons liées à la sûreté de l'installation et à la sécurité des opérateurs :

- la sécurité des opérateurs : le coude est dangereux pour les opérateurs car ils devront monter des joints à chaque branchement de container, ce qui multiplie les risques de brûlure.
- les règles de conception du CT : elles interdisent l'utilisation de coudes dans les installations utilisant de l'acide A.
- le retour d'expérience dans l'atelier « THORIUM » montre que l'utilisation d'une tpe pleine reste sûre.

En dernier lieu, comme ils ne parviennent pas à se décider, les acteurs de l'équipe projet considèrent comme critère la fréquence d'arrivée des différents types de wagons. Mais, en l'absence de données précises, ils s'opposent. Pour les détracteurs du T, l'utilisation occasionnelle des vannes servant pour les gros containers justifie la suppression des fins de course et la mise en place d'une check-list. Les promoteurs du T rejettent cette option car les vannes manuelles, nombreuses, multiplient le risque d'erreur de manipulation. Cependant, cet argument les dessert. En effet, pour les détracteurs du T, le coude diminue le nombre de vannes et par conséquent, réduit le risque d'erreur de manipulation. Les instigateurs du T proposent alors une solution intermédiaire : n'installer les vannes manuelles dédiées aux gros wagons que lorsqu'elles sont utiles. Mais les deux groupes ne parviennent pas au consensus. L'intervention de l'adjoint de fabrication permet de trancher.

En raison de l'irrégularité des approvisionnements, l'adjoint de fabrication rejette le planning d'approvisionnement comme critère de décision. Il propose de conserver le T afin de protéger les opérateurs. Mais, en ce qui concerne l'automatisation des vannes, il se distingue de l'équipe projet. Sur la base des pratiques sur site industriel de référence, il propose de n'installer que des vannes manuelles. Les acteurs de l'équipe projet sont d'accord mais complètent sa proposition. Conformément aux pratiques de ce site, ils ajoutent une check-list. Ils confortent cette décision avec l'argument du contrôle réglementaire : sur ce site, la DRIRE impose des vérifications manuelles avec check-lists. Cependant, en raison du nombre de vannes, pour des raisons de sûreté/sécurité, les acteurs réunis s'accordent finalement pour conserver les fins de course.

Le dispositif en T est supprimé en juin 2004, car l'équipe projet apprend que le site ne recevra que des wagons équipés de gros containers à compter du mois de septembre. Ce changement diminue le nombre de vannes, ce qui simplifie le futur poste de dépotage ainsi que les activités de branchement et de débranchement. Enfin, l'analyse de la valeur supprime les vannes automatiques et les fins de course. Les tests d'étanchéité et le lancement du dépotage deviennent manuels. Les dispositions technologiques et organisationnelles permettant de prévenir les erreurs de manipulation et de limiter les conséquences d'une fuite ne compensent que partiellement les limites d'une installation devenue trop manuelle pour garantir la sûreté de l'installation et la sécurité des opérateurs compte tenu des conditions d'exploitation. Dans la deuxième partie de ce chapitre, nous verrons que la sûreté de ce

type d'installation et la sécurité des opérateurs passe par une automatisation que nous qualifions « d'équilibrée » c'est-à-dire relativement automatisée. Nous précisons comment dispositifs automatisés et manuels contribuent respectivement à la prévention des risques majeurs et professionnels et à la limitation des conséquences d'une fuite d'acide A.

6.1.4.2. Commander le dépotage

Lors de la vidange d'un wagon d'acide, la transition entre les deux containers est une phase sensible du point de vue des risques de fuite. Les acteurs de l'équipe projet hésitent entre une transition manuelle et une transition automatique. Au cours de la réunion d'analyse des risques de la solution « Bac B », les acteurs de l'équipe projet décident d'équiper l'installation de vannes automatiques afin que les opérateurs puissent commander la vidange des wagons depuis la salle de commande. Cependant, afin de prévenir les risques de fuite, ils décident que la transition entre deux wagons lors de la vidange se fera manuellement : les opérateurs actionneront un système de clés permettant de basculer d'un poste de branchement à l'autre avant de positionner les vannes manuelles nécessaires à cette transition. Cette modification de la séquence des activités de dépotage permet à l'opérateur de contrôler la configuration de l'installation et de s'assurer que deux containers ne sont pas dépotés en même temps car les caractéristiques de l'installation conçues ne le permettent pas. De plus, dépoter simultanément deux containers augmente les risques de fuite. Dans la présentation de la solution B équipée d'un T, cette intervention manuelle est discutée, car le T offre la possibilité d'automatiser la transition entre les deux containers qu'il relie. Cependant, les acteurs décident, conformément à la demande de la DRIRE, qu'elle restera manuelle. Cette solution reste la plus sûre du point de vue de la prévention des risques de fuite. Elle permet également une détection plus rapide d'une éventuelle fuite.

6.1.4.3. Arrêts d'urgence

Les décisions concernant l'automatisation des arrêts d'urgence et des vannes de sectionnement se déroulent principalement au cours de la réunion « bac A ». Elles impactent directement la limitation des conséquences d'une fuite d'acide. Tout d'abord, les acteurs de l'équipe projet prévoient un pilotage de l'arrêt d'urgence du dépotage depuis la salle de commande de « THORIUM » et celle de « PHOSPHORE ». Ce système pilote la vanne du wagon. Il existe également un système d'arrêt d'urgence pour les opérateurs, au niveau du poste de dépotage.

Ensuite, les acteurs de l'équipe projet décident d'automatiser les vannes d'arrêts d'urgence associées aux deux pompes qui alimentent les ateliers en acide. Afin de protéger l'opérateur, ils choisissent des vannes automatiques, doublées de vannes manuelles. En effet, en cas de fuite, la vanne automatique est commandée depuis la salle de commande. Les opérateurs peuvent ensuite fermer les vannes manuelles pour mettre l'installation en sécurité. Cette solution reste la plus sûre pour limiter les conséquences d'une fuite et protéger les opérateurs.

Enfin, pour des raisons réglementaires, les acteurs de l'équipe projet décident que les vannes de sectionnement seront automatiques et systématiquement doublées de vannes manuelles. En effet, d'après les règles du CT et celles du groupe CHIMIE, seules les vannes manuelles sont des organes

de sécurité. De plus, ces règles imposent le double sectionnement (deux vannes systématiquement, dont une au moins est manuelle).

Ces décisions motivées par la prévention des risques majeurs et professionnels ne sont pas remises en cause lors de la revue d'analyse de la valeur. Cependant, pour des raisons économiques, l'une des pompes de distribution est supprimée ainsi que les quatre vannes automatiques qui permettaient de renvoyer l'acide vers la seconde pompe en cas de défaillance de la première. Les deux ateliers risquent une rupture d'approvisionnement en cas de panne de l'unique pompe de distribution.

6.1.5. Sectionner l'installation

Sectionner l'installation consiste à en isoler des segments, au moyen de vannes²²³, sans pour autant interrompre son fonctionnement. Le sectionnement permet de répondre à trois situations dans lesquelles la prévention des risques de fuite ou la limitation des conséquences d'une fuite sont en jeu : 1) limiter les conséquences d'une fuite ou d'un dysfonctionnement, 2) nettoyer la portion isolée pour intervenir sur le matériel, 3) réguler la pression entre les différentes parties de l'installation. Le sectionnement de l'installation est décidé principalement lors de la revue de l'installation « bac A ». Il s'agit de décider du nombre de vannes et de leur position. Les différentes remises en cause de la solution de dépotage n'affecteront pas ces choix. Dans la revue de la solution « bac A », les acteurs décident en premier lieu d'isoler des portions d'installation étendues. Ils se fondent sur les pratiques des opérateurs dans l'atelier « THORIUM » : afin de réduire leur temps d'intervention, ils n'isolent pas toujours chaque organe de l'installation car les vannes de sectionnement sont manuelles pour la plupart. Cependant, pour des raisons de sécurité, les acteurs de l'équipe projet prévoient suffisamment de vannes pour isoler chaque organe de l'installation. Un peu plus tard, les acteurs de l'équipe projet décident du nombre et de la disposition des piquages et des vannes associées afin de pouvoir nettoyer l'installation par portions. Ils fondent leurs décisions sur le futur procédé de soufflage, notamment le sens de circulation de l'air injecté.

Toujours au cours de la revue de la solution « bac A », les acteurs décident de la position de la vanne de transition de pression entre le wagon et le « bac A ». Les acteurs hésitent entre deux solutions : positionner cette vanne près du wagon ou à l'opposé, près du « bac A » afin de conserver une pression élevée entre le wagon et le « bac A ». Dans un premier temps, les acteurs pensent que la position de cette vanne n'a pas de conséquence sur la sûreté de l'installation car l'acide reste sous pression quelle que soit cette position. Cependant, afin de limiter le risque de surpression entre le wagon et le « bac A » d'une part et d'éviter l'usure prématurée de cette vanne, très sollicitée mécaniquement d'autre part, ils décident de la positionner près du wagon.

²²³ Vanne de sectionnement : vanne permettant d'interrompre une canalisation en un point quelconque dans le cas d'une fuite ou d'une réparation sans interrompre le fonctionnement de tout le système.

6.1.6. Protéger les travailleurs

Les acteurs de l'équipe projet prennent des dispositions pour 1) prévenir les risques de fuite et 2) en limiter les conséquences en protégeant les opérateurs du contact avec l'acide A d'une part et en prévoyant les équipements de secours de l'installation d'autre part. Ils travaillent sur quatre points précis : 1) le toit du poste de dépotage, 2) la configuration et l'encombrement de l'installation, 3) l'équipement des opérateurs, 4) l'assainissement de leur environnement de travail, 5) les équipements de secours.

6.1.6.1. Abriter les opérateurs

Dès les premières étapes du projet, les acteurs de l'équipe projet décident d'installer un toit pour protéger les opérateurs de la pluie et les wagons du soleil qui réchauffe l'acide en été. De plus, le toit participe au confinement du futur poste de dépotage et participe donc à la limitation des conséquences d'une fuite d'acide A. Par ailleurs, un bardage translucide au niveau des plates-formes de branchements permet un confinement local. Lors de la revue d'analyse de la valeur, le challenger de coûts propose de supprimer le toit. Ses arguments sont économiques et organisationnels : la fréquence des opérations de dépotage évaluée à 50 par année ne justifie pas une protection permanente, ce qui permet d'alléger le coût de l'installation. Finalement, le toit et le bardage translucide sont supprimés. Cependant, les acteurs de l'équipe projet équipent le poste de dépotage d'emplacements destinés à recevoir des poteaux de soutènement pour une future toiture. Ces décisions limitent la limitation des conséquences d'une fuite pour les opérateurs et pour l'environnement de l'installation.

6.1.6.2. Configurer l'installation

Au cours de la revue de la solution « bac A », les acteurs de l'équipe projet cherchent réduire les risques liés à l'utilisation du bac A à deux reprises. En effet, ce choix impose d'implanter l'installation dans les étages élevés. De ce fait, en cas de fuite, les opérateurs travaillant dans les étages inférieurs seraient atteints. Tout d'abord, les acteurs de l'équipe projet cherchent à réduire ce risque professionnel. Ils hésitent entre deux options : agrandir le plancher ou implanter l'installation au rez-de-chaussée, en installant dans les deux cas et une cuvette de réception sous le plancher. Ils renoncent à la seconde option car il est impossible d'installer de bac de récupération au rez-de-chaussée. Dès lors, les acteurs de l'équipe projet cherchent à limiter l'encombrement des installations sur le plancher élevé. C'est pourquoi, ils décident d'installer le condenseur en position horizontale afin de réduire les contraintes mécaniques sur ses tubes et limiter ainsi le risque de fuite. Ce problème d'encombrement ne se posera plus avec le choix de la solution « Bac B » car le plancher utilisé est plus aéré. Cette solution permet de prévenir les risques de fuite induits par une configuration complexe de l'installation. Elle est également plus sûre du point de vue des risques professionnels.

Plus localement, les acteurs améliorent l'ergonomie de l'installation. Ils regroupent les vannes que les opérateurs manipulent. De plus, ils choisissent une hauteur d'implantation des vannes inférieure à 1.20 mètres afin qu'une fuite n'asperge pas les opérateurs au niveau du visage. Ces décisions sur l'ergonomie des vannes et des branchements ne seront pas remises en cause par les réorientations successives du projet. Elles permettent de limiter les conséquences d'une fuite pour les opérateurs.

6.1.6.3. Equiper les opérateurs

Les acteurs de l'équipe projet discutent de l'équipement des opérateurs du dépotage au cours de la réunion d'analyse de risques de la solution « Bac B » et de la revue de la solution « Bac B » équipée d'un T. Ils l'abordent de deux points de vue complémentaires.

D'une part, ils considèrent les différentes pièces qui composent l'équipement comme des ressources pour la sécurité de l'opérateur. Dans l'analyse de risques de la solution « Bac B », les acteurs de l'équipe projet décident que les opérateurs devront obligatoirement porter l'équipement lors des phases sensibles pour leur sécurité notamment ouvrir la partie dôme surplombant la vanne du wagon. Cette décision résulte de l'application de la procédure d'analyse des risques car l'équipement constitue une parade pour réduire la gravité d'une fuite.

D'autre part, ils considèrent l'équipement comme l'activité d'habillement. Ils anticipent notamment la durée nécessaire pour revêtir la tenue de sécurité comme une contrainte pour organiser les opérations de dépotage. En effet, en l'absence de stockages, la réalisation des activités de branchement et de transition d'un wagon à l'autre est contrainte par l'autonomie réduite des ateliers et le temps nécessaire pour s'équiper. De plus, ces activités sont sensibles du point de vue de la sûreté/sécurité, c'est pourquoi, les opérateurs ne doivent pas se précipiter pour les effectuer. Lors de la revue de la solution « Bac B » équipée d'un T, les acteurs de l'équipe projet décident de la séquence d'activités de branchement en regard du temps nécessaire aux opérateurs pour s'équiper puis débrancher un wagon vide et le remplacer par un plein. Un peu plus tard dans la réunion, les acteurs de l'équipe projet examinent la séquence d'activités pour passer d'un poste de branchement à l'autre : de la mise en repli du poste de branchement équipé d'un wagon vidangé à la mise en service du poste équipé d'un wagon plein. Pour décider, ils se fondent sur les règles de travail en vigueur dans l'atelier : si les opérateurs n'ont pas besoin de s'équiper pour manœuvrer des vannes l'ordre des manipulations n'a pas d'importance car ils ont suffisamment de temps pour réaliser les deux opérations. Cependant, comme les acteurs de l'équipe projet connaissent mal les pratiques des opérateurs, ils reportent la décision à la consultation des acteurs de la fabrication. Lors de la revue de la solution « Bac B » équipée d'un T, l'opérateur présent confirme qu'ils portent l'équipement quelle que soit l'intervention qu'ils réalisent. Les acteurs de l'équipe projet décident alors que la mise en service du wagon plein se fera avant la mise en repli du wagon vide, afin de ne pas précipiter les opérateurs. Ils anticipent ainsi une organisation des activités permettant de prévenir au mieux les risques majeurs et professionnels.

Enfin, initialement, les acteurs de l'équipe projet avaient prévu un nouveau vestiaire attenant au poste de dépotage. A l'issue de l'analyse de la valeur, il est supprimé pour des raisons économiques. Les opérateurs s'équiperont dans le vestiaire de l'atelier « THORIUM ». Cette décision n'impacte pas la prévention des risques professionnels mais reste moins pratique qu'un nouveau vestiaire.

6.1.6.4. Assainir l'environnement de travail

Dès la réunion d'analyse de la solution « B », les acteurs de l'équipe projet prennent des dispositions pour limiter les conséquences de fuites d'acide (fumerolles), pouvant se produire au moment de l'ouverture du dôme de la vanne du wagon. Ils décident d'équiper l'installation de « cobras » pour aspirer les vapeurs d'acide. Dans ce cas précis, les acteurs de l'équipe projet mobilisent des dispositifs de protection parce qu'ils ne peuvent prévenir ce type de fuite, et ce pour deux raisons.

1) Les caractéristiques techniques de la vanne du wagon. Au cours de l'analyse de risques de la solution « Bac B », dans la phase de branchement, le technicien de régulation montre —en s'appuyant sur la maquette de vanne présente en salle de réunion— que la partie supérieure de cette vanne présente une petite cavité pouvant renfermer de l'acide.

2) Les choix d'organisation de l'approvisionnement du site en acide A qui ne permet pas de remédier à ce défaut. D'une part, l'acide est livré par des fournisseurs externes responsables légalement du wagon et du matériel qui l'équipe (les vannes). D'autre part, le site a choisi trois fournisseurs différents, ce qui augmente la variabilité du matériel. Comme le soulignent les acteurs de l'équipe projet lors de l'analyse de risques de la solution « Bac B », chaque type de wagon est équipé d'un modèle de vanne spécifique. Selon les acteurs de l'équipe projet, ces choix organisationnels pèsent sur la sécurité des opérateurs car ils sont associés à un manque de conformité avec les normes de matériel : les différents fournisseurs n'utilisent pas toujours le type de joints d'étanchéité de la vanne recommandés par la réglementation (normes du CT).

6.1.6.5. Prévoir des systèmes de secours

Dès les premières phases du projet, les acteurs de l'équipe projet prévoient des systèmes de secours afin de limiter la gravité des brûlures. Ils travaillent sur la base de ceux qui équipent le poste de dépotage actuel. Ils décident que le poste de dépotage comportera une douche équipée d'un lave-œil au niveau de la plate-forme de branchement et une au niveau de la voie ferrée. Le challenger de coûts remet en cause ces choix lors de la revue d'analyse de la valeur pour des raisons économiques : il estime que ces équipements sont redondants avec ceux de l'atelier « THORIUM ». Cependant, pour des raisons de sécurité, les acteurs de l'équipe projet reconduisent leurs choix initiaux.

6.2. Conjuguer technologie et organisation pour maîtriser les risques

Dans cette deuxième partie, nous montrons tout d'abord comment les acteurs de l'équipe projet mobilisent la technologie— dans le sens commun c'est-à-dire dispositifs matériels — pour maîtriser les risques majeurs et professionnels. Dans une deuxième partie, nous identifions les composantes de l'organisation du futur dépotage mobilisées par les acteurs de l'équipe projet pour maîtriser les risques—l'organisation comme cadre d'action et comme programme d'activités, selon notre propre définition, Cf. chapitre 1—.

6.2.1. La technologie pour maîtriser les risques

Au cours de leurs décisions, les acteurs de l'équipe projet discutent des conséquences de leurs choix technologiques sur les risques majeurs et professionnels. Selon les cas, ils évoquent le caractère dangereux de ces choix ou leur contribution à la prévention des risques. Parallèlement, ils mobilisent la technologie pour prévenir les risques majeurs et professionnels et modifient leurs choix technologiques relativement aux risques identifiés. Cette mise en relation des risques et des choix technologiques que nous caractérisons dans cette partie, joue un rôle central dans la fiabilité de la future installation car la technologie reste le principal levier de la maîtrise des coûts de la future installation. Elle prend toute son importance au moment de la revue d'analyse de la valeur, car elle est remise en question au cours de l'élaboration de compromis coût/sûreté. A la suite de cette étape « d'optimisation » de l'installation, les acteurs de l'équipe projet acceptent ou rejettent les améliorations proposées en fonction de leurs conséquences sur les risques majeurs et professionnels.

6.2.1.1. Analyser la manière dont les choix technologiques impactent les risques majeurs et professionnels

Lors de la conception du futur poste de dépotage, les acteurs anticipent les conséquences de leurs choix technologiques sur les risques majeurs et professionnels. Ils s'intéressent : 1) aux technologies dédiées à l'acide A, 2) aux technologies spécifiques au dépotage, 3) aux technologies spécifiques aux différentes solutions envisagées.

a) Anticiper les conséquences des technologies dédiées à l'acide A sur les risques

1) **Les acteurs de l'équipe projet anticipent le risque majeur d'explosion induit par le système de refroidissement à l'eau glycolée.** Ils considèrent que *les difficultés de contrôle d'étanchéité nuisent à la prévention du risque majeur de fuite.* Parallèlement, ils évoquent la contribution de l'eau glycolée, associée aux « groupes froids » de l'atelier « THORIUM », à la maîtrise d'un emballage thermique du « bac A ». Dans ce cas, la *redondance* du système de refroidissement avec les « groupes froids » renforce la limitation des conséquences du risque majeur de fuite.

2) Par ailleurs, **les acteurs de l'équipe projet évoquent le rôle des dispositifs de contrôle du procédé dans la prévention des risques majeurs et professionnels.** Dans la revue de la

solution « bac A », ils discutent du *nombre* et de la *position* de ces systèmes en sortie du wagon et au niveau du branchement des flexibles. Ils positionnent ces appareils très précisément, aux endroits de l'installation qu'ils considèrent comme sensibles, afin de détecter rapidement une vaporisation de l'acide ou une fuite. Dans leurs choix, les concepteurs respectent deux principes :

- La *redondance* à double titre. D'une part, ils placent plusieurs appareils à différents endroits de l'installation pour surveiller le même paramètre du procédé. D'autre part, ils positionnent différents types d'appareils au même endroit afin de surveiller simultanément plusieurs paramètres dont les variations révèlent une fuite ou une vaporisation de l'acide. L'analyse de la valeur agit sur le premier type de redondance en cherchant à supprimer un détecteur d'acide par poste de branchement. Cependant, pour des raisons de sûreté/sécurité, les acteurs de l'équipe projet en conservent deux par poste.
- Ces systèmes de contrôle en surveillant un paramètre physique en particulier, assure une *fonction unique*. De plus, ils jouent un rôle spécifique car associés chacun à un composant unique (wagon, bac de distribution...) plutôt qu'à un sous-système (wagon+conduite jusqu'au bac de distribution).

b) Anticiper les risques liés aux technologies dédiées au dépotage

1) **Les acteurs de l'équipe projet anticipent les risques liés aux différences de pression dans l'installation.** Ils soulignent la contribution du détendeur placé en sortie du wagon à la prévention du risque de retour d'acide vers le wagon, notamment sa *double fonctionnalité* : détendre l'acide sortant du wagon sous pression et éviter son retour en arrière en cas de problème dans la régulation de pression de l'installation. Dans le même temps, ils mettent en évidence l'inutilité du clapet anti-retour pour les installations contenant de l'acide A.

2) Ensuite, **les acteurs de l'équipe projet anticipent les risques professionnels introduits par les caractéristiques techniques des vannes équipant les wagons** : leur partie supérieure peut renfermer de l'acide qui se dégage au moment de son ouverture.

3) **Les acteurs de l'équipe projet anticipent les risques de fuite au niveau des vannes du poste de dépotage**, lors du branchement des flexibles et lors du test de leur étanchéité. D'une part, ils associent ces risques au *nombre élevé de vannes* qu'ils considèrent comme une *source d'erreur de manipulation pour les opérateurs*. D'autre part, ils associent *l'erreur humaine au caractère automatique ou manuel des vannes à manipuler*. Plus précisément, ils plaident pour une automatisation relative des vannes afin de prévenir les risques majeurs et professionnels (Cf. § 6.2.1.3.). Au cours de la réunion d'analyse des risques de la solution « Bac B », ils décident d'équiper l'installation de vannes automatiques afin que les opérateurs puissent commander la vidange des wagons depuis la salle de commande. Avec le dispositif en T, ils automatisent certaines vannes de branchement afin de faciliter le travail des opérateurs. Cependant, ils sont divisés quant à la présence de fins de course sur les vannes manuelles restantes. Finalement, ils les conservent afin de prévenir les erreurs de manipulation. Par ailleurs, en décidant d'équiper chaque vanne d'un fin de course, ils associent un système de contrôle à chaque composant afin de détecter toute fuite. De plus, ces fins

de course constituent une ressource pour la détection d'une fuite résultat d'une erreur de manipulation. Pour l'opérateur, les fins de course constituent une *redondance* pour contrôler la position des vannes.

4) **Les acteurs de l'équipe projet anticipent les risques majeurs induits par le procédé de balayage, à moyen terme.** Ils révèlent les risques de corrosion des tuyauteries induits par l'utilisation de vapeur pour balayer le wagon et les flexibles. De plus, ils identifient les risques professionnels induits par l'utilisation d'air chaud pour balayer les flexibles parce qu'il vaporiserait les restes d'acide.

5) Par ailleurs, **les acteurs de l'équipe projet anticipent les lacunes dans la limitation des conséquences d'une fuite dues à la présence d'un unique réseau d'assainissement** pour dégazer d'urgence un wagon défectueux.

c) Anticiper les risques inhérents aux spécificités des différentes solutions

Au cours des réunions, les concepteurs anticipent des risques majeurs et professionnels liés à l'utilisation du bac A pour distribuer l'acide vers les deux ateliers d'une part et à l'utilisation du dispositif de branchement des flexibles en forme de T d'autre part.

1) Au cours de la revue de l'installation « bac A », **les acteurs de l'équipe projet anticipent les risques majeurs et professionnels introduits par le système de distribution « bac A ».** Premièrement, **ils identifient le risque d'explosion du bac induit par sa pression de fonctionnement** élevée relativement au reste de l'installation : le retour d'acide dans le bac peut le faire sauter. Deuxièmement, **ils anticipent les risques de fuite liés à la double fonctionnalité du bac : les vérins qui équipent seront** très sollicités pour assurer ces deux fonctions : distribuer l'acide et fabriquer les produits de l'atelier « THORIUM ». De plus, les acteurs de l'équipe projet mettent en évidence les risques induits par l'ajout de piquages sur un bac déjà très équipé. Ces piquages supplémentaires illustrent la problématique du « technological fix » évoquée par Charles Perrow (Cf. chapitre 1).

Troisièmement, dans la revue de l'installation « bac A » (Vignette 1, annexe III.1.), **les acteurs de l'équipe projet anticipent les risques professionnels associés à la localisation du matériel sensible. L'implantation en étage élevée** imposée par ce bac de distribution aggrave les conséquences d'une fuite du bac de distribution car les opérateurs travaillant dans les étages inférieurs de l'atelier seraient touchés. De plus, à travers le problème de l'encombrement des planchers élevés, ils anticipent la *complexité* de la future installation.

A tous ces égards, la solution « Bac B » diminue les risques majeurs et professionnels : ce bac remplit une *fonction unique*, fonctionne à une pression moins élevée et est implanté sur un plancher peu encombré. Ces arguments ont convaincu la Direction Industrielle et le Comité de Pilotage en décembre 2003, lorsque les différentes options leur ont été présentées dans le cadre de la révision de budget.

2) Dans la revue de la solution « Bac B » équipée d'un T, **les acteurs de l'équipe projet anticipent les risques professionnels induits par la double fonctionnalité du dispositif en T. En effet, il sert pour deux types de wagons.** Une partie des acteurs de l'équipe projet redoute l'accumulation d'acide dans la branche inutilisée du T lorsque des wagons à simple container sont branchés. Les opérateurs qui rebrancheront le T sur des doubles containers (en utilisant les deux branches) risqueraient alors de se brûler.

6.2.1.2. Prendre en compte les risques majeurs et professionnels pour faire des choix technologiques

Réciproquement, la prévention du risque majeur de fuite d'acide A et du risque de brûlure pour les opérateurs motive les choix technologiques des acteurs de l'équipe projet. Nous distinguons trois catégories de choix selon leurs objectifs :

- maîtriser les risques inhérents à l'utilisation d'acide A,
- Plus spécifiquement, maîtriser les risques associés aux activités de dépotage
- maîtriser les risques liés aux spécificités des différentes solutions examinées notamment le bac de distribution « A » (vignette 1, annexe III.1.) et le dispositif en forme de T permettant de brancher deux containers simultanément (vignette 3, annexe III.2.)

a) Choisir des dispositifs technologiques pour prévenir les risques liés à l'utilisation de l'acide A

Afin de prévenir les risques professionnels et majeurs induits par l'utilisation de l'acide A, les acteurs de l'équipe projet cherchent à réduire le risque de fuite. Pour cela, ils souhaitent maintenir l'acide à l'état liquide. C'est pourquoi, ils travaillent sur le dimensionnement de l'installation et sur la surveillance du procédé. De plus, ils anticipent les dispositifs de sectionnement de l'installation afin de limiter les conséquences d'une fuite.

1) **Les acteurs de l'équipe projet déterminent le diamètre des tuyauteries** afin de limiter la vitesse de l'acide et prévenir le risque de fuite due au perçage des conduites.

2) **Les acteurs de l'équipe projet prévoient des dispositifs de surveillance du procédé** afin de s'assurer que l'acide reste à l'état liquide d'une part et de détecter rapidement une fuite d'autre part. Pour déterminer le nombre et le positionnement des appareils de mesure du débit d'acide, de sa densité, de sa température et des détecteurs du mélange eau glycolée/acide, ils utilisent *des composants à fonction unique* et *associent des dispositifs de contrôle à chaque composant de l'installation*. D'autre part, ils suivent le principe de *redondance*. Par exemple, ils décident de conserver un appareil de mesure de la température et un analyseur d'eau au niveau du poste de dépotage et dans le pot hydraulique équipant l'atelier « THORIUM ». Par précaution, ils décident de conserver une sonde de température supplémentaire à l'entrée du système de refroidissement afin de détecter le mélange eau glycolée/acide A.

3) **Les acteurs de l'équipe projet anticipent les modalités de sectionnement de l'installation** afin de **limiter les conséquences d'une fuite** dans deux situations : arrêter d'urgence le procédé et isoler des portions d'installation pour intervenir sur le matériel. Ils mobilisent la *redondance* des vannes pour prévenir les risques de fuite et en limiter les conséquences : chaque vanne automatique de sectionnement est systématiquement doublée d'une vanne manuelle. Ils décident également d'installer des vannes de sectionnement automatiques, doublées de vannes manuelles au niveau des pompes de distribution d'acide vers les deux ateliers « PHOSPHORE » et « THORIUM », comme les règles de conception l'exigent. De plus, leurs choix respectent deux principes :

- Les dispositifs de sectionnement permettent *de contourner un composant de l'installation ou d'inverser le processus en cours*. Ainsi, **les acteurs de l'équipe projet décident que l'arrêt d'urgence sera piloté depuis les salles de commande des deux ateliers**.
- Ces dispositifs *facilitent les interventions sur le matériel*. En effet, les acteurs de l'équipe projet décident d'installer suffisamment de vannes manuelles pour que les opérateurs puissent isoler l'installation entre chaque organe.

b) *Choisir des technologies permettant de prévenir les risques majeurs et professionnels au cours du dépotage.*

Les acteurs de l'équipe projet choisissent des dispositifs technologiques afin de prévenir les fuites et en réduire les conséquences au cours du dépotage. Ils se focalisent sur les étapes qu'ils identifient comme sensibles du point de vue de ces risques : le branchement, la vidange, la transition entre vidange et dégazage puis, entre dégazage et débranchement.

Branchement

1) Afin de prévenir les risques de fuite lors du branchement des flexibles sur le wagon, **les acteurs de l'équipe projet mobilisent les spécificités de la technologie : ils proposent d'utiliser de nouveaux joints plus fiables**. Puis, afin de prévenir le risque d'arrachement des flexibles au niveau de leur branchement sur le wagon, ils décident de remplacer ces pièces d'adaptation. Ensuite, afin de limiter les conséquences d'une fuite, **ils choisissent les pièces de connexion des flexibles au wagon selon leurs spécificités**. Ils décident d'utiliser des flexibles à double emboîtement pour limiter le débit de fuite. Ils prévoient également des réducteurs de diamètres pour adapter ces flexibles aux wagons.

2) Ensuite, afin de prévenir les risques de fuites induits par des confusions en cours de manipulation, **les acteurs de l'équipe projet différencient les technologies en cause. Pour cela, ils marquent le matériel : ils décident d'utiliser des flexibles de diamètres différents et de couleurs différentes** afin de prévenir les fuites provoquées par une inversion dans le branchement des flexibles gaz et liquide. De plus, **ils ajoutent un équipement discriminant : ils décident d'équiper la vanne du wagon** destinée au branchement du flexible pour le gaz **d'un plongeur**²²⁴ pour la différencier de la vanne destinée au flexible liquide.

²²⁴ Système de mesure du niveau.

3) **Les acteurs de l'équipe projet prévoient des dispositions techniques pour limiter les conséquences de fuites. Ils proposent des systèmes d'aspiration** (cobras), afin de prévenir les risques professionnels d'inhalation de vapeurs lors de l'ouverture du dôme des vannes du wagon. De plus, ils déterminent la localisation du matériel : ils choisissent une implantation basse des vannes pour protéger les opérateurs des éventuelles projections. Afin de prévenir le risque de fuite due à une erreur de manipulation des vannes manuelles lors du branchement et des tests d'étanchéité, les acteurs de l'équipe projet mobilisent la redondance du contrôle de l'état des vannes : ils décident de les équiper de fins de course. De plus, ils privilégient des systèmes de détection à fonction unique : ils décident également d'ajouter un détecteur d'acide afin de repérer toute fuite le plus rapidement possible.

4) Les acteurs de l'équipe projet prévoient également des *redondances* afin de prévenir les risques de fuite due à des erreurs de manipulation lors des interventions dans les phases sensibles de transition. Ainsi, **ils décident d'équiper la station de deux jeux de flexibles** afin de prévenir les fuites dues à la précipitation des opérateurs pour effectuer la transition entre deux wagons.

Vidange

1) Afin de détecter toute fuite lors de la vidange des wagons, **ils choisissent et positionnent des dispositifs de surveillance de la vidange**. Ces choix respectent le principe de *redondance* et un système de contrôle est affecté à chaque organe de l'installation. Ainsi, afin de détecter une fuite sur un wagon plein, en attente de dépotage après le test d'étanchéité des flexibles, les acteurs de l'équipe projet équiperont l'installation d'un détecteur d'acide. Ils ajoutent un manomètre afin de détecter un éventuel retour d'acide dans le réseau d'azote et un détecteur de pression afin de prévenir le risque de retour de l'acide dans le wagon lors de la vidange. Par ailleurs, ils conservent deux systèmes de mesure de pression dans l'installation dont un pour repérer une panne du détendeur placé à la sortie du wagon.

2) Certains acteurs de l'équipe projet mobilisent la redondance des technologies pour limiter les conséquences d'une fuite lors de la vidange d'un wagon. Ils proposent d'équiper l'installation **d'un deuxième système d'assainissement afin de pouvoir dégazer un deuxième wagon en urgence**. Cette *redondance* permet d'éviter de laisser un wagon sous pression contenant encore de l'acide en attente. Finalement, ils conservent un unique réseau d'assainissement. En cas d'urgence, ils décident de laisser le wagon défectueux en attente, toutes vannes fermées, considérant que le risque de dépressurisation d'un wagon à l'air libre est négligeable. Même si ce risque reste peu élevé, cette solution reste moins sûre que la redondance des réseaux d'assainissement.

3) Afin de détecter toute chute de pression d'un wagon en attente pour être dégazé, **les acteurs de l'équipe projet décident d'équiper l'installation d'un système de détection de chute de pression**. Ils prévoient également **un détecteur de niveau** afin de contrôler l'état du wagon avant de le dégazer.

Balayage et débranchement

1) Les acteurs de l'équipe projet anticipent le risque de brûlure par l'acide restant dans les flexibles et dans le wagon à l'issue du balayage. Pour prévenir ce risque, ils cherchent à **rendre plus efficace le**

procédé de balayage. Tout d'abord, ils proposent d'utiliser de l'air chaud pour balayer le wagon et les flexibles. Cette précaution permet d'éviter la corrosion prématurée des tuyauteries et donc le risque majeur de fuite. Cependant, ils abandonnent cette option parce qu'elle présente un risque pour les opérateurs : ils risquent d'inhaler l'acide vaporisé par l'air chaud. Les acteurs de l'équipe projet décident finalement de chauffer l'azote utilisé pour balayer les flexibles et le wagon. Par ailleurs, pour prévenir les risques de fuite des flexibles **les acteurs de l'équipe projet les choisissent en fonction de leurs spécificités.** Ils privilégient des flexibles cannelés, plus faciles à balayer.

2) Afin de prévenir le risque de brûlure, les acteurs de l'équipe projet prévoient des dispositifs permettant aux opérateurs de vérifier l'état de remplissage du wagon avant de le débrancher. Ces choix respectent le principe de *redondance*. Ainsi, ils décident d'installer un appareil de mesure du niveau de liquide contenu dans le wagon. Puis, ils ajoutent deux débits mètres et une mesure de niveau.

c) Choisir des dispositifs technologiques permettant de prévenir les risques professionnels et majeurs plus spécifiques à la solution examinée.

1) Les acteurs de l'équipe projet modifient leurs choix technologiques afin de prévenir les risques majeurs et professionnels induits par l'utilisation du « bac A ». Ils agissent sur la *localisation* de l'installation et sa *complexité*. Selon eux, l'implantation en hauteur engendre des risques de brûlure pour les opérateurs travaillant dans l'atelier en cas de fuite. L'encombrement du plancher accueillant la future installation augmente le risque de fuite et ses conséquences et donc les risques majeurs et professionnels. C'est pourquoi, ils hésitent entre **s'implanter plus bas** afin de limiter les conséquences d'une fuite ou **agrandir le plancher** prévu afin de limiter l'encombrement de la future installation. Finalement, ils optent pour la seconde solution. De plus, **ils modifient la position de certains appareils** (condenseur) pour limiter encore cet encombrement. Ensuite, afin de limiter le risque d'explosion du « bac A » provoquée par le retour en arrière de l'acide dans le « bac A » sous pression, **les acteurs de l'équipe projet ajoutent une vanne manuelle de régulation de pression.** Ils la positionnent de manière à limiter son usure prématurée.

2) Les acteurs de l'équipe projet choisissent les dispositifs technologiques pour limiter les conséquences d'une fuite sur les opérateurs. Ils proposent de **remplacer le dispositif en T par un coude** afin de limiter les risques de brûlure lorsque les opérateurs ôtent la tige pleine obturant la partie du T inutilisée lorsque des wagons à container unique sont branchés. Mais, les fabricants préfèrent conserver le dispositif en T à cause des risques de brûlure et de fuite induits par la manipulation des joints équipant le coude. Nous verrons également que cette décision tient à l'organisation du dépotage notamment à la fréquence d'approvisionnement du site dans les différents types de wagons.

6.2.1.3. Une automatisation « raisonnée » pour prévenir les risques majeurs et professionnels

Dans ce projet, analyser les liens réciproques entre technologie et risques conduit à s'interroger sur l'automatisation du futur poste de dépotage. Cette question est cruciale car on se souvient qu'à chaque réduction budgétaire, l'installation devient plus manuelle. Ces réductions successives inquiètent l'adjoint de la Fabrication, l'agent de maîtrise de la Fabrication, l'infirmier, l'animateur sécurité (Cf. vignette 3, annexe III.2.) et le technicien du Bureau d'Etudes qui l'expriment au cours des entretiens :

« Quand on met des sécurités je suis OK mais quand le patron a dit non, non, on repart avec des vannes manuelles...Je crains quand il y a trop d'automatismes, mais là c'est le contraire. » Vincent, adjoint de fabrication, 11/05/2004.

« J'ai une grosse inquiétude. Ça voudra dire qu'il faudra que l'installation fonctionne parfaitement. Quatre containers et deux wagons. Il va y avoir du méli-mélo, le gars ne va pas savoir. Il va prendre les consignes de sa fab d'abord et quand il aura un moment il s'occupera de l'A. Il va y avoir des problèmes. Je vois aujourd'hui quand le gars du SUG ils hésitent pour savoir quand changer les poussettes [wagons comportant deux containers]. C'est pour ça que beaucoup de vannes manuelles c'est pas bon. » Agent de maîtrise de la Fabrication, 06/05/2004.

« Ils s'inquiètent de comment ils vont faire pour transporter l'A de THORIUM à PHOSPHORE avec les températures qu'on a ça peut être difficile. Je ne crois pas trop au wagon qui se déverse. Ce qui me gêne c'est toutes ces vannes manuelles qu'il fait ouvrir dans un ordre précis. Si l'opérateur n'est pas attentif pour un oui ou pour un non il a toutes les chances de se tromper. » Infirmier, 17/11/2004

« Le fait de ne pas mettre de fins de course ça ils ont changé. Mais c'est difficile de conduire depuis la salle de contrôle. Même s'ils ont mis ça, il reste beaucoup de facteur humain. Au SUG, les gens branchent et repartent mais le système était plus automatisé. » Animateur sécurité, 18/11/2004

Ces craintes sont-elles justifiées ? Pour les acteurs engagés dans ce projet, comment l'automatisation contribue-t-elle à la prévention des risques majeurs et professionnels ?

Les discussions révèlent qu'automatisation et prévention des risques entretiennent une relation ambivalente. D'un côté, **les acteurs de l'équipe projet considèrent l'automatisation comme une ressource pour prévenir les risques** de fuite et **protéger l'opérateur** en limitant ses contacts avec l'installation. C'est pourquoi, conformément aux principes d'un *design robuste et inélégant*, ils décident d'automatiser les vannes d'arrêts d'urgence, afin de pouvoir inverser ou arrêter le processus de dépotage.

Cependant, le degré d'automatisation des vannes choisi ne relève pas toujours du tout ou rien (automatique ou manuel). Parfois les concepteurs privilégient des vannes manuelles équipées de fins de course afin que les opérateurs vérifient leur position depuis les écrans de conduite. Cette solution est privilégiée au niveau de la zone de branchement des flexibles car les vannes y sont nombreuses et leur configuration varie pour chaque phase du dépotage : branchement, dépotage, dégazage, balayage ou débranchement (Cf. vignette 3 : solution « B » équipée d'un T).

A l'opposé, **les discussions des acteurs de l'équipe projet révèlent que l'automatisation peut desservir la prévention des risques majeurs et professionnels**. Dans certains cas, **ils considèrent que l'automatisation nuit à la sécurité des opérateurs et préfèrent des**

solutions manuelles. En effet, selon les concepteurs, si l'installation est trop automatisée, les opérateurs contrôlent mal le déroulement du procédé. Ainsi, pendant la revue de l'installation « Bac B » équipée d'un T, le technicien du Bureau d'Etudes propose d'utiliser des vannes manuelles et une check-list plutôt que des vannes équipées de fins de courses pour effectuer les tests d'étanchéité des flexibles. Selon lui, une automatisation excessive limite la réflexion des opérateurs sur l'état de l'installation. Les recommandations des inspecteurs de la DRIRE reprises au cours de ces réunions reprennent cette orientation. Par exemple, pour la phase de vidange, ils demandent à l'opérateur d'actionner une vanne manuelle pour commander la transition d'un container à l'autre.

Par ailleurs, les acteurs de l'équipe projet respectent des règles de conception internationales et locales (groupe CHIMIE) selon lesquelles, les organes de sécurité comme les vannes de sectionnement sont manuels.

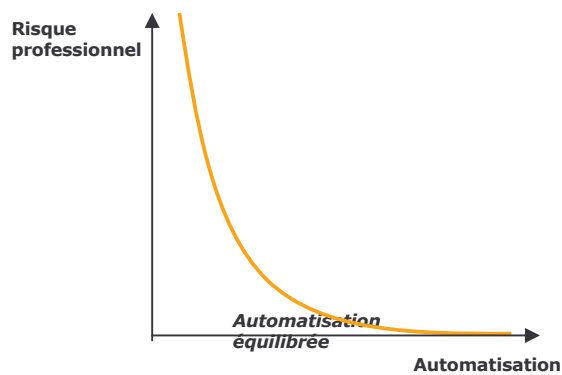
Au cours des différentes phases de dépotage, l'activité des opérateurs est complexe. En effet, ils doivent prendre en compte plusieurs paramètres avant d'intervenir : surveiller les paramètres physico-chimiques de l'acide dans l'installation et dans les wagons, contrôler le déroulement du procédé de dépotage, tenir compte de la température extérieure. C'est pourquoi, les acteurs de l'équipe projet équipent l'installation pour assister l'opérateur et prévenir l'erreur de manipulation. Ainsi, ils ajoutent des détecteurs de niveau d'acide pour contrôler l'état de remplissage des wagons, des systèmes de mesure de la température afin de surveiller l'état physique de l'acide (liquide ou gaz), des appareils de mesure de la conductivité (quantité d'eau contenue dans l'acide).

En conclusion, **pour les acteurs de l'équipe projet, la prévention des risques professionnels et des risques majeurs repose sur une automatisation des installations que nous qualifions d'« équilibrée ».**

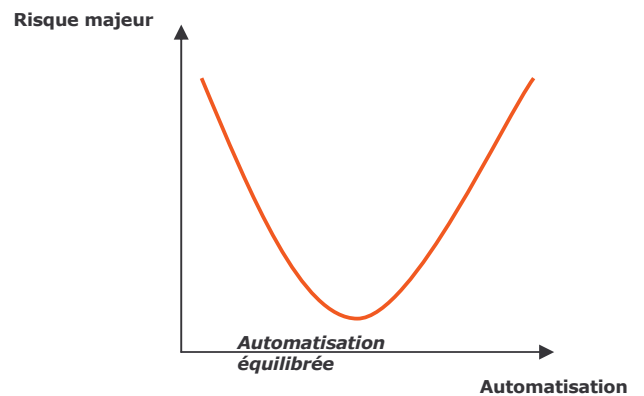
L'automatisation protège l'opérateur du contact fortuit avec l'acide A. Elle permet de limiter les risques de brûlure. Cependant, si l'installation est trop automatisée, l'opérateur est loin de l'installation et dispose de ressources limitées pour contrôler le procédé. De ce fait, il ne maîtrise pas le risque d'accident majeur. A l'inverse, une installation très manuelle multiplie les interventions des opérateurs, les risques d'erreurs de manipulation et donc les risques de fuite et de brûlure. Les pratiques actuelles dans les ateliers et sur le poste de dépotage démontrent que les opérateurs ont besoin d'être au contact de l'installation pour contrôler le procédé, pour lire les indications des appareils de mesure mais également parce que leurs sens sont les premiers systèmes de détection d'une dérive. Comme l'explique le technicien du Bureau d'Etudes, dans la discussion concernant les risques induits par le système de refroidissement à l'eau glycolée, un bruit de bouillonnement signale un mélange eau/acide A. Une odeur piquante est le premier signe de la présence d'acide dans l'atmosphère. L'automatisation « équilibrée » elle permet à l'opérateur de contrôler le déroulement du procédé, tout en l'assistant pour éviter le risque d'erreur de manipulation et pour détecter une fuite. On retrouve ici les résultats des recherches de René Amalberti concernant les pilotes de

chasse. Il montre qu'une automatisation excessive du système entraîne une sur confiance de l'opérateur dans le système et compromet la détection des dérives (Amalberti, 1996²²⁵, p.202).

A l'issue de l'analyse de la valeur, l'installation finale reste très manuelle. Elle permet de limiter les conséquences d'un scénario d'accident majeur à l'intérieur du site. Cependant, elle implique beaucoup d'interventions de la part des opérateurs. De ce fait, pour une grande part, la prévention du risque majeur repose sur leur capacité à éviter les erreurs de manipulation et à détecter les dérives. Dans le même temps, cette automatisation réduit les place au plus près de l'installation, les soumettant ainsi à un risque professionnel important



Contribution de l'automatisation du poste de dépotage à la maîtrise des risques professionnels



Contribution de l'automatisation du poste de dépotage à la maîtrise du risque majeur

²²⁵ Amalberti, R. (1996). *La conduite des systèmes à risques*. Paris : Presses Universitaires de France.

6.2.2. Quelle prise en compte de l'organisation dans la conception ?

Dans cette deuxième partie, nous analysons les caractéristiques de l'organisation que les acteurs de l'équipe projet considèrent dans le travail de conception mais également à celles qu'ils ignorent. Ensuite, nous mettons en évidence les conséquences de cette prise en compte sur la maîtrise des risques. Nous nous appuyons sur la définition de l'organisation que nous avons donnée dans le premier chapitre de cette thèse. Comme nous nous centrons sur le processus de conception, nous considérons l'organisation comme une formalisation du travail composée de deux éléments étroitement intriqués : 1) l'organisation générale comme une structuration des rôles et des missions c'est-à-dire *un cadre d'action*, 2) l'organisation des activités d'exploitation et de maintenance du futur poste de dépotage, c'est-à-dire un *programme d'activités*. Nous concevons cette organisation comme un cadre à partir duquel les acteurs mobilisent des ressources et des contraintes pour mener leurs activités quotidiennes. Au cours de cette action organisée, les acteurs redessinent les contours du cadre élaboré au cours de la phase de conception.

En ce qui concerne le périmètre de l'organisation affectée par le projet, nous considérons l'organisation des activités de dépotage mais également, l'organisation des activités de fabrication et celle des activités de maintenance du poste de dépotage. En effet, d'une part, le poste de dépotage est relié aux ateliers de fabrication et les acteurs qui surveillent le dépotage sont les acteurs qui conduisent la fabrication. D'autre part, avec la suppression des stockages intermédiaires d'acide A, les dysfonctionnements du poste de dépotage peuvent être critiques pour l'alimentation des ateliers.

6.2.2.1. Les concepteurs pensent l'organisation

Les auteurs ayant étudié la fiabilité des systèmes socio-techniques à risques sous l'angle de leur conception mettent en évidence l'incapacité des techniciens et ingénieurs à concevoir l'organisation adaptée à la technologie qu'ils définissent (Perrow, 1984, 1999 a & b; Perin, 2005). Par conséquent, ils conçoivent une articulation entre la technologie et l'organisation qui ne permet pas de maîtriser les risques. Nous ne partageons pas ce constat. Notre analyse démontre que les acteurs de l'équipe projet anticipent partiellement l'organisation — comme *cadre d'action* et comme *programme d'activités* —. Nous exposons les composantes de l'organisation qu'ils prennent en compte et anticipent puis, celles qu'ils ignorent. Dans chaque cas, nous mettons en évidence les conséquences sur la maîtrise des risques. Nous ne proposons pas d'inventaire exhaustif des caractéristiques organisationnelles évoquées ou ignorées par les acteurs. En effet, notre méthodologie d'enquête ne le permet pas car nous n'avons pas assisté à l'ensemble des réunions du projet, ni à l'ensemble des échanges informels entre les acteurs du projet (Cf. chapitre 2, §2.3.2.). Finalement, il s'agit pour nous d'appréhender la construction des forces et des faiblesses de la future organisation du dépotage.

a) L'organisation comme un cadre d'action...

Les acteurs de l'équipe projet considèrent plusieurs caractéristiques de l'organisation du dépotage comme *cadre d'action* pour les futurs opérateurs. Premièrement, lorsqu'ils anticipent la division du

travail entre opérateurs de l'atelier « THORIUM » et opérateurs du conditionnement pour effectuer les différentes étapes du dépotage, ils mentionnent **la distribution des rôles et la répartition des tâches entre les acteurs**. Ainsi, en étudiant le « mode opératoire²²⁶ » succinct lors de la présentation de la solution « Bac B » équipée d'un T, ils s'inquiètent des erreurs de manipulation liées aux rotations de personnel entre les différentes phases du dépotage particulièrement au moment de la relève. Afin de prévenir ce risque de fuite, ils décident d'automatiser les vannes associées au dispositif en T. De plus, ils prévoient des check-lists afin que les opérateurs vérifient de façon plus fiable la position des vannes avant de procéder aux tests d'étanchéité des flexibles. Deuxièmement, les acteurs de l'équipe projet évoquent **le système d'autorité et de contrôle** du dépotage et **la répartition des tâches entre les acteurs**. En effet, ils anticipent les contraintes de la concentration d'autorité sur la réalisation sûre du dépotage le week-end. Ainsi, ils s'inquiètent de la charge de travail du chef de poste, responsable du dépotage et des deux ateliers de fabrication, qui devra obligatoirement assister les deux opérateurs postés lorsqu'ils brancheront des wagons le week-end. Les acteurs de l'équipe projet n'adoptent aucune disposition organisationnelle ou technologique pour pallier ce problème. Cependant, avec chaque solution étudiée, ils veillent à ce que l'installation permette de limiter les branchements de wagons à la semaine. D'ailleurs, l'ajout du dispositif en T relevait de cette volonté. Troisièmement, les acteurs de l'équipe projet évoquent les **compétences des opérateurs**. Ils s'interrogent plus particulièrement sur **la polyvalence attendue de la part des opérateurs** qui réaliseront les branchements et les tests d'étanchéité — sensibles pour la sûreté/sécurité— en plus de tâches plus routinières de fabrication ou de conditionnement des produits. Cependant, à ce stade du projet, ils ne détaillent pas les dispositions permettant de développer et soutenir ces compétences. Quatrièmement, à travers le problème de l'automatisation des vannes, les acteurs de l'équipe projet abordent **la répartition des tâches entre l'homme et la machine**. Avec des vannes automatiques, les opérateurs peuvent vérifier leur position et les actionner à partir des écrans de contrôle. Avec des vannes manuelles, ils doivent se rendre sur l'installation pour effectuer ces deux opérations. Si ces vannes manuelles sont équipées de fins de course, ils peuvent en vérifier la position à partir des écrans. Cependant, ils doivent encore se déplacer pour les actionner. Les acteurs de l'équipe projet considèrent que l'automatisation est une ressource pour prévenir les risques de fuite et protéger l'opérateur en limitant ses contacts avec l'installation. C'est pourquoi, ils décident d'automatiser les vannes d'arrêts d'urgence ou les vannes qui permettent d'inverser ou d'arrêter le processus de dépotage. A l'opposé, les discussions des acteurs de l'équipe projet révèlent que l'automatisation peut desservir la prévention des risques majeurs et professionnels. En effet, si l'installation est trop automatisée, les opérateurs, éloignés du contact avec les installations contrôlent plus difficilement le procédé en cours. Or, les propriétés physico-chimiques de l'acide A (Cf. Chapitre 4) rendent nécessaires un contrôle au contact de l'installation. En bref, pour les acteurs de l'équipe projet, la prévention des risques professionnels et des risques majeurs repose sur une automatisation des installations que nous qualifions « d'équilibrée ». Nous reviendrons ultérieurement (Cf. § 6.2.2.3.) sur les choix d'automatisation.

²²⁶ Il ne s'agit pas d'un mode opératoire mais d'une description succincte des différentes étapes du dépotage avec, en face les acteurs chargés de les réaliser.

Nous les analyserons plus précisément comme la construction d'un couplage technico-organisationnel dont nous appréhenderons les conséquences sur les risques majeurs et professionnels. Cinquièmement, les acteurs de l'équipe projet évoquent **la répartition des tâches** entre le site et ses fournisseurs. Ils anticipent les risques liés à **la variabilité des sources d'approvisionnement du site en acide A**. En effet, les trois fournisseurs utilisent des types de wagons différents qui, selon les concepteurs introduisent des risques spécifiques. Les acteurs de l'équipe projet anticipent les risques de fuite d'acide au niveau des vannes des wagons car les trois fabricants ne respectent pas les normes dans le choix de ces vannes.

b) *...limité à sa dimension formelle et circonscrit*

Les acteurs de l'équipe projet évoquent ces différentes caractéristiques de l'organisation. Cependant, de façon générale, **ils ne les considèrent pas comme des éléments mobilisables pour l'action organisée et en restent à leur dimension formelle**. Par exemple, en ce qui concerne les compétences des futurs opérateurs du dépotage, les acteurs de l'équipe projet s'arrêtent à leur valeur de dispositif de gestion : le contenu des formations et les dispositions qui permettront d'assurer et de maintenir ces compétences ne sont pas développés. De ce fait, les acteurs de l'équipe projet n'analysent pas l'adéquation des compétences complémentaires des opérateurs avec les choix technico-organisationnels de conception pour maîtriser les risques. De façon plus spécifique, les acteurs de l'équipe projet examinent **ces caractéristiques organisationnelles indépendamment de l'action collective au cours de laquelle elles seront mobilisées**. Ils ne prennent pas en compte les modalités de coopération et de coordination entre les acteurs intervenant lors des différentes phases du dépotage. Ainsi, alors qu'ils s'inquiètent des risques d'erreur de manipulation inhérents à la division des tâches entre les différents groupes d'opérateurs lors des relèves en particulier, **les acteurs de l'équipe projet n'évoquent pas le système de communication**. Ce dernier comporte les dispositions organisationnelles et les supports qui permettent aux opérateurs de coopérer ou de se coordonner pour réaliser les différentes étapes du dépotage. Par exemple, les acteurs de l'équipe projet ne détaillent pas les modalités de transmission des informations sur la configuration de l'installation par les opérateurs ayant branché le container aux opérateurs travaillant en salle de commande de déclencher le dépotage. Pourtant, cette étape est cruciale pour la prévention du risque de fuite, sa détection et la limitation des conséquences. De même, les modalités de coopération et de coordination entre les deux opérateurs travaillant en binôme pour brancher les containers et effectuer les tests d'étanchéité des flexibles ne sont pas évoquées. Pourtant, les acteurs de l'équipe projet considèrent que ces deux étapes sont sensibles du point de vue des risques de fuite et de brûlure. Enfin, **les acteurs de l'équipe projet n'évoquent pas le dispositif de rétribution matériel et symbolique**. Par exemple, la reconnaissance de l'expertise de certains opérateurs dans les activités de branchements c'est-à-dire leur capacité à effectuer ces opérations de façon sûre d'une part et à reconnaître les dérives et les dysfonctionnements de l'installation d'autre part. Pourtant, comme nous l'avons évoqué dans la présentation des activités de dépotage (Cf. chapitre 3, §3.3.1.), la manipulation d'acide A demande des connaissances subtiles pour reconnaître la dérive d'un procédé (bruit de bouillonnement dans les tuyaux, chaleurs, picotements même très légers). Or,

l'acquisition et la maîtrise de ces compétences repose sur la fréquentation du terrain et les savoir-faire transmis par les opérateurs expérimentés.

Par ailleurs, l'analyse des acteurs de l'équipe projet est **circonscrite à des situations de travail particulières et à leurs conséquences sur les risques majeurs de fuite**. Ainsi, ils considèrent la distribution des rôles, la répartition des tâches entre les acteurs et les compétences des opérateurs, lors du test d'étanchéité des flexibles précédant la vidange d'un container. En ce qui concerne la répartition des tâches entre les différents collectifs d'opérateurs, les acteurs de l'équipe projet analysent leurs conséquences lors des phases de transition. Or, la charge de travail des opérateurs pèse dans d'autres situations que les concepteurs ne prennent pas en compte.

Dans le chapitre suivant (chapitre 7), nous rechercherons les origines de ces deux restrictions dans les supports du travail de conception (notamment la méthode d'analyse des risques) et dans les choix d'organisation du projet.

c) L'organisation comme un programme d'activités...

Les acteurs de l'équipe projet anticipent les caractéristiques de l'organisation comme *programme d'activités*. Tout d'abord, les acteurs de l'équipe projet anticipent **la durée** des activités. Avec la solution « bac A », les acteurs de l'équipe projet anticipent une phase de dégazage plus longue du fait des spécificités de ce bac de distribution. Dans le même temps, ils prennent en compte **la dépendance entre deux types d'activités**. En effet, ils remarquent que si les activités de débranchement du wagon et de branchement du wagon suivant durent trop longtemps, la dépendance entre les activités de fabrication et de dépotage est augmentée. Par ailleurs, **les acteurs de l'équipe projet modifient la durée de la phase de dégazage** (décompression + balayage) pour prévenir le risque de fuite. D'une part, les acteurs de l'équipe projet souhaitent un dégazage suffisamment long pour prévenir les risques de brûlure dus à des restes d'acide dans les flexibles au moment du débranchement. D'autre part, ils souhaitent limiter sa durée afin de prévenir les risques de fuite dus à une erreur de manipulation parce que le branchement du wagon suivant est précipité. Finalement, ils décident que le dégazage dure une journée afin de laisser suffisamment de souplesse dans l'organisation du dépotage pour les opérateurs.

Ensuite, les acteurs de l'équipe projet évoquent **la fréquence** des activités en particulier celle des contrôles de la configuration de l'installation et de l'étanchéité des flexibles. D'une part, **afin de prévenir le risque de fuite** dû à une inversion des flexibles gaz et liquide, **les acteurs de l'équipe projet mobilisent la redondance du contrôle de l'étanchéité** : ils ajoutent une étape de test d'étanchéité des flexibles afin que les opérateurs s'assurent qu'ils n'ont pas inversé le flexible liquide et le flexible gaz. D'autre part, les acteurs de l'équipe projet anticipent les risques de fuite au cours de la vidange, au moment de la transition entre les deux containers des wagons doubles ou entre deux wagons simples. Pour les prévenir, **ils mobilisent la redondance du contrôle de la configuration de l'installation** avant de piloter la transition : ils décident que les opérateurs interviendront obligatoirement pour actionner un système de clés permettant de basculer d'un container à l'autre (ou d'un wagon à l'autre pour les wagon portant un unique container de 50 m3) et actionner les vannes manuelles nécessaires. Cette manipulation permet de s'assurer que deux

dépotages ne se déroulent pas en même temps car l'installation est conçue pour recevoir l'acide issu d'un seul wagon (ou d'un seul container).

Par ailleurs, les acteurs de l'équipe projet considèrent **les supports d'activités**. Plus particulièrement, ils mobilisent **les supports écrits comme redondance du contrôle de la configuration de l'installation** afin de prévenir les risques de fuite dus à une erreur de manipulation des vannes. Ainsi, au niveau des branchements des flexibles, les acteurs de l'équipe projet décident de conserver des fins de course sur les vannes afin que les opérateurs puissent visualiser leur position depuis les écrans de contrôle. Ils décident d'y ajouter une check-list afin que les opérateurs vérifient sur place puis consignent la position de ces vannes. De façon analogue, les acteurs de l'équipe projet décident d'ajouter un mode opératoire pour aider les opérateurs dans les interventions manuelles pour effectuer les tests d'étanchéité des flexibles.

Les acteurs évoquent **la séquence des activités**. Ils modifient cette dernière afin de prévenir les risques de fuite dus à des erreurs de manipulation lors des phases de transition. Premièrement, **ils ajoutent de la souplesse (« slack ») dans la séquence d'activités de transition d'un wagon à l'autre** afin que les opérateurs aient le temps de s'équiper et de réaliser débranchements et branchements. Ils décident également que les opérateurs positionneront les vannes de l'installation en configuration de dépotage immédiatement après les tests d'étanchéité des flexibles. Deuxièmement, les acteurs de l'équipe projet **inversent l'ordre des activités de transition entre vidange et dégazage** afin de prévenir les risques de fuite. Afin que les opérateurs soient sûrs que le wagon est vidangé avant de le mettre à dégazer, les acteurs de l'équipe projet décident qu'ils positionneront manuellement l'installation en configuration de dégazage dès la fin du dépotage et laisseront le wagon en attente jusqu'à son dégazage effectif. Par ailleurs, les acteurs de l'équipe projet mobilisent la *redondance* pour prévenir les risques de fuite au moment du dégazage : ils ajoutent une opération dans la séquence de dégazage. Troisièmement, afin de s'assurer qu'il ne reste plus d'acide dans les flexibles avant que les opérateurs ne débranchent le wagon, **les acteurs de l'équipe projet ajoutent une opération de balayage supplémentaire**. Cette précaution leur semble d'autant plus importante que les opérateurs qui débranchent les wagons ne sont pas toujours ceux qui ont procédé à leur dégazage. Cette *redondance* participe à la prévention des risques de fuite inhérents à la division du travail de dépotage entre les différentes équipes d'opérateurs.

Les acteurs de l'équipe projet considèrent également la **localisation** des activités. En effet, ils évoquent les conséquences sur la difficulté des activités d'une implantation du bac de distribution à deux étages différents de l'atelier « THORIUM ». Ils évoquent également l'environnement de travail. En effet, ils s'inquiètent de l'encombrement des installations pour la réalisation sûre des opérations dans l'atelier « THORIUM ».

Enfin, les acteurs de l'équipe projet prennent en compte **la complexité des activités futures** pour déterminer la configuration du poste de dépotage. Ils associent la complexité²²⁷ des futures activités

²²⁷ Sur le poste de dépotage, nous considérons qu'une activité est d'autant plus complexe pour l'opérateur qu'il a à intervenir sur l'installation (nombre de vannes à actionner, nombre d'allers-retours entre le poste et la cabine de commande) et qu'il doit

de dépotage au nombre de vannes à manipuler et aux paramètres de l'environnement considérés par les opérateurs pour réaliser leur activité. Ainsi, les acteurs de l'équipe projet regroupent les nombreuses vannes au niveau de la zone de branchement afin que les opérateurs y accèdent plus facilement. Par ailleurs, lors la discussion du très controversé « bac A », les acteurs de l'équipe projet considèrent ses modalités de fonctionnement et d'utilisation notamment les paramètres de contrôle du niveau d'acide qu'il contient pour choisir les équipements de contrôle.

d) *...en pointillés*

A partir de ces différentes caractéristiques de l'organisation, les acteurs de l'équipe projet constituent un programme d'opérations « en pointillés ». Ils considèrent ces composantes de l'organisation relativement à certaines étapes de l'ensemble du dépotage. Plus particulièrement, ils se focalisent sur les phases du dépotage sensibles pour la sûreté/sécurité (branchement, tests d'étanchéité, phases de transition, balayage).

De plus, dans les échanges que nous avons observés, les acteurs de l'équipe projet n'évoquent pas la **pénibilité** des activités. Or, sous certaines conditions atmosphériques, le branchement peut s'avérer pénible, compte tenu de l'équipement des opérateurs. Certaines interventions avec bouteilles également. Pourtant, au cours du travail de conception, les acteurs de l'équipe projet anticipent l'équipement des opérateurs. Ensuite, si les acteurs de l'équipe projet évoquent les supports d'activités, ils en restent à leur dimension de dispositif. Ils n'en détaillent pas le contenu afin d'en prévoir l'adéquation avec la situation de travail. Cette question importe pour la maîtrise des risques majeurs et professionnels, en particulier parce que les supports instrumentent le contrôle de l'installation.

Les « blancs » dans le programme d'opérations s'expliquent en partie par la manière dont les éléments organisationnels de ce programme apparaissent dans les débats. Dans le chapitre suivant, nous rechercherons l'origine des ces carences dans les caractéristiques de l'organisation projet et les méthodes mobilisées par les concepteurs.

e) *Le périmètre de l'organisation future restreint au dépotage*

Les acteurs de l'équipe projet se concentrent principalement sur l'organisation des activités de dépotage. Ils considèrent très marginalement les interfaces entre activités de dépotage et fabrication d'une part et activités de dépotage et maintenance d'autre part. Ils évoquent des caractéristiques de l'organisation de la fabrication en particulier la dépendance entre activités de dépotage et activités de fabrication avec la recherche d'une fréquence de dépotage permettant de satisfaire les besoins des ateliers en acide A. Cependant, la surveillance de la vidange des containers par les opérateurs de l'atelier « THORIUM » n'est pas appréhendée comme inscrite dans la séquence d'activités de fabrication. De ce fait, les acteurs de l'équipe projet n'anticipent pas les ressources des opérateurs pour maîtriser les risques dans cette situation.

prendre en compte un nombre de paramètres importants de la situation de travail pour réaliser son activité (paramètres procédés, paramètres de l'environnement : température extérieure, vent...).

De plus, **les acteurs de l'équipe projet n'anticipent pas les futures activités de maintenance (du poste de dépotage) et leur organisation**. La maintenance apparaît principalement à travers les défaillances de matériel à l'origine d'une fuite et la disponibilité du matériel de rechange : les flexibles pour vidanger les wagons, les vannes, les pompes. Les modalités de réalisation de ces opérations sont très rarement évoquées. La seule exception concerne la discussion autour de la position des piquages pour nettoyer les conduites. Par ailleurs, l'enchaînement des opérations de maintenance n'est pas envisagé. Le lien entre activités de Maintenance et de Fabrication est établi épisodiquement, à travers la disponibilité de certains matériels, considérée comme une condition nécessaire au maintien de la productivité. Cette absence a des conséquences sur la prise en compte des risques majeurs et professionnels car les activités de maintenance restent aussi dangereuses que les activités d'exploitation. En effet, le remplacement ou la réparation de matériel nécessite l'ouverture de conduites contenant de l'acide. Dès lors, elles nécessitent les mêmes précautions. Par ailleurs, les acteurs de l'équipe projet n'évoquent pas la distribution des rôles dans la détection et la prise en charge des pannes. Ainsi, alors que le travail de conception est bien avancé (présentation de l'installation au CHSCT de l'usine), on peut se demander qui des opérateurs du conditionnement ou des opérateurs de l'atelier « THORIUM » signaleront les pannes au service de Maintenance et assureront le suivi des interventions ?

6.2.2.2. Les ingrédients de la conception organisationnelle

A présent, nous examinons la manière dont les composantes de cette organisation apparaissent dans les débats de conception. Sans faire un inventaire exhaustif, il s'agit d'identifier les ingrédients à partir desquels les acteurs de l'équipe projet identifient les caractéristiques de la future organisation du dépotage. Bien qu'elles ne soient pas indépendantes les unes des autres, nous distinguons trois sources principales d'inspiration pour les concepteurs: 1) des caractéristiques de l'organisation du site, de l'atelier, du poste de dépotage actuel qui s'imposent comme des contraintes, 2) des contraintes technologiques, 3) les risques majeur et professionnels.

a) Les contraintes organisationnelles indépendantes du projet

Au cours de leur travail de conception, les acteurs de l'équipe projet considèrent trois types de contraintes organisationnelles :

1) L'organisation des activités de dépotage sur le site. Par exemple, les acteurs du projet décident de rattacher le poste de dépotage à l'atelier THORIUM parce que dans le cadre de la réorganisation des activités de la plate-forme chimique, le Service des Utilités Générales (SUG) se désengage du dépotage. C'est pour cette raison qu'ils évoquent **la distribution des rôles et la répartition des tâches entre les acteurs**, à travers la division du travail entre opérateurs de l'atelier « THORIUM » et opérateurs du conditionnement pour effectuer les différentes étapes du dépotage. Par ailleurs, les acteurs de l'équipe projet évoquent **la variabilité des sources d'approvisionnement du site en acide A** en relation avec l'organisation générale de l'approvisionnement du site en acide A.

2) L'organisation des activités de fabrication : les acteurs de l'équipe projet évoquent les contraintes spécifiques au week-end **du système d'autorité et de contrôle** du dépotage d'une part et **la répartition des tâches entre les acteurs** d'autre part sur la réalisation sûre du dépotage.

3) L'organisation des activités de l'atelier : Les acteurs de l'équipe projet prévoient **la fréquence de dépotage** relativement aux besoins des ateliers pour répondre aux objectifs du **planning de fabrication**. Par ailleurs, **ils ajoutent une opération de balayage** afin de prévenir les erreurs de manipulation induites par la division du travail de dépotage entre les différentes équipes d'opérateurs. Les acteurs de l'équipe projet s'intéressent également aux **compétences des opérateurs** notamment à la polyvalence attendue de la part des opérateurs qui réaliseront les opérations sensibles de dépotage et de vidange des containers.

b) Les choix et les contraintes technologiques :

Certaines caractéristiques de la future organisation du dépotage proviennent de choix et de contraintes technologiques. Plus particulièrement, **les règles de conception spécifiques à l'acide A** imposent l'absence d'automatisation de certaines vannes, ce qui implique des interventions manuelles de la part des opérateurs et module donc la séquence de leurs activités. De même, la prescription imposant de doubler les vannes de sectionnement automatiques par des vannes manuelles de sécurité impacte la séquence d'activités des opérateurs du dépotage. Ces mêmes règles régissent l'implantation de l'installation. Par exemple, elles déconseillent l'implantation en rez-de-chaussée en l'absence de possibilité de créer une cuvette de rétention. Or, le niveau d'implantation du système de distribution d'acide A dans l'atelier « THORIUM » comprenant plusieurs étages conditionne la séquence d'activités des opérateurs. (Par exemple le temps dont ils disposent pour revêtir l'équipement indispensable pour réaliser les branchements).

Ensuite, **la technologie du bac de distribution** contraint la fréquence du dépotage. Ainsi, avec le « bac A », l'absence de stockage impose une fréquence de branchements plus importante que le « Bac B » comportant une capacité de réserve. **Le procédé de dépotage des wagons d'acide A** impose le dégazage des wagons vidangés, ce qui modifie la séquence des activités de dépotage. La répartition des tâches entre l'homme et la machine est contrainte par **les choix d'automatisation des vannes**.

c) Les risques majeurs et professionnels

De façon générale, lorsqu'ils évoquent des caractéristiques de l'organisation comme *cadre d'action*, les acteurs de l'équipe projet examinent leurs conséquences sur les risques professionnels et majeurs. L'identification de ces caractéristiques comme des causes d'erreur de manipulation participe à la maîtrise des risques. En effet, elle permet aux acteurs de l'équipe projet de prévoir les dispositions techniques et organisationnelles pour prévenir les risques de fuite dus à des erreurs de manipulation, détecter une fuite et en limiter les conséquences. Il s'agit de limiter les risques majeur et professionnels. Ainsi, les supports d'activités comme les check-lists et les modes opératoires sont évoqués pour prévenir les risques de fuite induits par des erreurs de manipulation. Modifier l'ordre des opérations lors des phases de transition et ajouter des opérations de balayage afin de s'assurer

du nettoyage de l'installation permet aux acteurs de l'équipe projet de prévenir le risque professionnel et le risque majeur. Enfin, faire travailler les opérateurs de branchement en binôme permet d'améliorer la détection des fuites et leur prise en charge afin d'en limiter les conséquences.

Nous abordons à présent la construction des choix technico-organisationnels pour maîtriser les risques majeur et professionnels.

6.2.2.3. La construction progressive des choix technico-organisationnels

a) Une explicitation de l'organisation nécessaire mais pas suffisante

Au cours du travail de conception, les acteurs de l'équipe projet font des choix technico-organisationnels. En cherchant à maîtriser les risques et à atteindre les objectifs du projet, les acteurs de l'équipe projet articulent technologie et organisation : ils définissent les contraintes mutuelles que la technologie et l'organisation exercent l'une sur l'autre. En analysant les composantes de l'organisation comme des conséquences de leurs choix technologiques, les acteurs de l'équipe projet les inscrivent dans les limites du *champ de conception organisationnelle* délimité par la technologie. Cependant, lorsque les composantes de l'organisation anticipées ne leur semblent pas adaptée à la technologie pour maîtriser les risques et répondre aux objectifs du projet, les acteurs de l'équipe projet modifient la technologie. Ils redéfinissent ainsi les limites du *champ de conception organisationnelle*. Cependant, la technologie n'est pas toujours modifiable. Dans ce cas, les acteurs sont alors contraints de modifier l'organisation future. Réciproquement, les acteurs de l'équipe projet définissent des choix technologiques à partir des composantes de la future organisation — en tant que programme d'opérations et cadre d'action — qu'ils identifient explicitement. Certaines de ces composantes sont des caractéristiques de l'organisation existante. Ils effectuent leurs choix technologiques à l'intérieur du *champ de conception technologique* délimité en partie par les structures organisationnelles explicitées. Lorsqu'ils estiment que leur choix technologique n'est pas acceptable pour maîtriser les risques et répondre aux objectifs du projet, ils ajustent l'organisation ; ils redéfinissent ainsi les limites du *champ de conception technologique*. Lorsque ces composantes organisationnelles ne sont pas modifiables, ils réajustent alors leurs choix technologiques. Cette mise en perspective de l'organisation et de la technologie par contraintes mutuelles se poursuit jusqu'à ce que les acteurs de l'équipe projet estiment que leurs choix permettent de maîtriser les risques et de respecter les objectifs du projet. Les acteurs de l'équipe projet pensent les relations de contraintes entre la technologie et l'organisation comme des relations de cause à effet. Cependant, les ajustements successifs des composantes technologiques et organisationnelles jusqu'au choix technico-organisationnel final montrent que les relations de contraintes mutuelles entre technologie et organisation ne sont pas des relations de détermination totale.

En fait, technologie et organisation sont pensées conjointement, l'articulation élaborée par allers et retours successifs entre ses deux éléments constitutifs se trouve à l'intersection des *champs de conception technologique et organisationnelle*. Cependant, cette mise en perspective n'est pas

toujours explicite. Les acteurs de l'équipe projet font parfois des choix technologiques sans analyser leurs conséquences sur la future organisation du dépotage.

Dans les deux paragraphes suivant, nous développons deux exemples afin d'illustrer ce mouvement d'articulations successives, par contraintes mutuelles de la technologie avec l'organisation jusqu'à la convergence vers un choix technico-organisationnel final. Premièrement nous revenons sur le choix du bac de distribution d'acide A vers les deux ateliers de fabrication : « PHOSPHORE » et « THORIUM ». Deuxièmement, nous revisitons les choix d'automatisation des vannes au niveau des branchements des containers d'acide A. Nous avons retenu ces exemples car ils diffèrent par leur issue. Dans le premier cas, les acteurs de l'équipe projet parviennent à un choix satisfaisant du point de vue des objectifs du projet et de la maîtrise des risques. Dans le second cas, au contraire, les acteurs parviennent à un compromis technico-organisationnel fragile pour maîtriser les risques. Puis, dans un troisième paragraphe, nous évoquons deux cas dans lesquels les conséquences des choix technologiques sur l'organisation restent implicites, ce qui compromet la maîtrise des risques.

Le bac de distribution : la construction d'un choix technico-organisationnel acceptable

En favorisant le « bac A » de l'atelier « THORIUM » pour alimenter les deux ateliers, le responsable des fabrications favorise une stratégie de modernisation des ateliers. Cependant, il n'examine pas les conséquences de ce choix technologique sur l'organisation des futures activités de fabrication et l'autonomie des ateliers, ni sur les risques majeur et professionnels. Les acteurs de l'équipe projet remettent en cause ce choix en mettant en perspective trois de ses caractéristiques technologiques avec l'organisation du futur dépotage : la capacité ou contenance du bac, les piquages supplémentaires afin de recevoir l'acide des wagons pour le distribuer vers les ateliers, le système de pompage du bac vers les deux ateliers de fabrication. Leurs discussions montrent que les caractéristiques de l'organisation n'entrent pas dans le champ de conception organisationnelle défini par ces trois caractéristiques technologiques.

1) Tout d'abord, les acteurs de l'équipe projet examinent les conséquences de la contenance réduite de ce bac sur l'organisation du futur dépotage. Ils découvrent que l'autonomie des ateliers d'une part et l'organisation hebdomadaire des opérations de dépotage d'autre part dépassent les limites imposées par le volume du bac de distribution. D'une part, ils mettent en évidence l'inadéquation entre le volume du bac et l'autonomie des ateliers : compte tenu des besoins importants des ateliers en acide, l'alimentation des ateliers peut être interrompue. D'autre part, les acteurs de l'équipe établissent que ce volume réduit couplé aux besoins importants des ateliers implique une fréquence élevée des opérations de dépotage, notamment des déplacements et des branchements de wagons en semaine et le week-end. Or, ce rythme est incompatible avec l'organisation hebdomadaire du dépotage, notamment la distribution des tâches de dépotage entre les différents collectifs d'opérateurs. En particulier, si les opérateurs de la fabrication chargés de surveiller la vidange des containers sont disponibles parce qu'ils travaillent postés en 3*8, les opérateurs du conditionnement, chargés de brancher et débrancher les wagons travaillent uniquement en journée et en semaine.

2) Ensuite, les acteurs de l'équipe projet examinent les conséquences des piquages du bac sur le déroulement des activités de dépotage. Ils réalisent que ces piquages compromettent la maîtrise des

risques majeur et professionnels. Ces piquages permettent la double fonctionnalité du bac : la distribution de l'acide et les réactions de fabrication de l'atelier « THORIUM », fonction initiale du bac. Les acteurs de l'équipe projet étudient les conséquences de cette double fonctionnalité sur la séquence des activités de dépotage d'une part et la durée des différentes étapes du dépotage d'autre part. Ils réalisent que cette double sollicitation ralentit le dégazage des wagons, ce qui compromet la prévention des risques majeur et professionnels. En effet, un dégazage plus long précipite la réalisation des étapes suivantes notamment les opérations sensibles du point de vue des risques de fuite.

3) Enfin, le volume du bac de distribution couplé à la faible autonomie de l'atelier n'est pas robuste compte tenu des besoins des ateliers en acide. Les acteurs de l'équipe projet définissent le système de pompage de l'acide A relativement à l'autonomie des ateliers. Ils décident d'équiper le bac de deux pompes de distribution afin de limiter les conséquences d'une rupture d'approvisionnement provoquée par la panne d'une pompe. Ce système de pompage constitue donc un élément de robustesse du système technico-organisationnel de distribution de l'acide.

Cependant, les acteurs de l'équipe projet considèrent la double fonctionnalité du bac et sa faible contenance comme deux éléments de faiblesse incompatibles avec la maîtrise des risques majeurs et professionnels. Ces deux composantes technologiques sortent du champ de conception délimité par l'organisation hebdomadaire du dépotage et l'autonomie des ateliers en acide A. Les acteurs de l'équipe projet révisent leur choix technologique et privilégient le bac « B », sollicité uniquement pour la distribution et présentant une capacité de stockage d'acide plus importante. Ces deux caractéristiques en font un choix technologique en adéquation avec les caractéristiques de l'organisation du dépotage identifiées. De plus, elle permet de prévenir les risques liés aux piquages supplémentaires du « Bac A ».

L'automatisation des vannes : les limites de l'explicitation de l'organisation future

Les acteurs de l'équipe projet recherchent un niveau d'automatisation des vannes et une organisation du dépotage compatibles avec la maîtrise des risques de fuite d'une part et les objectifs du projet d'autre part. Si l'on reprend la dynamique du projet, les discussions sur l'automatisation de ces vannes se déroulent en trois temps successifs. Elles sont fortement orientées par la contrainte économique imposée au projet.

Tout d'abord, lorsqu'ils examinent la solution « Bac B », les acteurs de l'équipe projet cherchent à réduire l'automatisation des vannes pour réduire le coût total de l'installation. Ils décident de l'automatisation des vannes à partir des composantes de l'organisation du dépotage notamment la distribution des tâches entre les collectifs d'opérateurs. La rotation du personnel entre les différentes étapes du dépotage les décide à ne pas automatiser les vannes. Ainsi, les opérateurs contrôleront la position des différentes vannes sur l'installation. Cette solution permet de prévenir les risques de fuite au niveau de ces vannes. Cependant, pour améliorer la robustesse de cette solution pour prévenir les risques, les acteurs de l'équipe projet ajoutent des fins de course sur les vannes afin que les opérateurs puissent effectuer un double contrôle depuis les écrans de la salle de commandes. Ils examinent les contraintes que font peser les nombreuses vannes manuelles sur l'organisation du

dépotage. trois caractéristiques de l'organisation du dépotage en particulier ressortent de l'analyse de leurs échanges : 1) la division du travail entre les opérateurs du conditionnement et ceux de l'atelier « THORIUM », 2) les compétences des opérateurs du conditionnement, en particulier la polyvalence requise pour réaliser leurs différentes missions, 3) le système d'autorité et de contrôle notamment la charge de travail pour le chef de poste, responsable de l'ensemble des ateliers et du poste de dépotage le week-end. Les acteurs de l'équipe projet réalisent alors que les choix technologiques d'automatisation ne sont pas adaptés à la future organisation du dépotage. En fait, leurs choix technologiques sortent des limites du champ de conception délimité par ces trois caractéristiques de la future organisation du dépotage. Cependant, compte tenu de la contrainte économique, les acteurs de l'équipe projet disposent de peu de marge de manœuvre pour améliorer la technologie des vannes. Ils agissent alors sur l'organisation et décident de concevoir des supports pour la manipulation des vannes. Ils prévoient des check-lists pour consigner la position des vannes et des modes opératoires. Cependant, ces solutions ne sont pas définitives.

Les acteurs de l'équipe projet reviennent sur l'automatisation des vannes lorsqu'ils décident d'ajouter un dispositif de branchement des flexibles en forme de T. Le dispositif de branchement initial n'entre pas dans le champ de conception délimité par la future organisation : ils choisissent ce dispositif pour réduire la fréquence des activités de branchements et limiter ainsi les risques majeurs et professionnels. De plus, afin de limiter les contacts des opérateurs avec l'installation et le nombre de manipulations, ils décident d'automatiser les vannes associées au dispositif en T. Ils analysent ce choix en regard des caractéristiques de l'organisation des futures opérations de dépotage, en particulier leur variabilité selon le type de wagon. Ils examinent le caractère automatique des vannes relativement à leur fréquence d'utilisation. Selon le type de wagon, les opérations de branchements et les vannes manipulées diffèrent. Comme cette variabilité induit des risques d'erreurs et qu'elle constitue une contrainte sur laquelle l'équipe projet ne peut agir, certains concepteurs proposent de modifier la technologie pour s'y adapter : supprimer les vannes qui ne servent que pour un type de wagon. Cependant, comme ce dernier choix technico-organisationnel ne permet pas de prévenir les risques de fuite, les acteurs de l'équipe projet décident finalement de conserver le dispositif en T équipé de l'ensemble des vannes. Cependant, pour s'assurer de la maîtrise des risques, ils décident que les vannes resteront manuelles et équipées de fins de course afin de faciliter la vérification de leur position.

Finalement, à la suite de la réorganisation de l'approvisionnement du site en acide A, le dispositif en T est supprimé car le site reçoit uniquement des wagons à container simple. Par ailleurs, à l'issue de l'analyse de la valeur, la plupart des vannes au niveau du branchement sont manuelles. Les conséquences d'un scénario d'accident majeur sont limitées à l'intérieur du site. Cependant, les interventions des opérateurs sur l'installation restent nombreuses. De ce fait, pour une grande part, la maîtrise du risque majeur repose sur leur capacité à éviter les erreurs de manipulation, à détecter les dérives et sur leurs interventions pour en limiter les conséquences. Dans le même temps, cette automatisation réduite les place au plus près de l'installation, les soumettant ainsi à un risque professionnel important.

Articulation technico-organisationnelle implicite, maîtrise des risques fragile

Dans certains cas, les acteurs de l'équipe projet ne mettent en pas en perspective les composantes technologiques et organisationnelles de leurs choix pour en estimer la congruence. Cette articulation implicite n'est pas toujours optimale pour maîtriser les risques et répondre aux objectifs du projet. Deux exemples l'illustrent. Ils mettent tous les deux en évidence l'absence de prise en compte de la maintenance de la future installation. D'une part, les acteurs de l'équipe projet décident de simplifier le système de pompage annexé au « Bac B ». En effet, comme ils estiment sa capacité suffisante pour alimenter les ateliers sans risque de rupture, ils décident de ne conserver qu'une seule pompe. La question de la fiabilité de la pompe devient alors cruciale pour éviter la rupture d'approvisionnement des ateliers. Cependant, les acteurs de l'équipe projet n'examinent pas la compatibilité entre ce choix et l'organisation de la maintenance de la pompe notamment la fréquence des contrôles et la disponibilité du matériel. De ce fait, le risque de rupture d'approvisionnement reste réel.

D'autre part, les acteurs choisissent et positionnent les systèmes de surveillance du procédé et de détection des fuites. Ces choix reposent en partie sur l'examen des conditions de mobilisation de ces équipements par les opérateurs et leur fiabilité. Cependant, alors qu'ils identifient des équipements de détection sensibles relativement au risque de fuite d'acide A, les acteurs de l'équipe projet ne mettent pas en perspective la fiabilité de ces équipements et leur maintenance, en particulier l'organisation des activités de contrôle du matériel : fréquence, planification, acteurs chargés de ce contrôle. De même, ils ne considèrent pas les modalités d'approvisionnement du matériel. Cette question est cruciale car les activités de maintenance sont réparties entre deux groupes d'acteurs : des intervenants sous-traitants et des gestionnaires acteurs du site et nous verrons dans le chapitre suivant que ces deux collectifs ne coopèrent pas toujours.

b) La maîtrise des risques ne tient pas uniquement à la qualité de l'articulation technico-organisationnelle

Ces différents d'exemples montrent que l'explicitation de la future organisation est une condition nécessaire. En effet, lorsque les dimensions organisationnelles restent implicites, le choix technico-organisationnel final n'est pas toujours optimal pour maîtriser les risques et répondre aux objectifs du projet. Cependant, la mise en perspective explicite des choix technologiques avec les composantes de l'organisation concernées n'est pas une condition suffisante pour construire cette articulation. En effet, dans le cas de l'automatisation des vannes, la recherche d'un niveau d'automatisation des vannes compatible avec la future organisation du dépotage ne permet pas de maîtriser les risques majeurs et professionnels. Ce constat pose la question des facteurs qui contribuent à la conception d'un choix technico-organisationnel acceptable. Le cas de l'automatisation révèle une contrainte économique forte, ce qui fait écho à la première partie de ce chapitre dans laquelle nous décortiquons les composantes des choix de conception : économiques, technologiques, organisationnelles, issues du retour d'expérience des activités du site, réglementaires. Les choix de conception des acteurs de

l'équipe projet sont contingents de l'environnement²²⁸ du projet notamment la situation économique du site, l'application de la réglementation et le retour d'expérience du site. Cependant, ces contraintes modulent les choix de conception en fonction de la manière dont les acteurs du projet s'en saisissent pour concevoir le futur poste de dépotage. De plus, les acteurs de l'équipe projet participent au travail de conception en mobilisant les ressources et les contraintes du cadre de l'organisation du projet. De ce fait, les fondements de la conception des forces et des fragilités des choix technico-organisationnels pour maîtriser les risques résident dans les composantes du cadre de travail de conception²²⁹, c'est-à-dire les choix d'organisation du projet d'une part et dans les contraintes de l'environnement du projet d'autre part.

²²⁸ Cf. chapitre 2, §2.1.1. Notre définition de l'environnement du projet.

²²⁹ Nous considérons le travail de conception comme une action organisée.

6.3. Conclusion :

Dans un contexte de maîtrise des coûts, les acteurs de l'équipe projet conçoivent un poste de dépotage respectant l'injonction réglementaire de maîtrise du risque majeur d'accident. Ils mobilisent la technologie pour prévenir les risques majeur et professionnels, détecter une fuite et en limiter les conséquences. Ils respectent les règles de conception spécifiques à l'acide A et, dans ce cadre, choisissent les meilleures technologies disponibles (les plus récentes). Dans un souci « d'optimisation » des choix technologiques, ils examinent la double fonctionnalité des dispositifs choisis en regard de ces règles de conception sûre. Ils tiennent compte des conséquences des spécificités des différentes technologies, de la localisation des dispositifs, de la complexité de la future installation pour prévenir les risques majeur et professionnels, détecter d'une fuite et en limiter les conséquences. De plus, grâce à la redondance des moyens de surveillance, ils anticipent la détection des fuites. Ils prévoient de contourner les composants, d'inverser le processus de dépotage et des moyens de protection redondants afin d'en limiter les conséquences. Ils mobilisent également la technologie pour prévenir les erreurs humaines à l'origine de fuite notamment pour prévenir les erreurs de confusion. Enfin, ils choisissent des technologies qui facilitent les interventions de maintenance et de contrôle du matériel.

Dans le même temps, les acteurs de l'équipe projet mobilisent l'organisation pour prévenir les risques majeur et professionnels, détecter une fuite et en limiter les conséquences. La souplesse dans les séquences d'activités et la redondance du contrôle sont mobilisées pour prévenir les risques de fuite. Les acteurs de l'équipe projet prennent en compte les caractéristiques de l'organisation des futures activités notamment les contraintes imposées par la division du travail (relèves entre équipes d'opérateurs et polyvalence exigée de la part des opérateurs) d'une part et les conséquences de la concentration d'autorité pour les responsables des ateliers qui superviseront le dépotage notamment le week-end.

Mais, en quelque sorte, le risque majeur est maîtrisé au détriment du risque professionnel et, la sûreté de l'installation repose sur les opérateurs. En effet, les réductions de budget successives se portent sur la technologie, progressivement « simplifiée », c'est-à-dire que l'opérateur se retrouve alors aux prises avec une installation toujours plus manuelle. Malgré les systèmes de contrôle et de détection prévus, les interventions de l'opérateur deviennent indispensables pour détecter les dérives et prévenir ainsi le risque d'accident majeur. Dès lors, compte tenu des spécificités du procédé de dépotage, l'opérateur travaille souvent au contact de l'installation, ce qui l'expose à des risques professionnels croissants. Par ailleurs, les acteurs de l'équipe projet anticipent très partiellement les activités de maintenance et leur organisation ainsi que l'insertion des opérations de dépotage dans l'organisation des opérations de l'atelier « THORIUM ». Or, ces deux composantes impactent directement la gestion de risques inhérents au dépotage.

Nous avons montré que les forces et les faiblesses du dispositif socio-technique conçu résident dans la construction explicite d'un choix technico-organisationnel acceptable pour maîtriser les risques. De plus, les ajustements des composantes organisationnelles ou technologiques, lorsque le choix technico-organisationnel ne satisfait pas les objectifs du projet et de maîtrise des risques montrent que les relations de contraintes mutuelles ne sont pas des déterminations d'une composante sur l'autre. Cependant, la prise en compte explicite des composantes organisationnelles est une condition nécessaire mais pas suffisante pour garantir la qualité de cette construction. Cette limite et l'analyse de la dynamique des choix de conception montrent que cette construction est située et contingente de l'environnement économique et réglementaire du projet. Enfin, ce constat nous amène dans le chapitre suivant à rechercher l'origine des forces et des faiblesses du système technico-organisationnel dans 1) le positionnement respectif des acteurs au cours de la conception, 2) les choix d'organisation du projet qui constituent le cadre de travail des concepteurs, 3) les modalités de fonctionnement de l'équipe projet. Cette dernière étape nous permettra de confirmer que la technologie et l'organisation sont articulées par des relations de contraintes mutuelles. Mais, que cette notion de contrainte n'est pas uniquement une relation de causalité comme l'expriment les acteurs de l'équipe projet. Le caractère situé et contingent de l'environnement économique et réglementaire du projet ainsi que les origines organisationnelles et sociales que nous recherchons dans le chapitre suivant montrent que ces contraintes mutuelles sont multi-causales.

Chapitre 7

DES STRUCTURES ORGANISATIONNELLES ET DES METHODES DE CONCEPTION DETERMINANTES

« La technique de l'analyse de la valeur c'est : Pourquoi vous faites ce projet ? Réponse : parce que c'est réglementaire. Est-ce qu'on n'aurait pas pu répondre autrement ? Et après, on reprend le procédé. Pourquoi deux voies de dépotage et pas une seule ? Réponse : il nous faut deux voies sinon l'atelier « THORIUM » s'arrêtera le week-end ou le soir. Si j'enlève le refroidisseur, est-ce que vous pouvez fonctionner ? On nous amène aux limites. L'objectif de l'analyse de la valeur c'est de supprimer tout ce qui n'est pas indispensable. Ensuite la balle est dans notre camp. Dans les propositions qui sont faites, on met des pour et des contre. Il faut justifier de tout ça et c'est l'entreprise industrielle qui décide. C'est à la direction de nous challenger. Il y a toujours une différence entre le site et l'entreprise. C'est un peu comme un service qui se bat auprès de la direction pour obtenir plus. Si on ne se bat pas, ils ne nous donnent rien. » Pierre, Chef de projet, 19/11/2004.

Les acteurs de l'équipe projet conçoivent le futur poste de dépotage. Au gré des changements d'orientation du projet, ils définissent un compromis entre la réglementation, l'économie, la technologie, l'organisation, les risques majeurs et professionnels. Mais, en quelque sorte, le risque majeur est maîtrisé au détriment du risque professionnel et, la sûreté de l'installation repose sur les opérateurs. Par ailleurs, l'analyse présentée dans le chapitre précédent montre que les acteurs de l'équipe projet anticipent très partiellement les activités de maintenance et leur organisation ainsi que l'insertion des opérations de dépotage dans l'organisation des opérations de l'atelier « THORIUM ». Or, ces deux composantes impactent directement la gestion de risques inhérents au dépotage. Ces résultats posent deux grandes questions. Premièrement, quelles sont les contributions respectives des acteurs de l'équipe projet à la prise en compte des risques majeurs et professionnels dans les différentes situations de conception ? Deuxièmement, on peut également se demander pour quelles raisons, ils ignorent les futures activités de maintenance, les futures activités de fabrication et leur organisation ? Nous répondons à ces interrogations en deux temps. Dans une première partie, l'analyse du fonctionnement de l'équipe projet du point de vue des relations sociales nous permet de comprendre comment les différents acteurs de cette équipe construisent ces choix technico-organisationnels. Il s'agit de comprendre comment chaque acteur se positionne relativement à son rôle dans l'équipe projet et dans l'usine. Dans une deuxième partie, nous recherchons les fondements des choix de conception dans les supports d'organisation du projet, les modes de gestion de ce dernier et plus largement, l'organisation du site et son environnement. Nous complétons ainsi notre analyse de l'origine des forces et des faiblesses des choix technico-organisationnel au cours de la conception.

7.1. La construction collective de la maîtrise des risques

L'objectif principal de l'équipe projet est de concevoir un poste de dépotage sûr et respectant les contraintes budgétaires de la Direction Industrielle. Selon les solutions étudiées, il pose des problèmes particuliers autour desquels se structurent les relations entre les acteurs de l'équipe projet.

Les interventions du technicien du Bureau d'Etudes, les relations qu'il noue et leurs évolutions confèrent à cet acteur un statut incontournable pour appréhender le fonctionnement de l'équipe projet et comprendre la construction collective de la sûreté/sécurité du futur poste de dépotage. De plus, elles sont emblématiques de la manière dont un spécialiste technique très expérimenté pense conjointement la technologie, les futures activités et leur organisation.

« Côté BE [Bureau d'Etudes], connaissant l'A [acide A] et « THORIUM » pour implanter de nouvelles installations, il n'y a que Bernard ». Pierre, chef de projet, 26/02/2004.

Tout au long du projet, le technicien du Bureau d'Etudes cherche à concevoir un poste de dépotage sûr et garantissant la sécurité des opérateurs sur la base de sa longue expérience, des règles de conception du CT et des demandes de la DRIRE. Il associe **la sûreté du futur poste de dépotage** au choix du matériel et de la configuration de l'installation. Il relie **la sécurité des opérateurs** au type de matériel choisi, aux protections physiques et à l'ergonomie de l'installation. Selon le technicien du Bureau d'Etudes, les choix technologiques doivent prévenir le contact fortuit de l'opérateur avec l'acide A, les protéger en cas de fuite mais également limiter le risque d'erreur de manipulation, ce qui montre qu'il anticipe les activités de dépotage.

7.1.1. Dépasser une solution « bac A » qui le dépasse

7.1.1.1. Les risques majeurs et professionnels en jeu

La solution « bac A » choisie par le Comité de Pilotage afin de favoriser la modernisation des systèmes de conduite de l'atelier « THORIUM », ne fait pas l'unanimité dans l'équipe projet. Cependant, les acteurs réunis travaillent à sa définition (vignette 1, revue de la solution « bac A »). Dès le début de la revue de la solution « bac A », le technicien du Bureau d'Etudes veut la remettre en cause parce qu'elle ne permet pas de prévenir les risques majeurs et professionnels. Ses interventions et les relations qu'il établit avec les différents acteurs de cette réunion impactent fortement la suite du projet. En effet, ses critiques reprises par le responsable du Bureau d'Etudes pèsent dans la décision d'abandonner la solution « bac A » au moment de la restriction budgétaire de décembre 2003. De plus, la solution « Bac B », qu'il défend sera finalement retenue sur la base des avantages qu'il met en évidence : la prévention des risques majeurs et professionnels et un temps d'arrêt de l'atelier « THORIUM » réduit pendant les travaux, ce qui est particulièrement avantageux dans un contexte de pression à la production. L'enjeu du technicien du Bureau d'Etudes est de convaincre le responsable du Bureau d'Etudes qui représente l'équipe projet auprès des instances décisionnelles : le Comité de Pilotage et la Direction Industrielle. Pour cela, le technicien du Bureau d'Etudes ne s'oppose pas frontalement. Il montre les limites de la solution « bac A » malgré les

moyens de prévention et de protection mis en place. Dans le même temps, il met en évidence les avantages de la solution « Bac B » qu'il privilégie. Il les présente comme des remèdes aux lacunes de la solution « bac A ». Pour appuyer cette critique, il s'attire la coopération de l'agent de maîtrise de Fabrication. Dans le même temps, il minimise les contributions du technicien automaticien et du technicien de régulation qui travaillent sur la solution « bac A » et ne suivent pas son initiative.

7.1.1.2. Convaincre le responsable du Bureau d'Etudes

Le technicien du Bureau d'Etudes ne peut espérer un aboutissement de sa remise en cause que si le responsable du Bureau d'Etudes s'en fait l'écho auprès du Comité de Pilotage, à destination de la Direction Industrielle. En effet, comme le chef de projet, le responsable du Bureau est à l'interface entre équipe projet et Comité de Pilotage. Ces deux acteurs sont en position de « marginal sécant », c'est-à-dire que chacun « est partie prenante dans plusieurs systèmes d'action en relation les uns avec les autres et qu'il peut, de ce fait, jouer un rôle indispensable d'intermédiaire et d'interprète entre des logiques d'action différentes, voire contradictoires » (Crozier & Friedberg, 1977, p.86)²³⁰. Cette position d'interface est stratégique car elle leur permet de disposer d'informations précieuses sur les orientations du Comité de Pilotage d'un côté et sur l'avancement du travail de l'équipe projet de l'autre. Lorsqu'ils représentent l'équipe projet, ils ont besoin de connaissances précises afin de favoriser une décision pertinente du point de vue des risques, des attentes des futurs exploitants et des contraintes de réalisation et de conception. Mais, cette position de « marginal sécant » est délicate en particulier lorsque, comme avec la solution « bac A », les choix du Comité de Pilotage et de la Direction Industrielle ne sont pas en adéquation avec les attentes des acteurs de l'équipe projet. C'est véritablement auprès du responsable du Bureau d'Etudes que le technicien du Bureau d'Etudes va devoir agir. En effet, à ce stade du projet, il est mieux armé que le chef de projet pour présenter le travail de l'équipe projet au Comité de Pilotage. L'animation de la revue « bac A » illustre cette différence de position. Le responsable du Bureau d'Etudes prend rapidement les rênes de la réunion dont il structure les discussions.

« Comme c'est un projet important, je participe aux réunions et je suis le déroulement de près. Je participe pour consolider les chiffrages. Bernard [Technicien du Bureau d'Etudes] fait l'étude. On discute du chiffrage. Je valide son travail et le chiffrage qu'il a fait. Mon rôle c'est d'aider l'équipe projet dans le déroulement et de valider les chiffrages et les plannings qui sont faits. Je suis responsable du Bureau d'Etudes et de l'Inspection. J'ai d'autres projets par ailleurs. » Frédéric, Responsable du bureau d'études, 26/02/2004

L'organisation du projet, en particulier le choix des acteurs favorise ce contrôle. En effet, le responsable du Bureau d'Etudes est le supérieur hiérarchique du technicien du Bureau d'Etudes. Il supervise également le travail du technicien de régulation et celui du technicien automaticien, tous deux sous contrat avec le Bureau d'Etudes. De plus, le chef de projet éprouve des difficultés à participer aux choix de conception. D'une part, il manque de connaissances techniques. En effet, nouvellement arrivé sur le site, il est propulsé à la tête d'un projet déjà commencé alors qu'il est inexpérimenté dans la chimie de l'acide A. D'autre part, ingénieur, spécialiste de régulation, venu du Bureau d'Etudes du groupe industriel, il est confronté à de nouvelles missions, notamment la

²³⁰ Crozier M., Friedberg E. (1977). *L'acteur et le système*. Paris : Editions Seuil.

rédaction du dossier réglementaire et l'analyse des scénarios d'accident pour la mise au point de l'étude de dangers. D'ailleurs, le responsable du Bureau d'Etudes corrige ses propositions notamment lorsqu'il reconduit des dispositifs technologiques déjà présents sur le poste de dépotage actuel, inadaptés au fonctionnement du futur poste.

Lors de la revue de la solution « bac A », l'exercice de démonstration du technicien du Bureau d'Etudes reste difficile malgré ses connaissances approfondies des propriétés physico-chimiques du produit, du fonctionnement de l'installation actuelle et de l'installation future et des risques qu'elles induisent, des règles de conception du CT. En effet, le responsable du Bureau d'Etudes ne remet pas en cause cette décision, prise en sa présence, lors du Comité de pilotage. Pourtant, il n'adhère pas totalement à la solution « bac A ». Comme le concède le chef de projet au cours de la revue, ils ont essayé de faire valoir des arguments contre cette solution auprès du Comité de Pilotage. Pour sa part, le responsable du Bureau d'Etudes ne souhaite pas de remise en cause à priori. En effet, pour argumenter le chiffrage de l'installation qu'il présente au Comité de Pilotage et à la Direction Industrielle, il a besoin d'éléments précis c'est-à-dire que l'installation soit définie et les risques analysés. Le chef de projet a également tout intérêt à ce que le travail de conception avance. Tout d'abord, il a besoin d'acquérir des connaissances générales sur le procédé utilisant de l'acide A. Ensuite, il a tout intérêt à disposer d'informations complètes pour présenter le travail de l'équipe projet au Comité de Pilotage. Enfin, il a besoin du schéma TI de l'installation, puis de l'analyse de risques de la solution pour élaborer l'étude dangers et compléter ainsi le dossier de Demande d'Autorisation d'Exploiter. Or, il dispose d'un temps limité car la DRIRE a fixé un délai de dépôt du dossier.

Comment le technicien du Bureau d'Etudes va-t-il parvenir à convaincre le responsable du Bureau d'Etudes ?

a) Etablir la légitimité de sa critique

Tout d'abord, le technicien du Bureau d'Etudes établit la légitimité de sa critique. Pour cela, en préambule à la revue de la solution « bac A », il remet en cause le bien-fondé de ce choix en critiquant le processus de décision, parce qu'il n'inclut pas les spécialistes techniques en mesure de porter les fondements technologiques pivots incontournables de la sûreté/sécurité.

« Je n'ai jamais été aux réunions de la Direction. Ce sont les fabricants qui y sont allés et qui ont donné leur solution. » Bernard, technicien du Bureau d'Etudes, 23/09/2003.

« Avant, les ingénieurs avaient de la personnalité et connaissaient le métier. Maintenant, on a des ingénieurs sortis du rang [issus de la maîtrise]. Le chef de projet est d'accord avec la deuxième solution [solution « Bac B »] mais il n'a pas assez de poids face à la Fab [Fabrication]. Le n°2 de la Fab [adjoint de fabrication] est d'accord avec moi mais son chef veut se faire payer une conduite centralisée [projet de renouvellement des systèmes de conduite de l'atelier THORIUM] et il n'a pas voulu faire de demande de crédit donc ils veulent utiliser la première ligne de crédit [crédits pour le projet de modification du poste de dépotage]. Seulement, rien que la conduite, c'est 3000 à 4000K€ ! » Bernard, Technicien du Bureau d'Etudes, 2/10/2003.

Afin de montrer que ces décisions sont dangereuses, il demande leur formalisation à deux reprises au cours de la réunion pour que les responsabilités soient établies en cas d'accident.

b) Coopérer pour concevoir et démontrer les failles de la solution « bac A »

Le technicien du Bureau d'Études ne peut convaincre le responsable du Bureau d'Études des limites de la solution « bac A » qu'en les développant. Le travail d'animation de la réunion du responsable du Bureau d'Études va lui permettre de le faire.

Tout au long de la réunion, le responsable du Bureau d'Études se focalise sur le travail de définition de l'installation. Il rappelle les sujets à aborder en y revenant tant qu'une décision définitive n'a pas été arrêtée. Il reporte les discussions qui n'entrent pas dans l'ordre du jour : par exemple le débat entre le technicien de régulation et le technicien automaticien sur les conventions de notation des vannes. Enfin, il rappelle les échéances prochaines, notamment le chiffrage de la future installation.

« Les garants du respect des étapes projet c'est moi et les chargés d'affaires [techniciens du Bureau d'Études]. Jusqu'à présent, on utilisait des procédures claires qui décrivent les différentes étapes d'un projet mais elles n'appartiennent pas à l'usine de La-Source. On fonctionne sur les procédures d'ingénierie de Tech [Bureau d'Études du groupe CHIMIE]. Tech vient de mettre à jour la procédure d'investissement. Dans le cadre de la certification [du site de La-Source], on met à jour les processus et les procédures qualité et on reprend les méthodes Tech. Dans la définition des fonctions des projeteurs [techniciens du Bureau d'Études], je leur demande de veiller à ce que les différentes étapes soient bien faites. » Frédéric, Responsable du Bureau d'Études, 05/05/2004.

Plus précisément, il décrit la configuration de l'installation et le déroulement du procédé sur le schéma TI. Afin que des décisions fermes sur la configuration de l'installation soit prises, il questionne les différents acteurs très précisément sur les dispositifs techniques à mettre en œuvre et les risques induits par la solution « bac A » afin de déterminer sur les risques principaux induits par cette solution afin de décider des matériels à mettre en place pour les prévenir. Le technicien du Bureau d'Études se montre coopératif et exploite ce jeu de questions-réponses pour développer sa critique, en particulier à propos des risques majeurs et professionnels. D'une part, il répond aux demandes du responsable du Bureau d'Études en proposant des solutions techniques. Il les présente comme optimales pour prévenir les risques compte tenu du choix du bac A. Cependant, il montre dans le même temps qu'elles restent peu sûres relativement à des solutions utilisant le Bac B pour distribuer l'acide. Ainsi, il établit que même en prenant toutes les dispositions nécessaires, l'encombrement de l'installation induit des risques professionnels. Il met en évidence la contribution de la solution « Bac B » à la prévention de ces risques parce que le bac de distribution est installé sur un plancher moins encombré.

Ensuite, lorsque le responsable du Bureau d'Études interroge les acteurs réunis sur les risques induits par les choix technologiques, le technicien du Bureau d'Études répond très précisément afin de mettre en évidence les choix technologiques sources de risques mais également leurs conséquences pour les opérateurs et l'environnement. Ainsi, il démontre que l'échangeur à l'eau glycolée est dangereux car sa configuration induit des risques de fuite d'eau dans l'acide. Il précise également les manifestations physiques du mélange eau glycolée acide. Au près du chef de projet, le technicien du Bureau d'Études propose des solutions pour réduire les conséquences d'un scénario d'accident. Il

choisit le diamètre des flexibles pour diminuer les conséquences d'une fuite et positionne les différents organes pour prévenir le risque de fuite.

Par ailleurs, lorsque le responsable du Bureau d'Etudes propose des solutions afin de faire avancer les décisions, le technicien du Bureau d'Etudes démontre leurs limites pour la sûreté, en particulier lorsque les discussions mettent en jeu sûreté/sécurité et coût. Par exemple, les arbitrages sur le diamètre des tuyaux ou la hauteur d'implantation pour pouvoir utiliser une cuvette de rétention.

c) *S'attirer la coopération de l'agent de maîtrise de Fabrication.*

Pour étayer ses critiques sur les conditions d'exploitation du futur poste de dépotage, le technicien du Bureau d'Etudes s'appuie sur la coopération des représentants des futurs utilisateurs. L'agent de maîtrise de Fabrication souhaite disposer d'une installation sûre et exploitable avec les moyens techniques humains et organisationnels dont dispose son service. Or, il découvre les plans d'une installation dont il ne comprend pas complètement le fonctionnement. En effet, il a été rattaché à l'équipe projet depuis peu, au moment où il a été chargé de la gestion du dépotage de l'acide A sur le site.

« Je sais comment ça va marcher mais il va falloir que je regarde si les vannes, les vérins, les asservissements me conviennent. » René, agent de maîtrise de la Fabrication, 22/09/2003.

Le technicien du Bureau d'Etudes établit une coopération privilégiée avec cet acteur en lui fournissant une aide indispensable pour comprendre le fonctionnement de l'installation. A plusieurs reprises au cours de la réunion, il lui demande sa contribution pour définir une configuration d'installation sûre. Il lui propose également du soutien en dehors des réunions. Le choix de ces acteurs, tous les deux de la même génération, ayant fait leur carrière sur le site, facilite cette relation privilégiée.

Ensuite, le technicien du Bureau d'Etudes reprend ses préoccupations pour donner du poids à son argumentation. Pour cela il mobilise ses connaissances du fonctionnement actuel du matériel, des pratiques de dépotage actuelles et du retour d'expérience de l'atelier « THORIUM ». Dès le début de la réunion, il reprend le problème de l'adéquation entre l'organisation de l'approvisionnement prévue et les besoins des ateliers. Comme l'exprime l'agent de maîtrise de la Fabrication en réunion et en entretien, des précédents dans la gestion d'un autre produit (le D) le laissent perplexe.

« Là ça va poser problème pour changer les wagons. Ce sont de doux rêveurs. Je vois où ça va en arriver, ça ne va pas marcher. J'ai connu ce système avec le D. On avait dit qu'on faisait le maximum pour ne pas intervenir le WE. Et puis, le wagon de D nous durait 35 à 36 heures. Si on tombait en panne le samedi matin, il fallait recharger pour tenir jusqu'au lundi. Donc là, on va mettre en astreinte un conducteur de locomotive et un aiguilleur. Mais quand le wagon n'était pas vide le matin, on lui demandait de revenir vers 3 heures; il revenait l'après-midi. Et puis s'il revenait à 3 heures et que le wagon n'était pas vide, on lui disait de revenir à 17h-18h et là, il ne voulait pas. Et puis un jour, on va tout arrêter. En plus, il va falloir leur payer l'astreinte, ça va coûter cher. Là on va avoir les mêmes problèmes. On consomme environ 17-18 tonnes ça fait à peu près un wagon par jour. Donc un wagon le samedi et un wagon le dimanche. Je vais me retrouver en rupture. Ils ont dit qu'il y aurait une formation du personnel de jour. Actuellement 5 personnes sont de jour dont deux qui vont partir à la retraite. Il restera 3 personnes. Ça veut dire payer une astreinte au conducteur de loco, à l'aiguilleur et aux journaliers. S'il faut changer les wagons tous les week-ends, ils vont râler. » René, agent de maîtrise de la Fabrication, 22/09/2003.

Ainsi, le technicien du Bureau d'Etudes montre que la solution « bac A » ne permet pas de respecter les objectifs de production, même s'il a prévu les dispositifs nécessaires. D'un côté, il met en exergue la contribution de ses choix au respect des besoins des fabrications (deux pompes pour alimenter les ateliers). De l'autre, il met en évidence leurs insuffisances pour respecter le rythme des fabrications et leur inadéquation avec l'organisation des activités de fabrication actuelles, plus particulièrement la planification des branchements en journée et en semaine uniquement et la durée prévue du dégazage. Il anticipe les conséquences de l'absence de régulation sur le déroulement des fabrications.

Enfin, lorsque l'agent de maîtrise identifie des risques majeurs et professionnels liés aux futures activités, le technicien du Bureau d'Etudes propose des solutions pour les prévenir ou limiter leurs conséquences. L'agent de maîtrise anticipe le rattachement du poste de dépotage à l'atelier « THORIUM » comme une source de risques parce qu'elle s'ajoute aux activités des opérateurs. Il demande des améliorations de l'installation que le technicien du Bureau d'Etudes appuie.

« THORIUM et le SUG c'est différent. Les gens de THORIUM ne porteront pas la même attention au dépotage qu'au SUG. Au SUG, ils ont une chaudière à surveiller en plus du dépotage. A THORIUM, ils sont deux pour dix écrans. Quand l'un va dans l'atelier, l'autre reste et il va avoir sept écrans à surveiller. Il va pas regarder le dépotage. » René, agent de maîtrise de la Fabrication, 05/06/2004.

Par exemple lorsque l'agent de maîtrise de la Fabrication demande l'automatisation de l'arrêt d'urgence pour réduire la complexité des activités d'exploitation de la future installation.

Le technicien du Bureau d'Etudes va même au-delà des demandes de l'agent de maîtrise de la Fabrication grâce à ses connaissances. Il anticipe également la complexité des activités de fabrication, notamment les paramètres de surveillance du bac de distribution, afin de ne pas « créer de contraintes » pour la fabrication. Il renforce ainsi leur coopération.

d) Minimiser la contribution des autres techniciens à la sûreté de l'installation

Le technicien du Bureau d'Etudes ne peut pas compter sur les deux autres techniciens de l'équipe projet pour démontrer les limites de l'installation « bac A ». En effet, le technicien de régulation et le technicien automaticien, engagés en contrat par le Bureau d'Etudes, jouent le rôle qui leur est formellement attribué. Le technicien de régulation contribue au choix et au positionnement des systèmes de régulation de la future installation. Le technicien automaticien participe à la réunion pour préparer la programmation des interfaces de conduite. Ce positionnement tient à leurs compétences très spécialisées qui font qu'ils ne maîtrisent ni le procédé ni le détail de fonctionnement de la future installation. Pour le technicien automaticien, il s'explique également par le caractère temporaire de son intervention, définie dans l'organisation du projet : son travail de programmation commence réellement plus tard, après la réunion d'analyse des risques, lorsque toutes les sécurités de l'installation ont été définies. Cette hyper-spécialisation s'illustre dans la manière dont ces deux techniciens portent la sûreté/sécurité, très centrée sur leurs domaines de compétences respectifs. Pour sa part, le technicien automaticien prône une automatisation maximale afin de réduire le contact de l'opérateur avec l'installation et simplifier la conduite du poste de dépotage. Ces deux précautions permettent selon lui de limiter le risque d'erreur humaine.

« Au niveau de la conduite du dépotage d'A, on veut conduire de la salle et aussi au plus près des installations et ça ne me plaît pas. Il faut faire le plus simple possible, à partir du poste. » Louis, technicien automaticien,

La position du technicien de régulation diffère de celle du technicien automaticien car il plaide plutôt pour une automatisation relative, en raison des risques liés à l'utilisation de l'acide A. Pour cet acteur, la sécurité/sûreté repose sur l'assistance à l'opérateur qui conserve le contrôle de l'installation pendant ses activités. A cet égard, les régulations permettent de connaître à tout moment l'état de l'installation afin de récupérer une dérive ou pallier un dysfonctionnement.

« La nouvelle équipe projet, Louis [technicien automaticien] le premier car il veut du standard. Le problème c'est qu'on est sur un poste à risques ». Thierry, technicien de régulation, 2/09/2003

« On a rajouté des fins de courses Ok mais on n'a pas des imbéciles, les gars connaissent le produit. Par contre, je me suis mis en colère. Ils remettaient en cause la clé de sécurité qui permettait d'autoriser l'action sur les vannes. On avait dit que les deux vannes du wagon seraient toujours ouvertes en manuel même si elles étaient commandées par le système. L'argument c'était que la clé ne sert à rien car les systèmes automatiques sont suffisamment fiables...Moi, j'ai vu des automates réagir de façon étrange. » Thierry, technicien de régulation, 05/06/2004

Le technicien du Bureau d'Etudes exploite leur manque de connaissance du fonctionnement global de la future installation pour minimiser leur contribution à la sûreté/sécurité de la solution « Bac B » et en faire ressortir les lacunes. Il souligne leurs erreurs d'anticipation du fonctionnement de l'installation en montrant leurs conséquences sur la sûreté et la sécurité. Ainsi, il corrige la proposition du technicien automaticien d'utiliser un seuil de température pour déclencher l'ouverture des vannes d'arrivée d'acide s'il atteint une température trop élevée dans l'installation. Il reprend également le technicien de régulation lorsqu'il propose de renvoyer l'acide pollué par l'eau glycolée vers le puisard parce que cette option présente des risques pour les opérateurs travaillant dans

l'atelier. Il le reprend également lorsqu'il veut supprimer un analyseur en précisant que cette décision compromet la détection du mélange accidentel d'acide et d'eau glycolée.

De plus, afin de minimiser les contributions du technicien automatique, le technicien du Bureau d'Études le cantonne dans son rôle de sous-traitant du Bureau d'Études dont les contributions doivent alimenter son travail de technicien généraliste. Ainsi, en fin de réunion, il rappelle au technicien automatique le travail de repérage des installations qu'il doit effectuer ainsi que les principes qu'il doit respecter. Nous retrouverons ces relations tendues dans la revue de la solution « Bac B » équipée d'un T et les analyserons dans la deuxième partie de ce chapitre.

7.1.2. Faire avancer le projet

Le but de la réunion d'analyse de risques est d'examiner les risques induits par l'installation et s'ils restent élevés, d'élaborer des solutions pour les ramener à un niveau acceptable (défini par la procédure). Le schéma TI de la future installation, représentant le travail de l'équipe projet est examiné sous toutes les coutures. Contrairement à la réunion précédente, le technicien du Bureau d'Études n'est plus sur le mode critique, il travaille sur une solution dont il approuve le système de distribution : la solution « Bac B ». Compte tenu des échéances dans le planning général du projet, il cherche à finaliser au plus vite le schéma TI de l'installation. Il ne mène pas la réunion. Elle est animée par le chef de projet, garant de l'application de la méthode Hazop. L'enjeu du technicien du bureau d'Études est de réduire la durée des discussions. Or, de nouveaux acteurs participent à cette réunion : l'infirmier et l'animateur sécurité. Ils introduisent de nouvelles interrogations centrées sur les activités des opérateurs. Pour faire avancer la définition du poste de dépotage, le technicien du Bureau d'Études démontre la qualité de son travail de spécialiste de la conception d'installation utilisant de l'acide A pour prévenir les risques majeurs et professionnels qu'ils identifient. Dans le même temps, comme l'analyse met en évidence des risques résiduels, il s'agit pour le technicien de l'équipe projet d'écourter les discussions autour des choix socio-techniques. Pour cela, il agit de deux manières, selon les situations, toujours pour gagner du temps. Soit, il intervient dans les débats ou au contraire il reste en retrait.

7.1.2.1. Démontrer qu'il a pensé les risques pour les opérateurs

Pour la réunion d'analyse des risques, l'équipe projet accueille deux acteurs qui n'ont pas participé aux réunions précédentes : l'infirmier et le responsable sécurité. Ils découvrent l'installation mais possèdent une bonne connaissance du dépotage avec l'ancienne installation. En effet, l'infirmier travaille depuis vingt ans sur le site et maîtrise les risques associés à la manipulation de l'acide A. L'animateur sécurité, travaille sur le site depuis cinq ans. Avant d'occuper ce poste, il a piloté le dépotage des wagons depuis la salle de commandes du SUG.

« On est là en tant que regard extérieur. On peut apporter un plus. Ce sont les premières études de sécurité que j'ai faites...je n'ai jamais rien eu avant les réunions. Je découvrais les schémas le jour de la réunion. Mais j'avais l'avantage de connaître un peu les anciennes installations. » Arnaud, Animateur sécurité, 18/11/2004.

« Notre rôle c'est de faire le Candido techniquement et de répondre aux questions quand ça concerne les partie médicale et hygiène industrielle. » Jacques, Infirmier, 17/11/2004.

Au cours de la revue d'analyse de risques, l'infirmier pose des questions sur le fonctionnement du futur poste de dépotage en relations avec les activités d'exploitation et leur organisation. Son approche des risques est centrée sur l'opérateur :

« On a plutôt tendance à mettre le bonhomme dans l'installation alors qu'eux [équipe projet] ne le font pas. » Jacques ; infirmier, 17/11/2004

L'animateur sécurité s'intéresse aux modalités de conduite de l'installation automatique ou manuel. Ses questions restent d'ordre général. Le chef de projet, le responsable du Bureau d'Etudes et le technicien automaticien y répondent.

Pour démontrer la qualité de son travail et faire avancer la finalisation du schéma du futur poste de dépotage, le technicien du Bureau d'Etudes établit une relation d'assistance en particulier auprès de l'infirmier. Cette coopération est d'autant plus facile à mettre en place que son aide lui est indispensable pour comprendre le fonctionnement du futur poste de dépotage. De plus, les questions de l'infirmier, nombreuses et précises appellent des réponses que le technicien du Bureau d'Etudes, du fait de sa compétence, est souvent le seul à pouvoir justifier.

Le technicien du Bureau d'Etudes répond aux questions de l'infirmier, centrées sur les risques encourus par les futurs opérateurs dans leurs activités. De cette manière, il montre qu'il a anticipé la sûreté de l'installation et la sécurité des opérateurs.

En effet, l'infirmier se concentre sur les erreurs humaines comme source d'accidents. Il les rattache à la complexité et à la diversité des tâches d'une part et à l'organisation des activités de dépotage, notamment les roulements de personnel d'autre part :

« Ils s'inquiètent de comment ils vont faire pour transporter l'A de THORIUM à PHOSPHORE avec les températures qu'on a ça peut être difficile. Je ne crois pas trop au wagon qui se déverse. Ce qui me gêne c'est toutes ces vannes manuelles qu'il fait ouvrir dans un ordre précis. Si l'opérateur n'est pas attentif pour un oui ou pour un non il a toutes les chances de se tromper. » Jacques ; infirmier, 17/11/2004

Le technicien du Bureau d'Etudes souligne qu'il a pris en compte le risque d'erreur de manipulation des vannes en appliquant les règles de conception et en choisissant le matériel, notamment au niveau des points sensibles de l'installation : les branchements des flexibles sur le wagon (diamètre des tuyaux, réducteurs de débit sur les flexibles, remplacer les pièces d'adaptation). De plus, pour renforcer la valeur de son travail, il mentionne la nouveauté des technologies qu'il mobilise : nouveaux joints plus sécurisants. Par ailleurs, il montre qu'il a prévu des solutions techniques — type de matériel que de l'ergonomie de l'installation (regroupement des vannes, hauteur d'implantation des vannes) — pour protéger les opérateurs au cours de leurs activités.

7.1.2.2. Ecourter les discussions

Selon les situations, le technicien du Bureau d'Etudes se positionne de deux façons différentes pour faire avancer la définition du poste de dépotage au cours des discussions.

D'une part, il intervient dans les débats pour contrôler le déroulement du travail d'analyse, et ce, de trois manières. Premièrement, il propose des améliorations. Pour cela, il s'appuie sur les règles de conception (CT) et sur le retour d'expérience externe (usine de TERRE). Par exemple, il propose des solutions pour améliorer l'efficacité du procédé de balayage. Lorsque les choix impactent les objectifs

de fabrication, il précise les paramètres à prendre en compte pour déterminer les caractéristiques de la technologie discutée. Les propositions du technicien du bureau d'Études sont discutées mais ne sont pas toutes retenues. Lorsqu'elles impliquent une augmentation des coûts, elles sont mises en concurrence avec des solutions moins onéreuses ou des solutions organisationnelles. Par exemple, alors qu'il propose d'ajouter un réseau d'assainissement pour dégazer d'urgence un wagon défectueux, les autres acteurs de l'équipe projet préfèrent modifier l'organisation des activités pour pallier le risque de fuite. Dans cette situation précise, l'absence des acteurs de la Fabrication le dessert. En effet, même s'il ne l'a pas exprimé lors de la revue « bac A », l'agent de maîtrise de la Fabrication s'inquiète également des capacités du système d'assainissement.

« Moi, ce qui m'inquiète, c'est l'assainissement. Ici, l'Aa a son propre assainissement. Là-bas, ils vont dans l'assainissement de THORIUM. Est-ce qu'ils se sont posés la question de savoir si c'est suffisant. On a eu de gros problèmes rien qu'avec l'atelier, les tuyaux de diamètre 300 à certains endroits se bouchent. »René, agent de maîtrise de fabrication, 06/05/2004

Deuxièmement, le technicien du Bureau d'Études se positionne en contrôleur des choix de l'équipe projet. Il évalue toutes les propositions des autres acteurs à partir du retour d'expérience de l'atelier THORIUM, des normes de conception et des modalités de fonctionnement de la future installation. Afin de justifier son refus de reconduire certaines technologies du poste de dépotage actuel, il montre, par comparaison avec le site industriel étalon, que ces choix induisent des risques : par exemple, l'utilisation de vapeur pour balayer le wagon et les flexibles. De plus, il précise et corrige les propositions du chef de projet et ses descriptions du fonctionnement de l'installation. Cette volonté de contrôle se retrouve dans ses relations avec le technicien automatique, marquées par l'opposition, comme dans la revue de la solution « bac A ». Même lorsqu'il juge les propositions du technicien automatique pour réduire les risques majeurs et professionnels — comme la coloration des flexibles gaz et liquide — pour les différencier, le technicien du Bureau d'Études reste critique. Il montre qu'il a le dernier mot dans les décisions techniques et qu'elles doivent se conformer aux règles de conception qu'il est le seul à maîtriser. La persistance de ces tensions montre que leurs origines dépassent la situation de travail et la solution examinée. Elles révèlent des tensions sous-jacentes que nous analyserons dans la deuxième partie de ce chapitre. Elles nous permettront également de comprendre l'absence des activités de maintenance dans les discussions. Enfin, lorsque l'analyse met en évidence des risques résiduels induits par des choix échappant à l'équipe projet, le technicien du Bureau d'Études les critique fortement en montrant leurs conséquences sur la sûreté/sécurité. Ainsi, il met en cause la négligence des fabricants d'acide A pour expliquer la non-conformité des joints équipant les vannes des wagons avec la réglementation du CT.

Troisièmement, le technicien du Bureau d'Études se positionne en médiateur des conflits. Dans le débat entre le technicien de régulation et le technicien automatique, à propos de la notation du matériel, le technicien du Bureau d'Études en réfère à deux reprises au statut hiérarchique de son responsable pour trancher afin d'écourter la discussion.

D'autre part, et à l'opposé, le technicien du Bureau d'Études se place en retrait des discussions, lorsqu'il estime qu'il n'a pas de rôle à jouer dans la décision. C'est le cas en particulier lorsque les acteurs de l'équipe projet mobilisent la procédure d'analyse des risques pour évaluer les risques

induits par l'installation et rechercher des paradés systématiques. Ainsi, il n'intervient pas dans la discussion entre le chef de projet et le responsable du Bureau d'Etudes qui décident finalement d'ajouter un mode opératoire pour diminuer le risque de fuite pendant le test d'étanchéité.

7.1.3. Justifier le choix du dispositif en T

Dans la revue de la solution « Bac B » équipée d'un T, le technicien du Bureau d'études est l'initiateur de la solution présentée. Avec le chef de projet et le technicien de régulation, il propose un dispositif en réponse à une demande des acteurs de la Fabrication qui souhaitent diminuer le nombre de branchements.

« A l'issue de la réunion, ça a commencé à bouger dans les cabines. J'ai demandé à Pierre [chef de projet] d'organiser quelque chose si on voulait démarrer l'installation sans se mettre les syndicats et les ouvriers à dos. Q : Quels étaient les motifs de protestation ? Les motifs de protestation ? Ils ne veulent pas passer du temps dans la station. Il faut être deux et équipés et le week-end, ils sont seuls et isolés [l'encadrement est absent le week-end]. Ce serait la première fois en trente ans que je vois des branchements le week-end. J'ai fait une contre-proposition où les quatre wagons sont branchés mais il faut des régulations, une vingtaine de boucles de régulation. Je l'ai présenté à Vincent [adjoint de fabrication] qui a accepté... Cette contre-proposition permet de brancher les quatre wagons et de piloter depuis la station. Il y aura moins d'interventions humaines dans la station. » Bernard, Technicien du Bureau d'Etudes, 04/05/2004.

Dans cette réunion, l'enjeu du technicien du Bureau d'Etudes est de convaincre le responsable du Bureau d'Etudes de la pertinence de cette solution afin de la valider comme choix définitif. L'exercice est difficile. En effet, cette remise en cause est une entorse aux règles du projet car elle modifie une solution présentée au CHSCT qui l'a validée. Or, après plusieurs revirements décisionnels, le responsable du Bureau d'Etudes tient particulièrement à ce que le projet passe en phase de réalisation, afin de respecter l'échéance de mise en service prévue. Par ailleurs, la solution « Bac B » équipée du T coûte plus cher. Le technicien du Bureau d'Etudes bénéficie du soutien du responsable de la Fabrication et du directeur de site qui ont approuvé ce changement technologique. Cependant, ces appuis ne garantissent pas l'accord de la Direction Industrielle, soucieuse du coût global du futur poste de dépotage. Cette maîtrise des budgets est une préoccupation majeure pour le responsable du Bureau d'Etudes qui présente le chiffrage de l'installation. C'est donc sur ce terrain économique que le travail de persuasion du technicien du Bureau d'Etudes s'avère le plus délicat. Même si le dispositif en T est finalement abandonné, son acceptation difficile permet de comprendre toutes les contradictions de la prise en compte des risques dans le travail de conception.

7.1.3.1. Montrer que le T est indispensable

Le technicien du Bureau d'Etudes ne peut convaincre le responsable du Bureau d'Etudes que s'il démontre le caractère indispensable du dispositif en T pour réduire les risques et répondre aux objectifs de fabrication. En effet, la solution précédente avait été validée, l'analyse de risques et le concours des acteurs du CHSCT ayant démontré qu'elle était exploitable et sûre. Dès le début de la réunion, le technicien du bureau d'Etudes présente le T comme une réponse aux contraintes des acteurs de la fabrication notamment les ressources en personnel de fabrication. Pour étayer cet argument, il montre qu'en l'absence de T, l'approvisionnement des ateliers ne sera possible qu'avec l'organisation d'astreintes. De plus, le technicien du Bureau d'Etudes montre que la solution « Bac B »

équipée d'un T est plus sûre pour les opérateurs parce qu'elle réduit le nombre d'interventions et donc les risques de contacts avec le produit. Il met en évidence la conformité de cette solution avec les demandes réglementaires de la DRIRE et avec les recommandations du CT.

Cependant, les objections du responsable du Bureau d'Etudes à propos des coûts induits par les vannes ajoutées pour équiper le dispositif en T compliquent la démarche du technicien du Bureau d'Etudes.

Tout d'abord, le technicien du Bureau d'Etudes justifie la nécessité de présenter l'installation qu'il propose, malgré les coûts supplémentaires qu'elle engendre. Pour défendre sa solution, il critique tout d'abord le bien-fondé de la discussion sur les coûts à ce stade du projet. Il déplace le débat sur les coûts induits par les vannes supplémentaires au niveau du budget total du projet. Il compare les coûts de ces vannes avec les coûts des travaux d'implantation sur un sous-sol instable, décidée fin avril 2004. De plus, il justifie la présence de vannes automatiques au niveau du T par des arguments de sûreté/sécurité. Il bénéficie du soutien de l'opérateur participant à la réunion. Le technicien de régulation et le chef de projet le soutiennent également notamment pour justifier l'automatisation de certaines des vannes du poste de dépotage.

Ensuite, le technicien du Bureau d'Etudes montre au responsable du Bureau d'Etudes qu'il tient compte des contraintes budgétaires. Il propose des solutions pour diminuer le coût du T. Pour cela, il mobilise les supports d'organisation pour remplacer l'assistance technologique aux opérateurs. Il propose de remplacer les fins de course par une check-list. Afin de montrer que cette solution reste sûre, il mentionne que cette pratique est mise en œuvre sur le site industriel étalon d'une part et qu'elle est conforme aux demandes réglementaires de la DRIRE d'autre part.

Cependant, le responsable du Bureau d'Etudes n'est pas complètement convaincu. Soucieux de réduire les coûts supplémentaires, il propose une option plus économique : un coude.

7.1.3.2. Mobiliser les voix contre l'alternative proposée par le responsable du Bureau d'Etudes.

Le travail de défense du T face au coude s'avère particulièrement délicat. La proposition du responsable du Bureau d'Etudes est d'autant plus difficile à contrer qu'elle repose également sur la volonté de prévenir les risques professionnels. En effet, le responsable du Bureau d'Etudes met en évidence le risque d'accumulation d'acide dans la branche inutilisée du T, lorsqu'un wagon portant un unique container est branché. Une nouvelle fois, le technicien du Bureau d'Etudes mobilise l'argument de la prévention des risques majeurs et professionnels. Il développe une comparaison point à point des deux dispositifs du point de vue de leurs conséquences sur les activités des opérateurs et sur les risques professionnels et majeurs. Tout d'abord, il compare les conséquences des deux dispositifs sur la sécurité des opérateurs et la sûreté de l'installation. Il établit que le coude multiplie les risques pour les opérateurs car il implique l'utilisation de joints et la multiplication des opérations de branchements. Parallèlement, il montre qu'il a anticipé les risques induits par le T : il a prévu un système de séchage à l'azote pour chasser l'acide accumulé dans la partie inutilisée du T. Il mobilise également le retour d'expérience de l'atelier « THORIUM » pour montrer que ces risques sont

maîtrisés. Enfin, à la faveur du T, il compare la conformité des deux dispositifs avec les règles de conception des installations utilisant de l'acide A.

Mais surtout, le technicien du Bureau d'Etudes bénéficie du soutien du technicien de régulation et du chef de projet avec lesquels il a mis au point l'installation équipée du dispositif en T. Le technicien de régulation et le chef de projet apportent des arguments pour contrer la remise en cause du T. Ils proposent au responsable du Bureau d'Etudes un compromis pour conserver le dispositif en T : supprimer les fins de course qui équipent les vannes supplémentaires et installer les vannes manuelles seulement lorsqu'elles sont nécessaires c'est-à-dire pour les gros wagons. Cependant, cette proposition ne sera pas retenue parce qu'elle multiplie les interventions des opérateurs au niveau des branchements et augmente par conséquent les risques de fuite.

Le responsable du Bureau d'Etudes n'est pas convaincu des avantages du T pour prévenir les risques. Il propose de décider en fonction de la fréquence d'approvisionnement du site dans les différents types de wagons. Le technicien du Bureau d'Etudes bénéficie alors de la coopération qu'il a établie avec les acteurs de la Fabrication en leur proposant le dispositif en T et du soutien du chef de projet. Ce dernier joue un rôle crucial. En effet, constatant que la discussion sur le sort du T s'enlise autour des incertitudes sur la fréquence de réception des différents types de wagons, le chef de projet convoque l'adjoint de la Fabrication. Ce dernier favorise le dispositif en T, qu'il a approuvé, en mobilisant la prévention des risques majeurs et professionnels. De plus, l'adjoint de la Fabrication écarte la fréquence de réception des différents types de wagons comme critère de décision, du fait de l'absence de certitude à ce sujet. Cette ultime contribution convainc le responsable du Bureau d'Etudes. Sous son égide, les acteurs de l'équipe projet décident finalement de conserver des fins de course sur les vannes équipant le dispositif en T, malgré leur coût.

7.2. Comprendre les blancs dans le travail de conception à partir de l'organisation.

Les revirements dans les solutions de dépotage tiennent en grande partie à des demandes de la Direction Industrielle. Dans un contexte d'incertitude sur l'avenir du site industriel, cette dernière impose des restrictions budgétaires fortes. Dans l'organisation générale du projet, elle est un organe décisionnel, imposant ses exigences à l'équipe projet par l'intermédiaire du Comité de Pilotage. Cependant, les différentes situations de travail montrent les efforts des acteurs de l'équipe projet pour composer avec ces contraintes et articuler technologie, organisation pour répondre à l'exigence réglementaire de maîtrise du risque majeur. Ce travail et le rôle joué par le responsable du Bureau d'Etudes et le chef de projet pour le présenter aux instances décisionnelles permettent de revenir sur les solutions qui nuisent à la prévention des risques. Finalement, ce contexte d'incertitude pèse fortement sur le résultat définitif. Il justifie le caractère poussé de l'analyse de la valeur finale et, par conséquent la conception d'un poste de dépotage conforme à la demande réglementaire mais dont les caractéristiques limitent la prévention des risques professionnels. Cependant, les réductions de budget successives ne suffisent pas à justifier l'anticipation lacunaire des futures activités de fabrication et de maintenance. Cette dernière réside dans les choix d'organisation du projet, les

supports de conception et les structures organisationnelles du site. Elle concrétise également certaines relations d'opposition qui structurent le fonctionnement du site.

7.2.1. La maintenance dans l'angle mort du processus de conception

Les acteurs de l'équipe projet n'anticipent pas les futures activités de maintenance et leur organisation (Cf. chapitre 6). La maintenance apparaît principalement à travers les défaillances de matériel à l'origine d'une fuite et la disponibilité du matériel de rechange : les flexibles pour vidanger les wagons, les vannes, les pompes. Les modalités de réalisation de ces opérations sont très rarement évoquées. La seule exception concerne la discussion autour de la position des piquages pour nettoyer les conduites. Par ailleurs, l'enchaînement des opérations de maintenance n'est pas envisagé. Le lien entre activités de Maintenance et de Fabrication est établi à travers la disponibilité du matériel, comprise comme une condition nécessaire au maintien de la productivité. Cette absence a des conséquences sur la prise en compte des risques majeurs et professionnels car les activités de maintenance restent aussi dangereuses que les activités d'exploitation. En effet, le remplacement ou la réparation de matériel nécessite l'ouverture de conduites contenant de l'acide. Dès lors, elles nécessitent les mêmes précautions. Pour quelles raisons, alors qu'ils parviennent à penser en partie les activités de dépotage et de fabrication et leur organisation, les acteurs de l'équipe projet laissent-ils la maintenance dans l'angle mort du processus de conception ?

7.2.1.1. Une absence résultant de l'organisation du projet

La note d'organisation du projet prévoit qu'un représentant de la Maintenance, le responsable du service Fiabilité Matériel participe aux réunions de l'équipe projet. A une exception près (réunion de validation du schéma TI de l'installation le 12 mai 2004 non présentée dans cette thèse), cet acteur est absent de l'ensemble des réunions de ce projet. Comment l'expliquer ?

Tout d'abord, l'absence de représentant du service Fiabilité Matériel est structurelle. Dans l'organisation formelle du projet, la position des acteurs de la Maintenance est similaire à celle des acteurs de la Fabrication : d'après le guide projet CHIMIE, ils appartiennent à l'entité « exploitation » qui prendra livraison de l'installation finale. Ensuite, cette absence résulte des choix d'organisation du projet notamment ceux des représentants des différents services. Comme l'adjoint de Fabrication, le responsable du service Fiabilité Matériel occupe un rôle de gestionnaire de service qui l'éloigne du terrain des activités de maintenance et des activités de conception.

Son enjeu dans le projet est la conception d'un poste de dépotage répondant aux impératifs de maintenabilité²³¹ (i.e. qui soit maintenable avec les ressources humaines matérielles et financières dont dispose le service).

Il estime qu'il n'a pas de rôle à jouer dans la conception de détail. C'est pourquoi, il ne s'implique pas dans les réunions de l'équipe projet. Il envisage sa contribution au niveau décisionnel du Comité de

²³¹ Maintenabilité : dans des conditions données d'utilisation et de maintenance, aptitude d'un dispositif, d'un appareil ou d'un système à être maintenu ou rétabli dans un état dans lequel il peut accomplir la fonction prévue. (Définition du grand dictionnaire terminologique)

Pilotage, pour valider les orientations générales du projet et approuver les choix du concepteur qui reste selon lui le Bureau d'Etudes.

« On s'assure de la standardisation pour ne pas laisser libre cours à la créativité sans limites et sans réalisme. Le concepteur, mais ça on l'apprend dans les écoles, prend en compte l'exploitation et la maintenance et on applique les principes de FMD (Fiabilité Maintenabilité Disponibilité) » Jérôme, responsable du service Fiabilité Matériel, 30/01/2004.

« Je ne suis pas directement acteur. J'apporte l'expérience de la maintenance et l'expérience de l'ingénieur de terrain...On apporte son avis technique. On doit valider les choix techniques lors des réunions de présentation du projet, son avis sur le matériel constitutif. » Jérôme, responsable du service Fiabilité Matériel, 30/01/2004.

De plus, l'organisation des activités du site couplée à la situation délicate du site ne lui permet pas de déléguer un remplaçant. Les acteurs du service Fiabilité sont peu nombreux et la pression à la production les mobilisent sur les pannes installations de PHOSPHORE pour fabriquer le produit phare de l'usine, le Z1 (produit acide).

« Le Z1 [produit acide] à PHOSPHORE c'est le produit de La-Source. Une pompe qui s'arrête c'est plus critique qu'un réacteur qui casse à THORIUM. Je caricature un peu. Il y a huit appareils sur le Z1 sur lesquels on suit le manque à produire... le manque à produire du Z1 c'est la vie du site. Ça vaut le coût de se pencher dessus. Jérôme [responsable du service Fiabilité matériel]] est à mi-temps sur ces problèmes. Depuis le début de la semaine, « THORIUM » est arrêté parce qu'on a cassé une garniture de réacteur mais c'est pas important. Z1 c'est la vie du site c'est pour ça qu'on aborde les problèmes différemment. Là, on y a mis des moyens sur « THORIUM » mais si on manquait de personnel, on laisserait THORIUM arrêté. Quand je suis arrivé, THORIUM était l'avenir du site. Le marché a évolué. En Z1 le but c'est 1400 tonnes par an. Nous on suit ça. » Responsable tuyauterie, service Fiabilité Matériel, 06/05/2004.

Néanmoins, le responsable du Service Fiabilité matériel considère que la taille réduite du projet permet une communication aisée entre les acteurs.

« On adapte notre façon de travailler à nos effectifs. On est une petite entreprise ; l'information est disponible à tout moment car il y a peu de personnes. » Jérôme, responsable du service Fiabilité Matériel, 30/01/2004.

Effectivement, on se souvient que même s'ils ne participent pas régulièrement aux réunions de conception, les acteurs de la Fabrication sont consultés par les spécialistes techniques de l'équipe projet. Pourtant, les situations de travail collectif décrites dans cette thèse montrent que les acteurs du service Fiabilité Matériel ne sont pas souvent consultés au cours des réunions. En entretien, les acteurs de l'équipe projet expliquent qu'ils consultent informellement les techniciens du service Fiabilité Matériel. Le chef de projet s'informe auprès d'eux du fonctionnement d'organes qui seront réutilisés pour la future installation. Les acteurs du Bureau d'Etudes les consultent très ponctuellement pour vérifier la disponibilité du matériel.

« L'ensemble du projet il [Responsable du service fiabilité matériel] s'en fout, mais le type de matériel ça le regarde. » Thierry, Technicien de régulation, 02/09/2003.

« Pour tout ce qui est mesure, j'ai vu avec Lionel [responsable de la Maintenance] pour savoir quel type de matériel on mettait. Comment vieillissent les appareils, quel type de débitmètre, de transmetteurs on allait mettre. » Jean-Marc, Technicien de régulation 2, 18/11/2004.

Dès lors, comment expliquer que ces relations restent rares d'une part et qu'elles se limitent au type de matériel et à sa disponibilité ?

7.2.1.2. Des conflits entre service Fiabilité Matériel et Bureau d'Etudes résultant de l'organisation des modifications d'installations.

Les techniciens du service Fiabilité Matériel confirment ces relations informelles. Mais, dans le même temps, ils font part de conflits avec le Bureau d'Etudes qui expliquent leur retrait.

« Il y a toujours eu un manque de relations entre Maintenance et Bureau d'Etudes, c'est un problème de personnes. J'entends déjà la Maintenance demander une réunion de réception des travaux. Bernard [technicien du Bureau d'Etudes] a appelé Lionel [responsable de la Maintenance] concernant le modèle de pompe qui sera installé. C'est plutôt positif. Nous on souhaite être contacté tout au long de l'étude. Nous, on voudrait avoir une réception avec la Fabrication pour donner notre avis. C'est bien ce que fait Bernard [technicien du Bureau d'Etudes] qui nous appelle pour discuter matériel parce que la plupart du temps, on découvre l'installation quand le fabricant a une pompe qui casse ! » Responsable tuyauterie, service Fiabilité Matériel, 06/05/2004.

« J'ai vu d'autres projets et c'est vrai que ça frotte souvent entre le BE et la Maintenance. Mais c'est vrai aussi que de part et d'autre, on a beaucoup de choses à faire. » Charles, Ingénieur responsable du service Amélioration Continue, 11/12/2003.

Les acteurs du service Fiabilité Matériel analysent ces oppositions comme la conséquence de relations interpersonnelles difficiles. Plus fondamentalement, elles trouvent leurs origines dans l'organisation du site et les relations qui marquent son fonctionnement quotidien. En effet, comme nous l'avons évoqué dans le chapitre 3, les opérations de maintenance routinière sont sous-traitées. De ce fait, les acteurs du Service Fiabilité Matériel supervisent leur réalisation mais surtout, ils mènent principalement des études pour améliorer des défaillances récurrentes. Cette re-distribution des tâches explique au moins en partie les conflits avec le Bureau d'Etudes. Les acteurs du service Fiabilité Matériel se disputent l'amélioration des installations avec les acteurs du Bureau d'Etudes. Ce partage des activités d'amélioration des installations constitue pour certains acteurs du Bureau d'Etudes une forme de concurrence. C'est pourquoi, Bernard, le technicien du Bureau d'Etudes dénomme souvent le service Fiabilité Matériel « l'Entretien », afin de délimiter leur rôle.

« La pigmentation est un système de repérage du matériel et des boucles. Le problème, c'est que la Maintenance va le modifier sans modifier le schéma TI. Normalement, pour les modifications, ils doivent nous envoyer le schéma TI avec les bons de travail. » Bernard, Technicien du Bureau d'Etudes, 23/10/2003.

« Il y a deux systèmes de gestion des budgets différents pour la Maintenance et le BE. L'Entretien a un budget annuel à répartir sur toutes les fabrications, qu'ils travaillent ou pas. Le BE est payé par des crédits venus du centre de frais donc on n'est pas pris en compte dans l'usine. Avant, on gérait le budget, maintenant, ça n'est plus le cas. Si la Maintenance fait appel au BE, ils nous font une demande de travail et ils nous payent sur leurs crédits. C'est pour ça que si on fait des études ici et que c'est eux qui réalisent c'est une partie de notre travail qui part. CHIMIE a voulu prouver qu'on n'avait pas besoin du BE dans les ateliers car l'Entretien peut réaliser. » Bernard, Technicien du Bureau d'Etudes, 23/10/2003.

Les conflits se structurent autour d'enjeux contradictoires malgré l'objectif commun d'amélioration des installations. En effet, les acteurs du service Fiabilité Matériel interviennent souvent en urgence, contraint par les impératifs des fabrications en cours. A l'inverse, les acteurs du Bureau d'Etudes travaillent sur le moyen et le long terme dans des projets de conception. Deux exemples illustrent cette discordance. Premièrement, la mise à jour des schémas Technologie Instrumentation après des modifications d'installations cristallise les différences d'horizon temporel. Les acteurs du Bureau d'Etudes critiquent le manque de soin de leurs homologues du service Fiabilité Matériel car ils ne rectifient pas toujours les schémas TI des installations affichés en salle de commande. Ainsi, pour des travaux de modifications importants, le Bureau d'Etudes hérite de bases de travail périmées.

« L'Entretien ne vient pas aux réunions, nous ne communiquons pas. Tous les travaux faits par l'Entretien ne sont pas portés sur les plans. On arrive à passer 5 ans sans modifications de plans, on a donc 30% d'erreurs sur les plans !!! » Bernard, Technicien Bureau d'Etudes, 23/10/2003.

Conscients de ces manquements, les acteurs du Service Fiabilité Matériel déplorent le manque de temps car leurs interventions se font souvent dans l'urgence imposée par les contraintes de production.

« Quand on fait des modifications sur les appareils on les porte sur le schéma TI en salle de fabrication. Il y a eu un manque de rigueur à ce niveau-là. Mais c'est vrai qu'on travaille dans l'urgence. Il suffit qu'il y ait une personne qui ne le fasse pas et c'est fini... Il y a une procédure de modification, on suit la procédure de mise à jour. C'est le TI qui fait foi, le TI en salle de fabrication [salle de commande]. Ce sont des documents gérés. Au bout de trois modifications, le schéma est envoyé au BE qui le remet à jour et le renvoie à la Fabrication et à la Maintenance. Cette procédure marche bien à la condition que les gens prennent la peine de porter les modifications. Encore faut-il que les gens y pensent. Mais c'est vrai qu'on n'a pas fini des travaux qu'on est déjà avec autre chose. Quand il y a de grosses modifications c'est fait. Je m'occupais d'une étude : j'ai posé 150 mètres de tuyauteries et j'ai oublié [de remettre à jour le schéma TI], six mois après, on me l'a rappelé. » Responsable tuyauterie, service Fiabilité Matériel, 06/05/2004.

« On ne peut pas travailler de la même façon. Ils ont du mal à s'en rendre compte. Quand ils font une étude, ils ont le temps de faire un cahier des charges précis, de consulter. Nous, il faut réagir, le réacteur casse, il faut faire une intervention. C'est une autre façon de travailler. Il faut qu'on soit plus réactif. Je préfère travailler en maintenance. Il faut essayer d'être aussi performant, travailler en peu de temps, jongler avec le temps qu'on n'a pas toujours. Ils ont d'autres contraintes, ils font de grosses études. Quand on fait de petites modifications, on travaille presque comme un bureau d'études par exemple pour changer de type de pompe. Mais l'étude, on a peu de temps pour la faire. Le BE nous reproche souvent notre manque de rigueur, à juste titre pour les schémas TI et notre façon de travailler moins cadrée. La maintenance n'a pas les moyens de travailler comme un BE. » Responsable tuyauterie, service Fiabilité Matériel, 06/05/2004.

Deuxièmement, la gestion des budgets dans les projets de nouvelles installations oppose les deux services. Les acteurs du service Fiabilité Matériel accusent ceux du Bureau d'Etudes de se reposer sur leur service pour commander et installer du matériel, lorsqu'ils s'aperçoivent, en fin de projet, qu'ils ont épuisé leurs crédits.

« Frédéric [Responsable BE] appelle Jérôme [responsable fiabilité matériel] : on n'a plus de sous, la tuyauterie n'est pas assez grosse mais on n'a plus de sous. Le BE une fois qu'il a terminé son installation, il ne revient plus dessus et des fois ils ont épuisé les crédits. Alors, soit on fait sur la maintenance soit Jérôme [responsable du service Fiabilité Matériel] arrive à avoir un crédit. » Responsable technique Maintenance, 06/05/2004.

Si ces conflits expliquent le manque de dialogue entre les acteurs des deux services au cours du projet, ils ne justifient pas complètement la faible prise en compte des activités de Maintenance et de leur organisation.

7.2.1.3. Des activités de maintenance devenues opaques

La sous-traitance des activités de maintenance courante explique que les échanges avec les acteurs du Service Fiabilité Matériel restent centrés sur le matériel. Les techniciens sous-traitants qui réalisent ces activités à risques sont complètement absents du projet. Au-delà d'une organisation projet qui ne prévoit pas leur participation, leurs préoccupations ne sont pas relayées par les acteurs du service Fiabilité Matériel, même informellement. Comme nous l'avons exposé dans le chapitre 3, les interventions des hommes de la sous-traitance restent opaques pour les acteurs du service Fiabilité Matériel, du fait du processus d'enregistrement des interventions. En effet, les acteurs du service Fiabilité Matériel n'ont pas accès au système informatique sur lequel sont traitées et enregistrées les demandes d'intervention. De plus, les techniciens sous-traitants ne complètent pas systématiquement les historiques des différents matériels. Il est donc difficile pour les acteurs du Service Fiabilité Matériel de connaître précisément les opérations de maintenance réalisées et les difficultés rencontrées. De plus, l'échange d'information n'est pas systématique car l'organisation des activités sépare les tâches des sous-traitants et celles du service fiabilité Matériel.

Cette implication réduite des représentants de la maintenance laisse présager une appropriation des installations forcée pour les futurs intervenants. Comme le souligne l'un des techniciens du service Fiabilité Matériel « la plupart du temps, on découvre l'installation quand le fabricant a une pompe qui casse » ! Cependant, la question des risques associés aux futures interventions des acteurs de l'entreprise extérieure reste posée.

7.2.2. Des méthodes et des supports de conception contraignant la prise en compte de l'organisation pour maîtriser les risques

L'analyse des supports et des méthodes de conception permet d'appréhender les caractéristiques des activités de conception qui fondent la maîtrise des risques. Nous nous intéresserons plus particulièrement à la méthode d'analyse des risques et à l'analyse de la valeur. Nous montrerons également comment l'utilisation du schéma TI de l'installation au cours de l'analyse des risques module l'application de cette méthode par les acteurs de l'équipe projet.

7.2.2.1. Des représentants des futurs utilisateurs intermittents de la conception

Comme nous l'avons évoqué dans le chapitre 6, les acteurs de l'équipe projet anticipent partiellement les futures activités de dépotage et leur organisation. D'une part, l'articulation des activités de dépotage avec les activités de fabrication de l'atelier « THORIUM » est pensée essentiellement dans le prisme des objectifs de fabrications. D'autre part, elle est envisagée à travers la division du travail entre les opérateurs de l'atelier « THORIUM » et les opérateurs du conditionnement. Dans la première partie de ce chapitre, notre analyse montre que ces préoccupations sont portées par le technicien du Bureau d'Etudes et, plus spécifiquement par les représentants des futurs utilisateurs : l'agent de maîtrise de la Fabrication, l'infirmier et le responsable sécurité. L'analyse de leurs relations montre que leurs interventions sont complémentaires pour construire la sûreté de l'installation et la sécurité des opérateurs (Cf. § 7.1.).

Comment comprendre les lacunes dans la prise en compte des activités de fabrication et leur organisation alors que des acteurs les mettant au premier plan participent au projet ?

Tout d'abord, une première explication est que les représentants des futurs utilisateurs ne participent pas régulièrement aux activités de l'équipe projet. Ils sont des intermittents de la conception. C'est dans cette intermittence que réside l'anticipation partielle des futures activités de fabrication.

L'intermittence de l'infirmier et celle du responsable sécurité, sont résultent des l'organisation du projet. Leur présence n'est requise que pour une partie spécifique du travail de conception : l'analyse des risques.

Le cas de l'agent de maîtrise de la fabrication est différent. Son intermittence résulte de l'incompatibilité de l'organisation des activités du projet avec celles de ses activités d'agent de maîtrise. L'organisation du projet le positionne comme membre permanent de l'équipe projet. De plus, son rôle de responsable du dépotage lui donne une légitimité pour participer au travail de conception. Cependant, l'organisation de son travail quotidien compromet sa participation régulière.

Or, cette intermittence a des conséquences sur la prise en compte des risques. D'une part, certaines composantes de l'organisation des futures activités ne sont pas discutées en réunion. En effet, au cours des entretiens, l'infirmier exprime ses préoccupations à propos du contenu de la formation des futurs opérateurs du dépotage. Elles ne seront pas discutées au cours des réunions.

« Le problème c'est la formation. J'espère que c'est pas l'opérateur lambda qui le fait une fois et puis qui est remplacé au pied levé. En faisant abstraction du fait qu'on n'a pas de pognon, je ne crois pas au wagon qui se perce. Tout a été fait pour que le wagon ne se perce pas, ni les conduites. » Jacques ; infirmier, 17/11/2004

« Et puis, une formation, s'ils ne le font que 6 mois après la formation, ils auront tout oublié ». Jacques ; infirmier, 17/11/2004

« Ce qui me choque dans cette histoire, c'est que j'ai peur qu'un jour ou l'autre, l'opérateur pas trop bien formé fasse une bêtise. On voit comment la formation au poste de travail est faite. On voit que les gens sont déplacés. Là, c'est le pool à la journée qui va le faire. Ils font du conditionnement, ils vont au Z1, dans les petits ateliers, faire des branchements. Je pense qu'un jour ou l'autre si ce sont pas toujours les mêmes personnes qui le font, il y aura des bêtises. C'est pas à la portée de tout le monde de faire ça, d'être efficace sur tout. » Jacques ; infirmier, 17/11/2004

D'autre part, certaines de leurs propositions sont exprimées et discutées en leur présence. A l'inverse, lorsque le technicien du Bureau d'Etudes se retrouve ensuite seul pour les défendre, elles ne sont pas toujours écoutées par les autres acteurs. C'est le cas notamment du débat sur l'automatisation des vannes. L'infirmier, l'agent de maîtrise de la Fabrication, l'animateur sécurité identifient la complexité des opérations du fait des nombreuses vannes manuelles comme une source de risques supplémentaires (Cf. chapitre 6, §6.2.1.3.).

Les conséquences de ces intermittences sont les plus importantes lors de la revue d'analyse de la valeur de juin 2004. En effet, jusqu'à cette ultime étape, la direction industrielle se fonde sur une présentation des principales caractéristiques de l'installation assortie de son chiffrage pour décider. Avec le « challenge des coûts », il s'agit d'examiner l'installation dans le détail afin de localiser des postes d'économies. Or, au cours de cette réunion, des automatismes et des systèmes de contrôle sont supprimés. Même si l'équipe projet justifie la nécessité d'en conserver certains pour limiter les risques, en l'absence de ces acteurs représentant les futurs utilisateurs, l'installation demeure très manuelle. C'est ainsi que finalement, le poste de dépotage définitif répond à l'objectif de prévention des risques majeurs au détriment de la prévention du risque professionnel ; La sûreté est reposée sur de nombreuses interventions manuelles dangereuses pour les opérateurs.

7.2.2.2. Possibilités et limites de l'Hazop

Dans cette partie, nous dégageons les avantages et les limites de l'analyse de risques selon la méthode Hazop pour maîtriser les risques. Plus particulièrement, nous nous intéressons à la manière dont cette analyse permet de mobiliser l'organisation du dépotage pour maîtriser les risques.

a) Une méthode formalisée pour une application située

Dans le chapitre 5, nous avons exposé les principes de la méthode d'analyse de risques HAZOP. Cette analyse a une valeur officielle car les scénarios d'accidents majeurs figurent dans le dossier de demande d'autorisation d'exploiter, plus précisément dans l'étude de dangers. De ce fait, cette étape du projet est très formalisée : elle est menée par un acteur spécifiquement habilité, à partir d'une procédure spécifique. Le déroulement de l'analyse selon la méthode Hazop est structuré par le tableau et par la description du procédé à partir du schéma TI.

Les acteurs de l'usine reconnaissent que l'évaluation des risques dépend de la situation de l'analyse dans le temps et dans l'espace.

« L'analyse des risques n'est pas la même selon le lieu, le moment et les personnes. Les barrières ne sont pas les mêmes selon la sensibilité des personnes aux événements qui ont eu lieu récemment. » Charles, Ingénieur responsable du service Amélioration Continue, 18/11/2004.

L'analyse des risques est située dans la temporalité du site. C'est pourquoi elle est imprégnée d'un biais de récence. Si des incidents ou des accidents marquent la période précédant l'analyse, les participants ont tendance à se focaliser sur des scénarii semblables, en particulier pour identifier les causes et les conséquences des déviations. Cette influence se traduit également dans les parades qu'ils choisissent. De plus, **l'analyse des risques s'inscrit dans le déroulement du projet.** L'analyse des risques de la solution « Bac B » dont nous rendons compte hérite en partie du travail d'analyse des risques effectuée le 14 octobre 2003, sur la solution « bac A ». C'est pourquoi, le chef de projet reprend certaines parades retenues lors de cette première analyse de risques. Ainsi, après avoir consulté le compte-rendu de l'analyse rédigé par l'expert, il décide de conserver un test d'étanchéité comme moyen de prévention d'une fuite d'acide dans la phase de branchement des flexibles.

Plus globalement, **l'analyse des risques se situe dans une usine marquée par des événements.** Le site de La-Source est marqué par une histoire de l'exploitation de l'acide A (Cf. chapitre 3, §3.3.1.). C'est pourquoi, les événements significatifs passés sont évoqués au cours de l'analyse pour identifier des causes ou des conséquences d'accident et évaluer les risques correspondants. Cette tendance est d'autant plus marquée que le projet modifie une installation existante. Les événements évoqués concernent donc le dépotage et le fonctionnement des parties de l'atelier « THORIUM » auquel le futur poste de dépotage sera rattaché.

Cependant, **l'influence des caractéristiques (espace et temps) de la situation du projet sur le contenu de l'analyse dépend de leur mobilisation par les acteurs.** Comme le soulignent ceux qui l'ont pratiquée, la démarche d'analyse des scénarii d'accident reste très subjective.

« J'ai participé à la validation des fiches risques. Ça permet d'être sûr que le scénario choisi est bon. Il faut avoir une très bonne connaissance procédés pour arriver au résultat. Quand les risques arrivent à un niveau non acceptable, le premier réflexe est de réviser le scénario. Le scénario c'est un procédé d'analyse du schéma TI, c'est pour ça qu'il faut un groupe pluridisciplinaire : la cotation des risques se fait d'après une matrice. Dans l'ancienne méthode c'est ce qu'on sent...Mais aujourd'hui il reste beaucoup de subjectif dans les scénarios. » Jean, Responsable des Fabrications, 30/01/2004.

Plus précisément, **les interventions des acteurs dépendent de leur expérience professionnelle.** Selon **les compétences acquises dans la conception d'installations utilisant de l'acide A**, ils reproduisent ou au contraire, critiquent les caractéristiques de l'installation actuelle. Dans le projet de modification du poste de dépotage, les données recueillies montrent que les acteurs les moins expérimentés cherchent à reconduire des caractéristiques de l'installation actuelle. Ainsi, chef de projet, nouvellement arrivé sur le site et dans le projet, inexpérimenté dans l'exploitation de l'acide A propose de reconduire le chauffage à la vapeur des flexibles pour évacuer l'acide restant. Or, cette pratique présente des risques à long terme car elle favorise la corrosion puis le perçage des conduites. Le technicien du Bureau d'Etudes spécialiste de la conception d'installations utilisant de l'acide A rappelle ces risques en décrivant les conséquences de l'utilisation de la vapeur sur l'état de l'installation actuelle. Il conduit ainsi l'équipe projet à abandonner cette option.

Les contributions des acteurs dépendent également de leur parcours dans le projet. Les acteurs mobilisent également le retour d'expérience externe au site, acquis spécifiquement pour le

projet. Ils s'inspirent notamment pratiques observées sur des sites industriels dépotant de l'acide A pour choisir les parades aux risques. Ainsi, le technicien du Bureau d'Etudes propose d'envoyer de l'azote dans les flexibles pendant plusieurs heures afin d'évacuer les restes d'acide. Il s'appuie sur les pratiques qu'il a observées sur un autre site, visité lors des phases préliminaires du projet.

b) Une analyse systématique mais tronquée

L'un des avantages de la méthode HAZOP est qu'elle permet une analyse exhaustive des scénarios d'accident induits par le futur poste de dépotage. L'application d'un mot guide pour chaque paramètre fonctionnel permet de caractériser systématiquement les déviations pour chaque phase du procédé, découpé à partir du Schéma TI. Ensuite, le tableau d'analyse final permet une évaluation comparée des risques induits par chaque déviation. Il permet de répertorier les scénarios présentant un niveau de risques de 1 ou 2 et nécessitant la rédaction d'une « fiche risques ». Par ailleurs, l'organisation de la réunion Hazop, parce qu'elle regroupe des acteurs représentant les différentes compétences de l'équipe projet et des futurs utilisateurs de l'installation facilite l'identification des différents types de causes de déviation (erreur humaine, défaillance technique...) et de leurs conséquences sur l'homme, l'environnement et le matériel.

Cependant, **l'analyse de risques reste focalisée sur le dépotage**. Pourtant, comme le poste est implanté sur l'atelier « THORIUM », les activités de dépotage s'inscrivent dans celles de cet atelier. **Cette restriction provient des supports de l'analyse, en particulier du schéma TI**. Ce dernier ne rend pas compte de l'insertion du futur poste de dépotage dans l'atelier « THORIUM », ni de la circulation des wagons de leur arrivée sur le site jusqu'à leur dépotage. Pourtant, les activités de fabrication contraignent le dépotage car l'alimentation des ateliers se fait en flux tendus, la capacité tampon du bac de distribution étant réduite. De plus, différentes équipes interviennent sur le poste de dépotage selon les phases.

Par ailleurs, parce qu'elle fragmente le procédé en étapes successives, l'analyse ne permet pas d'envisager des combinaisons de déviations. De ce fait, elle limite l'analyse des conditions favorisant le rattrapage des erreurs.

c) Une démarche horizontale qui limite la prise en compte des activités d'exploitation et de maintenance du futur poste de dépotage pour maîtriser les risques

Cette méthode d'analyse des risques limite la prise en compte des activités futures et de leur organisation pour prévenir les risques et plus particulièrement pour définir les moyens de prévention et de protection. En effet, **la démarche d'analyse Hazop est horizontale**, c'est-à-dire que l'identification des différents éléments d'analyse reste de premier niveau.

Tout d'abord, pour rechercher les causes humaines ou matérielles de la déviation, la méthode ne prévoit pas de remonter jusqu'aux origines d'un événement comme dans un arbre des causes. C'est pourquoi, lorsque les acteurs identifient l'erreur humaine à l'origine d'une déviation, ils ne recherchent pas les conditions de réalisation ou les caractéristiques des activités concernées. De ce

fait, dans la suite de l'analyse, ils limitent la recherche de moyens de protection ou de prévention des risques. Par exemple, les acteurs de l'équipe projet identifient trois origines relevant de l'organisation des futures activités de dépotage à l'oubli d'une vanne pour effectuer les tests d'étanchéité : 1) la division du travail entre opérateurs de l'atelier « THORIUM » et opérateurs du conditionnement pour effectuer les différentes étapes du dépotage, 2) le manque de polyvalence des opérateurs du conditionnement qui effectueront les branchements et les tests d'étanchéité, 3) la charge de travail du chef de poste qui assistera les deux opérateurs lors des branchements le week-end. L'analyse ne permet pas de remonter à l'origine de ces lacunes pour définir les parades, par exemple : la formation des opérateurs pour qu'ils deviennent polyvalents ou les caractéristiques de l'organisation des activités du chef de poste et l'organisation des branchements et des débranchements, le week-end en particulier pour s'adapter à sa charge de travail. De même, lorsqu'une cause matérielle est identifiée, les acteurs ne recherchent pas ses origines. Par exemple, ils identifient la défaillance d'un matériel mais ne s'interrogent pas sur la fragilité de ce type de matériel, sa maintenance (fréquence des visites de contrôle par exemple).

Ensuite, **l'erreur humaine est évaluée selon les mêmes méthodes probabilistes que les risques de défaillances de capteurs**. Cette évaluation ne tient pas compte de l'influence des conditions de travail et du contexte de ces activités sur la genèse de ces erreurs. De ce fait, les acteurs de l'analyse des risques restreignent leurs choix de barrières. De plus, l'évaluation chiffrée de la probabilité d'erreur se fait sur la base des activités de dépotage actuel. Or, une configuration des vannes et un niveau d'automatisation différents peuvent modifier la fréquence d'erreur de manipulation. Ainsi, dans l'analyse de la phase des tests d'étanchéité, le chef de projet évalue le risque d'erreur dans la position des cinq vannes sur la base de la fréquence de ce type d'erreur sur le poste actuel. De ce fait, cette évaluation ne tient pas compte des changements de conditions de travail ou du contexte d'activités qui peuvent modifier la fréquence des incidents.

Par ailleurs, les parades organisationnelles en place ou choisies par les acteurs sont considérés sous leur dimension formelle et prescriptive, souvent à travers les supports pour guider ses activités : une check-list, un mode opératoire, une formation spécifique, une habilitation. En effet, leur nature (informatique ou papier) n'est pas toujours précisé. Leur contenu et leurs modalités d'utilisation ne sont pas évoqués. Or, l'efficacité de ce type de parade dépend de ses conditions d'usage. Par exemple, pour abaisser la probabilité d'occurrence d'une erreur de manipulation des vannes lors du branchement des wagons, les acteurs de l'équipe projet ajoutent un mode opératoire. Cependant, la méthode d'analyse des risques ne leur permet pas de prendre en compte le contenu de ce mode opératoire afin de préciser son adéquation avec les activités et leurs conditions de réalisation. De même, pour les barrières matérielles, considérées en fonction de leur probabilité de défaillance, les dispositions permettant de les maintenir en état de fonctionnement ne sont pas abordées au cours de l'analyse.

Cette question de la définition des barrières se pose de façon particulière pour les IPS (Eléments Importants pour la Sécurité), faisant l'objet d'une procédure de contrôle stricte. De plus, lorsque ces IPS sont envisagés comme barrières, la méthode ne permet pas de considérer leur choix en fonction de ces modalités de contrôle.

Par ailleurs, de façon plus générale, le modèle de l'opérateur favorisé par cette méthode d'analyse des risques limite la prise en compte de l'organisation des futures activités pour maîtriser les risques. En effet, tantôt « opérateurs », « personnes », « fabricants » ou « gars », les futurs acteurs du dépotage reviennent souvent dans les propos des participants. Cependant, **l'opérateur apparaît comme un individu générique** quelle que soit sa fonction (conditionnement, fabrication). Ensuite, c'est un individu idéal toujours égal à lui-même : les différences de formation, d'expérience, de charge de travail, d'état physique ne sont pas évoquées dans l'analyse. **L'opérateur apparaît comme la force motrice** qui actionne le futur système pour faire fonctionner le procédé dans ses différentes phases. Pour autant, la condition d'humain faillible de l'opérateur n'est pas oubliée. L'erreur humaine, plus particulièrement l'omission et la confusion, apparaissent comme causes de déviations.

Ces lacunes sont renforcées par les caractéristiques de l'organisation de cette réunion, et les exigences réglementaires applicables au projet.

D'une part, les supports représentant la future installation expliquent le morcellement de l'analyse et les lacunes dans l'analyse des caractéristiques de l'organisation des futures activités. **Le schéma TI offre une vision statique de l'installation.** Il ne permet pas de représenter les différents états du système selon les phases de dépotage²³² ou en cas de fausse manœuvre : vannes ouvertes ou fermées, indications d'un détecteur...Ce schéma a une utilité fonctionnelle : il permet aux acteurs de suivre le cheminement du produit dans les différents organes de la future installation. Cependant, il ne permet pas d'anticiper la configuration spatiale de l'installation et la manoeuvrabilité du matériel. De ce fait, les acteurs de l'équipe projet se représentent difficilement l'opérateur en activité. En effet, les distances représentées ne sont pas proportionnelles aux distances réelles entre les appareils ni à leurs dimensions (diamètre des réservoirs ou des tuyaux). De plus, le mode de représentation plan ne rend pas compte de l'encombrement des installations. La nécessité pour l'infirmier de mimer la vérification d'étanchéité des flexibles à partir du schéma illustre cette difficulté.

D'autre part, **l'absence de mode opératoire succinct décrivant l'organisation générale du dépotage limite également la prise en compte de l'organisation** des futures activités pour maîtriser les risques. Si l'on connaît la position des différentes vannes et capteurs, on ne sait pas encore exactement à quels opérateurs reviendront les différentes étapes du dépotage. Cette incertitude résulte en partie de l'organisation du projet, en particulier de la planification des différentes étapes. En effet, le guide projet prévoit l'élaboration du mode opératoire détaillé, plus tard, au moment de la formation des opérateurs, avant le démarrage de l'installation. De plus, les exigences réglementaires n'imposent pas l'élaboration de ces supports à ce stade du projet. En effet, ce document n'est pas nécessaire pour présenter l'analyse des scénarios dans l'étude de dangers contenue dans le dossier de Demande d'Autorisation d'Exploiter. Cette dernière présente une description simplifiée du futur procédé de dépotage et de ses modalités d'utilisation. Enfin, **le statut**

²³² A une exception près, lors d'une réunion de validation d'implantation, le chef de projet avait présenté une version simplifiée du schéma TI à l'ensemble des acteurs. Selon leur état, ouvert ou fermé, les vannes étaient représentées en vert ou en rouge.

de ces documents dans le contrôle des installations classées ne favorise pas l'analyse de leur conception et de leur usage. Les procédures, les check-lists et les modes opératoires associés aux activités d'exploitation et de maintenance sont regroupés au sein du SGS (Système de Gestion de la Sécurité) qui fait l'objet d'une inspection spécifique de la DRIRE. Cependant, cette inspection concerne le caractère formel de l'organisation. Il s'agit pour les inspecteurs de vérifier que les documents sont à jour et mis à disposition des opérateurs. Ils ne vérifient pas leur usage au cours des activités. Ceci tient en particulier aux limites de leurs ressources pour procéder à de telles inspections et à leurs attributions. Comme nous l'avons vu dans le chapitre 5 (§5.1.2.2.), leur charge de travail reste élevée et leurs activités pour une grande partie basée sur l'analyse de documents. De plus, de formation scientifique et technique, les inspecteurs ne sont pas formés à la prise en compte des facteurs humains organisationnels.

Enfin, l'organisation du projet aggrave les lacunes de l'analyse identifiées. En effet, les acteurs les plus à même d'intégrer les futures activités et leur organisation à l'analyse sont contraints par leur intermittence dans le projet. En effet, l'organisation du projet n'intègre l'infirmier et les représentants des opérateurs au projet avant l'analyse des risques. De ce fait, même si elles concernent les futures activités leurs contributions restent limitées par leur manque de connaissances de la future installation et de son fonctionnement.

7.2.2.3. L'analyse de la valeur

a) La restrictions du champ de conception organisationnelle et du champ de conception technologique

Dans le projet de modification du poste de dépotage, l'analyse de la valeur permet aux acteurs du projet de choisir entre quatre solutions pour s'adapter aux restrictions budgétaires imposées par la Direction Industrielle, en décembre 2003. Dans ce cadre, elle reprend les avantages et inconvénients des différentes solutions. Ces caractéristiques concernent les risques induits, les contraintes pour la réalisation, l'objectif de production qui impose un approvisionnement des ateliers sans rupture, le coût. Ces caractéristiques ont été identifiées et discutées dans le travail de conception, par les acteurs de l'équipe projet. De ce fait, les caractéristiques identifiées traduisent leur appréciation des différentes solutions. C'est pourquoi, le choix de la Direction Industrielle, la solution « Bac B » est finalement celui qui semble le plus approprié à l'équipe projet.

Dans la phase finale du projet, l'analyse de la valeur met à l'épreuve le travail de l'équipe projet. L'optimisation technico-économique recherchée se traduit par des simplifications de la technologie du futur poste de dépotage. Dans le chapitre précédent, l'analyse montre que les choix des acteurs de l'équipe projet traduisent des contraintes mutuelles entre la technologie et l'organisation pour construire la maîtrise des risques.

Dans la démarche d'analyse de la valeur, cette mise en perspective s'effectue sous fortes contraintes en raison de l'objectif d'optimisation technico-économique de l'installation. En effet, la démarche d'optimisation impose la simplification technologique *a priori*. Dans le cas du projet de poste de dépotage, il s'agit de supprimer des dispositifs techniques (suppression d'un poste de dépotage,

suppression du toit de l'installation). De ce fait, les options de choix techniques sont réduites. Dans le même temps, les objectifs de cette optimisation contraignent les choix organisationnels. L'organisation considérée est réduite à une partie du cadre d'action : objectifs de production (éviter les ruptures d'approvisionnement), fréquence des opérations de dépotage. De ce fait, la démarche d'optimisation par ses principes et ses objectifs réduit le champ de conception technologique délimité par l'organisation. Réciproquement, l'organisation tronquée à une partie de son cadre d'action délimite un champ de conception technologique réduit.

Par ailleurs, la mise en perspective des composantes technologiques et organisationnelles pour maîtriser les risques et répondre aux objectifs de production est biaisée par la contrainte économique. En quelque sorte, les enjeux économiques et les enjeux de sécurité sont mis en concurrence par l'intermédiaire de l'organisation des futures activités de dépotage, à double titre. Premièrement, la simplification technologique et les objectifs de fabrication sont considérés comme les deux priorités. De ce fait, lorsque cette simplification ne satisfait pas les objectifs de production, le challenger de coûts propose de modifier l'organisation du dépotage. L'organisation devient une ressource pour l'optimisation à travers laquelle, les enjeux économiques et les enjeux de sûreté/sécurité sont mis en concurrence. En effet, afin de respecter les objectifs de fabrication, le challenger de coûts propose de simplifier l'organisation du dépotage : la séquence des opérations de dépotage est réduite d'une opération : le dégazage. En supprimant l'étape de dégazage, le challenger de coûts affecte la maîtrise des risques professionnels. En effet, en débranchant wagons, les opérateurs peuvent se brûler avec l'acide restant dans les flexibles puisqu'ils n'ont pas été balayés. De plus, à cause de l'acide restant dans le wagon, de petites fuites peuvent également se produire. Le challenger de coûts met en concurrence cette maîtrise des risques professionnels et les enjeux économiques en proposant comme critère de décision le coût de l'acide restant dans le wagon.

Par ailleurs, le challenger de coûts mobilise l'organisation comme un argument pour justifier les simplifications, en particulier la fréquence des dépotages. Il propose également de modifier l'organisation hebdomadaire du dépotage ce qui multiplie les mouvements de wagons et les opérations de branchements et débranchements. Ces deux dispositions organisationnelles favorisent les enjeux économiques au détriment des enjeux de sûreté/sécurité. Cette fréquence (50 dépotages par an), qu'il estime faible, justifie des modifications de l'organisation qui menacent la maîtrise des risques mais permettent d'abaisser le coût de l'installation en supprimant un poste de dépotage, tout en prévenant une rupture d'approvisionnement de l'atelier.

Cette même composante organisationnelle permet au challenger de coûts de justifier la suppression des automatismes et des régulations sur le poste de dépotage. Il argumente cette simplification par les risques de perte de maîtrise du procédé si les opérateurs travaillent sur une installation trop automatisée. Or, comme nous l'avons expliqué dans le chapitre 6, au même titre qu'une installation très automatisée, une installation trop manuelle compromet la maîtrise des risques.

Finalement, le risque de rupture d'approvisionnement restant important, les acteurs de l'équipe projet décident de conserver deux postes de dépotage. Cependant, en dépit des risques professionnels, les simplifications des automatismes sont validées.

Nous abordons à présent deux éléments qui permettent de comprendre les ressorts de ces simplifications et en particulier les lacunes dans la contribution de l'organisation à la maîtrise des risques. D'une part, l'organisation de cette réunion d'analyse de la valeur, notamment le choix des participants. D'autre part, les modalités de validation des simplifications proposées et plus particulièrement le complément d'analyse des risques.

b) L'organisation de l'analyse de la valeur.

Le choix des acteurs, les supports de l'analyse de la valeur limitent la prise en compte de l'organisation du dépotage pour maîtriser les risques.

La réunion d'analyse de la valeur regroupe les acteurs du Comité de Pilotage, le directeur du site et le représentant de la Direction Industrielle. De ce fait, les acteurs de l'équipe projet les plus soucieux de la dimension humaine des activités et de la congruence des choix technologiques avec les ressources de l'organisation du dépotage sont absents : notamment le technicien du Bureau d'Etudes et l'infirmier.

Par ailleurs, le challenger de coûts s'appuie sur la description des grands principes de fonctionnement du futur poste de dépotage, moins détaillée qu'une restitution du procédé à partir du schéma TI. De ce fait, les risques spécifiques à certaines phases du procédé et les risques liés aux transitions entre les différentes phases ne sont pas précisés. De plus, les critères de décisions retenus conformément aux principes de la méthode restreignent l'organisation à une partie de sa dimension de cadre d'action.

c) L'analyse de risques et l'analyse de la valeur renforcent leurs lacunes respectives

Nous allons analyser la contribution du complément d'analyse de risques à la validation finale des simplifications de l'analyse de risques. Comme nous n'avons pas assisté aux réunions d'analyse de la valeur ni au complément d'analyse de risques, nous allons montrer comment l'analyse de risques complémentaire renforce ou infirme les conséquences des simplifications de l'analyse de la valeur sur la maîtrise des risques majeurs et professionnels. Pour cela, nous nous fonderons sur la critique de l'analyse de risques dans la partie précédente (§ 7.2.2.2.). Nous reprendrons plus particulièrement l'automatisation du poste de dépotage.

L'analyse des risques complémentaire est ponctuelle car elle se concentre sur les modifications issues de la réunion d'analyse de la valeur. De ce fait, certaines lacunes de l'analyse de risques sont amplifiées, ce qui justifie les conséquences néfastes sur la maîtrise des risques de certaines simplifications. Les lacunes liées à la fragmentation du procédé en étapes successives sont amplifiées. Ainsi, l'analyse des risques spécifiques liés aux phases transitoires et à leur organisation n'est pas prise en compte. Or, l'automatisation joue un rôle important dans la maîtrise des risques pendant ces phases. Par exemple, l'automatisation facilite la vérification de la position des vannes pour les opérateurs du branchement afin qu'ils autorisent les opérateurs de l'atelier « THORIUM » à commander le dépotage depuis la salle de commandes. De même, comme l'analyse de risques ne

permet pas d'anticiper la dimension collective des activités, la contribution du travail en binôme à la maîtrise des risques en particulier sur une installation peu automatisée n'est pas considérée dans la discussion des simplifications.

Par ailleurs, l'absence d'analyse des combinaisons de déviation compromet l'analyse précise des conséquences d'un manque d'automatisation sur la prévention, la détection et le rattrapage des déviations.

De plus, le caractère horizontal de l'analyse de risques limite l'analyse des conséquences des simplifications sur les risques. Ainsi, la recherche des causes d'une erreur de manipulation des vannes ne permet pas de revenir au manque d'automatisation.

Par ailleurs, les critères d'évaluation du niveau de risques compromettent la prévention des risques liés au manque d'automatisation, notamment lors des phases de branchement. En effet, dans l'analyse de risques, le risque est le produit de la gravité par la probabilité d'occurrence de la déviation ; cette dernière dépend de la fréquence des activités concernées. Or, comme le challenger de coûts se fonde sur une fréquence des activités de dépotage constante, mais relativement faible, la probabilité d'occurrence des erreurs lors de branchements n'est pas augmentée. Parallèlement, un niveau d'automatisation différent ne modifie pas la gravité. De ce fait, le niveau de risque global reste constant.

Finalement, l'analyse de la valeur affecte le design final du poste de dépotage et la maîtrise des risques. Cependant, les risques liés notamment à une automatisation très réduite ne résultent pas uniquement des principes et de l'organisation de cette analyse qui renforcent les enjeux économiques au détriment des enjeux de sécurité. L'analyse de la valeur parce qu'elle se fonde sur une partie tronquée de l'organisation comme cadre d'action renforce les lacunes de l'analyse des risques. Cette dernière même si elle considère une partie de l'organisation comme un cadre d'action et comme un cadre d'activités, occulte des caractéristiques organisationnelles indispensables à la maîtrise des risques majeurs et professionnels.

7.3. Conclusion

Le projet de modification du poste de dépotage révèle que les acteurs du projet de mise en conformité anticipent la future organisation des activités de dépotage. Cependant, ils n'anticipent pas la maintenance du futur poste. L'analyse du projet montre que cette absence est structurellement et socialement construite. Les acteurs du service de Maintenance assurant la gestion des contrats de sous-traitance d'une part et se disputent les modifications et la conception de nouvelles installations avec le Bureau d'Etudes. Par ailleurs, l'analyse des contributions des différents acteurs et de leur positionnement montre que les lacunes dans la conception de l'organisation s'expliquent par l'intermittence des représentants des futurs opérateurs. Cependant, le technicien du Bureau d'Etudes, grâce à son expertise et son expérience parvient à imposer des arguments de conception liés à la réalisation des futures activités et à leur organisation.

Cependant, les ressources de l'équipe projet pour anticiper les risques professionnels et prendre en compte les futures activités sont limitées, en particulier du fait des méthodes d'analyse de risques mobilisées et d'analyse de la valeur. En effet, d'une part, la méthode d'analyse de risques associée à un schéma élaboré comme une représentation fonctionnelle de l'installation limite l'anticipation des activités et de leur organisation. Mais surtout, l'analyse de la valeur, pratiquée dans un contexte de restrictions financières, mène à des simplifications des automatismes qui, en l'absence de représentants des futurs opérateurs lors de cette réunion, compromet une réflexion véritable sur les risques professionnels. C'est pourquoi, finalement, le poste de dépotage permet de limiter les conséquences d'une fuite d'acide à l'intérieur du site. Cependant, il ne permet pas de protéger suffisamment les opérateurs alors qu'ils jouent un rôle essentiel dans la prévention et la maîtrise du risques majeur.

PARTIE IV

Chapitre 8

SCENES DE LA VIE DU PROJET DE REMPLACEMENT DU SYSTEME DE CONDUITE

« On peut lui faire faire ce qu'on veut. Il [l'ancien système] n'est pas bloquant. Des niveaux ne sont pas bons, on peut lui faire croire que c'est bon. Les forçages, on en fait souvent. Sur un relais on a besoin de charger 1500 Kg s'il n'y a pas 3000, il ne veut pas marcher. Donc, on se met en manuel, on lui met 4000 et il repart » Opérateur, 29/09/2003.

Dans ce chapitre, nous abordons le déroulement du projet de modification du système de conduite. Dans une première partie, nous décrivons les activités de conduite des fabrications avant la modification. Nous nous intéressons plus particulièrement aux pratiques de forçages des opérateurs afin d'en comprendre les fondements. Dans une deuxième partie, nous mettons en évidence les enjeux du projet. Puis, dans une troisième partie, nous retraçons les principales étapes de ce projet : la finalisation et le démarrage du nouveau système, la validation du système et des recettes de fabrication. Dans cette chronologie, nous situons les quatre vignettes qui retracent les situations de travail que nous avons choisi de détailler (vignette 1 annexe IV.1., vignette 2, annexe IV.2., vignette 3 en annexe IV.3.) afin d'appréhender le projet selon le point de vue des acteurs de l'équipe projet d'une part et de celui des opérateurs de la fabrication d'autre part.

8.1. Situation initiale : fabriquer avec l'ancien système de conduite, des pratiques de conduite peu académiques

Programmé pour permettre un pilotage de la fabrication semi-automatique, le système de conduite n'est pas utilisé comme tel par les opérateurs. Depuis le démarrage de l'atelier en 1987, ils ont pris l'habitude d'opérer de nombreuses reprises manuelles dans le déroulement de la fabrication.

8.1.1. Aux origines de ces pratiques : l'histoire de l'atelier et son organisation

Actuellement, ces ajustements permettent de palier les dysfonctionnements d'un système vieillissant et comportant encore des défauts de conception.

« L'ancien système, c'est nous qui l'assistions... L'ancien système ! Il avait Parkinson. Il était vraiment malade. Il était usé, archi usé ». Opérateur, 30/10/2003.

« On a eu de gros coups avec le système ces dernières années. Tous les calculateurs se sont arrêtés, même les gens de ChimInfo n'ont jamais su ce qu'il se passait ». Opérateur, 27/10/2003.

Ainsi, les opérateurs ajustent les paramètres procédés car tout écart aux valeurs programmées dans le système bloque le déroulement de la fabrication.

« On peut lui faire faire ce qu'on veut. Il n'est pas bloquant. Des niveaux ne sont pas bons, on peut lui faire croire que c'est bon. Les forçages, on en fait souvent. Sur un relais on a besoin de charger 1500 Kg s'il n'y a pas 3000, il ne veut pas marcher. Donc, on se met en manuel, on lui met 4000 et il repart » Opérateur, 29/09/2003.

Ils forcent certains paramètres afin de faire face à la variabilité des conditions de production comme les températures élevées en été ou très froides en hiver :

« L'été, on a des problèmes de sondes de température et de pression. On joue avec [le système] en sachant très bien ce qu'on fait. On a le souci des incidents. Tout en étant en automatique, on peut ouvrir des vannes. Si la vanne n'est pas consignée, on peut l'ouvrir quand on veut. On réfléchit bien. Et puis, quand on a des bouchages, au moins on n'est pas bloqué. » Opérateur, 29/09/2003.

Ces pratiques ont conféré à leurs détenteurs une autonomie certaine car sans la connaissance de ces petits arrangements, il est impossible de fabriquer avec ce système de conduite. Elles sont bien connues de la hiérarchie qui, sans les encourager les accepte car elles permettent d'atteindre les objectifs de l'atelier. En dépit des améliorations du système et de l'atelier, ces pratiques perdurent depuis le démarrage de l'atelier. Même si les opérateurs assurent en maîtriser les conséquences, leur encadrement les condamne car elles mènent parfois à des incidents et endommagent la qualité des produits. L'adjoint de fabrication, ancien agent de maîtrise de quart, arrivé dans l'atelier sept mois après son démarrage, en 1988 regrette la persistance de ces ajustements qu'il juge dangereux et qu'il qualifie de « mauvaises habitudes ».

« Du point de vue de l'encadrement, ce système était trop ouvert, trop dangereux. Du point de vue de l'utilisateur, ce système était trop ouvert, on pouvait faire tout et n'importe quoi. [...] »

Des avantages ? Du point de vue de la conduite, il n'y en a pas, les opérateurs sont embêtés parce qu'ils ont pris de mauvaises habitudes. Et je ne sais pas s'ils connaissent les conséquences potentielles en cas d'erreurs. » René, Adjoint du responsable de l'atelier

Ces pratiques inquiètent d'autant plus que les opérateurs s'éloignent des installations du fait de l'automatisation croissante des procédés de fabrication. De plus, ceux qui maîtrisent ces pratiques, qu'ils ont acquises au moment du démarrage, quittent progressivement l'atelier. Ils ne les transmettent pas toujours aux nouveaux opérateurs. De ce fait, ces derniers ne maîtrisent pas toujours l'ensemble des connaissances nécessaires à une exploitation sûre du système en mode manuel. Ainsi, beaucoup d'opérateurs expérimentés et d'acteurs connaissant l'atelier depuis plusieurs années regrettent que les jeunes opérateurs perdent le contact avec le terrain et fabriquent presque comme ils joueraient avec une console de jeux vidéo.

« Les savoir-faire se perdent dans les équipes. Premièrement, une panoplie d'anciens est partie à la retraite. Ils n'ont pas transmis, ils aimaient bien avoir des petites combines. Deuxièmement, on a automatisé les ateliers. Les gens prennent pour argent comptant ce qu'ils voient sur l'écran. Troisièmement, les jeunes ont une logique d'informatique et ne vont pas sur le terrain. Bref, les anciens vont sur le terrain, les jeunes se retranchent derrière l'outil informatique. » Michel, Ingénieur procédés, 01/12/2003.

Deux raisons principales, liées aux conditions de démarrage de l'atelier, en 1987, justifient ces pratiques.

Tout d'abord, les bouchages sont nombreux parce que la conception de l'atelier est inadaptée aux produits organiques. Dans le même temps, la pression économique est très forte. C'est pourquoi, le démarrage est d'emblée très physique pour le personnel engagé dans l'aventure. De plus, comme la programmation du système informatique recèle des erreurs, les opérateurs sont contraints de pratiquer des ajustements.

« Il y a plusieurs manières de voir la question. Dire qu'un opérateur n'est pas compétent ? C'est normal quand on lui demande de faire ce que le système doit faire surtout quand la conduite à tenir n'est pas écrite. Les défauts d'appréciation, de formation, de connaissances se font sentir. Il y a des causes historiques : au démarrage du VANADIUM, on a demandé aux gens de tout faire car du produit devait sortir. On a encouragé la prise d'initiative. Les procédés se sont fiabilisés, il y a eu de moins en moins de problèmes. Mais les mentalités ont peu évolué. Le gain du laisser-faire n'était plus nécessaire; on a commencé à penser que certains faisaient n'importe quoi. Et puis, il y avait moins d'incidents donc moins de réflexes. On a accordé plus d'importance à la qualité, on a voulu de l'ordre dans tout ça, mais le pli était pris, les gens avaient l'habitude de prendre la main. On ne peut pas trop le leur reprocher car on leur avait demandé. » Jean-Marc, Technicien procédés, 24/11/2003.

Ensuite, dans ces conditions de travail, l'organisation prévue des activités de fabrication ne permet pas de faire face aux impératifs de production. Au moment de l'installation du système, il est prévu que les opérateurs accèdent au mode de pilotage semi-automatique. Un système de clés permet à l'agent de maîtrise de quart de déverrouiller les accès aux paramètres de conduite ; il peut alors conduire le système en manuel et décider de forcer certains paramètres. Au moment du démarrage, la pression sur les objectifs de production exclut tout blocage d'un lot de fabrication d'autant plus qu'il peut compromettre l'ensemble des lots engagés derrière lui. Très rapidement, les opérateurs utilisent les clés afin de pouvoir piloter la fabrication en mode manuel.

« J'ai déjà participé au démarrage du VANADIUM, le risque, ce sont les conséquences [sur le] procédé par exemple, le produit peut chauffer trop longtemps avec en bout de chaîne un produit non-conforme. Les chefs vont accepter ça une fois, deux fois mais il faut produire. Avec le démarrage du VANADIUM, ça s'est passé comme ça, on a raté trois ou quatre opérations. Les directeurs sont venus dans l'atelier et voulaient de la production. On a repris les commandes et les opérateurs ont vu comment détourner le système. Le démarrage s'est fait en semi-automatique et le système n'a jamais été utilisé normalement. » Pierre, chef de projet, 13/10/2003.

8.1.2. Des pratiques qui se développent avec la construction de la réputation de l'atelier sur le site

Ces pratiques se développent à mesure que l'atelier se construit une réputation d'atelier à hautes performances. Tout d'abord, les opérateurs recrutés pour le démarrage de l'atelier font partie des plus compétents du site. De plus, comme les difficultés du démarrage persistent, leurs capacités à triompher des insuffisances du système et des défauts de conception de l'atelier pour « sortir du produit » contribuent à construire leur réputation sur le site.

« Quand le projet VANADIUM a été enclenché, on sortait d'une période d'incertitude du site. Les concepteurs ont alourdi l'impact psychologique en sélectionnant le personnel. Cet élitisme a donné un esprit : "C'est moi le meilleur, c'est moi le plus fort". » Agent de maîtrise maintenance, Travaux neufs 09/06/2004.

Une grande partie des problèmes du démarrage sont progressivement résolus. Cependant, la teneur de la réputation se transforme, d'atelier particulier parce qu'à « hautes performances », l'atelier ne conserve que le statut de particulier et s'isole progressivement du reste du site. Le personnel de l'atelier garde de son « âge d'or » la réputation d'avoir un « fort caractère » et d'être très sensible socialement :

« Le VANADIUM est difficile par son envergure pour les problèmes sécurité environnement. Les gens qui y sont envoyés ont fort caractère. Quand on m'y a envoyé c'était considéré comme un atelier dur au niveau caractère. Il y avait René et D. (aujourd'hui agent de maîtrise flux matière). » Lionel, correspondant assurance qualité VANADIUM, 06/08/2004.

« Je suis resté au VANADIUM de 1994 à 2001. C'est un record ! Le précédent ingénieur avait tenu un an. Je suis content d'avoir atterri aux Achats. Cet atelier, c'est une poudrière sociale, une poudrière chimique. Si une grève démarre là-bas, c'est incontrôlable. Les équipes ne se voient pas, ne se connaissent pas. Ce sont des enfants gâtés : quand on est passé aux trente cinq heures, ils y étaient déjà et ils voulaient supprimer la remonte ! » Ingénieur du service Achats, ingénieur de maintenance au VANADIUM de 1994 à 2001, 10/06/2004.

Certains acteurs des services d'appui qualifient même l'atelier de « village gaulois ».

« Aujourd'hui, pour moi, c'est le petit village gaulois. Il a bénéficié de cette aura pendant une dizaine d'années et qui a été supplanté par le "TAXOTER" [nom de l'atelier qui fabrique le produit du même nom]. Avec les directions qui se succèdent, il y a des difficultés dues à son rythme. La présence de l'encadrement est réduite. Avec les problèmes de communication, tout le monde s'est fait ses propres règles. » Charles, Responsable assurance qualité, 21/09/2004.

*« Historiquement, le premier atelier moderne construit à Saint-Clair, c'est le VANADIUM, à une époque où on appliquait le plan Avenir Saint-Clair (plan de restructuration de l'usine) en 1984-1985. On a abandonné tous les produits qui ne marchaient pas. A une époque, tout était top là-bas : la formation, les hommes, la salle de contrôle. Nos chefs de l'époque n'avaient que le VANADIUM à la bouche. Dès le départ, on a isolé le VANADIUM et encore après, ça été le premier atelier à passer en 5*8 alors que les autres étaient en 4*8. C'est un atelier positionné à part des autres, au début parce qu'il faisait l'objet de beaucoup d'attention, après parce qu'il s'est isolé. » Jean, Responsable des fabrications, 06/08/2004.*

8.1.3. Une autonomie des opérateurs renforcée par l'organisation de l'atelier

Ces pratiques de pilotage de la fabrication peu académiques se sont renforcées en raison de l'organisation des activités de fabrication. En effet, la hiérarchie de l'atelier travaille de jour alors que les opérateurs sont postés. Avec les rotations des équipes, il peut se passer dix jours avant que l'adjoint de fabrication et l'ingénieur de fabrication ne côtoient à nouveau la même équipe.

Ce rythme est mis en cause à plusieurs reprises par nos différents interlocuteurs qui répètent souvent que les agents de maîtrise de quart sont les véritables maîtres à bord.

*« Comme le VANADIUM fonctionne en 5*8, ce n'est pas du tout un modèle, c'est un atelier à part, avec des réactifs que je ne connaissais pas avant. Mais le profil de marche est le même. C'est une conduite centralisée, avec de gros réacteurs. Le TITANE [Grands Produits Organiques 3 : atelier de fabrication du site] est en 3*8, c'est-à-dire qu'il s'arrête le vendredi soir et il y a moins de produits à risques qu'au VANADIUM. Il y a des sécurités, bien sûr mais avec le 3*8, on a une meilleure visibilité sur ce qu'il se passe. En 5*8, parfois, les patrons de l'atelier, ce sont les agents de maîtrise de quart. » Vincent, Ingénieur Responsable de l'atelier de fabrication en poste depuis le 1^{er} décembre 2003, 04/09/2004.*

De plus, l'encadrement des équipes postées a été modifié à plusieurs reprises. Ainsi, en trois ans, l'atelier aura connu trois responsables différents et trois adjoints de fabrication (non cadres) différents ! Pour les cadres, ces changements sont dus à la mobilité instituée sur le site.

*« J'avais passé cinq ans au TITANE. La règle, chez TITAN, c'est que les ingénieurs tournaient. Le VANADIUM, ça été un peu un challenge. C'est pas le poste le plus facile de l'usine, avec le rythme en 5*8, la complexité des appareils, on a moins le contrôle de l'atelier. » Ingénieur Responsable de l'atelier de fabrication en poste depuis le 1^{er} décembre 2003, 03/09/2004.*

Ils traduisent également les volontés personnelles d'évolution professionnelle de ces différents acteurs. Certains, comme l'ingénieur responsable de l'atelier remplacé le premier décembre 2003 (Paul), son prédécesseur et son adjoint ont souhaité quitter un atelier difficile.

8.1.4. Des pratiques inscrites dans un fonctionnement de l'atelier sur le mode individuel

Cette organisation des activités se répercute également sur le fonctionnement de l'atelier marqué par l'individualisme des opérateurs. De façon générale, la cohésion au sein des équipes de conduite est très variable. Certaines semblent relativement unies comme par exemple une équipe dans laquelle un opérateur apporte un cake pour ses collègues. Dans d'autres, un climat d'indifférence règne. Ainsi, il n'est pas rare que les acteurs d'une équipe découvrent l'absence de l'un de leur collègue au moment où ils commencent leur quart. Entre les congés et les formations, il manque parfois plusieurs opérateurs d'une même équipe. Cette désunion fait écho au comportement de certains acteurs anciens, qui refusent de transmettre leurs pratiques d'ajustements avec le système afin de conserver leur autonomie et leur pouvoir au sein de l'équipe.

De façon générale, les opérateurs soulignent la dégradation des liens au sein de l'équipe.

« Avec l'AM de quart, ça se passe bien car il vit avec nous. Quand quelque chose ne va pas, on le lui dit. Ce qui ne va pas très bien c'est que l'ambiance de travail s'est dégradée. On a poussé l'individualisme à outrance. Il n'y a plus d'esprit d'équipe. Q : Que voulez-vous dire ? C'est dû à la direction qui fait tout pour que les gens s'isolent, se cloisonnent en faisant de plus en plus de hiérarchie. Maintenant, avec le remplaçant de l'AM [Agent de maîtrise] de quart, ça fait une ligne de plus. Ça me déprime, ça me déplaît et ça déprime les gens. » Opérateur 27/11/2003.

Par ailleurs, la communication entre les différentes équipes n'est pas aisée. Le passage de relais entre les équipes ne se fait pas facilement notamment en cas d'absence de l'agent de maîtrise de quart :

« Quand il faut remplacer un AM de quart, c'est un Technicien d'Atelier parmi les autres et pas un technicien d'atelier spécifique. Ça ne valorise pas le travail de l'AM de quart si n'importe qui le remplace. Si un technicien d'atelier n'a pas les accès pour les demandes d'analyses par exemple, c'est l'AM du quart suivant qui le fait. Si le deuxième AM de quart est absent alors c'est le troisième agent de maîtrise qui fait tout. » Responsable Assurance Qualité VANADIUM et TITANE, 15/04/2004.

De plus, lorsqu'ils ne se rencontrent pas, les opérateurs n'utilisent pas toujours le cahier de consignes pour transmettre les informations nécessaires au bon déroulement de la production.

« Quand on ne voit pas quelqu'un, on ne sait pas s'il est en congés, en formation, en maladie. Les plannings d'équipe se font au dernier moment car souvent une journée de congés est prise à l'improviste. On a des difficultés de communication dans l'équipe sur ce qu'il se passe dans la vie de l'atelier surtout quand on est décalé. On laisse des messages dans les cahiers de consignes mais il n'y a pas de réponse. Le plus difficile, c'est la vie d'équipe, le management, le relationnel, les gens qui rouspètent tout le temps, l'être humain quoi ! » Opérateur, 29/09/2003.

Enfin, les opérateurs déplorent les relations difficiles avec leur encadrement du fait notamment des rythmes de travail et de leurs fréquents remplacements.

*« Les relations avec l'encadrement se sont dégradées, tous n'ont pas laissé de bons souvenirs. C'est vrai que ça n'est pas très facile pour eux de communiquer alors que nous travaillons en 5*8. Mais c'est le cinquième chef de service et le quatrième adjoint depuis que je suis là ! [1989] » Opérateur, 27/05/2004.*

Pour les acteurs de la Maintenance et de l'Assurance Qualité, ce climat relationnel s'accompagne d'un désengagement professionnel des opérateurs et de leur éloignement de l'atelier.

« Dans les manières de faire, beaucoup de choses ont changé. J'ai été dans l'atelier de septembre 87 à novembre 94. Ce qui a changé, c'est l'implication des gens et leur motivation : le fait d'avoir fait un démarrage d'atelier et résolu des problèmes avait soudé les équipes, ce qu'on ne ressent plus tellement. De ce fait, dans les premières années les gens étaient plus attentifs à la qualité du travail que maintenant. Maintenant, on sent une certaine lassitude. Q : Selon vous, à quoi cela tient-il ? Ah... Pourquoi ? Je ne sais pas. Au niveau pratique, il y avait plus de solidarité. Quand il fallait charger une amorce, les gens notaient, maintenant ils ne le font pas toujours. Ils vont devant la première amorce et chargent sans se soucier de la conformité. Il y a une perte de professionnalisme. » Charles, Responsable assurance qualité VANADIUM TITANE 29/04/2004.

« Pour inverser ça c'est difficile. Au début, il fallait optimiser le fonctionnement de l'atelier. Pour ça il y a eu une forte implication du personnel. La progression a été forte et on a atteint des objectifs supérieurs à ce qu'on attendait. [...] Le fautif c'était toujours l'ancien CHIMINFO. On appuie sur un bouton et ça marche, ça a installé une forme de manque de conscience professionnelle. Au départ, on devait avoir du personnel en salle et des rondiers dans l'atelier. Petit à petit, les rondiers sont venus en salle de contrôle. Et à l'heure actuelle, il y a une méconnaissance de l'atelier. On ne sait plus ce qu'il va se passer si on appuie sur le bouton. Avec l'ancien système, les plantages avaient parfois de lourdes conséquences sur la sécurité. Le nouveau système a sécurisé les installations. Mais je pense qu'il n'a pas changé les comportements. » Agent de maîtrise, Maintenance générale, travaux neufs, 09/06/2004.

Son état de propreté et celui du laboratoire, en l'absence du technicien qui travaille de jour, témoignent de ce délaissement :

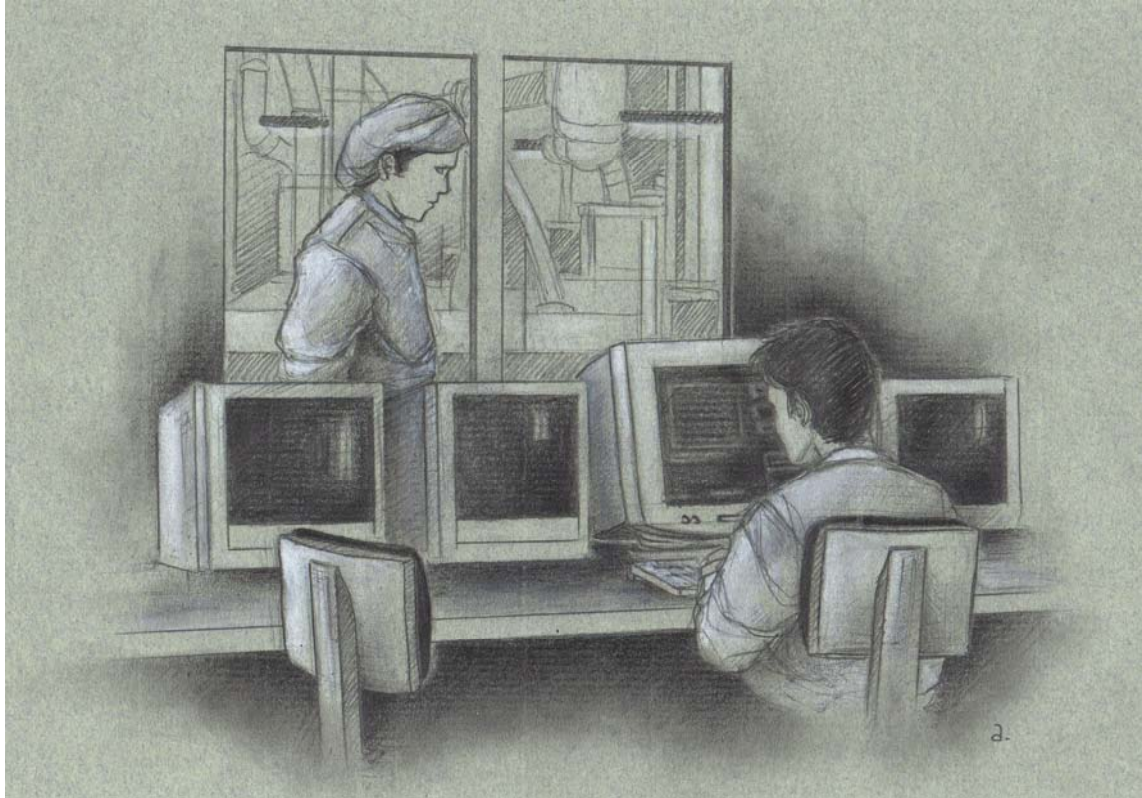
« Avant il y avait plus de présence dans l'atelier car on avait les charges à préparer. Maintenant, la charge de C est pneumatique. Mis à part ça, les gens avaient plus tendance à aller dans l'atelier, voir si les appareils marchaient car ils avaient des craintes par rapport au système automatisé. Ils faisaient plus de nettoyage dans l'atelier pour ramasser les gants qui traînent, passer le jet, ramasser les poubelles pour ne pas les laisser à l'équipe suivante. Maintenant, on voit du produit fondu à côté du goudron. Tout se passe comme si l'atelier n'était plus leur propriété. » Charles, responsable Assurances Qualité VANADIUM&TITANE 29/04/2004

« J'ai l'impression qu'il y a du laisser-aller. Ils cumulent les problèmes et c'est pareil pour le 124 [bâtiment abritant l'atelier de fabrication du C3]. Il y a toujours quelque chose qui tombe en panne. C'est pas toujours propre. Je fais la guerre dans le labo mais dans l'atelier non plus, c'est pas toujours propre. » Technicien responsable laboratoire de contrôle qualité au VANADIUM, 10/06/2004.

« C'est vrai que l'atelier n'est pas très propre. C'est pas quelque chose d'insurmontable. Hier je passais à côté avec l'AM [Agent de Maîtrise] de quart à côté du filtre il y avait une pelle accrochée avec du produit. Il ne faut pas transmettre aux gens de l'atelier qu'il faut sortir des fûts. Il faut concilier les deux choses au quotidien : la propreté et la quantité. En plus il y a le personnel déclaré inapte qui n'est pas remplacé. » Charles, responsable Assurance Qualité VANADIUM & TITANE 29/04/2004.

Les acteurs de l'Assurance Qualité constatent ce relâchement à travers les documents de suivi des fabrications, incomplètement renseignés.

« L'agent de maîtrise doit organiser le travail, donner un coup de main ponctuellement mais pas systématiquement. C'est un peu facile, tout ce qui est casse-pieds comme le relevé des paramètres de fabrication, faire des analyses, regarder les évolutions, c'est pour lui. Actuellement, ils ne font plus de suivi de fabrication [assistance procédés]. Depuis un an, ça ne se fait plus de façon systématique. Quand un AM de quart signe une check-list, c'est pas normal qu'on retrouve des cases blanches derrière eux. Ils disent que c'est pas leur boulot, qu'avant on produisait sans ça. » Charles, responsable Assurance Qualité VANADIUM & TITANE, 15/04/2004.



8.2. Les enjeux du projet

Le projet de remplacement du système de conduite de l'atelier VANADIUM concerne les risques pour les opérateurs de fabrication et le risque sanitaire lié à la qualité des produits fabriqués. Au delà de ces enjeux de premier plan, les modifications placent les acteurs de la conception face à des enjeux réglementaires, organisationnels et technologiques que nous exposons à présent.

8.2.1. **Enjeux réglementaires : des produits et des process de fabrication conformes aux standards réglementaires**

L'un des principaux enjeux de ce projet de remplacement du système de conduite est de mettre le processus de production en adéquation avec les réglementations européenne et américaine régissant la production de principes actifs pour les médicaments. Or, comme nous l'avons vu, cette mise en conformité présente une difficulté principale : traduire les exigences de la CFR part 11 et de l'ICH Q7 dans la programmation du système de conduite et la conception des supports de travail afin de les

rendre applicables. Ce travail est d'autant plus difficile qu'une partie de la programmation du système revient à son fabricant, ChimInfo, spécialisé dans la programmation de produits informatiques et peu expérimenté dans l'application de ce type de réglementation. Nous verrons que cette dernière suscite des débats entre les acteurs de PHARMA et ceux de ChimInfo, notamment lors de la finalisation du système.

Par ailleurs, grâce au suivi précis des fabrications, les acteurs de l'Assurance Qualité espèrent identifier les origines des non-conformités plus facilement et améliorer ainsi la qualité des produits fabriqués.

8.2.2. Enjeux organisationnels : restaurer les hiérarchies dans les équipes

Comme nous l'avons évoqué, les anciens opérateurs de l'atelier toujours en poste ou affectés à de nouvelles responsabilités dans l'atelier s'accordent sur la persistance de pratiques d'utilisation du système de conduite dangereuses pour la sécurité de l'atelier. Le verrouillage des accès à la conduite a également pour objectif de les limiter.

Il s'agit d'automatiser plus fortement la conduite de procédés de fabrication complexes. Ainsi, du point de vue de l'ergonomie des interfaces, le nouveau système n'autorise plus le pilotage individuel de chaque organe de l'atelier, le pilotage se fait par blocs de matériels. De plus, le passage d'un réacteur à l'autre est piloté automatiquement (sauf lorsqu'il s'agit d'une étape critique demandant des vérifications voire des analyses spécifiques)

« L'atelier fonctionne par séquence et une opération peut durer une journée. L'atelier est conçu pour que ça dure 24h dans chaque appareil. Aujourd'hui, on lance cinq opérations par semaine car certains appareils ralentissent la production. On se place sur le rythme de l'appareil le plus lent. Les appareils sont plus lents parce on y ajoute des opérations de génie chimique et en plus, on s'est aperçu qu'il valait mieux allonger la durée de réaction parce que des incidents étaient possibles ; Le nouveau système ne changera pas ce rythme. » Pierre, chef de projet, 29/09/2003.

Restaurer les hiérarchies effectives interroge les modalités de fonctionnement des équipes postées. En effet, l'enregistrement nominatif des opérations de fabrications cherche à responsabiliser les opérateurs. Associé à un agent de maîtrise de quart relais entre l'équipe et la hiérarchie, il permet également de renforcer le contrôle de leurs activités. Cette orientation remet en cause l'autonomie des opérateurs acquise par la pratique d'arrangements avec l'ancien système. D'une part, nous verrons comment les opérateurs abordent cette formalisation de leurs activités. D'autre part, le démarrage du nouveau système révélera la manière dont les acteurs du projet ont anticipé cette hiérarchisation des activités et les enjeux politiques associés.

Enfin, la hiérarchie de l'atelier souhaite s'appuyer sur le nouveau système pour fiabiliser et sécuriser les inters campagnes. En effet, les différentes étapes de nettoyage affranchissement sont planifiées pour chaque appareil de l'atelier. Cependant, l'ensemble de ces opérations reste très manuel, l'assistance du système de conduite étant très réduite. De ce fait, même si le planning est clairement établi les opérateurs de fabrication et ceux de la maintenance procèdent à des arrangements afin d'avancer les travaux malgré les aléas.

« Le nettoyage se fait hors système de conduite. C'est beaucoup plus manuel [que la fabrication], beaucoup d'initiatives sont laissées à l'opérateur. Il nettoie avec un solvant et on lui demande de vérifier si c'est propre. C'est à lui de savoir s'il faut recommencer le nettoyage. Pour cela, il pratique un contrôle visuel et l'analyse de produit de nettoyage. L'ordre de nettoyage peut être modifié. Le désordre est bien plus important que pendant la fabrication. Notre mission c'est de formaliser la période de nettoyage avant le mois de février [2004]. Pour l'instant on est dans l'écriture des recettes de fabrication parce qu'on repartira en A1. Les recettes pour le nettoyage sont très difficiles à écrire. Il faut une grande réflexion pour automatiser la gestion de l'inter campagne. » Ingénieur procédés. Pierre, Chef de projet, 29/09/2003.

Nous verrons que le démarrage chaotique du nouveau système fera passer cet objectif au second plan.

8.2.3. Enjeux technologiques : Automatiser des procédés complexes

L'un des gros travaux dans la programmation du système de conduite est la programmation des recettes. Ce travail technique revient aux acteurs de l'équipe projet. En effet, la programmation informatique du système est assurée par les fournisseurs du système. Cependant, le développement du système, c'est-à-dire la programmation des recettes et des interfaces revient aux acteurs de l'équipe projet, assistés par des spécialistes engagés pour le projet. Comme pour une recette de cuisine, les recettes de fabrication détaillent pour chaque produit toutes les opérations à effectuer à partir des matières premières jusqu'à obtenir le produit final. Il s'agit donc de programmer le déroulement des différentes recettes de fabrication en tenant compte des contraintes inhérentes à des procédés de fabrication complexes : paramètres critiques, réactions sensibles, contrôle de l'évolution des paramètres.

« Actuellement, chaque appareil a sa recette de cuisine. Le lancement de chaque recette est manuel : à la fin d'une opération dans un appareil, le système envoie un message « est-ce qu'on peut transférer ? » Pour transférer, il faut que l'appareil suivant soit prêt. C'est l'opérateur qui gère cette synchronisation. Avec le nouveau système, la recette sera pour l'ensemble du système : quand on arrivera à la fin du K35 (réacteur) et que le K36 sera prêt, il n'y aura pas de message. Ça permettra de gagner du temps dans les enchaînements. » Pierre, chef de projet, 29/09/2003.

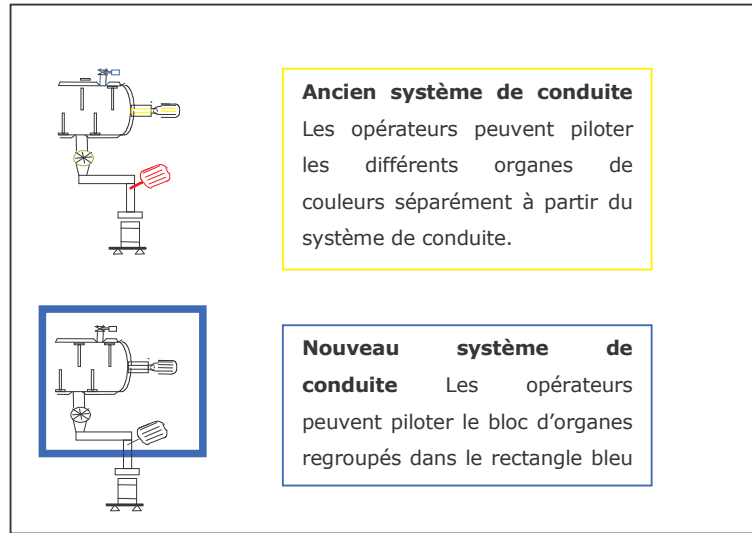


Figure 8.2. : Comparaison des modalités de pilotage de l'ancien et du nouveau système de conduite

De plus, dans le cadre de la mise en conformité avec la réglementation, il s'agit de programmer le journal de suivi des opérations de fabrication afin que les opérateurs le remplissent à l'écran, en temps réel.

Le projet constitue donc un véritable défi technologique pour les acteurs de l'équipe projet, tant du point de vue du développement informatique que de la conception et de la programmation des supports de fabrication.

8.3. Une brève histoire du remplacement du système de conduite

Nous distinguons deux grandes phases dans le déroulement du projet : 1) La conception et la programmation du système dont nous avons reconstitué les principales étapes. 2) L'installation du nouveau système de l'atelier, les tests de fonctionnement et le démarrage de la fabrication sur lesquels nous avons enquêté. Alors qu'elle devait durer quelques semaines, cette dernière phase durera plusieurs mois.

8.3.1. Première période : la programmation du système de conduite

8.3.1.1. Contenu technique

Le système est programmé par son fabricant, ChimInfo. Les acteurs de l'équipe projet définissent les applications nécessaires au déroulement des différents procédés de fabrication. Pour cela, au préalable, les acteurs de l'équipe projet doivent réaliser l'analyse fonctionnelle²³³ de l'installation : il s'agit de diviser l'installation en modules d'équipements selon la fonction qu'ils remplissent dans le procédé :

« L'Analyse Fonctionnelle consiste à découper l'installation en bouts de tuyaux avec tous les organes rattachés à ces bouts de tuyaux; on part d'un réacteur on suit les tuyaux jusqu'à la vanne de fond et on prend tous les organes rattachés au réacteur (mesure de poids, de température...). Le réacteur et le tuyau, vanne exclue forment un module d'équipement Ensuite on va de la vanne de fond jusqu'à l'organe de sectionnement le plus proche avec tous les organes qui s'y rattachent. Toute l'installation est découpée de la sorte. Pour faire un transfert du réacteur A au réacteur B, on suit le chemin emprunté par le procédé et on crée une phase. Pour chaque module d'équipement, on crée un comportement dont nous avons reconstitué les principales étapes. » Jean-Marc, technicien procédés, 30/10/2004

L'adjoint de fabrication a contribué principalement seul à la plus grande partie de l'Analyse Fonctionnelle.

« Le système sort de mon cerveau, les autorisations, les instructions, les interdictions sortent de mon cerveau. J'ai commencé l'analyse fonctionnelle pour faire la maquette avant de la passer à mon successeur, ... [Technicien procédés] Je n'ai fait que les balbutiements de l'AF [Analyse Fonctionnelle]; des modifications ont été faites ensuite. Je n'ai jeté que les bases, c'est le plus intéressant. Une fois que vous avez les bases, c'est toujours la même chose. J'ai travaillé pendant 8 mois sur l'AF c'est l'équivalent de un mois et demi à temps plein. » René, Adjoint de fabrication, 29/10/2003.

Les autres acteurs de l'équipe projet rapportent son isolement du collectif pendant cette phase, malgré son rattachement formel à l'équipe projet. Selon la première note d'organisation du projet datée du 23 juillet 2001, il représente les fabricants de l'atelier VANADIUM.

²³³ L'analyse fonctionnelle permet de décrire un système par les fonctions qu'il doit remplir, assurer mais aussi subir (contraintes). D'après la NF X 50-150 : **Fonctions** : actions d'un produit ou de l'un de ses constituants exprimées exclusivement en terme de finalité. **Contraintes** : limitation à la liberté du concepteur-réalisateur d'un produit. (Documentation rédigé par Rollinger R. pour Ligeron SA).

« Avec René [adjoint de fabrication], les informations venaient au compte-gouttes, à la demande. Quand il travaillait sur l'AF [Analyse Fonctionnelle], il se tournait très peu vers moi il allait plus vers Simon [premier chef de projet]. Quand on discute avec René, pour avoir le dernier mot, c'est dur. D'office, quand on dit quelque chose, il dit non. Il faut le mettre face à ses responsabilités. Je défendais mon bifteck, j'en parlais avec Paul, je laissais faire et je revenais à la charge j'en avais marre de perdre mon temps. Mais parfois, son esprit de contradiction a été utile, ça a permis de moduler des décisions. » Michel, ingénieur procédés, 1/12/2003.

Une fois l'analyse fonctionnelle élaborée, le fabricant du système, ChimInfo programme les synoptiques suivant cette architecture. Ensuite, les acteurs de l'équipe projet et un agent de maîtrise de quart essaient une maquette du système, chez le fabricant. Puis, le technicien système et le technicien automaticien de l'équipe projet assurent le développement du système, c'est-à-dire qu'ils programment les connexions entre le système informatique et les cartes électronique reliées aux matériels de l'atelier. Le technicien procédé programme conçoit et programme le déroulement des recettes de fabrication. Il s'agit à partir des fonctions des différents appareils répertoriés grâce à l'analyse fonctionnelle de programmer le déroulement du procédé, de l'introduction des matières premières à la sortie des produits en respectant les paramètres physico-chimiques de chaque étape du procédé. Enfin, les techniciens de l'équipe projet procèdent à la *qualification* du système sur plate-forme, dans un petit bâtiment annexé au service des ressources techniques. Il s'agit de la validation des génériques, de la validation des synoptiques et aux FAT (Factory Acceptance Tests), à partir de protocoles conçus et rédigés par un technicien spécialiste de la validation.

A la fin de l'analyse fonctionnelle, les opérateurs ne sont plus représentés dans l'équipe projet. Le technicien procédés est intégré à l'équipe projet avec pour mission principale l'implémentation des recettes de fabrication dans le système de conduite. Il est alors considéré comme le représentant des fabricants dans l'équipe projet car dans l'organisation de l'atelier, il est formellement rattaché à la Fabrication. La deuxième note d'organisation datée le 15 juillet 2002, à l'arrivée de Pierre au poste de chef de projet, formalise ce remplacement. Concrètement, les fabricants restent à distance du travail de conception qui se déroule en grande partie en dehors de l'atelier. Les participations irrégulières du responsable de l'atelier aux réunions de Comité de Pilotage sont leurs seules contributions officielles. Leur implication se déroule sur le mode informel : les acteurs de l'équipe les consultent à propos des décisions ayant un impact sur les activités de fabrication. Malgré ces sollicitations, les acteurs de la Fabrication restent à l'écart du travail de conception. Les acteurs de l'Assurance Qualité le perçoivent comme un manque d'engagement et d'intérêt.

La création des supports de suivi des fabrications, notamment le journal batch montre cet isolement dont nous rechercherons l'origine dans l'organisation et l'histoire de l'atelier VANADIUM.

« Ce qui manquait, c'était l'intégration du fabricant. Il y a avait un groupe projet technique et on ne demandait pas l'avis du fabricant, hormis dans le groupe de pilotage pour les grandes décisions. Au niveau technique, la fabrication a son avis à donner. On lui a parfois demandé son avis sur des points précis mais globalement, elle n'avait pas d'implication sur les aspects conduite de l'atelier. On n'avait pas forcément un responsable. Ça vient de la personnalité de Simon [premier chef de projet] et de René [adjoint de fabrication]. Comme René connaissait l'atelier, il a été considéré comme le représentant du VANADIUM à la fois pour les aspects procédés et les aspects fabrication. A chaque fois qu'une décision en groupe projet concernait la fabrication, il fallait que j'aille voir René ou Paul [ingénieur de fabrication]. C'est Pierre [Chef de projet] qui y allait : ce n'est pas très bon comme mode de fonctionnement. Parfois,

on prenait des décisions et puis quand ils l'apprenaient, ils n'étaient pas contents. On a perdu du temps et de la salive dans les échanges avec les personnes de la fabrication. Par exemple pour le journal batch, l'AQ [Assurance Qualité] a fait part de ce qu'elle voulait et la fabrication ne s'est jamais exprimée. Le seul moyen pour les faire réagir, j'ai écrit une version de journal batch et là ils ont réagi. Le fabricant n'a pas été impliqué et donc n'a pas été moteur. Ça a toujours été des échanges ponctuels entre deux portes. Idem côté qualité mais Charles [Responsable qualité VANADIUM&TITANE] a fait appel à sa hiérarchie. Les fabricants ont été en situation d'attente, provocants parfois mais pas du tout constructifs. Plus d'une fois ça aurait pu aller au clash notamment avec René ? Et Jean-Marc [technicien procédés] ne dira rien à René sur ce qu'il voit ou réglerait en sous-marin ce qu'il a vu. René disait : "Vous avez un problème, démerdez- vous". Et Jean-Marc cherchait à identifier le problème. Maintenant, ça s'inverse, Jean-Marc et René ont interverti les rôles. Les comportements ont changé depuis Mai. Avec René, il faut le laisser crier, après, on lui explique. » Michel, ingénieur procédés, 01/12/2003.

« C'est caractéristique de ce qu'il se passe au VANADIUM. Comme pour la mise en place du silo de C c'est Michel [ingénieur procédés] et Richard [premier chef de projet] qui s'en sont occupés. Là, les gens commencent à maîtriser et ont bien pris en main le système; En attendant, je pense qu'il n'y a pas eu assez d'investissement de la part du responsable de service de l'époque, Paul. Il aurait du être beaucoup plus meneur et s'intéresser plus à ce qu'il se passait dans l'atelier. » Lionel, correspondant Assurance Qualité, 17/08/2004.

8.3.1.2. Planning

Initialement, le démarrage du nouveau système est prévu en juillet 2002, au moment de l'inter campagne de l'atelier. Le responsable du service EICP (Electricité instrumentation et Conduite des procédés) a défini un premier planning du projet étendu sur 19 mois.

« Je travaillais sur le projet depuis l'été 2000. J'avais fait un planning rapide avec un programme prévisionnel de remplacement. La durée du projet était de 19 mois. La disponibilité de l'atelier devait être au total de 4 à 5 mois. Dès le mois de septembre 2000, j'ai eu une discussion avec le directeur de l'Unité²³⁴ et j'ai missionné un ingénieur pour l'étude de détail. On a lancé l'appel d'offre en juin/juillet 2001. ChimInfo nous a répondu très rapidement. On a passé la commande fin 2001. » Frédéric, responsable EICP, 29/06/2004

Cependant, cette date sera reportée à deux reprises. Les besoins sont redéfinis à plusieurs reprises. Dans un premier temps, le fabricant du système rencontre des problèmes dans le développement informatique. Selon responsable du service EICP, ces glissements se produisent très tôt dans le projet parce que les fabricants ne sont pas suffisamment précis dans la définition de leurs besoins.

« Dès le début du projet, dès la deuxième semaine, il faudrait pouvoir faire des pré-études pour définir de façon précise les tenants et les aboutissants du projet. On a d'énormes difficultés à respecter le planning parce que les contenus sont mal définis. Les fabricants modifient les cahiers des charges ce qui impacte les coûts et les délais. J'en avais parlé à la direction. Pour moi, c'est normal que le fabricant ne connaisse pas bien ses besoins. A plus ou moins 10 % ok ! Mais on ne peut pas repartir sur des solutions qui n'ont rien à voir. » Frédéric, responsable EICP, 29/06/2004

Par ailleurs, les acteurs de l'équipe projet et du Comité de Pilotage réalisent tardivement que les opérateurs ont besoin d'une formation pour conduire le futur système. La formation se déroule en juin 2003 et le démarrage est reporté au mois de septembre 2003.

²³⁴ Voir organigramme présentation du site PHARMA, chapitre 3

Dans un second temps, le programme des fabrications est incompatible avec la date d'implantation prévue. Le démarrage est reporté au mois d'octobre 2003, date de l'inter campagne.

« On a fait un planning de projet avec Simon [premier chef de projet] qui a bougé par rapport à celui d'origine. On était parti sur deux bonnes années. Ce planning a pris un coup dans l'aile : la signature du contrat s'est faite en juillet [2001], on a commencé à passer les commandes en août et on a pris trois à quatre mois de plus. On a rencontré des imprévus mais on a également eu des difficultés pour se caler sur les créneaux d'inter campagne [pour installer le système et démarrer la nouvelle campagne]. Dans les quatre mois de retards, deux mois sont imputables au projet et les deux autres viennent du fait que les plannings de fabrication sont prioritaires par rapport au planning du projet. » Responsable des travaux pour l'électricité et l'instrumentation 29/06/2004

8.3.1.3. Budget

Comme le planning, le budget du projet se révèle rapidement optimiste. Au cours de cette première partie du projet, le responsable du service EICP intervient auprès de la Direction Industrielle pour négocier deux suppléments de budget. Il décrit ce travail comme inévitable, justifié par une tendance générale à optimiser les budgets dans une industrie pourtant largement bénéficiaire.

« On a toujours du mal à demander un montant pour un projet tel qu'il est défini. En fait, on a des difficultés à affronter les niveaux supérieurs de décision : il nous faut toujours faire la même chose avec beaucoup moins. C'est usant, parce qu'on passe notre temps à se justifier. En plus, il y a une concurrence entre les sites français. L'industrie pharmaceutique, c'est 17 à 18 millions d'euros par an et par site. Mais on a toujours peur de se voir refuser une autorisation dont le montant serait trop élevé. Vous avez 15 000 euros, il faut faire la même chose que si vous en aviez 20 000 !...Au départ on avait une somme d'un million d'euros. On a du demander deux autres crédits pour satisfaire les besoins. » Frédéric, responsable EICP, 29/06/2004

8.3.2. Seconde période : un démarrage chaotique

La deuxième période, que nous avons suivie, se décompose en deux phases :

- L'installation du nouveau système dans l'atelier, avec, dans l'ordre chronologique :
 - La déconnexion de l'ancien système et l'installation du nouveau,
 - Les tests des cartes électroniques qui relient système de conduite informatique et organes de l'atelier,
 - Les tests avec de l'eau et des solvants.
- Le lancement des fabrications, avec :
 - Le démarrage de la campagne de fabrication d'A1.
 - L'inter campagne,
 - Le démarrage de l'atelier avec du B2.

Ce démarrage est également marqué par les difficultés dans la finalisation des supports de suivi des données de fabrication (check-lists, modes opératoires et journal batch) car leur mise à jour et leur conception ont été mises à l'agenda du projet tardivement.

8.3.2.1. Intégration du projet à l'atelier

Au-delà de l'installation du système et de son démarrage, il s'agit également pour le chef de projet d'intégrer le projet à l'atelier. En effet, au moment de l'installation du nouveau système, il reste des étapes cruciales dans l'agenda de l'équipe et notamment la finalisation du système avec les corrections, sa validation et la finalisation des journaux batch et des feuilles de marche dont la réglementation impose l'élaboration et l'usage au cours des activités de fabrication.

Or, cette tâche est difficile car de façon générale, le travail de conception a laissé les opérateurs en retrait du travail de l'équipe projet. Ainsi, hormis la semaine de formation et les tests en plate-forme —pour ceux qui y ont participé, c'est-à-dire un opérateur par équipe— les opérateurs sont restés éloignés de la conception de leur futur outil de travail. Comme nous l'avons vu, leur encadrement est resté en retrait du travail d'élaboration du système, occupant ainsi la position de client en attente de la livraison du système.

Tout d'abord, le chef de projet présente le travail de l'équipe projet à chaque équipe d'opérateurs le programme du démarrage des différentes phases de tests au démarrage de la production d'A1.

Présentation du planning de démarrage aux opérateurs : 13/10/2003

Pierre : La semaine 43 sera celle des tests de synchro. Une équipe d'instrumentistes et d'électriciens testera les organes critiques pour la qualité/sécurité plus les vannes de fond et la vapeur. Sur toutes les cartes, au moins un organe sera testé.

Opérateur 1 : Vous trouvez ça suffisant !

Pierre : On fait le test pour un organe sur huit pour les cartes n'ayant pas d'organe critique.

Opérateur 2 : Ca veut dire qu'on consigne et qu'on déconsigne !

Pierre explique succinctement la consignation/déconsignation.

Opérateur 2 : Comment vous allez communiquer ?

Pierre : Avec des talkies.

Opérateur 2 : Ah, ben ça déconne !

Paul : Oui, je sais.

Opérateur 2 : On a demandé une échelle à chaque étage parce qu'avant de faire ça, il faut l'équipement.

Opérateur 3 : Au niveau consignation après la déconsignation pour les tests, ce sont les mêmes consignes que pour la consignation normale.

Pierre : Martin a écrit les procédures de consignation.

Opérateur 2 : Et nous on reste dans l'atelier.

Opérateur 1 : Non, dans la salle de contrôle.

Pierre : Les deux !

Opérateur 1 : Ah oui, en fait pour les CV [vannes] il faut vérifier si le pourcentage affiché est le bon.

Pierre présente le déroulement des tests eau solvants pendant les semaines 44 et 45.

Opérateur 1 : Après ces tests, on fait une mini inter campagne ou pas ?

Paul : N'anticipons pas, on va voir.

Pierre : Pour les tests, on a donné à Martin ce qu'on voulait tester et c'est lui qui donne les vannes à actionner. Une fois que les tests sont finis, on reconsigne tout ce qui a été déconsigné. Avec les tests eau et solvants, on va pouvoir vérifier tout ce qu'on n'a pas testé.

Opérateur 1 : Est-ce que ChimInfo a déjà fait un changement de ce type ? Est-ce qu'ils avaient eu des problèmes.

Pierre : Oui, à Romainville ils ont changé de système. A ce qu'ils disent, ils n'ont pas eu trop de problèmes.

Opérateur 1 : Donc, théoriquement, on n'aura pas trop de problèmes !

Paul : Vous avez utilisé les bons mots : théoriquement et pas trop !

Dans cette perspective d'intégration du système à l'atelier, cette présentation lui permet également de connaître les inquiétudes des opérateurs auxquelles il porte une attention particulière. En effet, il mesure ainsi leurs progrès dans le pilotage du système.

« J'ai interrogé des opérateurs ce matin. J'ai le sentiment qu'ils ne sont pas très sûrs. Qu'on ne redémarre pas dans la précipitation un lundi de pont, ça les rassurait un peu. » Pierre, chef de projet, 05/11/2003.

De même, il présente à l'encadrement de l'atelier l'organisation du travail qu'il a prévue pour son équipe. Tous les jours, à 14h, après la réunion quotidienne de l'atelier, il anime une réunion d'une demi-heure. La communication est plus facile avec le nouveau responsable de l'atelier qui s'implique plus que son prédécesseur dans le suivi du démarrage et dans la résolution des problèmes, en semaine comme le week-end.

« Le passage de témoin [avec son prédécesseur] s'est réduit à sa plus simple expression. Ce que j'ai fait, c'est comme partout, on regarde, on écoute, on observe. Je ne me suis pas attaché aux opérations de génie chimique, je n'ai jamais touché les claviers. Je me suis appuyé sur les techniciens. Il me fallait être sûr de ce qu'il se passe dans les réacteurs pour garder le cap. C'est avec les problèmes qu'on apprend notamment à mettre en repli l'installation en sécurité. C'est là que j'ai fait l'expérience des situations hors norme. Le plus dur à gérer, ce sont les pannes aléatoires. A tout moment, le système peut s'arrêter, c'est ce que l'on appelle les situations non décrites. » Vincent, responsable de l'atelier, 03/09/2004.

« Vincent [ingénieur responsable de l'atelier] a subi, parce qu'il ne connaissait pas bien le procédé. Il s'est bien intégré en tant que Candide : il posait les bonnes questions. Il a assuré son rôle de responsable. Bien qu'il ne connaisse pas le procédé et le système, il restait quand on redémarrait à la suite d'un problème et pendant les périodes de crise. » Bernard, technicien automatique, 30/09/2004.

Par ailleurs, afin qu'ils deviennent rapidement autonomes dans le pilotage du nouveau système de conduite, Pierre s'engage plus particulièrement dans la formation des opérateurs. Il anime des sessions en juin 2003. Puis, à la suite de la réunion d'avancement de la validation de la recette de fabrication d'A1, le 27 mai 2004, il doit également préparer une nouvelle session de formation. Même s'il ne participe pas à cette réunion, les acteurs présents et plus particulièrement le responsable de l'atelier attendent qu'il prépare les supports adaptés pour planifier une nouvelle session de formation. Il encadrera les opérateurs dans la phase de validation des recettes et du journal batch afin qu'ils complètent plus soigneusement les fiches de suivi.

8.3.2.2. Planning

Le planning de départ glisse, notamment dans la phase de démarrage de la fabrication. En effet, normalement, une fois le système démarré, l'équipe projet a terminé sa mission. Cependant, dès le démarrage de la fabrication d'A1, le système connaît des pannes qui révèlent des lacunes dans sa conception. La première panne importante survient le 23 novembre 2003 (Vignette 1, annexe IV.1.). Sa résolution fait intervenir les acteurs de l'équipe projet, ceux du Comité de Pilotage et l'entreprise fabricant le système, ChimInfo. Les problèmes informatiques ne seront pas résolus à l'issue de cette première intervention. Ils annoncent une longue série de dysfonctionnements qui durera six mois (Cf. figure 8.1. : les dysfonctionnements du système). Les arrêts intempestifs compromettent la fabrication du produit dans les quantités prévues. Ils contraignent les opérateurs à reprendre la fabrication en manuel avec l'assistance indispensable des techniciens de l'équipe projet. Mais surtout, ils présentent des risques importants. En effet, l'immobilisation prolongée du produit provoque des bouchages qui nécessitent des interventions humaines à risques, compte tenu de la toxicité des produits.

Parallèlement, l'atelier connaît de nombreuses pannes de matériels. Trois se révèlent particulièrement importantes : 1) la défaillance de capteurs (Vignette 2, §7.2.), 2) un bouchage dans l'installation de chargement du C bloque la fabrication pendant 3 jours et 3) la panne d'une grosse machine qui paralyse la fabrication pendant trois semaines (ces deux dernières pannes font l'objet de la vignette 4, Annexe IV.3.). Ce démarrage chaotique se prolonge jusqu'au mois d'avril 2004. Les techniciens de l'équipe projet et ceux de l'entreprise ChimInfo modifient les recettes de fabrication et la programmation du système. La pression à la production pèse rapidement sur l'équipe projet et sur les acteurs de la fabrication car les stocks de produits sont réduits. De plus, comme on l'a évoqué dans le chapitre 3, la bonne marche de l'atelier VANADIUM est indispensable à la bonne santé du site. Afin de répondre aux demandes des clients, le planning de fabrication de l'année est complètement refondu. Les campagnes de fabrication de chaque produit sont écourtées (un mois et demi de durée moyenne) et l'atelier connaîtra trois inters campagnes dans l'année au lieu des deux initialement prévues. Finalement, les spécialistes de ChimInfo n'identifieront jamais précisément l'origine de ces pannes même s'ils s'accordent avec les techniciens de l'équipe projet sur les effets nocifs de la surcharge du système en données. Afin d'y remédier, les acteurs de ChimInfo remplaceront le logiciel permettant le pilotage de la fabrication à partir des interfaces informatiques.

8.3.2.3. Conséquences à moyen terme

Les incidents matériels ont révélé les difficultés de la maintenance routinière de l'atelier. Le directeur du site décide de mettre en place une nouvelle organisation des ressources appelée : « Plant Management Team » (PMT)²³⁵. Elle regroupe :

1) L'ingénieur responsable de l'atelier est nommé responsable production de la PMT :

« Il est garant de la production et du procédé. Il est aussi responsable de tous les aspects EHS (Environnement Hygiène et Sécurité) et de la maîtrise des coûts des principes actifs réalisés dans son unité. Il dirige et coordonne la PMT. » (Extrait de la note d'organisation du 26 avril 2004)

2) Le responsable Assurance Qualité des ateliers VANADIUM & TITANE, nommé responsable qualité de la PMT :

« Il est responsable de tous les aspects qualité touchant à la fabrication du principe actif. A ce titre, il est en charge de la démarche de validation des procédés, du suivi des modifications, de la revue des dossiers de lot pour la libération des intermédiaires et des produits finis, des audits internes, du suivi des actions correctives suite aux incidents et remarques formulées lors des audits ainsi que des bilans annuels et des formations BPF spécifiques à l'atelier. » (Extrait de la note d'organisation du 26 avril 2004)

D'autre part, un responsable technique s'ajoute à l'effectif des cadres de l'atelier : il s'occupe de la maintenance et des modifications d'installations. Il supervise également le travail des deux agents de maîtrise de la Maintenance.

« Le responsable technique de la PMT est en charge du maintien et de l'évolution technique des installations. A ce titre, il propose et définit les modifications d'installation et les réalise ou les fait réaliser en faisant respecter les standards QEHS (Qualité, Environnement, Hygiène, Sécurité) du groupe et du site. Il définit les règles d'entretien curatif et préventif en cohérence avec celles du site. Il a aussi en charge la gestion de la documentation technique et tout particulièrement les dossiers de qualification d'installation. » (Extrait de la note d'organisation du 26 avril 2004)

De plus, compte tenu des difficultés de l'atelier VANADIUM, la mise en place de cette nouvelle organisation est définie comme un projet spécifique pour l'année 2004. Pierre, chef du projet de remplacement du système de conduite, est nommé provisoirement au poste de responsable technique de la PMT. Les objectifs de ce projet définis pour l'année 2004 dans la note d'organisation sont les suivants :

2. Maîtrise l'environnement, l'hygiène et la sécurité (0 accident et diminution significative des pertes de confinement)
3. Livrer les clients dans les délais (0 retards client)
4. Améliorer la conformité des lots (amélioration significative des résultats)
5. Améliorer le rendement et de la productivité (respect du budget 2004)

Les opérateurs sont démobilisés face à un système qui fonctionne mal et qu'ils ont beaucoup de difficultés à s'approprier. En juin 2004, ils rédigent une lettre de doléances à l'attention du

²³⁵ Note d'organisation de la PMT datée du 26 avril 2004.

responsable des fabrications chimiques (Cf. Vignette 4, annexe IV.). En réponse, ce dernier s'engage à réaliser les travaux de maintenance ainsi que les améliorations finales du système de conduite. Il propose également l'organisation d'une session de formations supplémentaires. Par ailleurs, il confirme des embauches pour remplacer les opérateurs mutés dans d'autres ateliers. Cependant, le responsable des fabrications souligne que les mutations internes sont privilégiées car dans le contexte de fusion du groupe industriel, il est impossible d'embaucher du personnel extérieur au groupe industriel. Nous avons relevé deux affiches pour deux postes d'opérateurs dans le service des ressources humaines.

« Localement, si on veut embaucher, on est obligé de faire valider au plus haut, au niveau de la société [groupe industriel]. Pour les CDI [Contrat à Durée Indéterminée] et les intérimaires à durée conséquente, on est obligé d'en passer par-là. Pour les embauches, actuellement, on n'a aucune autonomie. On est dans une phase zéro embauche. Quand il y a des départs, si vous voulez remplacer, vous faites appel à des candidatures internes. S'il n'y a pas de candidats, il n'y a pas de remplacement. » Jean, Responsable des fabrications chimiques, 24/08/2004.

Pour des raisons de disponibilité des opérateurs et du personnel d'encadrement, le complément de formation aura lieu à partir du mois de novembre (2004), tous les mardis, au moment de la remontée (en raison des rotations entre les équipes, le mardi matin, deux équipes se chevauchent sur un même quart : l'équipe de remontée fait de la formation et procède aux visites de maintenance préventive du matériel).

8.3.2.4. Une finalisation des supports de suivi des fabrications difficile

La réglementation impose des choix de supports pour le suivi des fabrications. Le travail d'élaboration de ces supports a été peu anticipé dans le planning du projet. Au-delà des conséquences de ces imprévus sur l'organisation du travail de l'équipe projet, la définition de ces supports reste complexe. Elle passe par la traduction concrète des exigences réglementaires en exigences techniques puis par l'établissement d'un compromis entre ces exigences réglementaires et les technologies disponibles. Ces dernières ne sont pas toujours bien connues des techniciens de l'équipe projet ni de ceux de ChimInfo, ce qui, comme nous le verrons complique leur travail (Cf.vignette 3) et en aval celui des acteurs de l'Assurance Qualité (Cf. Vignette 2). Plus particulièrement, la réglementation impose de pouvoir relire les données correspondant à la fabrication de chaque lot de produit pendant onze ans. Cependant, elle ne définit pas précisément les caractéristiques du support de sauvegarde et le fabricant du système rencontre des difficultés dans la conception d'un support répondant à ces critères, ce qui retarde la finalisation du système de conduite (Cf. Vignette 3). Or, ce support a valeur de preuve en cas d'intoxication des consommateurs. Par ailleurs, la réglementation impose la mise au point d'un « journal batch », pièce maîtresse du dossier de lots car il permet de retracer l'historique de chaque lot de fabrication. Les opérateurs le complètent à l'écran tout au long de la fabrication.

« Le problème c'est qu'aujourd'hui le journal batch est dans les dossiers de lots donc auditable. Il faut pouvoir expliquer les problèmes. On ne demande pas que ce soit tracé à chaque relance mais il faudrait savoir pourquoi il y a autant de relances. » Lionel, correspondant Assurance Qualité VANADIUM, 17/08/2004.

La mise au point de ce support reste complexe car elle passe par la programmation de l'interface de conduite. Il ne peut contenir l'ensemble des données de fabrication car il serait alors inexploitable pour les acteurs de l'Assurance Qualité. Dans le même temps, il doit être suffisamment complet pour leur permettre de retracer les incidents de fabrication, de retrouver les causes des non-conformités et de vérifier les paramètres critiques du procédé. L'élaboration du journal batch présente deux difficultés principales exacerbées par le déroulement du projet. Premièrement, ce support doit convenir à la fois aux fabricants qui le compléteront et aux acteurs de l'Assurance Qualité qui l'exploiteront pour vérifier la conformité des lots de produits fabriqués. Or, d'une part, les acteurs de l'Assurance Qualité ont été intégrés très tardivement afin de mettre au point l'architecture et le contenu du *journal batch*. En effet, leurs noms n'apparaissent que dans la deuxième note d'organisation du projet, à l'arrivée de Pierre comme chef de projet (note d'organisation datée du 15 juillet 2002). D'ailleurs, le responsable Assurance Qualité de l'atelier déplore le manque d'informations sur l'avancement du projet :

« La difficulté, c'est de ne pas avoir été mis dans le Comité de Pilotage dès le départ. Pour savoir où on en était, ce qu'il s'était passé, le choix du nouveau système, comment ça c'était passé jusque là. J'ai su ce qu'on a bien voulu me dire. Je me suis renseigné en posant des questions mais les réponses étaient assez succinctes. Je posais surtout des questions à des gens que je voyais en dehors des réunions, à la personne qui s'occupait de la validation. » Charles, responsable Assurance Qualité VANADIUM&TITANE, 15/04/2004.

D'autre part, les acteurs de l'équipe projet et surtout ceux de l'Assurance Qualité se sont heurtés au manque de coopération de la Fabrication afin de déterminer un support de travail qui convienne aux deux parties. Pourtant, les acteurs de la Fabrication se sont retirés de cette discussion technique :

« La négociation avec Paul [Ingénieur de fabrication responsable de fabrication] a duré d'octobre 2002 à mars-avril 2003. Ça été laborieux et usant. On est arrivé à un compromis de strict minimum. Mais les gens du système [techniciens de l'équipe projet] ont eu de grosses difficultés pour le sortir [le journal batch]. René [adjoint de fabrication] se retranchait derrière Paul [Ingénieur de fabrication responsable de fabrication]. On a pu arriver à un accord car mes chefs s'en sont mêlés aussi.» Charles, responsable Assurance Qualité VANADIUM&TITANE, 15/04/2004.

Deuxièmement, les techniciens de l'équipe projet ne connaissent pas précisément les capacités du système informatique pour extraire les données nécessaires. D'une part, comme les spécialistes de ChimInfo ils ont eu de nombreuses difficultés pour définir précisément les possibilités du système en matière d'enregistrement et de restitution des données.

« L'élaboration et la sortie d'un journal batch acceptable ça s'est réduit au minimum en dessous duquel on ne pouvait pas descendre. On a eu des difficultés techniques pour sortir ce qu'on voulait. Je suivais et il y avait des essais pour lesquels on me demandait mon avis. Le journal batch a été élaboré à partir de l'ICH qui indique le minimum qu'on doit avoir. On voulait y rajouter des points procédés pour éviter d'avoir à sortir des listings de valeurs de paramètres. Les gens du système m'ont dit que ce n'était pas possible. Ils ne se sont pas mis tout de suite sur le sujet, ils ont été débordés par le démarrage. Ils ont pris une entreprise extérieure qui a fait faillite. Ils se sont trouvés devant l'exigence de sortir le journal batch en n'ayant rien de prêt dans les six sept mois avant le démarrage. Ça s'est assez bien passé, on expliquait ce qu'on voulait et pourquoi. C'est un problème nouveau donc les gens devaient se former, se renseigner. » Charles, responsable Assurance Qualité VANADIUM&TITANE, 29/04/2004.

« Le problème était de connaître précisément les possibilités du système. J'étais destinataire des CR [Compte-rendu de réunion] jusqu'au remplacement du CHIMINFO. Après, je n'étais plus destinataire. Les possibilités du système on ne les a jamais connues et on ne les connaît toujours pas aujourd'hui. » Lionel, Correspondant Assurance Qualité VANADIUM, 17/08/2004.

D'autre part, préoccupés à rattraper leur retard sur la finalisation du système, les acteurs de l'équipe projet se sont peu impliqués dans ce travail :

« Il a eu de grosses difficultés avec Paul [Ingénieur de fabrication responsable de fabrication]. Question : A quel propos ? Il disait : "dites-moi ce que vous voulez et je vous dirai ce que je peux faire." Je lui ai présenté le document que j'avais fait valider par mes chefs. Il y a eu un blocage qui a duré plusieurs mois. Il disait toujours : "Je ne sais pas ce que veut l'Assurance Qualité." Pour les gens du système de conduite, c'était pas une priorité, ils devaient créer des phases et le démarrage approchait. Ils s'y sont mis mais on a fait le minimum pour être en conformité avec l'ICH. Je n'ai jamais su ce qui le gênait. Pourtant, je lui ai donné l'ICH. C'est de la mauvaise foi car il a été auditeur international, il connaissait l'ICH, il avait accès à tous les documents. En plus, je lui ai donné tous les chapitres de l'ICH. » Charles, Responsable Assurance Qualité VANADIUM&TITANE, 15/04/2004.

Comme les acteurs de l'Assurance Qualité ne font pas partie de l'équipe projet, le chef de projet les consulte afin de traduire leurs exigences à l'intention des techniciens de l'équipe projet. Ces derniers élaborent difficilement un « journal batch » matérialisant un compromis entre ces exigences et les possibilités offertes par le système ; Six mois après le démarrage du nouveau système, l'étendue des données recueillies ne satisfait pas encore les acteurs de l'Assurance Qualité qui attendent des améliorations.

« Au départ, on voulait des indications de valeurs non critiques sur le procédé mais ce n'était pas possible. On voulait pouvoir se servir du journal batch pour des investigations en cas de problèmes, mais ce n'est pas possible. Mais ils vont étudier la sortie d'un journal procédé pour faire un suivi de fabrication. » Charles, responsable Assurance Qualité VANADIUM&TITANE, 15/04/2004.

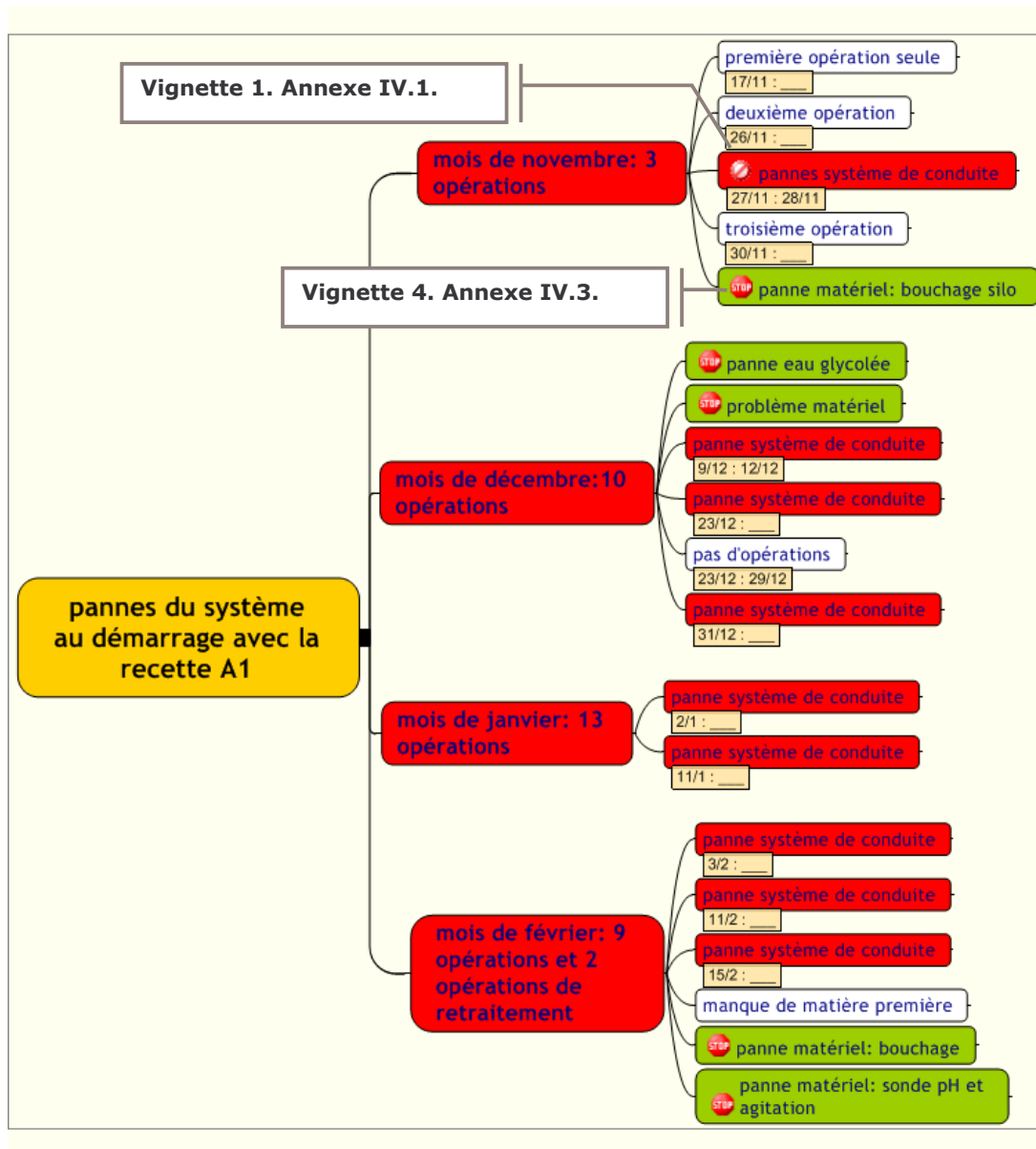


Figure 8.1. : Les dysfonctionnements du système pendant la première campagne de fabrication d'A1, le 17 novembre 2003

8.3.3. La validation

8.3.3.1. Principes réglementaires

Conformément à la réglementation internationale qui régit la fabrication de principes actifs pharmaceutiques, le remplacement du système de conduite de l'atelier VANADIUM impose de valider, documents à l'appui, ce nouvel équipement.

« La validation consiste à établir des dossiers qui prouvent que les installations font ce qu'elles doivent faire avec un haut niveau de confiance. » François, technicien de qualification 06/04/2004

D'une part, un système informatique, des recettes de fabrication et un « journal batch²³⁶ » validés permettent de garantir la conformité des processus de fabrication à la réglementation internationale. Ils sont également un gage de qualité des produits fabriqués. Néanmoins, il convient de noter que cette validation ne concerne pas le procédé de fabrication :

« Là, on valide l'outil, pas le procédé. Bien sûr, il est préférable que les produits soient conformes. Mais dans certains cas, on peut valider alors qu'on a des problèmes avec le produit. Q : Par exemple ? On peut valider un produit non conforme qui contient de la limaille de fer parce que la présence de la limaille de fer n'est pas liée au fonctionnement du système. » François, Technicien de qualification. 23/03/2004

D'autre part, le processus de validation constitue en lui-même un enjeu. En effet, en cas d'audit, les acteurs de l'atelier doivent prouver qu'ils ont suivi un processus de validation conforme aux exigences réglementaires (respect des différentes étapes, traçabilité des modifications...)

Comme le spécifient les réglementations ICH (International Conference Harmonisation) et FDA (Food and Drug Administration), la validation comprend trois grandes parties.

- **La qualification de l'installation :** l'objet de cette qualification est de fournir les preuves documentées que l'équipement est conforme aux exigences exprimées par le client (PHARMA) dans le cahier des charges (synoptiques...).
- **La qualification opérationnelle :** cette qualification a pour but de vérifier que le système de conduite permet de contrôler les paramètres de régulation et les mesures de températures, de pH, de pression. Elle comprend deux phases successives de tests. Une première phase, les FAT (Factory Acceptance Tests) se déroule en plate-forme, c'est-à-dire que le système est déconnecté de l'atelier. Une partie de ces tests a lieu chez le fabricant du système, la suite a lieu sur la plate-forme du site²³⁷.

A la suite de cette première phase de travail, François, technicien responsable de la qualification rédige un rapport intermédiaire. Il est validé et signé par le technicien responsable de la qualification,

²³⁶Le « journal batch » est le document qui contient toutes les données nécessaires aux acteurs de l'assurance qualité pour auditer les dossiers de lots de produits fabriqués. Il leur permet de reconstituer l'ensemble des actions qui ont conduit à la fabrication de chaque lot de produit. C'est une ressource précieuse pour comprendre l'origine des défauts de qualité des différents lots de produits : par exemple la coloration anormale du produit résulte de la valeur trop élevée de la température lors du chauffage du mélange.

²³⁷ Le système a été installé dans un petit bâtiment annexe à l'atelier afin d'effectuer les tests et les corrections avant de le raccorder à l'atelier.

le responsable de l'assurance qualité et l'ingénieur responsable de l'atelier afin d'autoriser le raccordement physique du nouveau système de conduite à l'atelier.

La deuxième phase de la qualification opérationnelle peut alors commencer. Les tests de SAT (Site Acceptance Tests) sont effectués dans les conditions normales d'exploitation, une fois que l'atelier a démarré. Une première partie des tests comprend les tests des entrées-sorties et les tests de la recette avec de l'eau et des solvants.

Ensuite, les recettes et le journal-batch sont validés lorsque l'ensemble des produits est introduit dans un processus de fabrication normal. Valider une recette consiste à s'assurer que le système permet effectivement de suivre toutes les étapes de fabrication prévues dans la recette de fabrication. Les tests concernent le déroulement et l'enchaînement normal des différentes phases composant la recette ainsi que les exigences²³⁸ critiques, testées de manière complète. Valider le journal batch consiste à vérifier que l'on y retrouve des données identiques à celles enregistrées dans les historiques de fabrication du lot concerné.

- **La qualification de performance** : cette qualification a pour objectif de vérifier que le système répond aux performances décrites dans le cahier des charges. Bernard et Louis effectuent ces différents tests tous les trois mois pendant un an pour s'assurer de l'absence de dérive.

La préparation et la réalisation des différentes phases de tests sont deux tâches clairement distribuées. François élabore des protocoles spécifiques pour chaque phase de qualification :

- Deux protocoles de Qualification d'Installation. : l'un pour la phase de tests en plateforme, l'autre pour la phase de tests en ligne,
- Deux protocoles de Qualification Opérationnelle : l'un pour la phase de tests en plateforme, l'autre pour la phase de tests en ligne
- Un protocole de Qualification de Performance.

Au cours des différentes phases de tests de qualification opérationnelle, les acteurs impliqués — opérateurs, Louis et Bernard— complètent des feuilles de suivi. Lorsqu'ils constatent que le système ne répond pas aux critères prévus, Bernard et Louis renseignent des feuilles d'écarts.

Pour la validation des recettes de fabrication des deux produits et celle du journal batch, réalisées installation en fonctionnement, les opérateurs renseignent les fiches de suivi de fabrication et complètent également des demandes de renseignements à l'écran. Pour les recettes, François élabore les fiches d'écart en comparant fiches de suivi de fabrication et les historiques des données enregistrées dans le système.

« On prend les historiques procédés en mettant les paramètres relevés sur les historiques pour les comparer à ceux attendus. On fait ça sur trois opérations consécutives. [Trois lots de produit fabriqués consécutivement] » François, Technicien de qualification 23/03/2004

²³⁸ Les exigences sont de petits programmes de surveillance des paramètres critiques pour la qualité du produit qui tournent parallèlement au déroulement de la fabrication.

Pour la validation du journal batch, il doit comparer les fiches de suivi avec les données inscrites dans le journal-batch afin de s'assurer que l'on y retrouve les valeurs prises par les différents paramètres de fabrication ainsi que les actions des différents opérateurs. A l'issue de chaque étape de tests de validation, François rédige un rapport faisant état des résultats. Il y joint les fiches d'écarts pour constituer le dossier de validation. Enfin, il se réunit avec le responsable de l'atelier et Charles pour statuer sur la validation. Au cours de ces réunions, ils décident notamment des modifications à apporter afin de valider l'étape en cours. La validation est formalisée par les accords écrits et signés du responsable de l'atelier et Charles. Enfin, à l'issue de chaque étape de qualification, le technicien de qualification rédige un rapport final.

« C'est nous qui en fonction des tests disons si on considère que c'est validé ou non et on propose à notre responsable [responsable assurance qualité du site]. Le comité de pilotage donne son avis sur la méthode il ne rentre pas dans le détail des tests de validation; l'approbation appartient à l'AQ et à la fabrication. » Charles, responsable assurance qualité VANADIUM&TITANE 29/04/2004

8.3.3.2. La validation au cours du projet

L'un des principaux enjeux du projet est la mise en conformité de l'atelier. Le respect de la réglementation nécessite la conception d'un système et de supports aux activités de fabrication qui permettent la traçabilité de ces activités. Il passe également par un processus de validation du nouveau système qui comprend différentes étapes qui vont de la validation des caractéristiques du système à celle des recettes et du journal batch, support d'audit des dossiers de lots. Nous avons choisi de décrire et d'analyser une réunion d'avancement de la validation de la recette de fabrication de l'A1. Du point de vue des relations sociales, cette réunion présente un double intérêt. En effet, elle met en présence les acteurs de l'Assurance Qualité et de l'encadrement de la Fabrication qui s'opposent tant dans les activités quotidiennes de l'atelier qu'au cours du projet. De plus, elle met à jour l'articulation entre activités de fabrication et activités d'audit des dossiers de lots.

a) La validation du système sur plate-forme

Les différents groupes d'acteurs impliqués dans la validation ne font pas face aux mêmes enjeux. Tout d'abord, du point de vue du planning, la préparation des protocoles de tests et de la documentation ne fait pas l'objet d'échéances fixées. François, le technicien responsable de la validation doit adapter le rythme de ses activités de rédaction à l'avancement du projet. Cependant, même lorsque les échéances sont retardées (comme pour l'installation et le démarrage du nouveau système de conduite), il doit veiller à ne pas livrer les documents trop à l'avance, sous peine de ne pouvoir tenir compte de changements de dernière minute (par exemple, il ne peut considérer le changement d'indication d'un paramètre de production : valeur fixe, fourchette de température...)

« Je me tiens au courant des problèmes car ça a remis en cause le planning de validation. Il y avait des choses importantes à résoudre. Il n'y avait pas de planning de validation au départ. On avait défini quelques dates approximatives mais on suit le projet. On a eu un glissement de la date de démarrage à cause du projet mais aussi à cause du planning de fabrication. Du coup, certains documents étaient prêts longtemps à l'avance. Il n'y a pas eu de moments où on [le technicien et le spécialiste sous-traitant qui l'a assisté] était pris par le temps, sauf pour la signature officielle de certains documents. Mais en général, les documents ont été signés en temps et en heures. Parfois, on freinait un peu la livraison des documents parce que si les documents sont trop en avance, on s'aperçoit qu'on n'a pas pu tenir compte de certains changements. » François, Technicien, responsable de la validation, 06/04/2004.

Cependant, son travail d'élaboration des fiches d'écart pour la validation des recettes et du journal batch. Le technicien responsable de la validation doit comparer les données enregistrées par le système (historiques) avec celles inscrites dans le journal batch pour élaborer les fiches d'écart. Ce travail est fortement contraint par la manière dont les opérateurs complètent les fiches de suivi. Or, ils ne les renseignent pas complètement. De plus, le système informatique ne permet pas d'isoler les données strictement nécessaires. Le technicien responsable de la validation doit donc les extraire à partir des listes de l'ensemble des données.

Lors d'une réunion avec Pierre et Charles le 30/03/2004 pour statuer sur la validation du journal batch :

« Pierre : (lisant les feuilles de suivi renseignées par les opérateurs) : à 20h56 : fin de filtration. La réponse est Ok. A 20h57 : vérifier l'inertage du K4010. La réponse est oui. A 20h57 : reprendre la filtration. La réponse est oui. A 0h54 : fin de la filtration. La réponse est Ok. A 2h53 : charge de l'IPI. Ah ! Ils ont forcé la transition.

Charles : C'est pas noté sur les feuilles.

François : Par contre, là, j'en suis à deux fois plus de pages que d'habitude pour les écarts. On fait un drôle de travail. »

« Après les validations, il y a eu moins de problèmes, mais là on retombe dans les problèmes. Sur les premières opérations de retraitement, on n'avait aucun commentaire. Là, on a quand même des données mais c'est loin d'être toujours le cas. De toute façon, dès le début René [adjoind de fabrication] était contre le fait que les opérateurs rentrent des commentaires. Charles [responsable Assurance Qualité VANADIUM&TITANE] l'a pris en compte dans la validation de l'A1 [le manque de commentaires] Chaque fois qu'il y a une dérive on explique que s'il y avait un commentaire, on comprendrait mieux. S'il y avait des commentaires, on aurait moins besoin de fiches incidents. Là, on valide avec les courbes mesures. Aujourd'hui, je le prends en compte dans les dossiers de lots comme remarque pouvant amener une non-conformité car c'est une remarque majeure. Quand ce n'est pas expliqué, je ne vais pas passer mon temps à chercher des explications. » Lionel, correspondant Assurance Qualité VANADIUM,

Pour les techniciens de l'équipe projet chargés d'effectuer les tests, les contraintes sont plus fortes : leurs activités sont dépendantes de la livraison des documents supports. Dans la phase de tests en plate-forme Bernard et Louis doivent impérativement respecter les délais imposés afin de mettre en place et démarrer le système à la date prévue.

Avant le démarrage, le plus stressant, ça été quand il a fallu tenir le timing parce qu'il fallait installer l'IAS [le nouveau système de conduite] au VANADIUM. On n'avait pas fini les FAT [Factory Acceptance Tests]. Alors, avec S. [Bernard], on est venu plusieurs samedis en juillet et en août. » Louis, Technicien système, 03/09/2004.

Le technicien automaticien et le technicien système ont eu des difficultés à comprendre les tests demandés à partir des documents rédigés par le technicien responsable de la validation. Comme ces supports leur parvenaient tardivement, en l'absence de spécialistes de la validation, ils ont réalisé les tests en découvrant les documents.

« La principale difficulté c'est qu'on nous avait donné des docs pour faire la validation et on ne savait toujours comment s'y prendre. Deux ou trois fois on a du recommencer des tests parce qu'on avait oublié des choses. On nous disait : " Non, c'est pas comme ça ". Le problème, c'est qu'il aurait fallu qu'une personne qui ait participé à la rédaction soit présente une semaine à quinze jours mais François [technicien de qualification] n'avait pas le temps. On allait chercher les documents au compte-gouttes. On démarrait la FAT et on découvrait les documents. On ne les avait jamais 24h à l'avance. » Louis, Technicien système 03/09/2004.

Selon le technicien responsable de la validation, le planning du projet, en reportant l'élaboration des protocoles de qualification, ne lui a pas laissé suffisamment de temps pour détailler les tests à effectuer.

« En général, on décrit la liste des tests à effectuer, puis, on détaille les tests. Là, pour des raisons de planning, on a écrit les protocoles de qualification d'installation et de qualification opérationnelle en même temps que les cahiers des charges. On n'a pas pu décrire précisément les tests. » François, Technicien de qualification 23/03/2004

Par ailleurs, d'après les deux techniciens, les protocoles de validation ne tiennent pas compte des caractéristiques des activités réelles de tests. Pour le technicien système, la durée des activités de corrections et des contrôles consécutifs n'a pas été comptabilisée.

« Ce qui nous a le plus bloqués, ce sont les feuilles de tests, tout ce qui est qualification. La durée des tests avait été estimée mais le temps pour faire les tests après la correction des écarts n'a pas été compté. » Louis, Technicien système 15/10/2004

b) La validation des recettes

Pour le technicien automaticien, le temps d'extraction des données nécessaires pour statuer sur la validation des recettes n'a pas été pris en compte dans la planification des différentes étapes de validation.

Pour la validation des recettes, il a fallu que je sorte les données brutes [historiques des données de fabrication]. C'est 7 à 8 jours de travail, pour extraire les données, les mettre en forme. Le problème, c'est que le logiciel d'extraction de données est limité en nombre de lignes et donc j'ai du morceler le travail. On a acquis de l'expérience sur le tas mais les protocoles [de validation] ne collaient pas à la réalité. Technicien automaticien 06/04/2004

Enfin, comme nous le verrons au cours de la réunion d'avancement de la validation de la recette de fabrication d'A1, les opérateurs ne sont pas clairement informés de l'enjeu de leur contribution. C'est pourquoi, les enregistrements et les documents de suivi de la validation sont incomplets. Ils révèlent également que les opérateurs relancent systématiquement la phase de fabrication en cours lorsqu'ils rencontrent une difficulté, en grande partie parce qu'ils manquent de formation. Par ailleurs, ce travail de validation mettra en évidence les difficultés de maintenance des appareils d'instrumentation de l'atelier.

Chapitre 9

LA TECHNOLOGIE ET L'ORGANISATION DU TRAVAIL POUR CHANGER LES PRATIQUES : CHRONIQUE D'UNE REFORME INACHEVEE

« *Ils nous ont donné une Ferrari avec un moteur de Solex !* » *Opérateur, 12/07/2004*

Les situations de travail reprises dans les vignettes retracent les discours et les pratiques des acteurs du projet de modification pour finaliser le système de conduite et remédier aux problèmes du démarrage. Les travaux de Charles Perrow (Perrow, 1984, 1999 a & b; Perin, 2005), présentés dans le chapitre 1 affirment que les acteurs de ces industries à risques, du fait de leur formation technique privilégient la technologie au détriment de l'organisation lors de la conception. De ce fait, le système socio-technique conçu compromet la maîtrise des risques majeurs. L'analyse des discours et des pratiques de conception ne rejoint que partiellement ce constat. Tout d'abord, elle révèle les lacunes dans le travail de conception et de préparation du démarrage. Ensuite, l'analyse des décisions des acteurs de l'équipe projet pour remédier aux lacunes qu'ils identifient et aux problèmes du démarrage, fait apparaître plusieurs arguments : objectifs de fabrication et survie de l'atelier, maîtrise des risques de non-conformité et des risques professionnels, organisation (comme *cadre d'action* et comme *programme d'activités* à travers les caractéristiques des futures activités évoquées), retours d'expérience des activités du site. Ensuite, notre analyse montre que les acteurs de l'équipe projet ont mobilisé la technologie pour maîtriser les risques majeurs et professionnels et qu'elle constitue une ressource pour remédier à leurs difficultés. Cependant, ils ont également pensé l'organisation future — comme *cadre d'action* et comme *programme d'activités* — mais partiellement. Ils la mobilisent également pour résoudre les dysfonctionnements du démarrage et finaliser le système. Ces résultats interrogent la construction des choix technico-organisationnels. Selon quelles bases les acteurs de l'équipe projet ont-ils articulé technologie et organisation pour maîtriser les risques ? Le démarrage et la finalisation du système sont des phases cruciales car elles révèlent les lacunes du processus de conception et mettent en évidence l'importance de cette articulation technico-organisationnelle pour construire la maîtrise des risques. A travers la résolution des problèmes, ces phases montrent également que la recherche d'une articulation optimale entre technologie et organisation améliore la maîtrise des risques. Nous présentons ces éléments en trois parties.

Dans la première partie de ce chapitre, nous montrons les lacunes du travail de conception et de préparation du démarrage révélées par les problèmes du démarrage. Ces derniers menacent la maîtrise des risques de non-conformité et des risques professionnels d'une part et l'atteinte des objectifs de fabrication d'autre part.

Dans une deuxième partie, nous reprenons les solutions mises en place par les acteurs de l'équipe projet et ceux de l'atelier pour résoudre ces problèmes. Plus particulièrement, il s'agit de comprendre comment ils mobilisent la technologie et l'organisation des futures activités pour prévenir les risques

inhérents à ces dysfonctionnements. Enfin, dans une troisième partie, nous analysons comment les acteurs de l'équipe projet mobilisent la technologie pour maîtriser les risques. Ensuite, nous appréhendons la manière dont ils ont anticipé l'organisation de la conduite des fabrications avec le nouveau système et sur quelles bases. Puis, nous revenons sur la construction progressive des choix technico-organisationnels par mise en perspective de leurs composantes technologiques et organisationnelles. Nous montrons ainsi l'importance de l'explicitation des caractéristiques organisationnelles pour la maîtrise des risques en conception.

9.1. Les dysfonctionnements révèlent une conception et une préparation du démarrage annésiques

Deux types de problèmes expliquent le démarrage laborieux du nouveau système de conduite : des pannes du matériel de l'atelier et des dysfonctionnements du système. Ces difficultés montrent que les acteurs de l'équipe projet et de l'atelier ont pris en compte de façon lacunaire 1) les activités de fabrication, 2) les activités de contrôle de la qualité des produits et des processus de fabrication, 3) l'état de l'atelier et de sa maintenance.

9.1.1. Les activités de fabrication dans le prisme du système de conduite

Les dysfonctionnements qui perturbent le démarrage des fabrications affectent trois composantes des activités de fabrication : 1) la conduite des fabrications grâce au système de conduite, 2) le suivi de la fabrication de chaque lot de produits à partir des supports informatiques et documentaires, 3) la gestion de trois sortes d'aléas au cours des fabrications : les dysfonctionnements du système de conduite, les pannes dans l'atelier, les incidents procédés dus à leur variabilité. Ces perturbations montrent que les acteurs de l'équipe projet ont considéré le remplacement du système de conduite comme solution unique aux problèmes de l'atelier VANADIUM. C'est pourquoi, ils ont anticipé les futures activités de fabrication et leur organisation dans le prisme de ce système informatique et n'ont pas pris en compte l'état de fonctionnement de l'atelier.

9.1.1.1. La complexité de la conduite des procédés par phases sous-estimée

Les acteurs de la réunion d'avancement de la validation (vignette 3, annexe IV.3.), constatent que les opérateurs relancent systématiquement la phase du procédé en cours lorsqu'ils ne comprennent pas les données affichées. Leurs observations se fondent sur les fiches de suivi de fabrication, les fiches de suivi de validation et le journal batch renseignés par les opérateurs. Les acteurs réunis mettent en cause l'incompréhension des opérateurs. Plus fondamentalement, cette dernière est la conséquence de choix de conception inadaptes, fondés sur une prise en compte partielle des caractéristiques des activités de conduite de la fabrication actuelles et de leur organisation pour anticiper le travail des opérateurs. D'une part, **la complexité des activités de pilotage du procédé par phases a été mésestimée** dans le choix de reconduire un système de la marque ChimInfo, dans une version qui n'est pas la plus récente. Pourtant, avec ce choix, les acteurs de

l'équipe projet souhaitent prévenir les risques de non-conformité et de bouchage en limitant les risques de défaillances de la dernière version de logiciel, encore insuffisamment développée. Cependant, avec cette version plus fiable, les techniciens de l'équipe projet sont confrontés aux limites des capacités du système pour programmer des aides guidant l'activité des opérateurs, notamment l'affichage de messages. De plus, les interfaces conçues limitent la compréhension de l'enchaînement des phases du procédé. Ainsi, les acteurs de la réunion d'avancement de la validation mettent en évidence un enchaînement de la phase à l'écran peu clair. D'autre part, le contenu et la planification de la formation montrent que **les changements introduits par la logique de conduite des procédés par phases ont été sous-estimés**. En effet, la décision de former les opérateurs a été tardive. De ce fait, le contenu de la formation a été limité aux grands principes de pilotage. Comme les opérateurs le déplorent, elle ne leur a pas permis de tester toutes les situations de conduite, notamment les phases du procédé les plus délicates. De plus, ces lacunes ont été aggravées par deux reports successifs du démarrage qui ne leur ont pas permis de mettre en œuvre rapidement les connaissances nouvellement acquises.

9.1.1.2. Un contrôle des paramètres critiques pour la qualité dissocié des activités de fabrication

Lors de la réunion d'avancement de la validation, une partie des acteurs réunis explique les difficultés des opérateurs pour contrôler les paramètres critiques qualité par un manque d'implication, symptomatique de la faible importance accordée à l'assurance qualité par les acteurs de la fabrication. Deux éléments concrétisent ces difficultés. D'une part, les supports écrits et informatiques de suivi de la fabrication (respectivement check-lists et journal batch) examinés lors de la réunion d'avancement de la validation (Vignette 2, annexe IV.2.) et de la réunion de suivi de la validation du journal batch (chapitre 8, §8.1.3.) sont incomplets. D'autre part, l'historique des données entrées par les opérateurs dans le système et les conversations rapportées par les techniciens de l'équipe projet montrent qu'ils ne maîtrisent pas le fonctionnement des « exigences », petits programmes surveillant la conformité des paramètres critiques qualité avec les valeurs cibles du procédé. Cependant, plus que des oppositions de « logiques de métiers » — logique fabrication versus logique assurance qualité —, ces difficultés **révèlent une prise en compte partielle des caractéristiques des activités de contrôle des paramètres critiques** pour concevoir les interfaces informatiques de conduite. Les acteurs de l'équipe projet n'ont pas considéré les modifications des modalités de double contrôle des paramètres critiques pour la qualité : avec le nouveau système, les « exigences » remplacent le double contrôle précédemment effectué par un deuxième opérateur. Deux éléments mentionnés par les acteurs de la réunion d'avancement de la validation de la recette A1 le montrent : 1) le déroulement « confus » de la phase du procédé et des « exigences » à l'écran, 2) l'absence d'explication sur le fonctionnement des « exigences » dans le guide pour la conduite des fabrications rédigé par le technicien procédés.

Par ailleurs, deux autres éléments montrent que les activités de contrôle des paramètres qualité ont été considérées comme annexes au cours de la conception de la modification. Premièrement, les acteurs de l'équipe projet n'ont pas analysé les caractéristiques des activités de contrôle des paramètres critiques qualité pour concevoir les simulations des futures situations de travail à la base

de la formation des opérateurs. Ainsi, lors de leur formation, les opérateurs n'ont pas manipulé les supports documentaires et informatiques de suivi de fabrication parce qu'ils n'étaient pas encore élaborés. Deuxièmement, cette formation a été mise au point et programmée tardivement dans l'avancement du projet, ce qui montre que l'ampleur des changements pour les opérateurs n'a pas été correctement estimée lors de la conception.

Ces lacunes affectant le contrôle des paramètres critiques qualité limitent la détection des dérives du procédé. De ce fait, elles compromettent la réduction des conséquences de ces dérives sur la conformité des produits d'une part et la prévention des bouchages, sources de risques professionnels d'autre part.

9.1.1.3. Un déroulement des procédés de fabrication sans aléas

Lorsqu'ils rencontrent un problème, les opérateurs utilisent les coordonnées de l'agent de maîtrise pour piloter les procédés en mode manuel. Le constat est établi par les techniciens de l'équipe projet qui travaillent en salle de commandes. Ces forçages révèlent **trois lacunes dans le travail d'analyse des futures situations de travail des opérateurs**. Premièrement, les acteurs de l'équipe projet n'ont pas pris en compte **les ressources** disponibles au sein des équipes projet **pour pallier les absences de l'agent de maîtrise de quart**. Le technicien d'atelier, remplaçant désigné de l'agent de maîtrise de quart, est contraint d'utiliser les coordonnées de l'agent de maîtrise car il dispose des mêmes droits que les autres opérateurs. Deuxièmement, dans leur choix d'automatiser le pilotage de la fabrication, les acteurs de l'équipe projet et l'encadrement de l'atelier n'ont pas considéré **les caractéristiques des situations de fabrication bloquantes**, à l'origine des forçages. En particulier, le responsable de l'atelier et son adjoint ont favorisé la maîtrise des risques professionnels et des risques de non-conformité, au détriment de l'efficacité à court terme. En effet, ils attribuent les non-conformités et les bouchages aux erreurs de manipulation des opérateurs, permises par un système de conduite qu'ils jugent « trop ouvert ». C'est pourquoi, ils ont choisi de réduire les risques d'erreur en limitant les marges de manoeuvre des opérateurs. Selon eux, ces actions erronées menacent la pérennité de l'atelier et celle du site. En effet, les non-conformités graves parce qu'elles peuvent détourner des clients, menacent la survie de l'atelier. Par exemple, comme nous l'avons évoqué, en cas de problème sanitaire causé par des principes actifs non-conformes, le site serait mis en cause car les données enregistrées permettent de retracer la fabrication du lot de produits défectueux. Cependant, au cours du projet, l'automatisation comme pilier de la maîtrise des risques est controversée, en particulier parce qu'elle compromet la récupération des erreurs de manipulation et des dérives du procédé (Cf.§9.3.2.3. a)). Troisièmement, dans leur décision d'automatiser la conduite des procédés, les acteurs de l'équipe projet n'ont pas considéré les fondements historiques des pratiques des opérateurs. Ils n'ont pas tenu compte du **retour d'expérience du démarrage de l'atelier, en 1987**. En effet, à cette époque, les opérateurs utilisaient des clés réservées à l'agent de maîtrise pour reprendre la conduite des procédés en manuel. Cette pratique était motivée par le manque de finalisation du système informatique de conduite et une conception des installations inadaptée aux procédés organiques. De plus, dans le projet qui nous intéresse, les acteurs de l'équipe projet ont ignoré les situations de travail qui, une fois l'ancien système rodé, ont motivé la poursuite de ces forçages. Tout d'abord, les

pannes récurrentes des capteurs de l'atelier, couplées à des ressources de maintenance difficilement mobilisables en dehors des horaires de jour, (astreintes pour les nuits et les week-ends) obligeaient les opérateurs à by passer ce matériel défaillant ; sa maintenance était reportée aux inters campagnes. Ensuite, ces arrangements avec le système leur permettaient également de s'affranchir des variabilités des procédés. Cette nécessité s'est confirmée avec la diminution du personnel spécialiste des procédés affecté à l'atelier, au cours des trois dernières années. Enfin, les opérateurs forçaient le déroulement du procédé pour pallier ses dysfonctionnements d'un système de conduite vieillissant.

Il n'y a pas eu de prise en compte des problèmes récurrents dans mon travail. Dans l'analyse fonctionnement, il y a eu la prise en compte de certains débits-mètres qui ne fonctionnaient pas mais René [adjoint de fabrication] et Jean-Marc [technicien procédés] ne connaissaient pas. L'idée était de donner aux opérateurs un accès limité pour des problèmes de paramètres des recettes, d'instrumentation et de programme. La politique, ça été, on verrouille tout pour traiter les problèmes quand ils arrivent. Dans le premier mois du projet, René [adjoint de fabrication] avait fait une étude pour savoir quand les gens reprenaient la main sur le système. Ça été intégré par rapport au procédé mais pas par rapport à l'expérience. Ingénieur procédés 24/11/2003

Avec le nouveau système, les opérateurs utilisent les coordonnées de l'agent de maîtrise pour pallier les pannes informatiques, dépasser les dysfonctionnements des capteurs et corriger le déroulement du procédé (même si ce n'est pas toujours à bon escient !).

Enfin, le contenu des formations montre que les acteurs de l'équipe projet ont ignoré les contraintes du matériel de l'atelier et des procédés pour sélectionner les situations de travail supports des exercices. En effet, les opérateurs regrettent l'absence de simulations des situations sensibles notamment les blocages causés par le procédé ou le matériel. Finalement, les acteurs de l'équipe projet ont considéré la formation comme un outil pour mettre en place une maîtrise des risques fondée sur le respect des modalités de conduite implémentées dans le système. Ce faisant, ils ont oublié que la détection et la récupération des erreurs et des dérives participent également à la maîtrise des risques.

9.1.2. Une préparation du démarrage fondée sur un atelier virtuel

Les dysfonctionnements des capteurs de l'atelier et les pannes de matériels montrent que les acteurs de l'équipe projet et de l'atelier ont considéré un atelier idéal pour préparer le démarrage.

9.1.2.1. Des capteurs parfaits

Les nombreuses pannes des appareils de mesure et des capteurs de l'atelier marquent les phases de tests des cartes électroniques et des essais de fabrication à l'eau et aux solvants. De plus, dès les premières opérations de fabrication, elles causent des non-conformités qui retardent la validation des recettes et du nouveau système de conduite. D'une part, ces dysfonctionnements révèlent que les acteurs de l'équipe projet n'ont pas analysé l'état de l'atelier pour préparer le démarrage. D'autre part, ces pannes démontrent que s'ils ont pris en compte les forçages exercés par les opérateurs, ils n'ont pas analysé leurs conséquences sur les modalités de gestion quotidienne du matériel de l'atelier. En effet, comme nous l'avons vu ci-dessus (Cf. §9.1.1.3.), les opérateurs avaient pris l'habitude de contourner les capteurs et matériels défaillants, reportant ainsi leur réparation aux

inters campagnes. Cependant, ce mode de gestion des pannes a contribué à la dégradation du matériel de l'atelier.

9.1.2.2. Des précautions d'usage oubliées

Les pannes du système de chargement du C et du Block ne sont pas liées aux problèmes du nouveau système de conduite. Néanmoins, elles révèlent **des lacunes** dans le travail de conception en particulier **dans la préparation du démarrage**. En effet, les deux appareils concernés sont identifiés comme sensibles par les acteurs de l'atelier. Pourtant, leurs pannes comme leurs réparations que nous détaillerons dans la deuxième partie de ce chapitre montre que les acteurs de l'équipe projet n'ont pas pris en compte cette particularité pour préparer le démarrage. La panne du Block le démontre plus particulièrement. En effet, cet appareil fait usuellement l'objet d'une préparation spécifique avant le démarrage de la campagne de fabrication du B2. Pourtant, alors que l'atelier se prépare à démarrer la première campagne de ce produit avec le nouveau système, le protocole habituel n'est pas appliqué.

Par ailleurs, ces deux pannes interrogent la constitution et l'utilisation du retour d'expérience de l'atelier. L'analyse de leur résolution nous permettra de répondre à cette question (Cf. §9.2.).

9.1.3. Les pannes informatiques révèlent une définition des besoins incomplète

Les pannes du système de conduite bloquent la fabrication. Elles attentent à la conformité des produits et à la sécurité des opérateurs. De plus, les retards au démarrage ont été sous-estimés par les acteurs de l'équipe projet, du Comité de Pilotage et de l'atelier. De ce fait, ils affectent le planning des fabrications et menacent la tenue des délais de livraison.

Les capacités insuffisantes du système informatique sont identifiées comme la cause principale des pannes du système lors du lancement de la fabrication du premier lot d'A1. Cependant, l'origine de ces pannes reste incertaine. Cette incertitude et la surcharge de données identifiée montrent que le choix du système et la définition de ses capacités repose sur une prise en compte partielle des caractéristiques du procédé et des besoins d'enregistrement des données. De plus, ces choix montrent que les dysfonctionnements de l'atelier ont été appréhendés comme des conséquences de la vétusté de l'ancien système de conduite. Les pannes de matériel confirment que la définition des caractéristiques du système s'est faite à partir des besoins de fabrication sans prendre en compte les futures situations de travail.

9.1.4. Le manque de traçabilité révèle une traduction expéditive des exigences réglementaires

9.1.4.1. Un processus de fabrication enregistré en pointillés

Deux problèmes montrent que les acteurs de l'équipe projet ont pensé le processus de fabrication en pointillés : 1) les **défauts d'enregistrement** des actions des opérateurs lors **des phases de transfert du procédé**, 2) les défauts dans **l'enregistrement des paramètres critiques pour la qualité** montrent que les acteurs de l'équipe projet n'ont pas traduit précisément les exigences réglementaires de traçabilité des produits et des processus pour définir des spécifications techniques du système. Le nombre et le type de données à enregistrer n'ont pas fait l'objet d'un inventaire exhaustif. L'absence d'enregistrement de nombreux paramètres critiques qualité provoque des non-conformités qui compromettent la validation de la recette A1. Ces données situées dans la « bande morte » ne figurent pas dans le journal batch. Les acteurs de la réunion de validation de la recette de fabrication de l'A1 (vignette 2, annexe IV.2.), établissent ce constat en examinant les fiches de suivi de validation complétées par les opérateurs et les impressions des données de fabrication enregistrées par le système.

9.1.4.2. La valeur de preuve légale des données de fabrication sous-estimée

Les capacités insuffisantes du support d'archivage **des données de fabrication** montrent que les acteurs de l'équipe projet ont considéré ces données **indépendamment de leur valeur de preuve légale en cas de crise sanitaire**.

Début juillet 2004, alors que le nouveau système de conduite est démarré depuis plusieurs mois, les acteurs de l'atelier ne disposent pas encore d'un support d'enregistrement des données de fabrication conforme à la réglementation. Lors de la réunion d'avancement du projet avec le représentant de ChimInfo, ce dernier ne peut pas garantir que le support installé permet de conserver et, le cas échéant, de recharger ces données pendant onze ans.

Cette lacune montre que les acteurs de l'équipe projet n'ont pas tenu compte de ces exigences dans la définition des spécificités du système de conduite à l'intention du fabricant du système (cahier des charges). Plus fondamentalement, ces choix révèlent que les acteurs de l'équipe projet ont **sous-estimé les conséquences judiciaires d'une perte de données en cas d'incident sanitaire impliquant les produits de l'atelier**. Dans la deuxième partie de ce chapitre, la recherche d'une solution technique le montrera plus précisément.

Par ailleurs, selon les acteurs de l'Assurance Qualité, l'impression du journal batch et les activités d'audit des dossiers de lots durent trop longtemps. Ces contraintes montrent que les acteurs de l'équipe projet ont défini les paramètres d'impression et de sélection des données sans considérer le type de données nécessaires pour constituer un dossier de lots complet ni la durée moyenne d'audit de ce dernier.

9.1.4.3. Une validation résumée à ses supports

Les fiches de validation incomplètement renseignées par les opérateurs montrent que ces derniers ne se sont pas impliqués dans le processus de validation. Une partie des acteurs de la réunion l'explique par l'absence d'organisation spécifique de cette phase du projet. Plus fondamentalement, cette absence de formalisation de la validation révèle que cette étape a été réduite au renseignement des supports documentaires. Les lacunes dans le travail de préparation du démarrage le révèlent. D'une part, pour la validation du système sur plate-forme, le technicien spécialiste de la validation a préparé les supports de validation. Cependant, il ne l'a pas appréhendé comme une activité supplémentaire pour les techniciens de l'équipe projet, occupés à finaliser le système. De même, il n'a pas considéré la validation comme une activité supplémentaire pour les opérateurs mobilisés par le démarrage des fabrications avec le nouveau système. C'est pourquoi, cette étape n'a pas fait l'objet d'une organisation particulière.

9.2. La résolution des dysfonctionnements

La résolution de ces différents dysfonctionnements représente un enjeu pour l'équipe projet comme pour les acteurs de la fabrication. En effet, les retards dans la finalisation du système de conduite menacent la compétitivité de l'atelier car ils impactent le planning de fabrication et l'atteinte des objectifs qualité. De plus, comme ils perturbent le déroulement des procédés, les dysfonctionnements informatiques menacent la sécurité des opérateurs. Conjugués aux retards de validation, ils compromettent l'atteinte de l'objectif de conformité du système et des recettes de fabrication. Afin de limiter les conséquences de ce démarrage difficile sur les performances de l'atelier, le responsable des fabrications et celui de l'atelier décident de modifier le planning des fabrications pour l'année 2004. Ce choix privilégie la compétitivité au détriment du coût humain et économique pour les acteurs de l'atelier et du site. En effet, les alternances entre les produits et donc les inters campagnes sont plus fréquentes.

9.2.1. Traduire les exigences réglementaires de suivi des fabrications

9.2.1.1. Enregistrer les données de fabrication : entre application des règles et définition progressive

1) La réunion d'avancement de la validation de la recette A1 révèle les difficultés des acteurs de l'équipe projet pour traduire les exigences réglementaires de suivi des données de fabrication. **A la suite de cette réunion, les acteurs de l'équipe projet corrigent l'enregistrement des valeurs du procédé lors des phases de transfert** afin de prévenir les risques de non-conformité du processus de fabrication d'une part et de faire progresser la validation de la recette d'autre part. Pour s'assurer de l'efficacité de ce travail de correction, ils en évaluent sa durée et l'intègrent au travail de finalisation de la programmation des recettes. Ainsi, ils tiennent compte du retour d'expérience des phases de validation du système en plate-forme. En effet, à cette période, l'absence de planification des corrections avait contraint les acteurs du projet à repousser l'implantation et le démarrage du nouveau système.

Par ailleurs, **les techniciens de l'équipe projet modifient les modalités d'enregistrement des paramètres critiques afin d'en assurer la lisibilité.** Pour déterminer la proportion de paramètres lisibles, ils se conforment aux Bonnes Pratiques de Fabrication issues de la traduction des exigences réglementaires et imposant la proportion de paramètres lisibles. La prévention des risques de non-conformité repose donc sur la conformité aux règles traduisant les exigences réglementaires.

2) Cependant, la conformité de l'enregistrement des données est parfois plus complexe à définir. La finalisation du journal batch montre les difficultés des acteurs de l'équipe projet et des acteurs de l'Assurance Qualité. En effet, lors de premières opérations de fabrications, le journal batch s'avère trop lourd car les données ne sont pas triées, ce qui allonge et complique le travail d'audit des dossiers de lots. **Les acteurs de l'équipe projet vont redéfinir le contenu du journal batch par la recherche progressive d'un compromis entre les demandes des acteurs de l'Assurance Qualité et les capacités de programmation et d'enregistrement du système de conduite.** Comme nous le verrons plus précisément dans le chapitre suivant, le chef de projet joue le rôle d'intermédiaire entre les techniciens de l'équipe projet et les acteurs de l'Assurance Qualité.

9.2.1.2. Archiver les données, une traduction de la réglementation à construire

Lors de la réunion de finalisation du système de conduite (Vignette 3, annexe IV.3.), les acteurs de l'équipe projet recherchent un support d'archivage des données conforme à la réglementation. Cependant, ils s'opposent avec le représentant de ChimInfo sur la solution à mettre en oeuvre. Pour les acteurs de l'équipe projet, la conformité est un objectif. Il s'agit donc de définir les caractéristiques d'un support permettant de conserver les données pendant 11 ans. Le fabricant du système ChimInfo envisage la conformité à partir d'un étalon. C'est pourquoi, il se fonde sur la comparaison avec les pratiques d'un autre site pour établir la conformité du support qu'il a proposé. Ces oppositions se traduisent également dans leur manière respective d'appréhender le risque de perte de données. Pour les acteurs du site, cette perte représente un risque légal en cas de crise sanitaire. De plus, les acteurs de l'équipe projet envisagent la perte de données comme la conséquence d'erreurs dans les activités de sauvegarde des données. En quelque sorte, ils analysent le risque de perte de données à partir d'un scénario majorant d'accident de non-conformité. C'est pourquoi, ils recherchent également un support et des modalités de sauvegarde permettant de prévenir ces erreurs. Pour le fabricant du système, les conséquences d'une perte de données sont associées à une sanction réglementaire mais restent confuses. C'est pourquoi, afin de prévenir le risque de perte de données, les acteurs de l'équipe projet définissent les caractéristiques du support et les modalités de sauvegarde associées dans un cahier des charges à l'attention de ChimInfo.

9.2.2. Fiabiliser le système de conduite pour maîtriser les risques

Les pannes du système de conduite du 27 novembre 2003 menacent la sécurité des opérateurs et la sûreté de l'atelier car elles compromettent la maîtrise des procédés. Les acteurs réunis pour remédier à ces pannes établissent un compromis entre la disponibilité rapide de l'atelier et les risques induits par les défaillances du système qui empêchent la maîtrise d'un procédé dangereux. Ils maîtrisent les risques procédés liés à l'arrêt de l'atelier. Dans le même temps, ils s'appuient sur le fabricant du système pour fiabiliser son fonctionnement à court et à long terme. Cependant, pour s'assurer de l'efficacité des solutions proposées, ils participent au diagnostic et à la recherche de solutions. Par ailleurs, contraints par les objectifs de fabrication, ils trouvent une solution de redémarrage rapide et limitant les risques de pannes. Sa mise en œuvre repose sur une organisation robuste du redémarrage.

9.2.2.1. Une réparation du système durable pour maîtriser les risques

a) Etablir un diagnostic précis pour prévenir le risque de pannes du système

Tout d'abord, les acteurs réunis décident d'en appeler au fabricant du système informatique, ChimInfo. Afin de s'assurer de la fiabilité du diagnostic et des solutions proposées, ils cherchent à établir les causes techniques de la panne. Pour cela, **ils mobilisent le retour d'expérience des techniciens de l'équipe projet dans leurs activités de sauvegarde des recettes** qu'ils finalisent. Dans le même temps, les acteurs réunis font l'inventaire des conséquences de la panne sur le projet et sur le fonctionnement de l'atelier afin d'argumenter leur recours officiel auprès de ChimInfo.

b) Garantir la sûreté de l'atelier comme préalable aux décisions

Parallèlement, les acteurs de l'équipe projet s'interrogent sur les priorités : terminer le lot de fabrication en cours ou diagnostiquer et remédier à la panne, en relation avec les acteurs de l'antenne parisienne de ChimInfo. Il s'agit pour les acteurs réunis **d'établir un compromis entre sûreté de l'atelier à court terme et efficacité du système**. Ils sont divisés. D'un côté une partie des acteurs souhaite terminer en priorité le lot de fabrication en cours pour éviter la dégradation du produit et prévenir ainsi les risques professionnels associés à une intervention de débouchage. A l'opposé, une autre partie des acteurs préfère se centrer sur le diagnostic et la réparation de la panne, écartant les risques liés à la stagnation du procédé. Plus marginalement, d'autres acteurs, se référant au contrat, souhaitent laisser l'installation aux mains des acteurs de ChimInfo, considérant que la panne et ses conséquences relèvent de leur responsabilité. Finalement, les acteurs partisans du traitement prioritaire de la panne s'imposent grâce à la maîtrise d'une incertitude : la sécurité du procédé en cours.

c) Le recours formel pour maîtriser les risques

Les acteurs de l'équipe projet et les acteurs convoqués en réunion de crise décident des modalités de recours au fabricant afin de revenir à un fonctionnement fiable du système. Il s'agit d'établir un compromis entre la disponibilité du système et la fiabilité des solutions proposées. La plus grande partie des acteurs favorisent la fiabilité du système à moyen et long terme afin de maîtriser les risques professionnels et les risques de non-conformités. C'est pourquoi, ils préfèrent un recours formel afin de contraindre ChimInfo à intervenir dans le cadre du contrat, c'est-à-dire mobiliser les ressources nécessaires — y compris les entités européennes et américaines — jusqu'à réparation du système. A l'opposé, une autre partie des acteurs privilégie la disponibilité du système et recommande donc la voie informelle afin d'obtenir des réponses plus rapides en convoquant notamment l'un des responsables des formations ChimInfo dispensées aux acteurs du site. Cependant, cette dernière solution est jugée inefficace pour prévenir les risques de pannes car ces acteurs, qui n'ont pas programmé le système ne disposent pas des connaissances suffisantes pour proposer un diagnostic et des solutions fiables. Compte tenu des conséquences de la panne, la solution la plus fiable à moyen et à long termes l'emporte.

9.2.2.2. Conjuguer disponibilité du système et maîtrise des risques à court terme

a) Conjuguer fiabilité et disponibilité à court terme

La panne du 27 novembre 2003 place l'atelier dans une situation délicate car les stocks de produits sont limités et le planning de fabrication serré. Les acteurs du Comité de Pilotage et de l'équipe projet hésitent entre deux solutions pour relancer le système. Le choix est difficile car chaque option implique un compromis entre la fiabilité du système et sa disponibilité :

- Redémarrer avec la version de recette la plus récente mais prendre le risque d'une nouvelle panne,
- Privilégier la version de recette sauvegardée la semaine précédente. Cette option est plus fiable que la précédente. Cependant, le travail de finalisation des recettes et les activités de fabrication prend une semaine de retard.

De plus, les acteurs réunis manquent d'informations sur les origines de la panne : leur seule certitude concerne la surcharge du réseau informatique provoquée par les modifications de recettes en ligne. Une partie des acteurs préfère attendre l'intervention des acteurs de ChimInfo, dans le cadre du recours officiel. A l'opposé, sur la base du retour d'expérience de la maintenance de l'ancien système, certains acteurs ne veulent pas attendre une assistance dont ils estiment les réponses peu fiables. Ils proposent de reprendre la fabrication avec la version de recette la plus récente et de repartir de la version précédente en cas de nouvelle panne. Cette option est finalement retenue. Ce choix repose sur quatre éléments. Premièrement, **la maîtrise de la sûreté du procédé en cours**. Deuxièmement, **la disponibilité immédiate du système**, car l'équipe projet peut commencer à travailler sans attendre. Troisièmement, **la prévention des risques de panne du système** induits par la surcharge en données. Pour cela l'organisation du travail de modifications des recettes est

remaniée. Les techniciens travailleront sur des postes déconnectés du réseau de l'atelier. Quatrièmement, **la maîtrise des conséquences d'un échec de cette option** en proposant une solution alternative acceptable compte tenu des situations du projet et de l'atelier : recharger la version de recette la plus ancienne et accepter de perdre une semaine de travail de modifications. Ce recours n'affecterait pas la sûreté de l'atelier qui, dans le pire des cas, en serait réduite à la situation actuelle. Ils ne compromettraient pas les objectifs de fabrication car même réduits, les stocks de produits permettent de tolérer ce retard. Cette solution reste la plus sûre à moyen terme, en attendant une réparation durable du système.

b) S'organiser pour un redémarrage fiable

Ayant décidé de la suite des opérations, les acteurs réunis réaffectent les ressources de l'équipe projet pour redémarrer l'atelier. Tout le problème est de s'organiser avec des ressources réduites car les techniciens informaticiens et automaticiens en sous-traitance assistant l'équipe projet terminent leurs contributions. Le redémarrage selon les modalités prévues n'est possible que si les techniciens de l'équipe projet acceptent une surcharge de travail momentanée. **L'engagement des techniciens de l'équipe projet** repose sur la décision de leur allouer des **rétributions spécifiques** conditionnées à leur temps de travail. Ainsi, l'efficacité des modalités de redémarrage choisies repose sur les choix d'organisation de ce démarrage et les ressources de l'organisation du site.

9.2.2.3. Finaliser le système : disponibilité et maîtrise des risques à long terme

a) Le contrat pour retrouver la fiabilité

La résolution des insuffisances et des défauts du système se poursuit pendant plusieurs mois. Pour s'assurer de leur résolution et disposer d'un système de conduite fiable, les acteurs du site contraignent les acteurs de ChimInfo à réparer le système. Pour cela, ils s'appuient sur les dispositions contractuelles : ils décident de ne pas accuser réception du système de conduite tant que les réparations ne leur semblent pas satisfaisantes. Ils mobilisent les ressources légales offertes par le contrat : les négociations se matérialisent par des lettres avec accusés de réception. De la sorte, ils obtiennent que les acteurs de ChimInfo implémentent une version plus récente et plus performante du logiciel de conduite des procédés.

b) Conquérir efficacité des réparations et disponibilité du système

Les acteurs de ChimInfo ont décidé de remplacer la version du logiciel de pilotage des procédés. Les acteurs de l'équipe projet et de l'atelier doivent décider avec eux de l'organisation de leurs interventions. Il s'agit de préserver les conditions d'efficacité de leurs interventions et dans le même temps de ne pas affecter la disponibilité du système. Ils s'entendent pour que l'intervention ait lieu en début d'inter campagne, dès l'arrêt des fabrications. Cette décision aboutit à un compromis entre l'efficacité des réparations et la disponibilité du système satisfaisant pour maîtriser les risques. Elle repose sur trois critères. Premièrement, la prévention des risques de perte de données lors de l'intervention car le réseau de communication informatique est brièvement coupé. C'est pourquoi, il

est impératif que la fabrication soit arrêtée. Deuxièmement, un temps d'intervention suffisant pour les techniciens de ChimInfo donc dès l'arrêt des fabrications. Troisièmement, la présence des acteurs de l'équipe projet, disponibles au moment de l'arrêt.

9.2.2.4. Valider le système et les recettes de fabrication

Les acteurs réunis pour statuer sur la validation de la recette de fabrication de l'A1 s'accordent sur l'impossibilité de valider la recette compte tenu de ces lacunes dans les documents de suivi et dans le journal batch. Ils s'accordent sur le manque de participation des opérateurs mais s'opposent quant à ses causes et aux solutions pour y remédier. Pour une partie des acteurs, l'implication des opérateurs et une question d'organisation de la validation, notamment d'attribution des rôles et des responsabilités. Pour l'autre partie des acteurs, le manque d'implication des opérateurs provient de leur incompréhension du fonctionnement du système. De ce fait, une nouvelle session de formation parce qu'elle résoudra les difficultés de pilotage des opérateurs facilitera leur compréhension et leur contribution à la validation.

Par ailleurs, leur opposition sur l'origine des difficultés de validation se retrouve dans leurs approches respectives du processus de validation. Les acteurs soucieux de la compréhension des opérateurs estiment que la complexité du processus nuit à la validation. Ils proposent de le simplifier pour deux raisons. D'une part, il s'agit de faciliter le travail des opérateurs confrontés à un nouveau système dont ils ne comprennent pas les rouages. D'autre part et surtout, les expériences de validation sur le site montrent que des protocoles de validation plus simples peuvent être mis en œuvre. Le premier groupe d'acteurs s'y oppose fermement car cette simplification compromet la maîtrise des risques de non-conformité. En effet, comme elle modifie les fondements de la validation, cette simplification remet en cause la conformité du système et des recettes et des supports de fabrication aux exigences réglementaires. Même si les tenants de la validation ne le mentionnent pas explicitement dans la discussion, une telle simplification remet en cause l'ensemble du travail de conception des protocoles de validation. Comme une partie du système a été validée suivant ce protocole, le reste de la validation doit se conformer à ce modèle sous peine de remarque de la part d'un auditeur. Finalement, la prévention des risques de non-conformités l'emporte sur le retour d'expérience : le processus de validation n'est pas simplifié. L'organisation avec l'attribution de rôles et de missions est mobilisée pour faire aboutir la validation : les acteurs de l'équipe projet responsables de la validation et le responsable de l'atelier encadreront et assisteront les opérateurs lors des phases de validation.

9.2.3. Retrouver des pratiques de conduite conformes aux objectifs initiaux : armes technologiques et organisationnelles

Afin de remédier aux forçages du système, les acteurs de l'équipe projet procèdent à des modifications technologiques et organisationnelles.

9.2.3.1. Former les opérateurs

Les acteurs de l'équipe projet s'accordent sur la nécessité de re-former les opérateurs afin qu'ils comprennent mieux la conduite des procédés par phases et ne relancent plus systématiquement la phase en cours. Pour cela, les acteurs de l'équipe projet envisagent de mobiliser les supports de conception en particulier l'analyse fonctionnelle.

9.2.3.2. Modifier les supports à la conduite

Les acteurs réunis décident de modifier les supports d'aide au contrôle des paramètres critiques sur l'écran afin d'améliorer la compréhension des opérateurs. Cependant, ils décident de ne pas enrichir les supports papiers à la conduite pour deux raisons. D'une part, ils souhaitent ne pas altérer leur clarté. D'autre part, ils donnent la priorité au renseignement du *journal batch* à l'écran car il constitue le support majeur pour la validation du dossier de lots.

9.2.3.3. Redistribuer les droits d'accès

Enfin, pour limiter l'utilisation des coordonnées de l'agent de maîtrise par les opérateurs, l'encadrement de l'atelier et l'équipe projet ajoutent un échelon hiérarchique dans les accès à la conduite. Le technicien d'atelier disposera de droits spécifiques afin de prévenir les risques de non-conformités liés à l'utilisation abusive des coordonnées de l'agent de maîtrise.

9.2.4. Remédier aux pannes des capteurs et du matériel de l'atelier

9.2.4.1. Une résolution à court terme : contourner le problème des capteurs pour maîtriser la conformité

Les acteurs réunis pour statuer sur la validation de la recette A1 recherchent une solution pour remédier aux pannes des capteurs. Il s'agit en fait de s'affranchir des obstacles à la validation c'est-à-dire de s'assurer de la fiabilité des capteurs. Or, cette dernière est incertaine compte tenu du grand nombre de capteurs, même s'ils sont tous réparés en début de campagne. C'est pourquoi, le problème est posé en termes d'organisation des campagnes de vérification des capteurs. Il s'agit dans ce choix d'élaborer un compromis entre fiabilité des capteurs et conformité du processus de validation. Premièrement, les acteurs réunis privilégient une solution organisationnelle : renforcer la surveillance des capteurs sensibles pendant la validation afin de limiter le nombre de pannes. Cependant, cette solution présente des risques de non-conformité car elle les expose à une remarque de la part d'un auditeur. En effet, la validation doit se faire dans les conditions normales d'exploitation de l'atelier. Deuxièmement, les acteurs réunis évoquent la réduction de la période de validation en la limitant à la fabrication de trois lots consécutifs. Cependant, cette solution est risquée

car elle remet en question la conformité du processus de validation. Troisièmement, ils peuvent choisir de ne pas modifier la périodicité des visites de maintenance au risque de connaître de nouveaux dysfonctionnements. Sur la base d'une recommandation du responsable du service des Ressources Techniques, ils choisissent la première option, s'affranchir de tout problème de validation, même si elle présente des risques de non-conformité du processus de validation.

Afin de limiter ces risques, les acteurs réunis proposent de modifier l'organisation de la validation notamment sa planification relativement à l'avancement de la campagne de fabrication. Ils hésitent quant à la période pendant laquelle les probabilités de pannes sont les moins importantes : le début de campagne, immédiatement après la révision des capteurs sensibles ou plus tard, lorsque l'atelier a atteint son régime de croisière. Ils optent pour la seconde solution.

9.2.4.2. Réparer les gros appareils : traiter le mal à la racine ?

Les pannes du Block et du système de chargement du C révèlent les lacunes dans la préparation du démarrage de l'atelier avec le nouveau système. Lors de leur traitement, les acteurs de l'atelier mettent en évidence les dysfonctionnements de l'atelier et plus particulièrement les failles dans l'organisation et le déroulement des activités de maintenance.

a) Un atelier sans mémoire

Le traitement de la panne du Block et celui de la panne du système de chargement du C ont un point commun : un temps de résolution très long. Dans le cas du système de chargement du C, les procédures d'intervention à risques, avec convocation du CHSCT, préparation de l'intervention avec application de dispositions spécifiques de sécurité montrent une prise en compte des risques organisée. Cependant, **la recherche de la cause du bouchage montre que le retour d'expérience de l'atelier n'est pas formalisé.** En effet, en l'absence de l'ingénieur ayant participé à la conception de ce matériel, les acteurs mobilisés pour le traitement du problème ne trouvent pas de supports leur permettant d'établir un diagnostic rapide. Ils sont contraints de se réapproprier le fonctionnement détaillé de l'installation. Leurs incertitudes ne disparaîtront qu'avec l'analyse chimique du produit à l'origine du bouchage. Cette faiblesse apparaît d'autant plus cruciale que l'ingénieur dont l'absence coûte deux jours de retard à l'atelier quittera le site quelques semaines plus tard.

Le traitement de la panne du Block renforce le constat de cette faiblesse. De façon analogue, l'absence de l'agent de maîtrise de la maintenance, spécialiste de cet appareil laisse les acteurs travaillant à la résolution de la panne désespérés. Dans ce cas précis, le réexamen des modalités de fonctionnement de cet appareil très complexes, ponctués par des essais pour le redémarrage coûteront trois semaines à l'atelier VANADIUM. Ces essais sans succès alors que cet appareil a fait l'objet de nombreuses études pour le fiabiliser montre que **le retour d'expérience sur les pannes de cet appareil reste peu formalisé dans l'atelier.**

b) Une maintenance en manque de ressources ?

Les acteurs de l'atelier expliquent la modification « pirate » à l'origine de la panne du Block comme le résultat du comportement irresponsable d'un agent de maîtrise de la maintenance isolé dans un atelier de fabrication. Ils mettent en cause sa responsabilité dans sa décision de modifier l'appareil sans en informer sa hiérarchie ni rectifier les documents de suivi de l'appareil. De façon générale, les acteurs du projet et les responsables des différents services s'accordent sur le manque de ressources pour la maintenance de l'atelier, mises en évidence par ces pannes. C'est pourquoi, ils réorganisent l'atelier en PMT (Plant Management Team) au sein desquelles la maintenance est renforcée avec l'arrivée d'un nouveau responsable (Cf. §7.1.2.).

Cependant, nous verrons dans le chapitre suivant que cette panne révèle des failles dans l'organisation de la maintenance de l'atelier et du site qui ne tiennent pas uniquement aux ressources en personnel (Cf. Chapitre 10, § 10.2.2.). Enfin, avec la panne du silo de chargement du C, elle met également en évidence les difficultés de transmission et de maintien des compétences indispensables au fonctionnement de ces « bêtes à chagrin ». De ce fait, on se demandera si la solution organisationnelle mise en place (PMT) suffit à compenser ces faiblesses.

9.3. Conjuguer technologie et organisation pour maîtriser les risques

9.3.1. La technologie pour maîtriser les risques

En recherchant l'origine des dysfonctionnements de l'atelier et du nouveau système de conduite, les acteurs de l'équipe projet discutent des conséquences de leurs choix technologiques sur les risques de non-conformité et sur les risques professionnels. Parallèlement, ils mobilisent la technologie pour maîtriser ces risques.

9.3.1.1. Analyser les conséquences des choix technologiques sur les risques de non-conformité et les risques professionnels

Lors du démarrage et de la finalisation du nouveau système de conduite, les acteurs de l'équipe projet considèrent les conséquences de leurs choix technologiques sur les risques professionnels et les risques de non-conformité. Ils s'intéressent : 1) aux caractéristiques techniques du système informatique, 2) aux choix technologiques issus de la traduction des exigences réglementaires, 3) au matériel de l'atelier.

a) Analyser les conséquences des caractéristiques techniques du système informatique sur les risques

1) Lors de la réunion d'avancement de la validation, les acteurs de l'équipe projet évoquent les **risques de non-conformité des produits induits par les limites des capacités du système pour programmer des messages** guidant les opérateurs (« need comment »). Ils mettent en évidence les bénéfices de la *redondance* des supports papiers et informatiques pour contraindre les opérateurs à compléter les commentaires sur leurs actions.

2) Lors de la réunion de finalisation du système avec le responsable de ChimInfo, les acteurs de l'équipe projet évoquent **les capacités insuffisantes du logiciel de chargement des données archivées pour prévenir le risque de non-conformité** lié à une absence de données de fabrication.

3) Enfin, le 23 novembre 2003, lors du traitement des pannes du système informatique, les acteurs de l'équipe projet évoquent **les risques de non-conformité et les risques professionnels** dus à la dégradation des produits provoqués par **des arrêts inopinés du système**.

b) Analyser les conséquences des difficultés de traduction de la réglementation en dispositions techniques sur les risques

1) Lors de la réunion d'avancement de la validation, les acteurs de l'équipe projet mettent en évidence **les risques de non-conformité induits par les incertitudes sur la programmation des paramètres critiques qualité**. Plus particulièrement, ils hésitent sur le format de programmation de la température du mélange en cours de fabrication : une valeur ou une plage de valeurs.

2) Au cours de la réunion d'avancement de la validation, les acteurs de l'équipe projet évoquent **les risques de non-conformité liés aux défauts d'enregistrement des valeurs des paramètres critiques**. Ils remettent en cause les caractéristiques techniques de l'enregistrement des données afin que ces paramètres restent lisibles et exploitables pour valider les dossiers de lots.

3) Ensuite, les acteurs de l'équipe projet évoquent **les défauts de programmation des interfaces informatiques**, plus particulièrement, le déroulement à l'écran d'une phase de transfert du procédé. Ce manque de clarté parce qu'il est source d'erreurs de la part des opérateurs présente **un risque de non-conformité**.

4) Enfin, les spécialistes de ChimInfo ont proposé **un support d'archivage des données** qui menace **la conformité** de l'atelier à la réglementation du médicament. De plus, en cas de crise sanitaire, les lacunes de ce support font courir au site un risque de sanction légale.

c) Analyser les conséquences des défaillances techniques de l'atelier sur les risques

Lors de la réunion d'avancement de la validation, les acteurs de l'équipe projet identifient les conséquences des défaillances des capteurs sur le risque de non-conformité de la recette de fabrication d'A1, en cours de validation.

9.3.1.2. Prendre en compte des risques de non-conformité et les risques professionnels pour faire des choix technologiques

Réciproquement, la prévention du risque qualité et des risques professionnels motive les choix technologiques des acteurs de l'équipe projet, en particulier pour remédier aux problèmes du démarrage. Nous distinguons deux catégories de choix selon leurs objectifs : la conformité des produits ou la conformité du nouveau système de conduite.

a) Prévenir les risques de non-conformité des lots de produits fabriqués

- 1) Les acteurs de l'équipe projet corrigent l'enregistrement des actions des opérateurs lors des phases de transfert afin de prévenir le risque de non-conformité des produits fabriqués.
- 2) Ils corrigent également la fréquence d'enregistrement des paramètres critiques pour la qualité afin de limiter le risque de non-conformité du à un manque de valeurs (bande morte).
- 3) Les acteurs de l'équipe projet corrigent les modalités d'enregistrement de la phase de transition afin que les paramètres critiques soient enregistrés et prévenir ainsi les risques de non-conformités des produits.

b) Prévenir les risques de non-conformité du nouveau système de conduite

- 1) Les acteurs de l'équipe projet préparent un cahier des charges définissant les caractéristiques du support d'archivage des données, à l'attention du fabricant du système.
- 2) Le fabricant du système propose une nouvelle version du logiciel de conduite des procédés afin que l'ensemble des données de fabrication soit enregistré, conformément à la réglementation. De plus, ce nouveau logiciel plus performant permet de prévenir les risques de non-conformité des produits et les risques professionnels induits par les pannes informatiques.

9.3.2. Quelle prise en compte de l'organisation dans la conception du nouveau système de conduite ?

Dans cette deuxième partie, nous analysons les caractéristiques de l'organisation que les acteurs de l'équipe projet considèrent dans le travail de conception mais également celles qu'ils ignorent. Ensuite, nous mettons en évidence les conséquences de cette prise en compte sur la maîtrise des risques professionnels et des risques de non-conformité. Nous nous appuyons sur la définition de l'organisation que nous avons donnée dans le premier chapitre de cette thèse. Comme nous nous centrons sur le processus de conception, nous considérons l'organisation comme une formalisation du travail composée de deux éléments étroitement intriqués : 1) l'organisation générale comme une structuration des rôles et des missions c'est-à-dire *un cadre d'action*, 2) l'organisation des activités d'exploitation et de maintenance du futur poste de dépotage, c'est-à-dire un *programme d'activités*. Nous concevons cette organisation comme un cadre à partir duquel les acteurs mobilisent des ressources et des contraintes pour mener leurs activités quotidiennes. Au cours de cette action

organisée, les acteurs redéfinissent les contours du cadre organisationnel élaboré au cours de la conception.

En ce qui concerne le périmètre de l'organisation affectée par le projet, nous considérons l'organisation des activités de conduite des fabrications, l'organisation des activités de contrôle de la qualité, l'organisation des activités de maintenance de l'atelier et l'organisation des activités de maintenance du système de conduite. En effet, avec l'enregistrement électronique des données de fabrication, les activités de contrôle de la qualité sont étroitement associées aux activités de fabrication. Ensuite, les pannes de l'atelier peuvent altérer la conformité des produits et contraindre les opérateurs à des interventions de débouchage à risques. Enfin, avec l'automatisation de la conduite des fabrications, les dysfonctionnements du système de conduite affectent la maîtrise des risques professionnels et des risques de non-conformité.

9.3.2.1. Les concepteurs ont pensé l'organisation

Les auteurs ayant étudié la fiabilité des systèmes socio-techniques à risques sous l'angle de leur conception mettent en évidence l'incapacité des techniciens et ingénieurs à concevoir l'organisation adaptée à la technologie qu'ils définissent (Perrow, 1984, 1999 a & b; Perin, 2005). Par conséquent, ils conçoivent un système socio-technique qui ne permet pas de maîtriser les risques. Nous ne partageons pas ces résultats. Notre analyse montre que les acteurs de l'équipe projet anticipent partiellement l'organisation — comme *cadre d'action* et comme *programme d'activités* — Nous exposons les composantes de l'organisation qu'ils prennent en compte et anticipent puis, celles qu'ils ignorent. Dans chaque cas, nous mettons en évidence les conséquences sur la maîtrise des risques. Nous ne proposons pas d'inventaire exhaustif des caractéristiques organisationnelles évoquées ou ignorées par les acteurs. En effet, notre méthodologie d'enquête ne le permet pas car nous n'avons pas assisté à l'ensemble des réunions du projet, ni à l'ensemble des échanges informels entre les acteurs du projet (Cf. chapitre 2, §2.3.2.). Finalement, il s'agit pour nous d'appréhender les dernières phases de la construction des forces et des faiblesses de la future organisation de la conduite des fabrications de l'atelier VANADIUM.

a) L'organisation comme un cadre d'action inachevé

Au cours de la conception et du développement du nouveau système de conduite, les acteurs de l'équipe projet considèrent plusieurs caractéristiques de l'organisation de l'atelier comme *cadre d'action* pour les futurs opérateurs. Cependant, les problèmes du démarrage montrent que les acteurs de l'équipe projet ont conçu l'organisation de façon fragmentaire.

Premièrement, les acteurs de l'équipe projet ont considéré **la distribution des rôles et des tâches entre les différents acteurs de l'atelier**. En effet, ils ont conçu des accès spécifiques selon les spécialités de ces différents acteurs : procédés, fabrication, maintenance du système, maintenance de l'instrumentation de l'atelier. Ils ont également anticipé **la distribution des tâches au sein des équipes de fabrication ainsi que le système d'autorité et de contrôle** : ils ont prévu des accès à la conduite différenciés selon les niveaux hiérarchiques des acteurs de l'équipe de fabrication. Les concepteurs ont respecté le système d'autorité et de contrôle formel en limitant l'accès des

opérateurs à la conduite à des groupements de matériels. De plus, les acteurs de l'équipe projet ont considéré deux niveaux pour programmer les hiérarchies d'accès dans chaque équipe de conduite : l'agent de maîtrise dispose de droits d'accès plus importants que les autres opérateurs de l'équipe. L'adjoint de fabrication et le responsable de l'atelier disposent de droits d'accès les plus élevés. Or, nous verrons dans le chapitre suivant que cette division du travail ne correspond pas au fonctionnement réel de l'atelier, ce qui explique en partie que la hiérarchisation des accès à la conduite des procédés ne suffise pas à réformer les pratiques des opérateurs (Cf. Chapitre 10, § 10.1.). En effet, les équipes de conduite comptent quatre niveaux d'opérateurs en fonction de leurs compétences (Cf. chapitre 3 § 3.2.1.2. c)). L'absence de hiérarchies intermédiaires conduit les opérateurs à utiliser les coordonnées de l'agent de maîtrise de quart pour débloquer certaines situations.

Deuxièmement, les acteurs de l'équipe projet ont anticipé **la répartition des tâches entre l'homme et la machine**. En effet, lors de la réunion d'avancement de validation de la recette de fabrication d'A1, les acteurs de l'équipe projet évoquent l'attribution du double contrôle de la valeur des paramètres critiques pour la qualité au système informatique alors qu'il était effectué par un deuxième opérateur auparavant. De même, les discussions pour remédier aux capacités insuffisantes du système pour enregistrer les paramètres qualité et pour programmer des aides aux opérateurs afin qu'ils complètent les documents de suivi de la validation relèvent de la répartition de la traçabilité des processus de fabrication entre l'opérateur et le système informatique. Cependant, comme le montrent les difficultés des opérateurs avec le fonctionnement des « exigences », les acteurs de l'équipe projet n'ont pas anticipé précisément la répartition des tâches entre les opérateurs et le système de conduite pour contrôler les paramètres critiques pour la qualité.

Troisièmement, les acteurs de l'équipe projet ont pris en compte **les compétences** des opérateurs. En effet, ils ont conçu et mené des séances de formation à la conduite du nouveau système. Les difficultés des opérateurs au démarrage mettent en évidence les lacunes de cette formation : les acteurs de l'équipe projet ont pris en compte les compétences des opérateurs partiellement, en les limitant à la conduite du système en situation routinière. En effet, ils n'ont pas intégré au programme de formation les étapes sensibles du procédé ni les situations de blocages récurrentes. Cependant, les acteurs de l'équipe projet renouvellent cette formation pour aider les opérateurs à s'approprier les nouvelles modalités de conduite des fabrications.

Quatrièmement, les acteurs de l'équipe projet ont anticipé **le dispositif de rétribution symbolique dans la conception du nouveau système**. En effet, le système d'accès hiérarchisés à la conduite des procédés et l'enregistrement de l'ensemble des données de fabrication permettent d'attribuer chaque action de fabrication à son auteur. Ces dispositions permettent de retrouver les auteurs d'erreurs et/ou de leur récupération, ayant des conséquences sur la qualité des produits, la sûreté de l'installation et la sécurité des opérateurs.

Enfin, les acteurs de l'équipe projet ont anticipé **le système de communication et d'information** supportant les relations entre les acteurs de l'Assurance Qualité et ceux de la fabrication pour contrôler la qualité des produits et des processus. Les supports informatiques (commentaires, journal

batch, données enregistrées) et documentaires (check-lists, dossiers de lots) de suivi des fabrications complétés par les opérateurs et audités par les acteurs de l'Assurance Qualité guident leurs relations. Cependant, ces supports sont considérés uniquement pour leur valeur de cadre formel et de support d'inscription pour la refonte de l'organisation des activités de fabrication prévue. Leur dimension de support mobilisable pour des activités collectives reste ignoré.

b) L'organisation comme un programme d'activités émiété

Dans la première partie de ce chapitre, l'analyse des dysfonctionnements du démarrage a révélé les lacunes dans la prise en compte de l'organisation des futures activités de conduite des fabrications. Pour mémoire, les acteurs de l'équipe projet ont sous-estimé **la complexité** de ces activités. Ensuite, ils n'ont pas pris en compte **leur variabilité**, notamment les caractéristiques des situations de fabrication bloquantes. Par ailleurs, **ils ont sous-estimé la durée des activités d'audit des dossiers de lots** pour concevoir les supports informatiques et documentaires d'enregistrement des données de fabrication.

Pour autant, les acteurs n'ont pas complètement ignoré l'organisation en tant que *programme d'activités*. Tout d'abord, les acteurs de l'équipe projet ont anticipé **la séquence des activités de fabrication** en programmant les étapes de conduite des phases des procédés de fabrication. Plus particulièrement, à partir de l'analyse fonctionnelle, ils ont programmé les différentes étapes des procédés de fabrication. De plus, ils ont pris en compte **la complexité des activités de contrôle des valeurs critiques** pour programmer la vérification informatique de la conformité des paramètres critiques (« exigences »). Les acteurs de l'équipe projet ont également anticipé la **localisation** des activités, en particulier les déplacements des opérateurs pour effectuer des prélèvements de produits dans l'atelier puis la validation informatique des valeurs relevées, en salle de commandes.

Par ailleurs, les acteurs de l'équipe projet ont anticipé **les supports d'activités**, même si le renouvellement de ces supports est intervenu alors que le projet était bien avancé. En particulier, ils ont conçu de nouvelles check-lists pour le suivi des fabrications et un nouveau mode opératoire pour conduire le nouveau système.

Par ailleurs, en prévoyant des astreintes pour résoudre les pannes relevant du procédé, du système de conduite ou de l'atelier, ils ont anticipé en partie la dépendance 1) entre activités de fabrication et activités de suivi et d'amélioration des procédés, 2) entre activités de fabrication et de maintenance de l'atelier, 3) entre activités de fabrication et maintenance du système.

Enfin, dans le traitement des dysfonctionnements du démarrage, les acteurs de l'équipe projet prennent en compte **la fréquence des activités de maintenance des capteurs**. En effet, lors de la réunion d'avancement de la validation, ils discutent de la fréquence des visites de maintenance afin que les pannes de capteurs ne compromettent pas la validation de la recette de fabrication d'A1.

c) Le périmètre de l'organisation future restreint à la conduite du nouveau système

Les acteurs de l'équipe projet se concentrent principalement sur l'organisation des activités de conduite de la fabrication. Ils considèrent très marginalement les interfaces entre activités de conduite des fabrications et activités de contrôle de la qualité d'une part et entre activités de conduite des fabrications et maintenance de l'atelier d'autre part. Comme nous l'avons évoqué dans la première partie de ce chapitre (Cf. § 9.1.1.2), de façon générale, **les acteurs de l'équipe projet n'ont pas pris en compte l'état de l'atelier et donc les activités de maintenance et leur organisation.** De plus, ils n'ont pas tenu compte des appareils identifiés comme fragiles. Par ailleurs, les acteurs de l'équipe projet ont anticipé les activités de contrôle de la qualité comme indépendantes des activités de fabrication. En effet, la durée importante des activités d'audit des dossiers de lots, les lacunes dans les messages d'aide et le mode opératoire pour que les opérateurs contrôlent et renseignent les valeurs des paramètres critiques pour la qualité le démontrent.

9.3.2.2. Les ingrédients de la conception organisationnelle

A présent, nous examinons la manière dont les composantes de l'organisation apparaissent dans les débats de conception. Sans faire un inventaire exhaustif, il s'agit d'identifier les ingrédients à partir desquels les acteurs de l'équipe projet identifient les caractéristiques de la future organisation des activités de l'atelier VANADIUM. Bien qu'ils ne soient pas indépendants les uns des autres, nous distinguons trois principaux ingrédients : 1) des caractéristiques de l'organisation du site, de l'atelier qui s'imposent comme des contraintes, 2) des contraintes technologiques, 3) les risques de non-conformité et les risques professionnels.

a) Les contraintes organisationnelles indépendantes du projet

Au cours de leur travail de conception, les acteurs de l'équipe projet ont considéré deux types de contraintes organisationnelles :

1) L'organisation des activités de fabrication de l'atelier VANADIUM. Les acteurs de l'équipe projet ont planifié le démarrage et les premiers mois de fabrication en reprenant **la planification habituelle des fabrications** (alternance A1/B2).

Par ailleurs, les acteurs de l'équipe projet ont reconduit **le système d'autorité et de contrôle de l'atelier.** A travers le choix des hiérarchies d'accès, les acteurs de l'équipe projet ont reproduit l'autorité du chef d'atelier et de son adjoint sur les équipes de fabrication. De même, au sein des équipes, ils ont établi une différence entre les agents de maîtrise et les autres opérateurs.

3) L'organisation des activités de maintenance de l'atelier VANADIUM. Les acteurs de l'équipe projet n'ont pas pris de dispositions spécifiques pour remédier aux blocages imposés par les pannes de matériel alors qu'avec le nouveau système, les acteurs de l'équipe projet ne pourront pas s'en départir. Ils ont tacitement reconduit l'organisation de la maintenance en vigueur au VANADIUM, reposant principalement sur le rôle de suivi des opérations de maintenance de l'agent de maîtrise plate-forme rattaché à la fabrication.

b) Les contraintes technologiques

Certaines caractéristiques de l'organisation des activités de fabrication proviennent de contraintes technologiques reliées entre elles. Au démarrage de l'atelier, **le choix d'un système de marque ChimInfo** contraint fortement le projet. En effet, afin de ne pas modifier le système de cartes électroniques transmettant les commandes données depuis le système informatique au matériel de l'atelier, les acteurs de l'équipe projet décident de reconduire un système de la même marque. Or les caractéristiques de ce système impliquent pour les acteurs de l'équipe projet de programmer une conduite par phases, ce qui contraint le déroulement des différentes étapes de fabrication et donc la séquence des activités.

Les procédés de fabrication de l'A1 et du B2 contraignent la séquence et la durée des activités. Par exemple, la durée d'une étape de distillation contraint la durée pendant laquelle les opérateurs doivent surveiller cette étape depuis les écrans de contrôle. Ensuite, ces procédés contraignent également la localisation des activités. En effet, pour certaines phases à risques, les opérateurs doivent effectuer des prélèvements et des relevés dans l'atelier puis les analyser en laboratoire.

c) Les risques

Une partie des caractéristiques de l'organisation comme *cadre d'action* provient de la prise en compte des risques de non-conformité par les acteurs de l'équipe projet. Plus précisément, les exigences réglementaires les contraignent dans l'organisation du suivi des fabrications. De plus, elles conditionnent la distribution des tâches entre l'homme et la machine. D'une part, elles prescrivent l'enregistrement des données ainsi qu'un suivi informatique et documentaire des fabrications. D'autre part, elles imposent l'organisation des accès à la conduite et l'enregistrement des actions des opérateurs afin de pouvoir les retracer.

9.3.2.3. La construction progressive des choix technico-organisationnels

a) Une explicitation de l'organisation nécessaire mais pas suffisante

Nous avons observé la phase de démarrage du système de conduite et sa finalisation. Elle nous a permis de mettre en évidence les lacunes dans le travail de conception des acteurs de l'équipe projet. L'analyse de l'identification et de la résolution de ces problèmes par les acteurs de l'équipe projet permet de comprendre comment ils construisent des choix technico-organisationnels pour maîtriser les risques de non-conformité et prévenir les bouchages, sources de risques professionnels. Comme nous l'avons montré avec le projet de modification du poste de dépotage d'acide A, il s'agit de montrer que l'articulation entre technologie et organisation est d'autant plus fragile pour maîtriser les risques que les acteurs ne mettent pas ces deux composantes explicitement en relation. Les problèmes du démarrage identifiés par les acteurs de l'équipe projet illustrent cette fragilité. Ensuite, les solutions mises en œuvre par les acteurs de l'équipe projet améliorent cette articulation technico-organisationnelle notamment en explicitant les relations réciproques entre ses deux composantes. Cependant, les acteurs de l'équipe projet pensent les relations de contraintes entre la technologie et

l'organisation comme des relations de cause à effet. Ces deux étapes d'identification et de résolution des problèmes permettent d'appréhender le mouvement d'articulations successives de la technologie avec l'organisation jusqu'à la convergence vers un choix technico-organisationnel acceptable pour la maîtrise des risques de non-conformité et des risques professionnels.

Les acteurs de l'équipe projet appréhendent les composantes de l'organisation comme des conséquences de leurs choix technologiques. Cette mise en relation inscrit les composantes organisationnelles dans les limites du *champ de conception organisationnelle* délimité par la technologie. Cependant, lorsque les composantes de l'organisation anticipées ne leur semblent pas satisfaisantes pour construire un choix de conception permettant de maîtriser les risques et de répondre aux objectifs de fabrication, les acteurs de l'équipe projet modifient la technologie. Cette modification redéfinit les limites du *champ de conception organisationnelle*. Cependant, la technologie n'est pas toujours modifiable. Dans ce cas, les acteurs de l'équipe projet modifient l'organisation future et le système socio-technique alors obtenu n'est pas toujours optimal. Réciproquement, les acteurs de l'équipe projet définissent des choix technologiques à partir des composantes de la future organisation — en tant que *programme d'activités* et *cadre d'action* — qu'ils identifient explicitement. Certaines de ces composantes sont des caractéristiques de l'organisation existante. Les choix technologiques des acteurs se situent à l'intérieur du *champ de conception technologique* délimité en partie par les structures organisationnelles qu'ils explicitent. Lorsqu'ils estiment que leur choix n'est pas acceptable pour maîtriser les risques et répondre aux objectifs du projet, ils ajustent l'organisation. Ces ajustements redéfinissent les limites du *champ de conception technologique*. Lorsque ces composantes organisationnelles ne sont pas modifiables, ils amendent leurs choix technologiques. Cette mise en perspective se poursuit jusqu'à ce que les acteurs de l'équipe projet estiment que leur choix de conception est acceptable pour maîtriser les risques et respecter les objectifs du projet. En fait, technologie et organisation sont pensées conjointement, l'articulation élaborée par allers et retours successifs entre ses deux éléments constitutifs se trouve à l'intersection des *champs de conception technologique et organisationnelle*.

Dans les deux paragraphes suivant, nous développons trois exemples de choix technico-organisationnels afin d'illustrer comment leurs insuffisances compromettent la maîtrise des risques. Premièrement nous évoquons le choix d'automatiser la conduite des procédés et de programmer des hiérarchies d'accès afin de régulariser les pratiques des opérateurs et se mettre en conformité avec la réglementation ainsi que le choix. Deuxièmement, nous revenons sur la maintenance des appareils de l'atelier, à travers les pannes de matériels. Troisièmement et dernièrement, nous reprenons les difficultés de finalisation des supports d'enregistrements et de suivi des données de fabrication. Nous avons retenu ces exemples car ils diffèrent par le périmètre de l'organisation concernée et mettent en évidence trois défauts importants du travail de conception organisationnelle : l'échec pour corriger les pratiques de conduite des opérateurs, l'absence de prise en compte de la maintenance, les lacunes dans l'organisation des activités de contrôle de la qualité.

Automatiser les hiérarchies d'accès à la conduite : un échec pour restaurer des pratiques favorisant la maîtrise des risques

1) Avec le remplacement du système de conduite, les acteurs de l'équipe projet et l'encadrement de l'atelier cherchaient à limiter les pratiques de forçages du système par les opérateurs. C'est pourquoi, ils ont implémenté dans le système des hiérarchies d'accès à la conduite des procédés. Cependant, les opérateurs utilisent les coordonnées de l'agent de maîtrise pour forcer le déroulement des fabrications et dépasser ainsi les blocages inhérents aux procédés. Ces actions, sources de non-conformités sont identifiables grâce au suivi des actions de fabrication. Ces difficultés montrent que l'articulation entre la technologie du système et l'organisation des activités de conduite — notamment la répartition des tâches entre les opérateurs d'une même équipe — est insuffisante pour maîtriser les risques : la technologie du système sort du *champ de conception technologique* délimité par l'organisation des équipes d'opérateurs. Les modifications pour remédier à ce problème améliorent la qualité de l'articulation technico-organisationnelle pour maîtriser les risques. En effet, les acteurs de l'équipe projet examinent l'adéquation entre les hiérarchies programmées dans le système et la distribution des tâches au sein des équipes projet. Plus particulièrement, ils mettent en évidence que la technologie du système fermant les accès à la conduite selon deux niveaux n'est pas congruente avec l'organisation des équipes d'opérateurs, en particulier la répartition des rôles et des tâches au sein de ces équipes. En effet, comme il passe très peu de temps en salle de commandes — du fait des activités administratives et d'analyse en laboratoire —, l'agent de maîtrise peut difficilement intervenir rapidement en cas de situation bloquante pour les fabrications. Les acteurs de l'équipe projet prennent également en compte les ressources dans les équipes d'opérateurs en particulier la répartition des rôles en cas d'absence de l'agent de maîtrise de quart. C'est pourquoi, ils décident de modifier la programmation du système pour ajouter un niveau hiérarchique : le technicien d'atelier désigné pour remplacer l'agent de maîtrise en cas d'absence dispose de droits lui permettant de débloquent des situations. Cependant, on peut se demander si ces modifications des accès suffiront à prévenir l'utilisation abusive des coordonnées de l'agent de maîtrise. En effet, une équipe de conduite compte quatre niveaux hiérarchiques dont les prérogatives dans les activités de fabrication diffèrent. Par ailleurs, les pratiques de forçages ne résident pas uniquement dans les insuffisances de droits d'accès des opérateurs, elles résultent également des lacunes de l'organisation de la maintenance et de l'assistance procédés pour pallier les aléas de fabrication. D'ailleurs, comme nous le verrons dans le paragraphe suivant, les opérateurs redoutaient de devenir dépendants de la maintenance pour piloter les fabrications avec le nouveau système.

2) Par ailleurs, les acteurs de l'équipe projet décident d'automatiser la conduite des procédés de fabrication. Dès les phases préliminaires du projet, leurs discussions révèlent qu'automatisation et prévention des risques entretiennent une relation ambivalente. Le degré d'automatisation choisi fonde un choix technico-organisationnel qui facilite ou compromet la maîtrise des risques.

D'un côté, les acteurs de l'équipe projet et l'encadrement de l'atelier considèrent **l'automatisation comme une ressource pour éviter les erreurs de manipulation à l'origine de non-conformités et de bouchages nécessitant des interventions à risques**. Plus précisément, ils

estiment qu'associer une conduite automatisée, par blocs d'appareils d'une part à la complexité²³⁹ des activités de conduite des procédés et à leur variabilité d'autre part — certaines étapes des procédés de fabrication étant particulièrement sensibles et instables — permet de prévenir les risques. Ainsi, les acteurs de l'équipe projet automatisent le double contrôle des paramètres critiques du procédé.

A l'opposé, **les discussions des opérateurs avec les techniciens de l'équipe projet démontrent que l'automatisation peut desservir la prévention des risques de non-conformités et celle des risques professionnels.** Selon les opérateurs, la technologie définie avec l'automatisation de la conduite des procédés s'accommode mal avec l'organisation des contraintes d'une part et celle la gestion des compétences d'autre part. Ces difficultés montrent que la technologie du système sort du *champ de conception technologique* défini par l'organisation des contraintes d'une part et celle la gestion des compétences d'autre part. En effet, d'une part, pour ces opérateurs, une conduite automatisée parce qu'elle est trop « assistée par le système » ne leur permet pas de contrôler le déroulement du procédé. Ils dénoncent leur manque de marge de manœuvre pour conduire la fabrication que les défauts de programmation du système et les dysfonctionnements matériels rendent difficile. Comme le souligne l'expert procédé du site, opposé au mode de conduite par blocs d'appareils depuis les phases préliminaires du projet, les pratiques actuelles des opérateurs montrent qu'ils agissent sur les différents organes de l'atelier pour rattraper les éventuelles dérives. Plus généralement, les opérateurs craignent de devenir dépendants des interventions de la maintenance et de l'assistance procédés pour dépasser les aléas de fabrication devenus bloquants. **Les discours des opérateurs mettent en évidence la fragilité de l'articulation entre automatisation et organisation des contraintes en procédés et en maintenance pour atteindre les objectifs de fabrication et limiter les conséquences d'un blocage de la fabrication sur la qualité du produit et sur la sécurité des opérateurs.** D'autre part, en ce qui concerne l'acquisition et la maîtrise des compétences, les opérateurs anticipent les difficultés des nouveaux opérateurs, confrontés à des procédés à risques que la conduite automatisée rend plus virtuel. Au cours du démarrage, les relances systématiques de la phase du procédé en cours par les opérateurs lorsqu'ils rencontrent un blocage illustrent ces difficultés : au-delà des dysfonctionnements inhérents aux défauts de programmation du système, les opérateurs sont confrontés aux dérives d'un procédé dont le nouveau mode de conduite rend le déroulement plus opaque. Or, la prévention des erreurs de manipulations comme leur détection et la limitation de leurs conséquences participent à la maîtrise des risques.

Une maintenance des appareils déçue

La panne du Block qui paralyse les activités de l'atelier pendant trois semaines révèle l'absence de prise en compte des spécificités de cet appareil et de sa maintenance. La modification « pirate » identifiée par les acteurs de l'atelier résulte d'une analyse de premier niveau pour expliquer l'impossibilité de démarrer cet appareil. Plus fondamentalement, les causes identifiées pour expliquer

²³⁹ Les opérateurs doivent prendre en compte plusieurs paramètres avant d'intervenir : surveiller les paramètres physico-chimiques des procédés via le système informatique, contrôler les paramètres critiques, compléter les check-lists.

les difficultés de résolution de cette panne mettent en évidence les fragilités des choix technico-organisationnel élaborés. Lors de la préparation du démarrage de la campagne de fabrication du B2 avec le nouveau système de conduite, cette articulation entre technologie et organisation est restée implicite. De ce fait, deux composantes de l'organisation de la maintenance mise en place s'articulent mal avec les spécificités techniques de cet appareil : les supports d'organisation du suivi des opérations de maintenance et le système d'autorité et de contrôle des modifications d'installation.

Lorsqu'ils parviennent à redémarrer l'appareil, les acteurs de l'équipe projet et de l'atelier décident de modifier l'organisation de la maintenance de l'atelier. Cette modification rectifie une articulation défailante pour maîtriser les risques²⁴⁰ et respecter les objectifs de fabrication. Elle permet d'ajuster ces composantes de l'organisation au champ de conception organisationnelle défini par la technologie de cet appareil. Tout d'abord, en réorganisant l'atelier en Plant Management Team, ils augmentent les ressources de la maintenance et modifient le système d'autorité et de contrôle en ajoutant un responsable au niveau de l'atelier. De plus, ils modifient la répartition des tâches entre la fabrication et la maintenance car la Fabrication utilisera le matériel de l'atelier et la Maintenance sera responsable d'en assurer l'état de fonctionnement.

Cette nouvelle organisation semble plus adaptée au maintien en état de fonctionnement de l'atelier. Nous n'avons pu en apprécier les effets sur le fonctionnement de l'atelier au cours de notre enquête. Pour compléter notre analyse, nous examinerons les pannes de matériel, à la lumière des structures et du fonctionnement de l'organisation de l'atelier et de celle du site. Nous appréhenderons également les points forts et les limites de cette réorganisation de l'atelier. Cependant, nous pouvons ici nous demander si cette modification de l'organisation de la maintenance permet de compenser les déficits en retour d'expérience de la maintenance mis en évidence par les pannes de matériels.

Une mise en conformité encore à construire

Le projet de remplacement du système de conduite est motivé en partie par la réglementation du médicament. Dans le travail de conception, il s'agit pour les acteurs de l'équipe projet de traduire les exigences réglementaires pour concevoir le système de conduite d'une part et les supports de sauvegarde des données de fabrication d'autre part.

Les discussions avec le responsable de l'entreprise fabricant le système de conduite au cours de la réunion d'avancement du 1er juillet 2004 mettent en évidence l'inadéquation du support de sauvegarde des données avec la réglementation imposant de conserver ces données pendant onze années. Cependant, les discussions révèlent une articulation entre la technologie du support et l'organisation des activités de sauvegarde qui ne permet pas de prévenir les risques de non-conformité en cas d'audit de l'atelier. En effet, la technologie du cd-rom retenue par ChimInfo impose des activités de sauvegarde complexes car comportant des risques d'erreur importants de la part des opérateurs. De plus, la fréquence des sauvegardes nécessaires accroît encore ce risque. Cependant, comme les acteurs de l'équipe projet et le fabricant du système ne peuvent modifier les caractéristiques des activités de sauvegarde, ils décident de modifier la technologie du support. Au

²⁴⁰ Cet arrêt a affecté les objectifs de fabrication. De façon générale, les défaillances de cet appareil peuvent affecter la qualité du B2 en cours de fabrication ou provoquer des bouchages.

préalable, ils écrivent un cahier des charges afin de traduire les exigences réglementaires en contraintes technologiques. Cette modification de la technologie l'inscrit dans le *champ de conception* dessiné par les caractéristiques de l'organisation des activités de sauvegarde.

Les difficultés des acteurs de l'Assurance Qualité dans l'audit des dossiers de lots et du journal batch mettent en évidence les carences de la prise en compte de ces activités au cours de la conception. Elles démontrent également que la technologie du système a été conçue indépendamment de l'organisation des activités de suivi et d'audit des données de fabrication.

Ainsi, les caractéristiques du système de conduite permettant de sélectionner les données pertinentes pour constituer un journal batch exploitable ne sont pas adaptées à la durée des activités d'audit de ce support ni à leur complexité (notamment l'analyse des non-conformités). Cependant, la défaillance du couplage ne provient pas tant d'un mauvais choix de technologie que de la traduction inadaptée de la réglementation pour choisir le support d'enregistrement des données. Pour remédier à cette difficulté, il s'agit pour les acteurs de l'Assurance Qualité de définir le type de données dont ils ont besoin afin que les techniciens de l'équipe projet en programment l'enregistrement tout en supprimant l'enregistrement des données inutiles. Cependant, ces rectifications présentent des limites car les capacités du système ont été définies sans prendre en considération les contraintes techniques imposées par le respect de la réglementation. C'est pourquoi, les techniciens de l'équipe projet et les acteurs de l'Assurance Qualité recherchent un compromis acceptable entre ces exigences et les caractéristiques techniques du système de conduite. Ces limites montrent que le champ de conception technologique délimité par les structures organisationnelles et le champ de conception organisationnelle délimité par la technologie sont irrémédiablement réduits à mesure que le travail de conception avance. De ce fait, dans le cas de la mise en conformité en particulier, les choix technico-organisationnels robustes pour maîtriser les risques reposent sur une anticipation précoce de l'articulation entre les composantes organisationnelle et technologique.

b) La maîtrise des risques ne tient pas uniquement à la qualité de l'articulation entre technologie et organisation

Qu'ils concernent la maintenance, la conduite des fabrications avec le nouveau système ou les activités de l'Assurance Qualité, les problèmes du démarrage mettent en évidence une articulation entre technologie et organisation défaillante pour maîtriser les risques et atteindre les objectifs de fabrication. Les décisions des acteurs de l'équipe projet montrent qu'ils l'ont conçu en laissant la composante organisationnelle partiellement ou complètement implicite selon les cas. Les modifications faites par les acteurs de l'équipe projet pour remédier aux problèmes du démarrage montrent que l'explicitation des relations réciproques entre technologie et organisation pour constituer une articulation acceptable est une condition nécessaire. Cependant, comme pour le projet de modification du poste de dépotage, elle ne nous semble pas suffisante. En effet, les difficultés d'audit des dossiers de lots et du journal batch montrent que l'élaboration de cette articulation est contrainte par l'application de la réglementation. Or, cette dernière reste complexe et soumise à interprétation pour la traduire en dispositions technologiques et organisationnelles. Par ailleurs, les pannes de l'atelier révèlent que la maintenance de l'atelier a été presque ignorée dans le projet de

conception et dans la préparation du démarrage. Elles mettent également en évidence les lacunes dans l'organisation de la maintenance et dans le fonctionnement de l'atelier. Peut-on dire comme Charles Perrow que les concepteurs ont reproduit à travers leurs choix de conception les structures organisationnelles de l'atelier et leurs défauts ? Après avoir analysé le processus de conception, nous préférons comprendre cette persistance de l'ignorance de la maintenance en terme de contingence du processus de conception : la conception de l'articulation technico-organisationnelle est contingente des structures organisationnelles et du fonctionnement de l'atelier. Plus particulièrement, les structures et les modalités de fonctionnement de l'atelier pèsent sur la conception parce que les acteurs s'en saisissent ou les ignorent au cours du processus de conception. Or, nous considérons que les acteurs de l'équipe projet participent au travail de conception en mobilisant les ressources et les contraintes du cadre de l'organisation du projet. De ce fait, les fondements de la conception des forces et des fragilités des choix technico-organisationnels pour maîtriser les risques résident également dans les composantes du cadre de travail de conception²⁴¹, c'est-à-dire les choix d'organisation du projet d'une part et dans les contraintes de l'environnement du projet d'autre part.

²⁴¹ Nous considérons le travail de conception comme une action organisée.

9.4. Conclusion :

Dans un contexte de contraintes réglementaires, les acteurs de l'équipe projet conçoivent et démarrent un nouveau système de conduite dont les dysfonctionnements révèlent le manque de finalisation. Dans le même temps, le démarrage met en évidence les faiblesses dans l'organisation et dans le fonctionnement de l'atelier en particulier dans sa maintenance. Ces difficultés mettent en exergue la manière dont les acteurs de l'équipe projet ont anticipé l'organisation des futures activités de fabrication, de maintenance et de contrôle de la qualité. Plus particulièrement, ils ont anticipé les activités de fabrication dans le prisme du système informatique de conduite, en ignorant en grande partie l'état de l'atelier et donc sa maintenance d'une part et les activités de l'Assurance Qualité d'autre part.

Les acteurs de l'équipe projet mobilisent la technologie pour remédier à ces problèmes. En particulier, ils choisissent un logiciel de pilotage des fabrications dont les capacités sont adaptées au traitement des données de fabrication. Ils redéfinissent le support de sauvegarde des données. Ils corrigent également les modalités d'enregistrement des paramètres critiques pour la qualité. Dans le même temps, les acteurs de l'équipe projet s'appuient sur l'organisation pour résoudre les problèmes du démarrage. Ils mobilisent l'organisation des activités comme un cadre d'action avec la refonte de la répartition des rôles entre les acteurs de la maintenance, la refonte des supports de fabrication...et l'organisation comme un cadre d'activités en modifiant la fréquence des activités de maintenance des capteurs de l'atelier.

Mais, conformément aux objectifs initiaux du projet, la prévention des risques professionnels et des risques de non-conformités reposait sur la conception et la mise en place d'un système de conduite plus automatisé et dont les accès à la conduite sont plus hiérarchisés. Cette tentative pour restaurer des pratiques de conduite des fabrications pour atteindre les objectifs de fabrication en limitant les risques de non-conformité et les bouchages qu'un arrêt du procédé inopiné peut entraîner, est un échec relatif pour trois raisons : les acteurs de l'équipe projet ont sous-estimé 1) les changements de ces pratiques, 2) l'organisation des activités de maintenance, 3) l'organisation des contraintes de fabrication, de maintenance de l'atelier et du système

Comme pour le projet de mise en conformité du poste de dépotage, nous avons montré que les forces et les faiblesses du dispositif socio-technique conçu résident dans la construction explicite d'une articulation entre technologie et organisation acceptable pour maîtriser les risques. Cependant, la prise en compte explicite des composantes organisationnelles est une condition nécessaire mais pas suffisante pour garantir la qualité de cette articulation. Cette limite et l'analyse de la dynamique des choix de conception montrent que cette construction est située et contingente à l'environnement réglementaire du projet. De plus, les compromis recherchés par les acteurs de l'équipe projet pour améliorer des choix de conception inadaptés pour maîtriser les risques montrent que l'avancement du projet parce qu'il réduit les champs de conception technologiques et organisationnelle limite la robustesse du choix technico-organisationnel final. Enfin, ce constat nous amène dans le chapitre suivant à rechercher l'origine des forces et des faiblesses du système technico-organisationnel dans 1) le positionnement respectif des acteurs au cours de la finalisation du système de conduite et de son démarrage, 2) les choix d'organisation du projet qui constituent le cadre de travail des concepteurs, 3) les modalités de fonctionnement de l'équipe projet et de l'atelier. Cette dernière étape nous permettra de confirmer que la technologie et l'organisation sont articulées par des relations de contraintes mutuelles. Mais, que cette notion de contrainte n'est pas uniquement une relation de causalité comme l'expriment les acteurs de l'équipe projet. Le caractère situé et contingent (de l'environnement économique et réglementaire) du projet ainsi que les origines organisationnelles et sociales que nous recherchons dans le chapitre suivant montrent que ces contraintes mutuelles sont multi-causales.

AU-DELA DES ORIGINES TECHNIQUES D'UN DEMARRAGE DIFFICILE

*« Pour un opérateur, le problème, c'est qu'on lui a livré quelque chose qui ne marche pas. »
Bernard, technicien automaticien, 03/09/2004.*

Le démarrage du nouveau système de conduite met à l'épreuve le travail de conception de l'équipe projet. Le bilan est mitigé. L'objectif de réforme des pratiques des opérateurs pour maîtriser les risques professionnels et les risques de non-conformités n'est pas atteint. La mise en conformité du système et des supports de fabrication révèle de nombreuses lacunes. Enfin, des pannes du matériel de l'atelier paralysent le déroulement des fabrications. Dans le chapitre précédent, nous avons analysé ces difficultés comme les conséquences des choix de conception de l'équipe projet. Dans ce chapitre, nous les analysons à partir 1) du positionnement des acteurs impliqués dans la résolution de ces problèmes et dans le projet, 2) des choix d'organisation du projet et 3) de l'organisation de l'atelier VANADIUM. Dans une première partie, nous analysons l'échec de la réforme des pratiques comme le résultat du positionnement des opérateurs face aux problèmes du démarrage et dans le projet. Dans une deuxième partie, nous appréhendons les origines d'une prise en compte insuffisante de la maintenance de l'atelier et des objectifs de l'Assurance Qualité à partir des modalités d'organisation de l'équipe projet. Nous considérons également les relations des acteurs de l'équipe projet avec ceux de l'Assurance Qualité d'une part et avec ceux de la Fabrication d'autre part. Dans une troisième partie, nous revenons sur les forces et les faiblesses d'une organisation projet qui parvient difficilement à résoudre les dysfonctionnements d'un système de conduite mal dimensionné pour satisfaire les spécificités des procédés et les exigences réglementaires de l'atelier VANADIUM. Nous les illustrons à travers le positionnement de l'adjoint de fabrication dans le traitement des premières pannes importantes du système de conduite.

10.1. Une réforme des pratiques de fabrication par la technologie : chronique d'un échec annoncé

L'objectif de réforme des pratiques des opérateurs poursuivi par l'encadrement de l'atelier à travers la modification du système de conduite est partiellement atteint. Les opérateurs utilisent les coordonnées de l'agent de maîtrise pour bénéficier de marges de manœuvre supplémentaires dans le pilotage de la fabrication. Dans le chapitre précédent nous avons identifié les origines de cet échec dans les décisions de conception. En particulier, l'ignorance de la maintenance de l'atelier et des caractéristiques des activités de fabrication ne permet pas aux opérateurs de faire face aux aléas de fabrication avec le nouveau système. De plus, les opérateurs pâtissent d'un manque de finalisation du système de conduite. A présent, nous recherchons les fondements de ces pratiques dans le positionnement des différents acteurs de cette réforme. Dans un premier temps, nous analysons le positionnement des opérateurs face aux difficultés du démarrage. Dans un deuxième temps, avec l'analyse des relations entre les acteurs de l'atelier nous recherchons les composantes d'une situation qui a conduit la hiérarchie de l'atelier à décider de rectifier les pratiques de conduite. Il s'agit en fait de comprendre les rouages du fonctionnement de l'atelier avec l'ancien système. Dans un troisième temps, nous montrons les limites des méthodes de conception et de validation du nouveau système de conduite pour prendre en compte les futures activités et leur organisation et supporter la réforme envisagée.

10.1.1. Des opérateurs contraints de se débrouiller avec les moyens du bord

Dans le chapitre précédent, nous avons vu que les opérateurs utilisent les coordonnées de l'agent de maîtrise pour pallier les défauts d'anticipation de l'organisation de leurs activités, des activités de maintenance et de celles de l'assistance procédés. Face aux difficultés qu'ils rencontrent dans la conduite du nouveau système, on peut se demander pourquoi ils choisissent cette solution en particulier. L'utilisation des coordonnées de l'agent de maîtrise s'explique par leur positionnement au sein de l'atelier, notamment relativement à la prévention des risques inhérents à leurs activités et à l'atteinte des objectifs de fabrication. De façon plus générale, cette pratique trouve également ses origines dans les choix d'organisation du projet notamment l'absence des opérateurs dans le travail de conception d'une part et le manque de représentation des enjeux et des contraintes de leurs activités d'autre part.

10.1.1.1. Accéder à une conduite des procédés plus manuelle pour produire et maîtriser les risques

1) **Les opérateurs utilisent les coordonnées de l'agent de maîtrise de quart pour conduire la fabrication comme une stratégie d'adaptation aux pannes récurrentes du nouveau système de conduite.** En effet, pour les opérateurs, l'enjeu avec le nouveau système est de piloter les procédés de façon à respecter les objectifs de fabrication tout en restant en sécurité, c'est-à-dire éviter les bouchages. Dans le même temps, ils cherchent à éviter les non-conformités du produit car

elles impliquent un retraitement coûteux en temps. A cette fin, ils considèrent le bon fonctionnement du système de conduite comme indispensable à l'atteinte de ces objectifs. De ce fait, les pannes informatiques contraignent fortement leurs activités. Ils adoptent une double stratégie. Premièrement, en salle de commandes, ils restent en retrait — stratégie de « sortie » : « exit » (Hirschmann, 1970²⁴²) — de la résolution des problèmes informatiques pris en charge par les techniciens de l'équipe projet dont ils reconnaissent les compétences. Dans le même temps, pour s'affranchir des pannes du système, ils utilisent les coordonnées de l'agent de maîtrise. Ils considèrent que le système n'est pas finalisé et que ses capacités sont insuffisantes pour le type de procédés qu'ils ont à piloter. De ce fait, ils estiment que l'assouplissement des accès à la conduite est indispensable pour « sortir du produit ». Deuxièmement, auprès de leur encadrement, ils dénoncent — stratégie de réclamation : « Voice » (Hirschmann, 1970) — le choix d'une version du système qui n'est pas la plus récente : « une Ferrari avec un moteur de solex »

2) Compte tenu de la « fermeture du système », les opérateurs exploitent les failles de l'organisation conçue par les acteurs du projet pour dépasser les pannes informatiques, les pannes du matériel de l'atelier et les variabilités du procédé. Ils utilisent les coordonnées de l'agent de maîtrise de quart pour **compenser l'absence de prise en compte dans le travail de conception de trois composantes de leur situation de travail** qu'ils estiment indispensables pour prévenir les risques et atteindre les objectifs de fabrication. Premièrement, **les ressources de l'assistance procédés** que leur offre l'organisation de l'atelier pour faire face aux variabilités des procédés de fabrication, en particulier parce que certaines phases des procédés de fabrication ne sont pas encore stabilisées. Deuxièmement, **l'état du matériel de l'atelier et les ressources pour sa maintenance**. Troisièmement, **les effectifs des équipes d'opérateurs** (même si ce sujet n'est pas en relation directe avec le projet). Cependant, l'utilisation des coordonnées de l'agent de maîtrise ne résulte pas uniquement d'une stratégie de récupération des marges de manœuvres dont ils disposaient avec l'ancien système. En effet, les opérateurs savent que le nouveau système permet de retracer toutes les actions individuelles et donc de retrouver les erreurs et les forçages. Il s'agit plutôt de retrouver des conditions de travail leur permettant de respecter les objectifs de fabrication et de maîtriser les risques. C'est pourquoi, les opérateurs utilisent également le recours formel auprès de leur hiérarchie. Ils dénoncent le manque de ressources dans ces trois domaines. (« Voice », Hirschmann, 1970). Tout d'abord, les doléances à propos du manque d'assistance en procédés se justifient en grande partie dans un atelier où les effectifs de cette spécialité ne cessent de décroître alors que certains procédés ne sont pas complètement stabilisés (Cf. annexe II.4., Vignette 4). Cependant, les opérateurs n'obtiendront pas de ressource supplémentaire dans ce domaine. Ensuite, les opérateurs mobilisent les dysfonctionnements des capteurs pendant la validation et plus généralement le vieillissement de l'atelier pour mettre en cause le manque de ressources humaines et matérielles en maintenance. Ils sont en partie responsables de cette situation car leurs pratiques de contournement des appareils défectueux les conduisent à négliger leur réparation (Cf. Vignette 4, annexe II.4.).

²⁴² Hirschman, A.O. (1970). *Exit, Voice and Loyalty. Responses to Decline in Firms, Organizations and States*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Finalement, compte tenu des conséquences des pannes de l'atelier sur le planning de fabrication, la maintenance de l'atelier est renforcée avec la mise en place de « Plant Management Team » (Cf. chapitre 8, § 8.1.1.2.). Enfin, les opérateurs se fondent sur les difficultés du démarrage pour demander que les postes vacants dans les équipes soient pourvus. Ils sont entendus. Cependant, ils doivent subir les contraintes d'une gestion des ressources humaines qui privilégie les mutations internes, ce qui limite les candidatures potentielles.

10.1.1.2. Les opérateurs ne sont pas représentés dans le projet

Dans le chapitre précédent, nous avons identifié les composantes des décisions de conception à l'origine des relances systématiques de phases par les opérateurs : les acteurs de l'équipe projet ont ignoré les caractéristiques des activités de conduite des fabrications pour concevoir le nouveau système et préparer la formation des opérateurs, plus particulièrement : le contrôle des paramètres procédés à partir des supports documentaires et informatiques, la gestion des aléas de fabrication et la conduite des phases sensibles du procédé. Les acteurs de la réunion d'avancement de la validation les justifient par le manque de compréhension de la part des opérateurs des modalités de fonctionnement du nouveau système. Plus fondamentalement, ces lacunes trouvent leurs origines dans les choix d'organisation du projet et plus particulièrement **les modalités de représentation des opérateurs dans le projet.**

Tout d'abord, les opérateurs ont été peu impliqués dans le travail de conception. Ils n'ont pas été intégrés dans les phases amont du projet, c'est-à-dire la conception des principes de conduite de la fabrication. Par la suite, ils ont été impliqués de façon très épisodique : quelques opérateurs ont été sélectionnés sur leur niveau de compétences pour participer aux tests des premières maquettes du système et pour travailler sur la préparation de la formation à partir de situations de fabrication très ciblées.

De plus, le travail d'intégration du projet dans l'atelier mené par le chef de projet n'a pas suffi à compenser ces lacunes. Ces difficultés résultent de l'organisation du projet qui institue l'équipe projet en maître d'œuvre et l'atelier en maître d'ouvrage. De ce fait, elle formalise les relations entre ces deux entités. C'est pourquoi, le travail d'intégration du chef de projet se déroule sur le mode de présentations formelles. D'une part, auprès des opérateurs, il expose le déroulement des différentes phases de tests en leur précisant leur rôle dans ce travail. D'autre part, chaque jour, il présente au responsable de l'atelier et à son adjoint de l'organisation du travail de l'équipe projet et rend compte de son avancement.

Par ailleurs, il prépare et mène la formation des opérateurs (sur la base du travail de conception de la formation effectué par un consultant) à la conduite du nouveau système ainsi que la session supplémentaire décidée à l'issue de la réunion d'avancement de la validation. Cependant, il pâtit des lacunes de la formation conçue sur des principes ne prenant pas en compte les futures situations de travail (Cf. chapitre 9, § 9.3.2.1.a). En complément de cette formation, il accompagne les opérateurs dans leurs premiers pas avec le nouveau système de conduite, lors du démarrage. Cependant, son rôle de chef de projet lui impose de donner la priorité à la résolution des nombreux dysfonctionnements informatiques. Il identifie les difficultés des opérateurs dans l'utilisation des

nouveaux principes de conduite. Cependant, il ne les analyse pas comme les conséquences d'une conception lacunaire des situations de travail mais comme la conséquence d'un manque de formation et des pannes informatiques défauts du système.

Cependant, ces deux éléments ne suffisent pas à expliquer l'absence de prise en compte des conditions d'exploitation du système. En effet, si les opérateurs sont pratiquement absents des décisions de conception, ils ont été représentés dans le projet par leur supérieur hiérarchique, l'adjoint de fabrication. Ce dernier a participé aux phases préliminaires de la conception pour élaborer l'analyse fonctionnelle à partir de laquelle sont définis les principes de conduite. Puis, il réalise également des essais des maquettes mises au point par le fabricant. Mais, dans la suite du projet, il ne participe pas au travail de développement du système et des recettes réalisées par les techniciens de l'équipe projet. Son parcours sur le site et dans l'atelier en font un représentant pertinent : il a participé au démarrage de l'atelier au sein des équipes de fabrication, il connaît donc parfaitement les pratiques de contournement des hiérarchies du système puisqu'il les a également mises en oeuvre. Plusieurs questions se posent. Pourquoi n'a-t-il pas prises en compte les spécificités des activités de conduite des fabrications dans ses contributions à l'analyse fonctionnelle alors qu'il les connaissait ? Pourquoi alors qu'il connaissait les fondements de ces pratiques de contournement du système de conduite ne les a-t-il pas considérés ? Pour quelles raisons a-t-il persisté pour faire programmer un système plus rigide comme unique moyen de maîtriser les risques, alors même que l'expert procédés du site mettait en évidence les futures difficultés des opérateurs avec une automatisation aussi poussée ? Nous répondons à ces questions dans le paragraphe suivant à partir de l'analyse des conséquences de la réorganisation des activités de fabrication d'une part et de la redistribution des rôles dans l'équipe de fabrication d'autre part sur les relations entre les acteurs.

10.1.2. La maîtrise des risques dans le prisme du système de conduite : petite sociologie de l'atelier

10.1.2.1. D'une maîtrise des risques fondée sur les compétences et les pratiques...

L'adjoint de fabrication met en cause les conséquences des pratiques de forçage de l'ancien système sur la sécurité de l'atelier et des opérateurs. Il ne considère pas la contrainte de conformité des produits et des processus comme première. Il juge ces forçages dangereux en raison du manque de compétences des opérateurs dont il juge le niveau insuffisant relativement au niveau des opérateurs recrutés en 1987, pour le démarrage. Selon lui, la sécurité repose sur un contrôle accru de leurs interventions dans la fabrication. C'est-à-dire la limitation des accès à la conduite pour les opérateurs d'une part et le respect de la division du travail formalisée dans l'organisation de l'atelier et implémentée dans le système via les hiérarchies d'accès d'autre part. De ce point de vue, sa participation à la définition de l'architecture du futur système représente une ressource fondamentale.

Son approche de la prévention des risques interroge ses relations avec les opérateurs dans le fonctionnement quotidien de l'atelier. Les fragilités de l'équilibre social de l'atelier permettent de comprendre les fondements de ses choix de conception.

Au cours du fonctionnement routinier de la fabrication, l'enjeu principal de l'adjoint de fabrication est l'atteinte des objectifs de fabrication : respecter le planning et fabriquer des produits conformes aux exigences qualité.

« Je travaille seul dans mon coin, je n'ai pas besoin de tuteur. On me donne un objectif il faut le tenir et si on est retard, il faut s'en expliquer. » René, Adjoint de fabrication, 29/10/2003.

En tant que supérieur hiérarchique des agents de maîtrise de quart, il supervise le travail des équipes de fabrication. Il sert d'intermédiaire entre un ingénieur de fabrication gestionnaire de production et des équipes de fabrication opérationnelles : il rend compte de l'avancement de leurs activités et des problèmes rencontrés.

« Dans l'ancienne configuration, l'AMP [Agent de Maîtrise Principal ou adjoint de fabrication] est chargé de faire tourner l'atelier tel qu'il est au niveau qualité et procédés. L'ingénieur procédés travaille sur les améliorations. Le responsable d'atelier s'occupe du planning et des hommes. C'est le boulot du responsable d'atelier d'anticiper le changement. Ca, c'est la théorie. En pratique, quand l'AMP [Agent de Maîtrise Principal] est le seul qui connaît les procédés et l'ingénieur responsable de l'atelier est mal à l'aise. » Serge, Expert procédés, 28/06/2004.

Pour assurer ce travail, il a besoin d'informations sur le déroulement des activités de l'atelier. Son rôle dans l'organisation des activités de l'atelier lui offre les ressources nécessaires pour accéder aux informations. Il anime la réunion quotidienne de l'atelier à 13h30 au cours de laquelle il centralise les informations : il distribue la parole aux différents interlocuteurs de la Maintenance, du Laboratoire, de l'Assurance Qualité et des Procédés, même lorsque l'ingénieur de fabrication assiste à ces réunions. Ainsi, il s'informe de l'avancement de la production, des éventuels problèmes, des travaux de maintenance en cours, de l'avancement de la validation des lots de produits, des résultats des analyses de produits en cours. Cependant, au cours de ces réunions, l'agent de maîtrise de quart est le seul représentant des équipes. Même s'il y trouve des informations générales, cela ne suffit pas à l'adjoint de fabrication pour avoir une vue précise de ce qu'il se passe dans l'atelier. Parallèlement, l'organisation des activités de fabrication lui oppose des obstacles pour accéder au terrain des opérations. Les équipes de fabrication travaillent en 5*8 alors qu'il travaille en journée. De ce fait, il ne les côtoie qu'un quart du temps ! D'autre part, il n'existe pas de véritable relation hiérarchique entre l'agent de maîtrise de quart et les opérateurs. Les équipes forment des groupes unifiés fonctionnant de manière autarcique. De ce fait, l'adjoint de fabrication ne dispose pas d'un canal d'information privilégié au sein des équipes. Par ailleurs, il doit compter avec des équipes d'opérateurs socialement sensibles, connues sur le site pour leur tendance à se mettre en grève si elles ne sont pas satisfaites de leur sort. Enfin, l'adjoint de fabrication ne dispose pas d'alliances avec les acteurs des autres entités représentées dans l'atelier : l'Assurance Qualité et la Maintenance. Comme nous le verrons, les relations avec ces acteurs ne sont pas pacifiques (Cf. §14.3.3). Il ne peut compter sur une coopération durable avec l'adjoint procédés, isolé dans cet atelier et réduit au rôle d'appui à la fabrication.

Pour en savoir plus, l'adjoint de fabrication a donc tout intérêt à s'attirer la coopération des opérateurs. Il la négocie habilement. Il établit une relation de connivence avec eux. Il occupe un bureau proche de la salle de commandes et il est le seul à entretenir des relations proches avec eux

car son supérieur hiérarchique, gestionnaire de fabrication, mène des activités qui l'éloignent du déroulement des fabrications. L'adjoint de fabrication construit cette coopération au quotidien, en travaillant au plus près des opérateurs pendant leurs activités. Il s'appuie sur les supports collectifs de travail afin de pallier son absence les nuits et les week-ends. Ainsi, en cas de dysfonctionnements ou de difficultés inhabituelles dans la fabrication, il communique avec les équipes de nuit et de week-end à travers le cahier de consignes où il inscrit les travaux à mener ou les précautions à prendre dans l'atelier :

Cahier de consignes le 20/04/2004 :

« Les éjecteurs ont été démontés sur le Block, RAS, le résultat est toujours le même ; Donc pour ce soir et cette nuit, le faire travailler en alimentant à 18 % de la CV. » Signé René (adjoint de fabrication)

Cahier de consignes, le 21/04/2004

« Merci de conserver les échantillons du F5130 au labo

Si vous avez un peu de temps, nettoyez le B2 qui se trouve par terre à 13.70m et à 5.50m, près du relais. » Signé René

Cette proximité se fonde également sur le parcours et le profil professionnel de l'adjoint de fabrication. En effet, il connaît très bien le fonctionnement de l'atelier et le procédé de fabrication car il a été opérateur et agent de maîtrise de quart au moment du démarrage de l'atelier. Par ailleurs, il dispose d'un statut de non cadre qui le rapproche de ces équipes. Comme elles, il appelle les cadres de sa hiérarchie « nos patrons ». Son autorité opérationnelle est reconnue au sein des équipes d'opérateurs qui l'appellent « notre grand chef ».

Mais surtout, son positionnement au sein des équipes et la proximité qu'il entretient avec elles font qu'il connaît les pratiques de détournement du système des opérateurs. De plus, pour certaines, il les a mises en œuvre au démarrage du système (Cf. § 14.1.2.). Il les tolère même s'il les juge dangereuses, car il sait qu'elles permettent de tenir les objectifs de fabrication.

L'adjoint de fabrication est le garant d'une certaine paix sociale au prix d'un exercice d'équilibrisme quotidien. Il est en négociation permanente avec les équipes de fabrication. Il leur concède une autonomie importante en acceptant tacitement leurs pratiques de travail, en échange de la tenue des objectifs de fabrication. De plus, en tant qu'adjoint de fabrication, il prend en charge leurs problèmes et les reporte à sa hiérarchie. Dans le même temps, il est contraint de rendre compte des résultats de fabrication à son supérieur hiérarchique, l'ingénieur de fabrication. Ce travail est fondamental car ce dernier restitue les résultats de son atelier à la direction du site alors que ses attributions et son agenda de travail l'éloignent du lieu des activités de production. L'adjoint de fabrication est donc un intermédiaire incontournable pour s'informer du travail de fabrication d'une part, et agir auprès des opérateurs pour faire tenir les objectifs de fabrication d'autre part. Du point de vue de l'adjoint de fabrication, l'ingénieur de fabrication est un passage obligé vers la hiérarchie du site qui gère l'attribution des ressources pour l'atelier.

10.1.2.2. ...à une maîtrise des risques basée sur la technologie du système de conduite

Du point de vue de l'encadrement, les modifications du système de conduite sont destinées à améliorer la sécurité de l'atelier et à se mettre en conformité avec la réglementation. Elles permettent d'accéder aux interventions des différents opérateurs afin de les contrôler. Du point de vue des opérateurs, elles limitent leurs libertés dans l'utilisation du système pour fabriquer. Plus généralement, le nouveau système de conduite impose une redistribution de ces rôles. L'adjoint de fabrication, René voit son rôle glisser vers le contrôle formel des activités des équipes. De plus, il possède des droits d'accès supérieurs à ceux des agents de maîtrise de quart ce qui lui confère une autorité supplémentaire dans la conduite des fabrications. L'accès aux informations du terrain est largement facilité par l'enregistrement des données de fabrication et des actions individuelles des opérateurs dans le système. Il devient donc un « super agent de maîtrise » ayant accès à toutes les informations sur le déroulement de la fabrication et les rapportant à son supérieur hiérarchique. De plus, grâce aux enregistrements, le système lui confère une autorité formelle alors qu'il détenait jusque là une autorité fondée sur son expertise de l'ancien système. La position d'intermédiaire devient donc une position de contrôleur. De ce fait, l'adjoint de fabrication n'a plus à accepter tacitement des pratiques de détournement puisqu'elles seront (presque) éradiquées. De plus, la paix sociale de l'atelier devient moins précaire. En effet, le contrôle exercé par le système diminue la maîtrise que les équipes d'opérateurs peuvent avoir du fonctionnement de l'atelier car elles sont contraintes de se placer sous le contrôle du système pour atteindre leurs objectifs de fabrication. De ce fait, le démarrage présente deux enjeux pour l'adjoint de fabrication : la maîtrise de la conduite du nouveau système par les opérateurs et le bon fonctionnement du système afin que les hiérarchies d'accès puissent être respectées. C'est pourquoi, lorsque les pannes du système de conduite surviennent, il ne souhaite pas les informer de leur gravité.

« Pour l'instant, pas d'information aux opérateurs. On leur dit qu'ils sont sur le problème et c'est tout ! Si on donne une fausse information, ça risque de produire une perte de crédibilité. C'est aux gens qui ont les galons de se débrouiller, Frédéric [responsable du service EICP] et Jean [responsable des fabrications]. » René, Adjoint de fabrication, 27/11/2003.

Cette intervention va de pair avec le souci que l'adjoint de fabrication exprime à propos de « l'image de marque » du système auprès des opérateurs à la fin de la première réunion de crise du 27 novembre 2003. On peut également penser qu'il ne veut pas les informer de ces difficultés afin de ne pas affecter leur motivation à poursuivre un démarrage difficile.

10.1.3. Des supports et des méthodes qui ne soutiennent pas cette réforme

La conception et le développement du nouveau système de conduite reposent sur des méthodes centrées sur la conception de technologies permettant de dérouler le procédé. De ce fait, elles ne soutiennent pas la prise en compte des composantes des futures situations de travail pour modifier les pratiques des opérateurs. **L'analyse fonctionnelle** aborde la conduite des procédés comme une succession de fonctions assurées par des groupements d'appareils. De ce fait, elle **ne prend pas en compte les aléas de fabrication** dus aux irrégularités des procédés et aux dysfonctionnements des matériels.

Ce découpage sert de base pour créer et implémenter les recettes de fabrication des produits dans le système. De façon analogue à une recette de cuisine, une recette de fabrication permet à partir des matières premières, de dérouler les différentes étapes du procédé jusqu'à l'obtention des produits finis à l'aide du matériel de l'atelier et en respectant des conditions de préparation précises (température, pression, humidité...). Là encore, les recettes ne tiennent pas compte des conditions réelles de conduite des fabrications *a priori*. Le démarrage permet au technicien procédés de corriger certains paramètres relativement aux conditions réelles d'exploitation. Pour autant, parce qu'elles ont pour objectif de piloter des processus de fabrication de manière reproductible et conforme à des paramètres de qualité fixés, les recettes s'appliquent au déroulement d'un procédé étalon.

De ce fait, les contributions des représentants des opérateurs, l'adjoint de fabrication et le technicien procédés, centrées respectivement sur l'analyse fonctionnelle et les recettes, ne facilitent pas la prise en compte des futures activités de fabrication et ni de leur organisation qu'elles abordent comme une succession d'opérations.

Par ailleurs, **les étapes de préparation du démarrage impliquant les opérateurs restent également centrées sur le déroulement d'un procédé virtuel**. En effet, si quelques opérateurs participent à des tests sur des maquettes, le degré de développement du système ne leur permet pas encore de simuler de futures situations de fabrication. De même, comme nous l'avons évoqué dans le chapitre précédent, les formations et les tests de maquettes s'appuient sur des situations de fabrication étalons, ce qui limite la prise en compte de caractéristiques des futures activités et des composantes des situations de travail des opérateurs pour finaliser le système.

Au moment du démarrage du système, les étapes de tests pour vérifier l'état fonctionnement des cartes électroniques reliant le système informatique au matériel de l'atelier procèdent par sondages ponctuels, de ce fait, ces essais ne simulent pas le déroulement du procédé. Avant le lancement de la première opération de fabrication, les tests avec de l'eau et des solvants permettent d'éprouver les recettes de fabrication et de les corriger le cas échéant. Ces deux types d'essais permettent de repérer les dysfonctionnements du matériel de l'atelier, en particulier les pannes dont la réparation a été reportée car les opérateurs les ont contournées grâce à l'ancien système. Cependant, comme les installations ne contiennent pas de produits, **les essais ne rendent pas compte des variabilités des procédés pour ajuster la programmation du système**.

Enfin, **la validation, bien qu'elle se déroule en partie au cours de la production ne compense pas ces lacunes**. L'objectif de la validation est à prouver que le nouveau système de conduite permet de fabriquer des produits en respectant les critères qualité du procédé, de façon reproductible. Or, la réunion d'avancement de la validation du 27 mai 2004 montre que les enjeux de la validation compromettent le traitement des lacunes qu'elle met en évidence. En effet, la validation révèle les nombreux capteurs défaillants dans l'atelier. Les discussions des acteurs réunis montrent que la validation est prioritaire sur le traitement des problèmes de l'atelier : ils s'entendent pour planifier la validation de façon à ce qu'elle ne soit pas contrainte par le fonctionnement de l'atelier. Ainsi, les acteurs de l'équipe projet privilégient l'enjeu de validation à court terme au détriment de la résolution des lacunes de la maintenance de l'atelier. Ces dernières ne seront véritablement identifiées et traitées qu'avec la panne du Block.

10.2. Assurance Qualité et maintenance de l'atelier : des absences lourdes de conséquences

10.2.1. La qualité dans l'angle mort du processus de conception.

L'un des objectifs du projet de remplacement du système de conduite est de se mettre en conformité avec la réglementation du médicament, en particulier la CFR part 11 et l'ICH Q7. Cet enjeu confère aux acteurs chargés du contrôle de la qualité une position centrale dans le projet. Pourtant, le projet reste marqué par leur absence. Par ailleurs, la validation du système de conduite, des recettes et des supports de suivi des fabrications prend une importance cruciale dans le projet car elle conditionne la conformité des futurs lots de produits fabriqués. Pourtant, la mise au point et la finalisation du journal batch, pièce maîtresse des dossiers de lots reste longue et difficile. La validation du système et celle des recettes s'avèrent problématiques pour les techniciens de l'équipe projet chargés de la validation du système et pour les opérateurs participant à la validation des recettes de fabrication. Dans le chapitre précédent, nous avons expliqué les difficultés des opérateurs par les lacunes du travail de conception : les activités de fabrication et les activités de contrôle de la qualité ont été anticipées comme indépendantes. Dans les deux paragraphes suivants, nous analysons ces problèmes à partir des caractéristiques de l'organisation du projet d'une part et des relations entre les acteurs de la Fabrication et ceux de l'Assurance Qualité au cours du fonctionnement quotidien de l'atelier d'autre part.

10.2.1.1. S'organiser pour se mettre en conformité sans l'Assurance Qualité

L'absence de représentant de l'Assurance qualité dans le travail de conception est structurelle. Dans l'organisation formelle du projet, leur position est similaire à celle des acteurs opérationnels de la Fabrication et de la Maintenance : ils appartiennent à l'atelier qui est « client » d'une équipe projet constituée de spécialistes de la technologie informatique et du développement informatique des procédés. Cependant, alors que les acteurs de la Fabrication ont participé aux phases amont du projet, les acteurs de l'Assurance Qualité sont restés éloignés du travail de conception. Ils ont été intégrés très tardivement au projet afin de mettre au point l'architecture et le contenu du journal

batch (note d'organisation datée du 15 juillet 2002). C'est pourquoi, la prise en compte des exigences réglementaires pour concevoir le système, c'est-à-dire leur traduction a été tardive. De plus, du fait de leur rattachement au Comité de Pilotage, les acteurs de l'Assurance Qualité manquent de données précises sur le travail de conception du nouveau système de conduite. Leur rôle dans ce comité étant de veiller à l'avancement du projet relativement au planning prévu, à l'allocation des ressources et à la résolution des problèmes rencontrés par l'équipe projet.

De façon analogue, le technicien chargé de la validation reste en marge de l'équipe projet. D'une part, il est intégré à l'équipe temporairement. D'autre part et surtout l'organisation du projet notamment la répartition des tâches entre les acteurs institue une coupure nette entre la conception des supports pour la validation et la réalisation des tests de validation. Les difficultés des techniciens de l'équipe projet pour appliquer les protocoles de validation du système sur plate-forme et celles des opérateurs pour compléter les supports de validation des recettes mettent en évidence les inconvénients de cette séparation des activités.

Par ailleurs, les difficultés de validation des recettes et l'élaboration du journal batch mettent en évidence les oppositions entre les acteurs de l'Assurance Qualité et ceux de la Fabrication. Le responsable Assurance Qualité de l'atelier et son assistant expliquent la prise en compte tardive de leurs exigences comme le résultat de leurs mauvaises relations avec le responsable de l'atelier et son adjoint. La réunion d'avancement de la validation montre effectivement leurs divergences à propos de l'importance de la validation d'une part et de l'implication des opérateurs pour respecter les exigences réglementaires pendant tout le processus de fabrication d'autre part. L'absence des deux groupes d'acteurs dans le travail de conception ne suffit pas à expliquer leur manque de coopération. L'organisation de l'atelier et leurs relations dans son fonctionnement quotidien permettent de comprendre leurs divergences mais également les fondements d'une application des exigences réglementaires pour concevoir le système et procéder à la validation résumée aux supports.

10.2.1.2. Des conflits entre Assurance Qualité et Fabrication résultant de l'organisation du contrôle de la qualité dans l'atelier

Le fonctionnement routinier de l'atelier (avec l'ancien système) est marqué par des conflits entre les acteurs de l'Assurance Qualité affectés à l'atelier et l'encadrement des équipes d'opérateurs. Ces relations trouvent leur origine dans l'organisation de l'atelier qui place les deux groupes d'acteurs en concurrence pour le contrôle des activités de fabrication.

a) Les fondations organisationnelles du conflit

L'organisation de l'atelier sépare les acteurs de l'Assurance Qualité de ceux de la Fabrication. Tout d'abord, la distribution des rôles et des tâches entre ces deux groupes d'acteurs compromet leur coopération à double titre. D'une part, elle isole les deux groupes d'acteurs par la division du travail qu'elle prescrit : les acteurs de la fabrication interviennent pendant le processus de fabrication pour compléter les documents de suivi des fabrications, les acteurs de l'Assurance Qualité interviennent en aval du processus de conception pour examiner les documents produits. Ensuite, par la définition des tâches des deux groupes d'acteurs, l'organisation de l'atelier institue un système d'autorité et de

contrôle dans lequel les acteurs de l'Assurance Qualité sont contrôleurs des activités des acteurs de la Fabrication. A travers les documents de fabrication, les acteurs de l'Assurance Qualité contrôlent le déroulement du processus de fabrication, *a posteriori*. De plus, ils disposent d'une autorité à travers le résultat de l'audit des dossiers de lots qu'ils prononcent. L'avis de non-conformité impacte les activités des acteurs de fabrication car il implique un supplément d'activités. Dans le meilleur des cas, les opérateurs retraitent le lot de produit défectueux. Dans le pire des cas, le lot de produit défectueux est détruit et les opérateurs doivent en fabriquer un nouveau pour le remplacer. La circulation des documents d'un collectif d'acteurs à l'autre et leurs états successifs — document de suivi pour les opérateurs, support d'audit pour les acteurs de l'Assurance Qualité, preuve de conformité pour l'atelier et le site — matérialise cette formalisation des rôles et des activités.

Enfin, cette distribution des rôles et de l'autorité et du contrôle est renforcée par l'attribution des ressources au niveau du site. En effet, pour faire face à des exigences réglementaires croissantes le rôle et le poids des acteurs de l'Assurance Qualité et les moyens de ce service ont été étendus.

« C'est la course depuis plusieurs années. La FDA [Food and Drug Administration] est bien placée comme étant les défenseurs de l'ordre. L'Agence Européenne [du médicament] cherche à se positionner. Il ne faut pas que ce soit la surenchère car il ne faut pas qu'on passe son temps à vérifier qu'on a vérifié. Ce qui est pervers, c'est que comme on est un grand groupe, on prend un métro d'avance sur les exigences. Et en interne, on a des exigences plus fortes. Le virage a été fait par le site. Ça a démarré il y a sept ou huit ans. Les gens ont compris qu'il ne fallait pas louper le coche. C'est à ce moment-là que l'AQ (Assurance qualité) a commencé à prendre une place plus importante dans la vie du site. » Responsable Assurance Qualité site, 21/09/2004.

Dans ce contexte, les oppositions entre acteurs de la Fabrication et acteurs de l'Assurance Qualité de l'atelier VANADIUM reproduisent un conflit plus général entre service des Fabrications et service Qualité au niveau du site.

b) Un cercle vicieux

Les relations entre les acteurs de l'Assurance Qualité et ceux de la Fabrication traduisent un conflit pour la maîtrise des activités de l'atelier. D'un côté, les acteurs de la Fabrication maîtrisent le déroulement des activités de fabrication. De l'autre, les acteurs de l'Assurance Qualité maîtrisent la sortie des produits de l'atelier, c'est-à-dire le résultat des processus de fabrication.

Le conflit se structure autour de l'importance des documents et des prescriptions de fabrication. De façon générale, les opérateurs s'opposent à la formalisation de leurs activités en remettant en cause la lourdeur des procédures et leurs conséquences sur leurs activités.

« On se noie sous les papiers. Quand on a démarré ce bâtiment, on nous avait dit : "Vous n'aurez plus de stylo, on mettra tout sur les écrans." » Opérateur, 29/09/2003.

« Les procédures, la plupart les signent et ne les lisent pas parce qu'il y a en a trop. » Opérateur, 30/10/2003.

D'une part, ils critiquent leur conception parce qu'elle ne prend pas en compte les conditions de réalisation des activités, même si elles sont rédigées par un ancien opérateur de l'atelier. Selon eux, deux éléments démontrent leurs limites pour soutenir les activités. D'une part, elles ne sont pas

toujours rigoureusement appliquées par les opérateurs ; c'est le cas par exemple des procédures de consignation et de préparation des installations pour les opérations de maintenance.

« Quand il y a trop de procédures ou des procédures trop lourdes, les gens les shuntent. On a des procédures pour arrêter le bâtiment, les consignations alors qu'on va redémarrer avec le même produit. On ré étiquette des vannes. Tous les gens qui interviennent le disent : c'est trop lourd. Par exemple, on nous fait couper la ventilation alors que ça ne sert à rien. » Opérateur, 27/10/2003.

D'autre part, les différents opérateurs n'en font pas un usage équivalent.

« Selon qui intervient, les procédures ne sont pas appliquées de la même façon. C'est un ancien TA [Technicien d'Atelier] qui n'est plus en équipe qui fait les procédures et prépare les inters campagnes. On nous les fait relire mais quand elles arrivent, il nous faut les appliquer point barre, sauf s'il y a quelque chose d'aberrant, mais c'est en appliquant la procédure qu'on s'en rend compte ! » Opérateur, 29/09/2003.

De leur côté, les acteurs de l'Assurance déplorent également la lourdeur de la documentation à l'échelle du site. Cependant, ils mettent en évidence l'importance de la qualité et donc de son suivi et de son contrôle dans les processus de fabrication.

« La force de ce site c'est qu'on est dans un environnement qui nous apporte beaucoup de science avec la recherche et développement. Je peux comparer car je viens d'un site plus industriel (dont l'organisation était plus simple). La faiblesse principale est que la documentation est lourde. Le top serait de garder la science et de simplifier les processus. Après, il faut faire avec les contraintes du milieu industriel c'est-à-dire faire des compromis entre produire et améliorer les conditions de production sachant que la qualité est une composante de la production. » Responsable du service Qualité du site, 24/08/2004.

Les check-lists et les fiches incidents entrent dans la constitution du « dossiers de lots ». Or, ce dossier qui transite entre acteurs de l'Assurance Qualité et de la Fabrication cristallise les conflits. Les acteurs de la Fabrication résistent au contrôle du processus de fabrication par les acteurs de l'Assurance Qualité en ne renseignant pas les documents de suivi des fabrications. Ils contraignent ainsi les activités des acteurs de l'Assurance Qualité. En effet, ces derniers rencontrent des difficultés dans le traitement des check-lists et des fiches rédigées pour chaque incident de fabrication.

« L'agent de maîtrise doit organiser le travail, donner un coup de main ponctuellement mais pas systématiquement. C'est un peu facile, tout ce qui est casse-pieds comme le relevé des paramètres de fabrication, faire des analyses, regarder les évolutions, c'est pour lui. Actuellement, ils ne font plus de suivi de fabrication. Depuis un an, ça ne se fait plus de façon systématique. Quand un AM de quart signe une check-list, c'est pas normal qu'on retrouve des cases blanches derrière eux. Ils disent que c'est pas leur boulot, qu'avant on produisait sans ça. » Charles, responsable Assurance Qualité VANADIUM&TITANE, 15/04/2004.

Les fiches incidents sont classées par items : qualité, sécurité (ils appellent ça personnes), environnement et économie activité. Il y a des niveaux pour chaque incident. Si la perte de solvant a un impact sur l'environnement, a un impact qualité, a un impact sur les personnes. Est-ce que ce solvant va manquer pour la fab [rication] ? En fin de compte, les fiches incidents sont des fiches événements. Tous les événements sont tracés et on doit regarder les impacts qualité de ces événements. A l'époque, il n'y avait pas de correspondant Assurance Qualité par secteur donc on devait traiter tous ces événements. Ici, c'est Charles qui les clôture avec la Fab [rication]. Au VANADIUM, c'est difficile faute de temps et de ressources. Je les traite et pour ce qui est de la clôture, c'est Charles [Responsable Assurance Qualité VANADIUM&TITANE]. A un moment, c'était nous, ensuite, on a eu un correspondant environnement sécurité qui s'occupait surtout de l'environnement [Martin]. Jean-Marc a été le premier avec la mise en place du REX [retour d'expérience] puis Martin est venu. Les événements qui ont un impact environnement sécurité sont clôturés par l'AQ mais Charles refuse de le faire tant que la Fab [rication] n'est pas motrice. Au VANADIUM, c'est difficile donc on ne traite que les événements qui ont un impact qualité. » Lionel, Correspondant Assurance Qualité, 06/08/2004.

Lorsqu'ils trouvent des documents incomplets ou incorrectement renseignés dans les dossiers de lots, les acteurs de l'Assurance Qualité recherchent les informations manquantes.

« Vérifier les dossiers de lots c'est pas agréable lorsqu'il n'y a pas le soutien et le dynamisme de la fab [rication] pour faire le travail et notamment le remplissage des documents. Il y a beaucoup de choses qu'on a réussies à faire passer : les gens n'écrivent plus au marqueur ou au crayon et ne signent plus au milieu de la page. » Lionel, correspondant Assurance Qualité VANADIUM, 06/08/2004.

Par ailleurs, les acteurs de la Fabrication refusent les nouvelles tâches de suivi des fabrications qu'ils considèrent comme une charge de travail supplémentaire. Par exemple, l'étiquetage des fûts de produits pour identifier l'origine du produit, divise les acteurs de l'Assurance Qualité et les responsables de l'atelier.

Réunion quotidienne de l'atelier : le 13/10/2003.

CHARLES : Je demande à M. VANADIUM [responsable de l'atelier] de sortir les étiquettes après le conditionnement.

PAUL : Ah non !!! C'est de la folie. Moi, je ne demande pas aux mecs [opérateurs de la fabrication] un double étiquetage.

CHARLES : Comme ils réécrivent à la main, je pensais qu'ils pourraient le faire informatiquement.

PAUL : Qu'ils le fassent de manière ponctuelle, ok. Sinon, non ! Pour arranger des soucis de traçabilité, il faut augmenter la charge de travail de la fab [fabrication] ! Ca non, vous nous trouvez un système [pour l'étiquetage] qui marche, les étiquettes sortent avant et le mec les colle sur les fûts !

RENE : Moi, je ne comprends pas qu'on demande toujours aux petites mains de la fabrication !

CHARLES : Pour le C3 humide, on n'a pas d'analyse !

RENE : non !

CHARLES : Et ça fait combien de temps qu'il n'y a pas d'analyse ?

[...] La première opé [opération de production] c'est quand ? Est-ce qu'on pourra sécher du C3 en même temps ? Parce qu'au CQ [Contrôle Qualité], ils me demandent...

RENE : (lui coupant la parole) : le CQ s'ils ont besoin de quelque chose, qu'ils demandent au fabricant !

C'est pourquoi, les acteurs de l'Assurance Qualité soulignent le fonctionnement opaque des acteurs de la Fabrication du VANADIUM. Ils leur reprochent leur manque d'investissement et de coopération pour constituer des dossiers de lots complets.

« Dans cet atelier, motiver ses troupes, c'est difficile. Par rapport au reste de l'usine, ils ont des fonctionnements obscurs. On en devient suspicieux parce qu'on ne nous dit rien. Quand on reçoit un dossier de lots non conforme, on ne trouve pas de réponse à nos questions. » Charles, Responsable Assurance Qualité, 29/04/2004.

Ils critiquent également leur retrait dans le traitement des non-conformités et l'amélioration de la qualité des produits et des processus de fabrication.

« Le plus difficile, c'est le relationnel. Malheureusement, notre travail est plus pris pour du flicage, du contrôle, que comme service d'appui de la Fabrication du fait que la hiérarchie ne joue pas le jeu et ne nous considère pas comme appui. C'est plus un problème de personnes que de services. Ce n'est pas toujours facile de faire passer la bonne parole dans un atelier de cette envergure. » Lionel, correspondant Assurance Qualité, VANADIUM, 06/08/2004. « J'ai un principe, quand on accepte ce job, on se réfère à des faits rien que des faits, pas des jugements à l'emporte-pièce. Dire ce qui ne va pas et pourquoi ça ne va pas. Pour ça on a les guides BPF [Bonnes Pratiques de Fabrication]. On essaye de ne pas trop faire d'interprétation. On essaye de faire en sorte que ces règlements soient suivis à la lettre. PHARMA les a mis dans ses propres règles Corporate [règles établies au niveau du groupe industriel]. On devrait être considérés comme les apôtres de la qualité et pas comme les inquisiteurs. Le meilleur moyen pour parvenir à ses fins c'est le dialogue et puis, je peux aussi me tromper. Il nous faut faire des enquêtes poussées avec ou sans l'aide de la Fabrication malheureusement, en discuter avec elle pour prendre des actions correctives. » Lionel, correspondant Assurance Qualité VANADIUM, 06/08/2004.

« Si on a un problème pour mettre en place les actions correctives, j'en réfère à ma hiérarchie, Charles et N. [responsable Assurance Qualité du site]. On déclare l'événement comme écart. Ces fiches incidents sont vues avec la Fabrication. C'est un peu comme un constat amiable quand on a un accident. Ça arrive rarement les gros problèmes. On s'incline si ce n'est pas important mais on l'écrit et on le ressort à chaque fois. On a des revues de direction qualité trimestrielles avec le responsable de l'organique [des fabrications chimiques], de la Maintenance, de l'AQ et on évoque nos problèmes qui sont traités en harmonie avec les personnes concernées par ces soucis. C'est beaucoup moins tendu qu'à une époque entre les responsables de l'AQ et le responsable des Fab [rications]. Là, c'est mou, c'est morose. Quand il y a un problème, j'ai l'impression que les non-conformités embêtent plus les personnes de l'AQ que les fabricants. » Lionel, correspondant Assurance Qualité VANADIUM, 06/08/2004.

Pour toutes ces raisons, les acteurs de l'Assurance Qualité peinent à valider et à libérer les dossiers de lots.

En plus, il y a l'ambiance dans l'atelier. Ils avaient besoin d'autres personnes. Comme ils bloquaient la libération du dossier de lots, ça n'allait pas. Ça remonte depuis le client jusqu'à celui qui bloque le dossier de lots. L'AQ disait : « oui, mais ça bloque parce que tu n'as pas donné ce qu'il fallait. » Le constat c'était : la Fab [rication] a produit mais l'AQ ne libère pas les lots. On a essayé d'être factuel et d'expliquer pourquoi on en était là. » Charles, Responsable Assurance Qualité, 21/09/2004.

Par conséquent, les conflits avec les acteurs de la Fabrication s'exacerbent. Ces derniers le perçoivent comme un abus d'autorité. L'encadrement de l'atelier fustige les interventions des acteurs de l'Assurance Qualité qu'ils trouvent tatillonnes, peu utiles et coûteuses en temps.

« L'AQ [Assurance Qualité] a voulu tout contrôler, partout, au-delà de la réglementation FDA [Food and Drug Administration]. Ca enlève toute souplesse, toute possibilité d'adaptation. [...] Pour les audits de dossiers de lots, ils font des remarques inutiles, sur les virgules qui manquent, les initiales. » Paul, Ingénieur de fabrication responsable de l'atelier, 24/11/2003.

« Ce qui m'embête c'est quand on me demande de faire deux fois la même chose. Le plus contraignant c'est la qualité. Ces normes sont un bien mais elles sont astreignantes, contraignantes. Il faut justifier toujours plus et retraiter plus de produit. Ça pose des problèmes organisationnels au niveau des objectifs à tenir. Et je ne suis pas persuadé que le nouveau système va arranger les choses. » René, Adjoint de fabrication, 29/10/2003.

Finalement, le rejet du contrôle de leurs activités par l'Assurance Qualité conduit les acteurs de la Fabrication à ne pas se conformer au renseignement des documents et à ne pas coopérer pour améliorer la qualité des produits et des processus. Ce retrait exacerbe la méfiance des acteurs de l'Assurance Qualité et complique leurs activités d'audit des dossiers de lots. De ce fait, ils ne libèrent pas facilement les lots de produits fabriqués, ce qui suscite l'opposition des acteurs de la Fabrication. Ce cercle vicieux nuit à la maîtrise des risques de non-conformités des processus et des produits. C'est pourquoi, l'atelier VANADIUM est celui qui demande le plus de travail aux acteurs de l'Assurance Qualité car il fournit le plus grand nombre de lots de produits non conformes sur le site.

*« Le VANADIUM, c'est pas l'atelier le plus facile du site : c'est l'un des ateliers sur lequel on a le plus de non-conformités. Nous avons un gros travail de fiabilisation. C'est un atelier difficile car le travail est fait en 5*8, sans arrêt. Il cumule des problèmes de productivité, les problèmes liés au CHIMINFO et les problèmes de qualité des produits. » Responsable Assurance Qualité du site, 24/08/2004.*

En conclusion, les acteurs de la Fabrication et de l'Assurance Qualité s'opposent au cours du projet comme dans leurs activités quotidiennes sur la prise en compte des exigences réglementaires. Le retrait des acteurs de la Fabrication et l'implication tardive des acteurs de l'Assurance Qualité ont limité la prise en compte des exigences relatives à la qualité des produits et des processus. Ces difficultés se sont conjuguées au manque de ressources de l'équipe projet pour réaliser des tâches dont le nombre et l'ampleur n'avaient pas été anticipés (conception et programmation du journal batch). L'organisation du projet a reproduit le cloisonnement entre Fabrication et Assurance Qualité déjà présent dans l'organisation de l'atelier. Elle subit ainsi les relations conflictuelles des deux collectifs d'acteurs et, en conséquence, d'une maîtrise des risques de non-conformités fragile, annoncée par les difficultés de finalisation des supports de suivi des fabrications.

10.2.2. Une maintenance effacée

Les pannes de capteurs de l'atelier lors de la validation et les deux grosses pannes de matériel qui paralysent la fabrication montrent que les acteurs de l'équipe projet n'ont pas pris en compte l'état de l'atelier, ni la maintenance des appareils identifiés comme sensibles pour préparer le démarrage. Cet oubli attente à la maîtrise des risques qualité et des risques professionnels. En effet, les pannes nécessitent la mise en sécurité de l'atelier afin d'éviter toute dégradation du produit et éviter toute intervention de débouchage à risques. Plus spécifiquement, la panne du silo de C a nécessité une intervention à risques. Les pannes de capteurs compromettent la validation et aggravent le risque de non-conformités car les opérateurs n'ont plus les moyens de vérifier les paramètres critiques. Pour

quelles raisons, alors qu'ils pensent les activités de pilotage des fabrications et leur organisation, les acteurs de l'équipe projet ont-ils presque ignoré la maintenance de l'atelier ?

10.2.2.1. Concevoir sans la maintenance

Deux éléments expliquent en grande partie que les acteurs de l'équipe projet n'aient pas porté d'attention particulière à l'état de l'atelier.

Premièrement, l'organisation du projet et plus particulièrement le choix des acteurs pour constituer l'équipe projet expliquent l'absence de prise en compte de la maintenance.

Les acteurs de la maintenance de l'atelier ne sont pas représentés dans l'équipe projet. L'ingénieur responsable du service de Maintenance appartient au Comité de Pilotage mais il participe très épisodiquement aux réunions, le projet ne concernant pas directement la maintenance de l'atelier.

Deuxièmement, les opérateurs et leur représentant, l'adjoint de fabrication participent peu au travail de conception. Or, les opérateurs sont confrontés quotidiennement aux problèmes de maintenance de l'atelier. Ils sont en grande partie responsables du mauvais état de l'atelier. En effet, avec l'ancien système de conduite, ils contournent les pannes de capteurs et de matériels pour continuer à produire. Cependant, comme ils le soulignent lors du démarrage, ils subissent également les contraintes de ressources réduites en maintenance, notamment pour les astreintes en dehors des horaires journaliers.

Par ailleurs, cette place secondaire dédiée à la maintenance de l'atelier se retrouve dans la résolution des pannes de capteurs pendant la validation (Cf. Vignette 2, annexe IV.2.). Le responsable de l'atelier et le responsable Assurance Qualité résolvent le problème à court terme, dans le cadre de la validation en planifiant la validation lorsque l'atelier est en régime de croisière. Cependant, ils délaissent le problème de fond : une maintenance insuffisante des capteurs et plus généralement de l'atelier.

Le bouchage des installations avec du C et la panne du Block s'ajoutent à ces aléas. Cependant, ils s'en démarquent à deux titres. D'une part, ils ne s'expliquent pas par le vieillissement des appareils. D'autre part, bien que des acteurs extérieurs à l'atelier épaulent les acteurs locaux, ces pannes restent difficiles à résoudre. Elles révèlent des carences dans l'organisation et le fonctionnement de l'atelier que nous abordons à présent.

10.2.2.2. Démarrer sans la maintenance : un problème de compétences dans l'atelier...

Tout d'abord, la modification « pirate » du Block et les difficultés de diagnostic des origines de la panne du silo de C démontrent que **les compétences spécifiques ne sont pas distribuées**. Ainsi, seul, l'ancien ingénieur procédés de l'atelier maîtrise le fonctionnement de l'installation dédiée au C. En son absence, les acteurs de la cellule de crise perdent une journée de travail. En ce qui concerne la panne du Block, le seul agent de maîtrise de la Maintenance maîtrisant la configuration et le fonctionnement de l'appareil n'est appelé qu'au bout de trois semaines. Sans lui, malgré la mobilisation de nombreux acteurs, l'énigme ne trouve pas de solution. Par ailleurs, ces deux pannes mettent en évidence deux facteurs qui en aggravent les conséquences. Premièrement, **le**

cloisonnement entre les compétences de l'atelier et celles des autres services du site. En effet, pour résoudre la panne du Block, les acteurs de l'atelier n'ont pas fait appel aux compétences de l'ancien ingénieur de maintenance (à présent aux Achats), alors qu'il a proposé ses services.

« [A propos de son intégration tardive à l'équipe pour la résolution de la panne du Block, appareil dont il est spécialiste] Je ne sais pas, c'est peut-être de la fausse fierté. Ici, sur le site de Saint-Clair, on m'a fait remarquer que j'empiétais sur un domaine où je ne devais pas aller. C'est dommage ! Moi, vu mon âge, ce n'est pas avec ce que je sais que je vais m'enrichir, il vaut mieux que je le laisse ici ! Quand j'ai pris le bâtiment en 1987, on faisait 5 inters campagnes par an les interventions sur le Block étaient rapprochées. Cet appareil, on le connaissait sur le bout des doigts. Quand j'ai eu mon accident en 1995, on a payé cher notre manque de visibilité à long terme. Le défaut de Saint-Clair, c'est qu'on a trop isolé les compétences. C'est mauvais de laisser l'expérience à une seule personne. On ne partage pas assez les expériences et quand un maillon lâche c'est la catastrophe. Et puis en plus, quand on les connaît, ceux qui détiennent les connaissances, on ne sait pas venir les chercher ! » Agent de maîtrise Maintenance, 06/06/2004.

On peut se demander de quelles ressources les acteurs de l'atelier disposeront en cas de nouveaux dysfonctionnements sur ces appareils si les acteurs compétents venaient à quitter le site, de surcroît sans laisser de traces de leurs activités ni de leurs connaissances ? Cette question est d'autant plus cruciale que l'ancien ingénieur procédés, muté dans l'un des ateliers de production biochimique du site quittera définitivement le site quelques mois plus tard. De plus, l'agent de maîtrise de maintenance spécialiste du Block approche de l'âge de la retraite.

Deuxièmement, **le transfert des compétences de maintenance vers la sous-traitance** au détriment des acteurs de l'atelier. Dans un atelier où certains appareils qualifiés de « bêtes à chagrin » demandent une véritable expertise, les compétences permettant de résoudre les dysfonctionnements sont acquises grâce à une fréquentation assidue du terrain. L'intervention de l'agent de maîtrise de la Maintenance chargé des travaux neufs pour résoudre la panne du Block le démontre. Or, comme la plus grande partie de la maintenance est sous-traitée, ces compétences échappent aux acteurs de la Maintenance. Au quotidien et pendant les inters campagnes, ils deviennent dépendants des sous-traitants. Ces derniers, en mobilisant les méthodes et les pratiques, acquièrent la maîtrise de la maintenance du matériel de l'atelier.

« D'une maintenance intégrée - on avait un pool intégré TITAN avec des entreprises sous-traitantes qui gravitaient autour-, on est passé à un contrat avec un certain nombre d'heures. On avait encore un peu de maîtrise technique. Puis, avec les EGM [Entreprises Générales de Maintenance], il y a eu une fonte progressive des moyens internes. Le savoir-faire technique est parti à l'extérieur. Une fois que les anciens comme moi ne seront plus là, ça va sérieusement compliquer la donne. C'est vrai que ce sont des sources potentielles d'économies pour des procédés comme ceux-là mais c'est une vision à court terme. Je pense qu'il faudrait conserver la connaissance en interne sans tout passer à l'extérieur. Là, on est tributaire de l'extérieur. Si le personnel d'une EGM (Entreprise Générale de Maintenance) se met en grève, on peut arrêter le site. » Agent de maîtrise Maintenance travaux neufs, 09/06/ 2004.

10.2.2.3. ...et d'organisation de la maintenance

Revenons sur les causes de la panne du Block. L'agent de maîtrise responsable de la maintenance mécanique a effectué une modification qu'il n'a pas tracée ni fait valider par ses supérieurs. Comme nous l'avons vu, ce comportement a été interprété comme un contournement de la procédure de modification d'installation, une « modification pirate » dont l'auteur n'a pas compris la portée. Mais cette panne est-elle uniquement la conséquence d'un comportement isolé ? Que révèle ce contournement de procédure ?

L'organisation de la Maintenance contribue à isoler ces acteurs, en effectif minoritaire dans les ateliers de fabrication. Tout d'abord, on peut s'interroger sur les ressources dont dispose un agent de maîtrise isolé dans un atelier de fabrication. En effet, les acteurs de la Maintenance sont très peu nombreux dans l'atelier. Un agent de maîtrise prépare et orchestre les inters campagnes. L'autre s'occupe des travaux de maintenance mécanique, plus particulièrement des modifications du matériel de l'atelier. Comme l'explique leur supérieur hiérarchique, ses attributions d'ingénieur responsable de la Maintenance des ateliers de fabrication chimiques et biochimiques l'éloignent considérablement du terrain. Les deux agents de maîtrise ne le consultent qu'en cas de problème. Au quotidien, ces deux acteurs disposent donc d'une large autonomie, mais demeurent isolés sur le territoire des fabricants. De plus, le développement de la sous-traitance pour les travaux de maintenance courante les dépossède des installations et des compétences techniques associées. En effet, l'agent de maîtrise plate-forme, rattaché à la fabrication signe les avis de travail et les consignations pour les travailleurs sous-traitants. Il contrôle également l'exécution de ces travaux. Cette distribution des rôles apparaît clairement lors de la réunion journalière de fabrication : l'agent de maîtrise de plate-forme fait l'inventaire des travaux en cours et décrit leur avancement. L'agent de maîtrise mécanique ne mentionne que les travaux exceptionnels, lorsqu'il y en a :

Réunion journalière atelier, le 17/11/2003 :

« RENE : (distribue la parole) : L'entretien ?

L'agent de maîtrise de la maintenance passe son tour de parole.

AGENT DE MAITRISE PLATE-FORME : Je voudrais nettoyer l'étuve si je trouve une ou deux personne demain.

On a problème avec le chauffage du 41. Ce matin, il y avait un bruit bizarre donc on a mis de l'eau mais le bruit ne s'est pas arrêté. On a un défaut de chromato. On n'a pas d'alarme mais j'ai l'impression qu'il y a des défauts.

Je suis monté sur le silo, il y a trois belles coulures au niveau des brides donc on a tout à recommencer. Pourtant j'avais demandé une collerette en haut du silo pour éviter les coulures. »

De plus, dans leurs activités, les acteurs de la Maintenance subissent deux lacunes de l'organisation de la maintenance de l'atelier : **le manque de traçabilité des modifications d'installation et l'absence de retour d'expérience sur la résolution des dysfonctionnements des appareils.** Conjuguées au caractère compartimenté et peu substituable des compétences de maintenance, ces deux faiblesses fragilisent l'atelier VANADIUM.

On peut alors comprendre le comportement de l'agent de maîtrise auteur de la modification « pirate » comme celui d'un acteur habitué et contraint d'agir de manière autonome. Les

modifications d'installation constituent l'essentiel de son travail et lui donnent l'occasion d'exercer ses compétences, alors que ses attributions l'éloignent de la maintenance quotidienne de l'atelier. Le responsable de l'atelier, le responsable des Fabrications et le responsable de la Maintenance de l'atelier ont bien identifié le manque de ressources en maintenance de l'atelier. Par décision de la direction, l'équipe de maintenance de l'atelier est renforcée avec l'arrivée d'un ingénieur et la réorganisation de l'atelier en « Plant Management Team » (note d'organisation du 26 avril 2004, Cf. chapitre 8, §8.1.2.). De plus, la maîtrise du fonctionnement de l'installation de chargement du C figure dans les objectifs à court terme de l'atelier (à l'ordre du jour lors d'une réunion de réorientation du programme de production le 10 mars 2004). Cependant, les orientations de la note d'organisation de l'atelier en « Plant Management Team » ne concernent pas la mémoire de l'atelier. On peut donc se questionner sur leurs limites pour compenser les fragilités mises en évidence par les pannes de matériels.

10.2.2.4. Les errements dans la résolution de la panne du Block sont le résultat du positionnement de l'atelier sur le site

Si l'on revient à la résolution collective de la panne du Block, on peut se demander comment interpréter cet épisode de trois semaines d'errements dans la vie de l'atelier. D'une part, en l'absence d'un retour d'expérience formalisé, comme l'exprime l'expert procédés du site, il peut être appréhendé comme un passage nécessaire pour une équipe de fabrication renouvelée par l'arrivée d'un nouveau responsable d'atelier. Selon lui, ce type d'incidents constitue une façon pour « la tribu » de s'approprier l'atelier et de développer des savoirs communs. Pour expliquer les errances dans la résolution du bouchage du silo de C, il évoque une « connaissance qui ne s'est pas cristallisée » (Cf. vignette 4, annexe IV.4.). Selon cette interprétation, la résolution de cette panne contribue à la construction des résiliences de l'organisation de l'atelier. Nous pouvons l'inscrire dans la perspective de l'apprentissage organisationnel (Argyris & Schön, 1978)²⁴³. Plus précisément, la panne du Block et sa résolution délicate permettent à l'organisation de l'atelier d'apprendre de son erreur en passant d'un modèle de fonctionnement en « simple boucle » au modèle de fonctionnement en « double boucle ». Le premier modèle est caractérisé par un « programme maître » décliné en routines d'action dans lequel le changement touche uniquement les stratégies d'action sans remettre en cause les valeurs fondamentales du programme. Ainsi, en faisant appel au responsable de la Maintenance et à son supérieur hiérarchique, les acteurs de l'atelier modifient leurs stratégies d'actions routinières. Le deuxième modèle consiste à remettre en cause les fondements du fonctionnement de l'organisation. Ainsi, la recherche des origines de cette panne conduit les acteurs impliqués à mettre en cause le manque de ressources en maintenance de l'atelier. C'est à la suite de ce dysfonctionnement qu'est mise en place la PMT (Plant Management Team).

La perspective de l'apprentissage organisationnel apporte un éclairage instructif. Cependant, elle nous semble insuffisante pour appréhender les difficultés dans la résolution des problèmes matériels de l'atelier. Plus particulièrement, on se demande pourquoi, dans cette phase de démarrage, alors

²⁴³ Nous ne citons qu'un ouvrage majeur de la riche littérature traitant de cette approche du changement dans les organisations.

que le planning de production est extrêmement serré, le responsable de l'atelier et son adjoint hésitent à convoquer le personnel capable de résoudre la panne.

Deux éléments fondamentaux permettent de comprendre les réticences du responsable de l'atelier et de son adjoint à mobiliser des ressources extérieures. Premièrement, leurs enjeux relativement au positionnement de leur atelier sur le site : Pour ces deux acteurs, les dysfonctionnements du système de conduite et les pannes de l'atelier sont autant de défis à relever pour que l'atelier retrouve une meilleure position sur le site. En effet, nous avons décrit un atelier au prestige terni par la concurrence d'autres ateliers du site parce que les produits fabriqués ne sont plus stratégiques du point de vue de la concurrence européenne et mondiale. L'atelier d'élite est devenu un « village gaulois » dont le fonctionnement opaque et les acteurs capricieux sont couramment évoqués par les acteurs des autres unités du site. C'est pourquoi, l'adjoint de fabrication cherche à triompher des pannes du système de conduite sans attendre d'assistance extérieure. Pour l'ingénieur de fabrication, nouvellement arrivé à la tête de l'atelier, il s'agit de prendre les rênes d'un atelier dont il affronte les difficultés. L'isolement dans la résolution des problèmes du Block révèle cette volonté de l'encadrement de démontrer ses compétences dans la conduite et la gestion de l'atelier.

Deuxièmement, du point de vue de leurs relations avec leurs équipes d'opérateurs, le remplacement du système de conduite donne un second souffle à l'atelier. Régler les difficultés du démarrage leur donne l'occasion de rétablir leur autorité sur les activités de fabrications et de conforter ainsi l'atteinte de l'objectif de réforme des pratiques de contournement du système par les opérateurs.

10.3. Forces et faiblesses de l'organisation du projet de remplacement du système de conduite

L'organisation générale du projet de remplacement du système de conduite sépare le travail de conception de la gestion des ressources du projet. L'équipe projet assure le travail de conception, de développement, d'implémentation puis de démarrage du nouveau système de conduite. Le Comité de pilotage veille à l'avancement du projet et à l'attribution des ressources. Par ailleurs, le système informatique est conçu par son fabricant, ChimInfo. L'équipe projet en assure le développement, c'est-à-dire la programmation des applications du code informatique à la conduite des fabrications.

Le démarrage du nouveau système de conduite met à l'épreuve le travail de conception et confronte l'équipe projet à ses limites. Les acteurs de l'équipe projet doivent finaliser un système de conduite qui permet de produire en respectant les objectifs de fabrication et en maîtrisant les risques professionnels et les risques de non-conformités. Cependant, ils sont confrontés à la résolution des dysfonctionnements informatiques. Les acteurs de l'équipe projet et ceux de l'atelier parviennent à dépasser ces problèmes et à maîtriser les risques. Trois éléments indissociables leur permettent de finaliser le système : la coopération au sein de l'équipe projet, le rôle d'interface joué par le chef de projet et le responsable du service EICP.

10.3.1. L'équipe projet

Lors de la finalisation du système de conduite, l'équipe projet est confrontée à des dysfonctionnements informatiques. La résolution de ces pannes est cruciale car elles provoquent des arrêts inopinés de la production qui menacent la sécurité des opérateurs et la conformité des produits et des processus. Les acteurs de l'équipe projet subissent trois contraintes principales dans ce travail : 1) un planning de fabrication peu négociable, 2) des compétences peu distribuées et peu substituables, 3) la division du travail de conception entre l'équipe projet et le fabricant du système, ChimInfo. Cependant, les acteurs de l'équipe projet parviennent à finaliser le système grâce aux ressources que leur offre l'organisation du projet pour coopérer.

10.3.1.1. Les contraintes de l'équipe projet

a) Un planning de fabrication contraignant

Au démarrage, **l'organisation du travail de l'équipe projet est tributaire du planning de fabrication**. D'une part, l'équipe projet n'a pas d'influence sur le programme annuel de fabrication de l'atelier géré par la direction des fabrications chimiques et le service des Achats. Il est d'autant plus contraignant que les stocks de produits sont restreints. Ainsi, lorsque les dysfonctionnements du système se prolongent, le responsable des fabrications et le responsable des Achats du site décident de refondre le planning des années 2004 et 2005 : Ils conviennent de raccourcir les campagnes afin de s'adapter aux commandes des clients et ainsi de ne pas risquer de les perdre. Cette contrainte oblige l'équipe projet à démarrer la production en B2 alors que le programme informatique permettant de piloter de fabrication d'A1 n'est pas encore fiabilisé.

« On faisait des points d'avancement réguliers des problèmes mais ces problèmes ne pouvaient être résolus qu'à l'extérieur [du site], chez CHIMINFO. On a sollicité la responsabilité de CHIMINFO, mais CHIMINFO France est resté passif. On les a poussés à sortir, à s'adresser à la Hollande, aux Etats-Unis à mettre en place un suivi, avec un poste [informatique] supplémentaire. Avec le suivi en interne, on a identifié les difficultés. Ça a permis d'arriver à la situation d'aujourd'hui où on a beaucoup moins de difficultés. On ne pouvait pas sortir les quantités comme prévu. Globalement, on l'a remanié [le planning de fabrication]. On a limité les dégâts car on a eu un seul retard sur le B2. Malgré les difficultés de début d'année, on a eu un seul retard. Ça oblige à une gymnastique quasi-quotidienne. On s'est vu aujourd'hui pour planifier les inters campagnes pour 2005. La contrainte client, c'est plus contraignant que l'économie. Là, on le voit. Une inter campagne coûte cher avec les frais de reconfiguration de l'atelier. Pour tenir les demandes du service client, on est obligé de faire des campagnes plus courtes donc plus d'inter campagnes. Entre le retard client et les frais supplémentaires on a choisi les frais supplémentaires. Un retard, et le client peut avoir une envie d'aller voir ailleurs » Jean, Responsable des fabrications. 06/08/2004.

D'autre part, **l'équipe projet doit se plier à la disponibilité de l'encadrement de l'atelier** pour planifier le démarrage. Ainsi, le chef de projet sera obligé de reporter le démarrage de la première opération d'A1 de quelques jours afin que l'adjoint de fabrication et le responsable de l'atelier soient tous deux présents.

« Le redémarrage est prévu lundi. Pendant le comité de pilotage de lundi dernier, on m'a demandé quand on avait prévu de démarrer. J'ai dit lundi. Ils m'ont demandé quelle organisation était en place pour les procédés. J'ai répondu que c'était la même que celle qui est déjà en place. Jean a demandé comment ça s'organisait côté fabricant. C'est René qui a répondu, il a répondu qu'aucune organisation n'était prévue parce que c'est un jour de pont (10 novembre le 11 novembre tombe un mardi). Alors, Jean a demandé si c'était bien raisonnable de démarrer sans aucun responsable de la fabrication dans l'atelier. J'ai répondu que c'était à eux de voir. La conclusion de la réunion c'est qu'ils m'ont dit : « Tu fais comme tu veux mais on ne t'en voudra pas si tu démarres mercredi avec tout le monde ! » On a décidé de se voir vendredi avec Jean et Jérôme pour prendre une décision. C'est quand même pas moi qui vais prendre la décision, je ne suis pas chez moi ! » Pierre, chef de projet, 5/11/2003.

b) Des compétences peu distribuées et peu substituables

Les ressources humaines de l'équipe projet sont réduites pour faire face aux difficultés de finalisation du système de conduite. Les techniciens de l'équipe projet restent peu nombreux pour régler les imprévus et assister les opérateurs. De façon générale, ils soulignent qu'ils auraient eu besoin d'une personne supplémentaire pour toute la période de démarrage et de rodage du système :

« On a eu beaucoup de travail. Avec toutes les heures qu'on a faites avec Bernard [technicien automatique], on aurait pu ajouter une personne à temps plein. Quand j'arrivais à 22 heures pour la nuit, Jean-Marc [technicien procédés] et Bernard qui étaient à la journée étaient encore là ! » Louis, technicien système, 15/10/2004.

« On nous a demandé de modifier en catastrophe et on a voulu fabriquer trop vite. On nous a demandé de modifier les recettes en produisant alors qu'il aurait fallu arrêter. On ne pouvait pas faire de soutien aux opérateurs. C'est le fabricant, René [adjoint de fabrication], qui a poussé à fabriquer. Certainement qu'il avait des impératifs. Mais je me suis étonné de cette méthode. On n'est pas bons mais on continue de faire. Ça me choque ! On n'était pas beaucoup à pouvoir faire les modifications [de recettes] et ça a un coût de travail énorme. Tout reposait sur nos épaules. Il s'est passé la même chose pour Bernard et Hubert [technicien informaticien sous-traitant]. Est-ce qu'on n'avait pas de sous, un manque de moyens, un manque de temps ajoutés au besoin de fabriquer ? Moi, je pense que le projet a été sous-évalué à la base. » Martin, technicien Environnement, 24/01/2004.

Ce manque de ressources pèse particulièrement car l'équipe projet dispose de peu de marges de manœuvre pour y remédier. En effet, même si l'équipe projet s'appuie sur les contributions de sous-traitants, cette solution offre une aide ponctuelle car les contrats de sous-traitance ont été établis pour une durée précise, difficilement modifiable au dernier moment. La panne du 27 novembre 2003 en est un bon exemple. Les acteurs du Comité de Pilotage et de l'équipe projet réunis décident finalement d'une configuration de redémarrage mais les techniciens de l'équipe projet devront se passer de l'assistance des techniciens sous-traitants, en fin de contrat.

Ensuite, **les compétences sont peu distribuées**, ce qui limite les possibilités de redistribution des ressources pour faire face à une surcharge de travail ou à l'absence d'un technicien. Cette hyperspécialisation des techniciens résulte également d'une division du travail entre les acteurs de l'équipe projet d'une part et entre les acteurs de l'équipe projet et les techniciens sous-traitants d'autre part. Le technicien procédés programme les différentes recettes de fabrication et les modifie en fonction des difficultés rencontrées au cours de leur mise en œuvre. Il travaille à plein temps sur les recettes et ne peut intervenir sur la partie procédés du projet. Le technicien automatique est le

seul à pouvoir modifier la programmation des paramètres dans le système. Le technicien système effectue des modifications et des ajustements dans la programmation du système. Il travaille également sur les enregistrements des données de fabrication. Cependant, il dispose de prérogatives moins étendues que le technicien automatique.

Les deux techniciens sous-traitants de Vtech ne sont pas habilités à faire des modifications dans la programmation du système. Ils contribuent à la validation des logiciels informatiques de conduite.

« Nous, dans le cadre de la validation, on est là pour voir si ça tourne bien. On ne peut pas faire les modifications tous seuls. On est consultants. On doit donc demander à Bernard ou à Hubert de les faire. » Technicien automatique VTech, 27/11/ 2003.

Le technicien informaticien mandaté par ChimInfo est le seul à pouvoir modifier la programmation du système.

« Hubert connaît l'installation et a fait le développement de l'application informatique. PHARMA était prêt à payer une personne supplémentaire, mais on n'a trouvé personne. Hubert est le seul à connaître l'atelier et le développement de l'application. » Pierre, Chef de projet, 05/11/2003.

Enfin, **ces compétences sont peu substituables** du fait de leur spécificité et parce que les techniciens de l'équipe projet comme les sous-traitants en ont acquis une grande partie au cours du projet, en relation avec les spécificités des procédés et du système de conduite. Bien qu'ils aient suivi des formations spécifiques dispensées par ChimInfo, ils acquièrent ces compétences en débutant leurs contributions au projet.

« J'ai fait des formations chez CHIMINFO. J'ai fait presque toutes les formations. Il y a eu un mois de formation de un à trois jours par semaine. J'ai suivi les mêmes formations que Bernard. Le tronc commun durait six à sept jours. Le reste, c'était des formations bien spécifiques. Ça aide un petit peu, c'est sûr mais on a surtout appris sur le tas. Les formations se sont étalées sur un an entre 2002 et 2003 à Cergy. » Louis, technicien système, 03/09/2004.

*« Thierry (Mélec) n'a pas reçu de formation lorsqu'il a été intégré aux équipes en 4*8. Il avait travaillé sur le PCSQL [poste informatique dédié à la gestion des historiques de fabrication] dans le bâtiment 47 [bâtiment où ont été réalisés les tests en plate forme juste avant l'installation du système dans l'atelier], un peu sur les phases mais pas du tout sur le fonctionnement du système. » Louis, technicien système, 15/10/2004.*

« Mon apprentissage s'est fait sur le tas. Quand une phase se mettait en repli, je ne comprenais pas. Alors, je demandais à Bernard à mon responsable [de Vtech qui participe également à cette phase de démarrage] ou à Hubert. » Technicien automatique VTech, 27/11/2003.

Enfin, un dernier élément, combiné aux caractéristiques des compétences évoquées, vient fragiliser l'équipe projet : **l'instabilité des effectifs de l'équipe projet** qui place **la mémoire du projet** dans les mains **d'un acteur unique** : le technicien automatique. En effet, il est le seul acteur de l'équipe projet qui aura participé à l'intégralité du projet, de l'élaboration des différents cahiers des charges en 2002 à la finalisation du projet à l'été 2004. Les autres techniciens ont été intégrés au fur et à mesure de l'avancement du projet et ne restent pas toujours jusqu'à la finalisation du système de conduite. Ainsi, le technicien système a été intégré plus tardivement, au début de l'année 2003.

« J'assistais aux réunions quand on me demandait mon avis, quasiment dès les débuts (2001-2002). J'ai vraiment été impliqué début 2003. Ca s'est passé de manière naturelle. Pierre a repris le projet : il fallait du monde pour les FAT [Factory Acceptance Tests] et les formations des opérateurs. Je suis rentré dans le projet tout doucement. Au début, on m'a demandé d'assister aux réunions plutôt pour ma connaissance du SMS [ancien système]. J'ai sorti pas mal de documents du SMS, des historiques. Tout ça c'était pour François [technicien de validation]. » Louis, technicien système, 03/09/2003.

Le technicien environnement a été intégré de façon impromptue en septembre 2003, au moment d'installer le nouveau système dans l'atelier, pour assister le technicien procédés dans la programmation et la correction des recettes. Il quittera l'équipe au moment de sa mutation —qu'il a demandée avant son intégration à l'équipe projet — dans un autre atelier en avril 2004.

« J'ai été intégré au projet en octobre 2003. J'ai fait une semi formation 15 jours avant, mais je n'ai pas eu le temps nécessaire pour me former au recettage et au fonctionnement de l'IAS [Nouveau système]. Mon rôle c'était de faire l'interface entre les utilisateurs et les informaticiens et automaticiens en cas de problèmes. En fait, ça consistait à faire remonter les problèmes. En même temps, je faisais de la formation au recettage auprès de Jean-Marc. Au début j'ai ramé, ce qui était normal. Je manque d'expérience et je ne maîtrise pas l'outil même si j'ai eu des formations. Le fait d'avoir été intégré au dernier moment fait que je n'ai pas l'expérience du recettage et la facilité de certains, même si, l'informatique, c'est mon dada.[...] J'ai été obligé d'entrer par moi-même dans la logique du ChimInfo. Je me suis pas trop mal débrouillé pour savoir ce qu'on allait utiliser. J'ai pris les documents que l'équipe projet a bien voulu me donner. [Au moment de son intégration] Les personnes avaient peu de temps. Jean-Marc avait écrit les recettes de tests mais il était en congés. Je connaissais les tests attendus par Pierre et donc, je suis entré par moi-même dans le projet » Martin, technicien environnement, 24/01/2004.

Malgré ces fragilités, les acteurs de l'équipe projet coopèrent entre eux et avec les techniciens sous-traitants pour résoudre les dysfonctionnements du système.

« Il y avait un effort intellectuel à faire alors qu'on était dans un état de fatigue certain. Mais, j'étais content car au sein de l'équipe projet, on s'est bien tenu les coudes, personne n'a flanché. » Bernard, technicien automaticien, 03/09/2004.

« J'ai apprécié le travail en équipe. Il y avait une très bonne ambiance. » Louis, technicien système 03/09/2003

« J'ai beaucoup apprécié le travail en équipe, il y a une très bonne ambiance entre les gens du projet. Les informaticiens et les automaticiens sont toujours prêts à rendre service. » Martin, technicien Environnement, 24/01/2004.

10.3.1.2. Les ressources pour la coopération

Quatre éléments permettent à l'équipe projet de coopérer pour faire face aux dysfonctionnements du système et prévenir le risque de nouvelle panne.

Tout d'abord, **la répartition des tâches entre l'équipe projet et le fabricant du système**, ChimInfo constitue une ressource pour la finalisation du système. Comme les acteurs de l'équipe projet assurent le développement du système, ils disposent de compétences fines sur la programmation du système informatique. De plus, même si leurs compétences sont peu distribuées, elles sont très complémentaires, ce qui confère à l'équipe projet la maîtrise d'une compétence globale pour programmer et développer le système. C'est pourquoi, les acteurs de l'équipe projet participent à la résolution des dysfonctionnements du système de conduite avec les techniciens de ChimInfo et évaluent la validité de leurs propositions de réparations. A ce titre, le rôle d'interlocuteur privilégié de

ChimInfo, joué par le technicien automaticien est crucial, d'autant plus que cet acteur représente la « mémoire technique du projet ».

*« Selon le niveau des difficultés, j'ai besoin de différentes sources d'informations. On a toujours des problèmes sur les compteurs. Je m'adresse à la Hotline ChimInfo et si ça ne suffit pas à l'ingénieur ChimInfo. Si on a un problème de code, on fait appel à un sous-traitant de ChimInfo qui a fait une partie de l'analyse fonctionnelle et qui a réalisé les actions correctives suite aux écarts observés pendant les tests [Hubert]. Je sers de passerelle avec ChimInfo, avant c'était Richard, mais il est en formation longue. On s'était posé la question de travailler en 5*8 mais il aurait été impossible de travailler avec ChimInfo [ils ne sont disponibles qu'en journée]. Et puis, je suis le seul à avoir tout l'historique projet. » Bernard, technicien automaticien, 06/04/2004.*

Ensuite, **le parcours professionnel des acteurs locaux ou sous-traitants**, recrutés pour travailler sur le projet constitue une ressource pour l'équipe. En effet, ils connaissent tous l'atelier et pour certains ont une connaissance des procédés qui y sont utilisés. Le technicien procédés et le technicien système travaillaient déjà dans l'atelier avant d'intégrer l'équipe. Le technicien automaticien travaille depuis vingt ans sur le site et connaît donc l'atelier. Le technicien informaticien mandaté par ChimInfo a travaillé comme chargé d'affaires sur le site, au service EICP, avant de devenir travailleur indépendant.

Par ailleurs, tout au long du projet, **le rôle de référent technique**, joué par le technicien automaticien **facilite la coopération des nouveaux venus** avec les « anciens » de l'équipe projet.

« Je suis arrivé en cours de route et il a fallu mettre le pied à l'étrier tout de suite. J'ai été affecté au poste le 19 juin, un vendredi. Le lundi, on attaquait avec l'objectif de livrer à ChimInfo une partie de l'Analyse Fonctionnelle le vendredi. René [adjoint de fabrication] en a fait les trois quarts. J'ai fait pas mal d'heures supplémentaires surtout pour l'analyse fonctionnelle car l'échéancier était serré. Toutes les semaines, il y avait quelque chose à rendre. Il fallait vraiment s'adapter. J'ai discuté de mon manque de méthodes avec Richard [premier chef de projet] qui m'a dit qu'une migration de système ne se faisait pas comme cela, que c'était une affaire de spécialistes...On sera rôdé quand ce sera terminé [...]. Pour les recettes, je manquais de formation. Sur la construction de la recette il fallait se demander comment faire pour obtenir la même chose qu'avec l'ancien système. Je ne connaissais pas le logiciel qui suit les recettes. J'ai procédé à tâtons et je me suis informé auprès de Bernard [technicien automaticien] et de Richard (avant qu'il ne quitte le projet). » Jean-Marc, Technicien procédés, 29/10/2003.

Enfin, **la répartition des tâches dans la future organisation de la maintenance du système** de conduite renforce l'engagement des acteurs dans la résolution collective des problèmes. Comme il est affecté à l'atelier, le technicien procédés devra ajuster les recettes au cours du fonctionnement routinier du système. Le technicien automaticien et l'un des techniciens sous-traitant à demeure sur le site, assureront les contraintes. Ils ont donc tout intérêt à disposer d'un système le plus finalisé possible. Seul, le technicien système, du fait de la suppression de son poste ne continuera pas à intervenir sur le système. Quant aux sous-traitants occasionnels, ils s'impliquent auprès d'un client qui pourrait les rappeler pour intervenir sur le système, compte tenu des compétences particulières qu'ils ont développées au cours du projet.

« Je suis sous-traitant pour ChimInfo. La différence c'est que je ne peux pas envoyer le client balader. » Hubert, technicien informaticien en sous-traitance pour ChimInfo, 19/11/2003.

« Notre spécialité, c'est la validation de logiciels. Mon responsable est un ancien PHARMA qui a créé la société Vtech pour répondre aux attentes PHARMA. » Technicien automatique, Vtech, 27/11/2003.

« J'ai été prestataire chez TITAN [ancien nom PHARMA] en 1991, au service EICPV [Electricité Instrumentation Conduite des procédés Validation actuellement EICP]. Puis, je suis entré dans la société comme chargé d'affaire en instrumentation et automatisés. En 1998, la société battait de l'aile ce qui m'a conduit à créer Vtech. Notre domaine de compétences c'est l'automatisation des procédés et la validation des systèmes informatisés. En pharmacie, il y a de grands besoins dans ce domaine avec les recommandations de la FDA [Food and Drug Administration] qui impose un cycle formalisé pour qualifier les installations. » Responsable de la société Vtech, 04/12/2003.

10.3.2. Les acteurs d'interface : les chevilles ouvrières de la finalisation du système

Malgré les compétences des acteurs et leur coopération, l'équipe projet a besoin de ressources complémentaires au cours du projet et pour résoudre les dysfonctionnements du démarrage. Ces ressources sont gérées au niveau du Comité de Pilotage. Selon les cas, elles sont négociées au niveau de la Direction Industrielle et, dans le cadre du contrat pour la conception du nouveau système, auprès du fabricant du système, ChimInfo. Deux acteurs jouent un rôle crucial dans l'obtention de ces ressources, le chef de projet à l'interface entre l'équipe projet et le Comité de pilotage et le responsable du service EICP à l'interface entre le Comité de Pilotage et la Direction Industrielle d'une part et entre l'équipe projet et le fabricant du système d'autre part. Ils sont les deux chevilles ouvrières de la finalisation du système.

10.3.2.1. Le chef de projet à l'interface de l'équipe projet et du Comité de Pilotage

Lors de la panne du 27 novembre 2003, comme dans toute la période de dysfonctionnements répétés et graves du système, un des enjeux principaux du chef de projet est de faire le lien entre une équipe de techniciens aux prises avec des problèmes pratiques et une équipe de gestionnaires que leurs responsabilités quotidiennes éloignent du terrain des opérations.

« Jérôme [responsable du service des Ressources Techniques] et Frédéric [responsable du service Electricité instrumentation et Conduite des Procédés] allaient en réunion face à CHIMINFO. Moi, j'étais là pour donner mon opinion sur les solutions techniques qu'ils proposaient et la manière de les intégrer. Cette structure, on l'avait depuis le début : d'un côté, nous, les techniques et de l'autre CHIMINFO. Quand les problèmes financiers survenaient, le leader de projet fait remonter. C'est mieux comme ça, ça nous permet de rester sereins au niveau technique. Durant les réunions, je l'ai bien vécu et du côté technique de ChimInfo, aussi » Bernard, Technicien automatique, 03/09/2004.

Tout d'abord, il s'appuie sur l'organisation du projet notamment **le système d'autorité et de contrôle** pour la négociation des ressources. En l'absence de diagnostic précis des techniciens de l'équipe projet, le chef de projet convoque le Comité de pilotage et demande l'intervention du gestionnaire du contrat établi avec ChimInfo : le responsable du service EICP.

Ensuite, il mobilise les compétences de l'équipe projet pour faciliter l'intervention du Comité de Pilotage. Grâce à son implication dans le travail de son équipe, le chef de projet rend compte aux membres du Comité de Pilotage des contraintes de l'atelier et de celles de l'équipe projet. Ainsi, lors

la première réunion de crise du 27 novembre 2003, il précise l'état de fonctionnement du système de conduite et l'état de l'atelier et les premières recommandations données par les techniciens de l'équipe projet et ceux de ChimInfo. Il rappelle les principaux objectifs de l'équipe projet et de l'atelier : respectivement effectuer les modifications de recettes et redémarrer la production d'A1. Il précise également les contraintes pour organiser le travail de son équipe notamment la disponibilité des techniciens. Ensuite, auprès de l'équipe projet il traduit les décisions prises par le Comité de pilotage pour les mettre en œuvre en tenant compte des exigences de la situation. Par exemple, pour redémarrer le système selon les modalités décidées en réunion de crise, le chef de projet réorganise le travail de son équipe en attribuant des rôles et en redéfinissant les missions.

Par ailleurs, au cours du démarrage, les interventions du chef de projet permettent de dépasser le clivage maîtrise d'oeuvre/maîtrise d'ouvrage du système institué par l'organisation du projet pour maîtriser les risques professionnels et les risques de non-conformité. Plus particulièrement, le chef de projet limite les conséquences du manque d'implication des opérateurs et des acteurs de l'Assurance Qualité dans le travail de conception. En effet, d'une part, il facilite l'intégration du projet à l'atelier, en présentant l'organisation du démarrage aux opérateurs, en les formant et en les assistant dans leurs premiers pas avec le système. D'autre part, il sert de médiateur entre les acteurs de l'Assurance Qualité et les techniciens de l'équipe projet pour finaliser les supports de suivi des fabrications plus particulièrement le journal batch.

Ce rôle d'interface ne repose pas uniquement sur l'attribution formelle de chef de projet représentant l'équipe projet dans le Comité de Pilotage et la définition de son rôle dans le cadre de ce comité. Sa contribution à la finalisation d'un système pour respecter les objectifs de fabrication et maîtriser les risques de non-conformités et les risques professionnels repose également sur son parcours professionnel sur le site. Ingénieur procédés, il connaît très bien l'atelier et les procédés utilisés. De plus, il connaît les fondements historiques des pratiques des opérateurs (contournement des hiérarchies d'accès à la conduite) car il a participé au démarrage de l'atelier quinze années auparavant. Ces connaissances facilitent ses interventions auprès des opérateurs. Elles lui permettent également d'assister l'équipe projet dans le domaine des procédés. Ainsi, les techniciens de l'équipe le consultent pour savoir sous quelle forme programmer un paramètre critique du précédé (Cf. vignette 2, annexe IV.2.)

10.3.2.2. Le responsable EICP à l'interface de l'équipe projet, du Comité de Pilotage et du fabricant du système

Les relations avec la Direction Industrielle pour l'attribution des budgets et les relations avec le fabricant du système dans le cadre du contrat sont gérées par le responsable du service Electricité Instrumentation et Conduite des Procédés.

Les dysfonctionnements du système le placent dans une position délicate. En effet, il doit satisfaire les attentes d'un atelier dont les acteurs se positionnent en clients de son service et de l'équipe projet. Sa position à l'interface entre équipe projet, Comité de Pilotage, fabricant du système ne lui

donne pour autant pas les prérogatives d'un « marginal sécant » (Crozier et Friedberg, 1977) ou d'un « acteur d'interface » (Francfort et al, 1995²⁴⁴).

« le marginal- sécant est un acteur qui est partie prenante dans plusieurs système d'actions en relation les uns avec les autres et qui peut, de ce fait, jouer le rôle indispensable d'intermédiaire et d'interprète entre des logiques d'actions différentes, voire contradictoires. » Crozier et Friedberg, 1977, p.73

« Les acteurs de l'interface ont à leur portée tout un ensemble de ressources possibles, en particulier des relations avec l'environnement,...le contrôle de l'information et de l'attribution des moyens, mais aussi l'appartenance à un réseau informel, le contrôle des règles et la valorisation culturelle au sein de l'entreprise. » (Francfort et al, 1995, p.164)

Pour résoudre les dysfonctionnements du système comme pour justifier d'une demande de supplément de budget, il a besoin de connaître précisément l'avancement du travail de l'équipe projet pour argumenter sa requête.

Ses attributions le maintiennent éloigné du contenu des projets. En effet, sa position de gestionnaire d'un service et sa charge de travail quotidienne l'empêchent de s'impliquer dans les détails techniques des projets. Il n'intervient qu'en cas de problème conséquent :

« Moi, je surveillais tout ça [le travail de l'équipe projet] et je veillais à ce que les objectifs soient respectés... ; par défaut, à partir du moment où il n'y avait pas de point bloquant et qu'on en venait pas me voir, je considérais que ça allait. Ce qui peut être dangereux car on peut arriver comme ça dans une impasse...j'ai beaucoup de mal à suivre l'avancement du projet car la difficulté c'est qu'il faut faire beaucoup de choses avec des moyens humains et un temps réduits.» Responsable du service EICP, 19/05 2004.

Les exigences de son rôle dans l'organisation projet comme à la tête de son service rendent difficiles l'accès au terrain des opérations. Il manque de temps pour suivre l'ensemble des projets impliquant les acteurs de son service. Bien souvent, la programmation des réunions au dernier moment compromet sa participation.

« Parmi les principales difficultés il y a la gestion du temps et celle des hommes. J'ai quatre chargés d'affaires, des ingénieurs pour traiter environ 80 projets. Tous les projets comportent de l'élec[tricit]é-instrum[entation] mais pas toujours de la conduite des procédés. Il faut arriver à jongler avec 6 chargés d'affaires en instrumentation et 5-6 chargés d'affaires en conduite des procédés. Il faut répartir tous les gens et être partout présent sur le terrain ! J'entends toujours des clients non satisfaits car certains ne respectent pas les règles d'un projet : ils fixent les réunions de manière arbitraire et ce n'est pas toujours possible d'y aller. » Responsable du service EICP, 21/07/2004.

Pour résoudre la panne du 27 novembre 2003, le responsable du service EICP s'appuie sur l'organisation du projet. Premièrement, il trouve des ressources dans la répartition des tâches entre l'équipe projet et le fabricant du système pour gérer la situation à moyen terme. Il exploite les canaux formels de relation avec le fabricant du système. Sa demande s'inscrit dans le cadre du contrat ; le système de conduite n'a pas encore été réceptionné car les différentes phases de

²⁴⁴ Francfort I., Osty F., Sainsaulieu R., Uhalde M. (1995). *Les mondes sociaux de l'entreprise*. Paris: Desclée de Brouwer.

qualification ne sont pas achevées. Conformément aux modalités contractuelles, il rédige un rapport écrit afin d'argumenter et de formaliser sa demande.

Ensuite, pour résoudre immédiatement la situation de blocage de l'atelier, il s'agit pour lui de négocier ensuite auprès de ChimInfo les modalités de leur intervention. Cependant, il rencontre deux contraintes de taille pour effectuer ce travail de négociation. Premièrement, il ne dispose pas d'informations précises concernant l'état de fonctionnement de l'atelier ainsi que les origines de la panne du système. Deux raisons principales expliquent cela. Il arrive dans l'atelier alors que les acteurs réunis n'ont acquis aucune certitude. Deuxièmement, à ce moment du projet, son implication ne lui permet pas de connaître très précisément les modalités de fonctionnement du système.

Cependant, il trouve des ressources dans les modalités d'organisation du projet. Plus particulièrement, le choix des acteurs selon leur parcours professionnel et la répartition des tâches entre l'équipe projet le fabricant du système. En effet, ces deux caractéristiques ont permis à l'équipe projet de construire et de maintenir des connaissances sur les spécificités techniques du système lui permettent de connaître l'avancement de la conception et les problèmes rencontrés. Ainsi, il s'appuie néanmoins sur le technicien informaticien en sous-traitance pour ChimInfo, qui coopère aisément du fait de son passé dans le service EICP. Il mobilise également les compétences du technicien automatique et du technicien procédés pour étayer son diagnostic de l'état de fonctionnement de l'atelier.

Il se repose également sur les compétences des acteurs de l'atelier. Il se fonde sur les conseils de l'adjoint de fabrication qui maîtrise les risques induits par l'arrêt du procédé dans une phase délicate pour décider avec les autres acteurs réunis de la gestion de la situation.

Enfin, pour finaliser le système et remédier aux insuffisances du support d'enregistrement des données, le responsable du Service EICP mobilise le cadre formel du contrat pour contraindre le fabricant au résultat. Parallèlement, il mobilise également les compétences de l'équipe projet et plus spécifiquement celles du chef de projet pour organiser l'intervention du fabricant afin de ne pas perturber le travail de l'équipe projet et des fabricants. La distribution des tâches au sein de l'équipe projet lui permet également de faciliter l'intervention du fabricant puisque les compétences mobilisées par l'équipe au cours du projet lui permettent de proposer un soutien méthodologique au fabricant du système pour mettre au point un support de sauvegarde des données de fabrication.

10.3.3. La résolution des pannes du système : une illustration des forces de l'organisation du projet

Dans la situation de panne du 27 novembre 2003, les acteurs de la Fabrication se retrouvent face à un enjeu crucial : reprendre la production au plus vite car les stocks de produits sont limités et le planning de fabrication serré. Ils ont donc besoin de retrouver un système de conduite fiable et disponible dans les meilleurs délais. De ce fait, ils ont intérêt à ce que l'équipe projet prenne le moins de retard possible dans la finalisation du système. Les discussions pour décider des modalités de redémarrage de la fabrication et du traitement des pannes avec le fabricant du système illustre les complémentarités entre les forces de l'équipe projet identifiées ci-dessus et les forces de l'atelier.

Nous les abordons à travers le positionnement de l'adjoint de fabrication, dans la résolution de cette situation de blocage.

Les acteurs réunis par le chef de projet hésitent entre deux solutions pour relancer le système. Le choix n'est pas facile car chacune équivaut à un compromis entre la fiabilité du système et les impératifs de production :

- Redémarrer avec la version de recette la plus récente mais prendre le risque d'une nouvelle panne,
- Privilégier la version de recette sauvegardée une semaine plus tôt. Cette option est plus fiable que la précédente. Cependant, elle leur fait perdre une semaine de travail de modifications, et prendre autant de retard sur le planning de fabrication.

Ils manquent d'informations sur les origines de la panne : leur seule certitude concerne la surcharge du réseau informatique provoquée par les modifications de recettes en ligne. C'est pourquoi, ils préfèrent attendre l'intervention des acteurs de ChimInfo, contactés par l'ingénieur responsable du service Electricité Instrumentation et Conduite des Procédés.

L'adjoint de fabrication se démarque de ses supérieurs hiérarchiques et de l'ensemble des acteurs réunis par sa résolution ferme d'agir, sans attendre d'assistance extérieure. Il parvient à imposer la solution qui permet la reprise la plus rapide des activités de fabrication avec un système le plus élaboré possible : il propose de reprendre la fabrication avec la version de recette la plus récente et, en cas de panne, de repartir de la version précédente.

Au cours des deux réunions de crise de la journée, il s'agit pour l'adjoint de fabrication de mettre en œuvre la solution qu'il préconise. Auparavant, il doit convaincre les acteurs présents, notamment ses supérieurs hiérarchiques, afin d'obtenir leur accord et les ressources nécessaires au déploiement de sa solution. Pour cela, grâce à ses compétences, il démontre tout d'abord qu'il maîtrise la sûreté de l'atelier en s'appuyant sur l'expertise qu'il est le seul à détenir parmi les acteurs réunis : la maîtrise du procédé et des modalités de pilotage d'un système de conduite fonctionnant en marche dégradée. Dans le même temps, il explique les potentialités de pilotage : plus manuelles que l'ancien système. Ces deux arguments lui permettent également de s'imposer face à un responsable de la qualification, spécialiste des procédés qui insiste pour terminer l'opération en cours pour des raisons de sécurité. Ensuite, il montre que sa solution reste la plus fiable pour garantir le bon fonctionnement du système et le respect du planning de fabrication. Pour cela, il adopte une stratégie de minimisation des risques induits par chaque solution pour convaincre les acteurs réunis d'adopter la solution qu'il propose. Il joue alors sur le fait que les options de démarrage ne sont pas exclusives l'une de l'autre. Il propose donc de repartir de la version de la recette la plus récente. En cas de panne, il suggère de mettre alors en œuvre la deuxième solution : recharger la version de recette la plus ancienne et accepter de perdre une semaine de travail de modifications. Enfin, il prouve que l'équipe projet peut mettre en œuvre la solution qu'il propose sans attendre d'assistance des acteurs de ChimInfo. Pour cela, il s'appuie sur les compétences des techniciens de l'équipe projet dont il s'attire la coopération en mettant en valeur leur professionnalisme et en reprenant leurs recommandations. Il ne peut se passer de leur coopération car ils sont les seuls à pouvoir redémarrer rapidement le système. Pour

étayer son jugement, il les valorise relativement aux techniciens de ChimInfo, dont il rappelle les mauvaises performances dans la résolution des pannes de l'ancien système. Cette connivence contraste avec l'autorité qu'il exerce lorsqu'il travaille auprès d'eux en salle de commande (Cf. Vignette 4, annexe IV.4.). Grâce à la maîtrise successive des trois incertitudes de la situation : la sécurité de l'atelier et les risques associés aux deux options de démarrage, les ressources techniques pour redémarrer, l'adjoint de fabrication persuade le responsable des Fabrications de ne pas déclarer la situation de l'atelier à l'ensemble du site. De plus, il bénéficie de son appui de gestionnaire des ressources pour s'assurer la coopération des techniciens de l'équipe projet. Quelle que soit l'option choisie, il garantit un dédommagement spécifique pour les techniciens engagés dans la résolution des problèmes. Il confirme que les stocks de produits permettent de supporter un retard d'un mois dans le planning de fabrication.

Enfin, ce contrôle des deux incertitudes de la situation permet également à l'adjoint de fabrication de soustraire la gestion de la situation de panne aux acteurs du service EICP, qui insistaient pour terminer l'opération en cours et attendre l'intervention des techniciens de ChimInfo.

10.4. Conclusion :

Le démarrage révèle les lacunes de la conception et l'échec relatif de la réforme des pratiques des opérateurs. Les dysfonctionnements du système mettent en évidence un sous dimensionnement de ses capacités relativement aux procédés à conduire et aux exigences réglementaires de suivi des fabrications. Ces difficultés résultent d'une modification du système pensée dans le prisme de la technologie informatique, sans analyser les fondements des pratiques de contournement des opérateurs ni leurs conséquences sur l'atelier.

Malgré des ressources réduites peu substituables, et les contraintes du planning de fabrication, l'équipe projet parvient à dépasser ces difficultés grâce 1) à la coopération entre ses techniciens locaux et sous-traitants 2) au travail du chef de projet pour coordonner travail de conception et gestion des ressources par le Comité de Pilotage d'une part et intégrer le projet à l'atelier d'autre part. Par ailleurs, l'équipe projet n'a pas la maîtrise de la conception car la partie programmation est assurée par ChimInfo. Cependant, elle participe à la résolution des problèmes informatiques grâce aux compétences collectives construites au cours des activités de développement du système Les contributions du responsable EICP dans le cadre du contrat avec le fabricant du système permettent de mobiliser les ressources nécessaires à la mise en oeuvre de réparations durables. Cependant, cette maîtrise des risques est fragile car la mémoire du projet est portée par un unique acteur : le technicien automatique, seul acteur à avoir participé à l'ensemble du projet.

Par ailleurs, les pannes matérielles qui paralysent l'atelier montrent que le mauvais état de l'atelier et ses origines (pratiques des opérateurs et lacunes dans l'organisation de la maintenance) n'ont pas été pris en compte. La réorganisation de l'atelier renforce les effectifs de la maintenance. Cependant, elle ne propose pas de solution pour combler le manque de retour d'expérience et de suivi des modifications d'une part, et la perte de compétences d'autre part.

Enfin, alors que le projet recherche la mise en conformité du système, la finalisation du journal batch et des supports de suivi des fabrications reste difficile. De plus, l'exploitation de ces supports pour auditer les dossiers de lots reste difficile pour les acteurs de l'Assurance Qualité. Ces complications résultent d'une traduction tardive des exigences réglementaires en objectifs de conception. Cet oubli réside dans les relations conflictuelles entre acteurs de l'Assurance Qualité et acteurs de la Fabrication — maîtres d'ouvrage du projet —, structurées autour du contrôle des activités de fabrication. Le nouveau système, en impliquant les opérateurs dans le contrôle de la qualité au cours des processus de fabrication modifie la division du travail entre les deux groupes d'acteurs. Cependant, les supports insuffisamment renseignés contraignent les acteurs de l'Assurance Qualité dans l'identification des causes de non-conformités. Ces limites montrent que l'organisation des activités de fabrication et celle des activités de contrôle de la qualité associées au nouveau système ne permettent pas de dépasser ces clivages.

PARTIE V

Chapitre 11

DE LA CONCEPTION ORGANISATIONNELLE DANS LES MODIFICATIONS TECHNICO-ORGANISATIONNELLES.

« La technologie ne détermine pas l'organisation, mais l'idée que la technologie soit la seule alternative légitime est déterminante. » (Thomas, 1994, p.208).

Quels enseignements pouvons-nous tirer de l'analyse de deux processus de conception de modifications d'installations ? Premièrement, d'un point de vue théorique, l'analyse de l'élaboration des choix technico-organisationnels nous a permis de préciser la nature des relations entre dispositifs techniques et organisation établies au cours de la conception. Nous avons également vérifié notre hypothèse de départ selon laquelle la relation entre technologie et organisation est une relation de « contraintes mutuelles » construite au cours d'un processus de conception collectif. De plus, notre analyse nous a permis d'appréhender le travail de conception comme un processus dynamique consistant en des transformations d'anticipations.

Deuxièmement, la mise en perspective des deux projets de conception met en évidence des invariants permettant de caractériser la conception des modifications dans les systèmes socio-techniques à risques. Elle démontre que les concepteurs anticipent la future organisation partiellement. Cependant, ils subissent les effets d'un double éblouissement de la technique. De plus, ils subissent les lacunes de la maintenance des installations. Par ailleurs et plus spécifiquement, le projet de modification du poste de dépotage met en évidence les modalités d'application d'une réglementation des installations classées centrée sur le risque majeur, éclipçant le risque professionnel. Le projet de remplacement du poste de conduite pose la question de l'automatisation et de ses relations avec l'organisation qu'elle cherche à modifier.

Troisièmement, cette mise en perspective permet également de dégager les forces et les faiblesses de la conception technico-organisationnelle. Ces quatre facteurs sont des piliers pour l'amélioration des pratiques de conception : 1) l'identification, la distribution des compétences et la capitalisation des connaissances, 2) les objets de conception, 3) le contrôle et la réglementation des sites industriels classés Seveso 2 et leurs évolutions, 4) la maintenance des sites industriels à risques.

Nous développons ces quatre points successivement dans les trois parties de ce chapitre.

11.1. Les éclairages d'une analyse des processus de conception technico-organisationnelle

Dans cette première partie, nous souhaitons tout d'abord montrer que notre approche des processus de conception permet de préciser la nature des relations entre dispositifs techniques et organisation. Ensuite, nous relativisons le caractère explicatif des notions de *logique* et de *pouvoir* hiérarchique pour expliquer les lacunes dans la prise en compte de l'organisation au cours de la conception. Enfin, nous critiquons le poids accordé aux stratégies ou choix politiques pour expliquer les avantages et les limites des systèmes socio-techniques conçus.

11.1.1. Penser l'articulation technico-organisationnelle comme une relation de « contraintes mutuelles »

Notre démarche d'analyse de la conception technico-organisationnelle se distingue par son caractère dynamique. Elle part du principe que les analyses rétrospectives de processus de conception et celles qui s'attachent aux résultats de ce processus ignorent implicitement que l'organisation du travail de conception et le processus de conception conditionnent les choix technico-organisationnels et, par conséquent leur contribution à la maîtrise des risques. Dès lors, contrairement à ce qu'écrit Eric Alsène (Alsène, 1990), il ne s'agit pas uniquement d'identifier les contraintes et les libertés offertes par la technologie pour concevoir l'organisation mais de comprendre comment les composantes de ces deux entités sont articulées pour maîtriser les risques. Pour comprendre comment la prise en compte de l'organisation au cours de la conception contribue à la maîtrise des risques, nous avons analysé la construction des choix technico-organisationnels, afin de nous prémunir de tout déterminisme *a priori*. De plus, pour appréhender la dimension sociale du processus de conception, nous avons considéré les contributions des différents acteurs des projets de conception comme l'exploitation des ressources et les contraintes du cadre organisationnel de la conception.

11.1.1.1. Organisation et dispositifs techniques : des relations de contraintes mutuelles

L'analyse des discussions au cours de situations de conception nous a permis d'appréhender la manière dont les acteurs articulent conception organisationnelle et conception des dispositifs techniques²⁴⁵. Elle a permis de montrer que **les techniciens et ingénieurs pensent l'organisation, même s'ils ne le font que partiellement**. Plus précisément, à travers leurs choix, ces acteurs ne recherchent pas uniquement « une compatibilité entre redesign organisationnel souhaité et champ de design délimité par la technologie » (Alsène, 1990, p.333) : Si la technologie délimite les possibilités de choix organisationnels, réciproquement l'organisation circonscrit l'éventail des choix technologiques.

²⁴⁵ Même si nous avons conservé le terme de technologie dans notre texte, par commodité — parce que la littérature traitant des systèmes socio-techniques à risques et des relations technico-organisationnelle utilisent le vocable de technologie pour désigner les dispositifs matériels ou les dispositifs techniques —, nous avons appréhendé le travail de conception comme l'articulation entre conception des dispositifs matériels et conception de l'organisation.

Les arbitrages de conception montrent que conformément à notre hypothèse de départ, **les dispositifs matériels et l'organisation se contraignent mutuellement**. Cette caractérisation permet de préciser la nature des relations entre dispositifs techniques et organisation désignées dans la littérature sous le terme de couplage (Perrow, 1984), de relation technologie/organisation ou de réseau socio-technique selon les termes des sociologues de l'innovation. De plus, l'analyse dynamique permet de suivre la construction de cette relation de contraintes mutuelles alors que les sociologues de l'innovation appréhendent « la genèse simultanée de l'objet et de son environnement » (Akrich, 1989, p.33) mais ne décrivent pas la constitution des relations entre les acteurs humains et non-humains du réseau socio-technique.

L'étude de la construction des choix technico-organisationnels par les acteurs montre qu'ils inscrivent les dispositifs matériels et les caractéristiques de l'organisation dans des champs des possibles que nous avons nommés *champ de conception technologique* (défini par l'organisation) et *champ de conception organisationnelle* (délimité par les caractéristiques des dispositifs matériels).

De plus, l'analyse de la dynamique des échanges et de la conception tout au long du projet montre que **ces champs de conception ne sont pas statiques** : ils évoluent avec la progression dans la définition des choix et, de façon générale avec l'avancement du projet. Les acteurs de l'équipe projet analysent les composantes de l'organisation comme des conséquences de leurs choix techniques, c'est-à-dire qu'ils les inscrivent dans les limites du *champ de conception organisationnelle* délimité par les dispositifs techniques. Cependant, lorsque les composantes de l'organisation anticipées ne leur semblent pas adaptées aux dispositifs techniques pour maîtriser les risques et répondre aux objectifs du projet, les acteurs de l'équipe projet modifient ces dispositifs ; ils redéfinissent ainsi les limites du *champ de conception organisationnelle*. Cependant, les dispositifs techniques ne sont pas toujours modifiables. Dans ce cas, les acteurs sont alors contraints de modifier l'organisation future. Réciproquement, les acteurs de l'équipe projet définissent des choix techniques à partir des composantes de la future organisation — en tant que programme d'opérations et cadre d'action — qu'ils identifient explicitement. Certaines de ces composantes sont des caractéristiques de l'organisation existante. Ils effectuent leurs choix techniques à l'intérieur du *champ de conception technologique* délimité en partie par les structures organisationnelles explicitées. Lorsqu'ils estiment que leur choix technique n'est pas acceptable pour maîtriser les risques et répondre aux objectifs du projet, ils ajustent l'organisation ; ils redéfinissent ainsi les limites du *champ de conception technologique*. Lorsque ces composantes organisationnelles ne sont pas modifiables, ils réajustent alors leurs choix techniques. Par ailleurs, nous avons également appréhendé la fermeture de ces *champs de conception* avec l'avancement du travail de conception. Ainsi, l'analyse du projet de remplacement du système de conduite montre que l'amélioration de l'articulation technico-organisationnelle est contrainte par la fermeture des champs de conception, parce que certains choix socio-techniques sont fixés. Par exemple, comme ils n'ont pas défini les caractéristiques du système de conduite en fonction des données nécessaires pour constituer le *journal batch*, les acteurs de l'équipe projet et de l'Assurance Qualité sont contraints de rechercher un compromis entre les exigences réglementaires et les capacités du système dont les pannes au démarrage ont montré les limites.

L'analyse dynamique des arbitrages de conception, dans des situations de travail collectif, montre que les acteurs des projets **anticipent** cette relation de contrainte mutuelle comme une **relation de causalité**. Cependant, notre analyse précise que les dispositifs matériels et les caractéristiques de l'organisation entretiennent **une relation de causalité multiple**. En effet, les caractéristiques organisationnelles et techniques mobilisées par les acteurs ont plusieurs origines notamment l'organisation des activités d'exploitation et de maintenance de l'installation non modifiée, les risques, la réglementation, la contrainte économique... Ce résultat contredit un déterminisme social selon lequel, les choix de conception ne seraient que le résultat « d'un processus de décisions multiple, donc d'intégration de contraintes sociales portées par les différents acteurs qui interviennent dans cette conception » (De Terssac, 2002, p. 160). Néanmoins, notre analyse des relations sociales structurant le travail collectif de conception met en évidence le caractère social de la construction des choix technico-organisationnel. Elle montre comment les acteurs se positionnent pour peser sur les choix de conception, en mobilisant les ressources et les contraintes du cadre organisationnel du projet.

Enfin, l'inscription de ces composantes dans un champ de conception montre que les dispositifs matériels et les caractéristiques organisationnelles mises en perspective par les acteurs restent **partiellement indéterminés**. Nous verrons dans la conclusion de cette thèse que cela tient aux limites des connaissances acquises grâce à l'analyse de ces projets, du fait, notamment de notre méthodologie d'analyse.

11.1.1.2. La conception technico-organisationnelle comme une transformation d'anticipations

Notre analyse de la dynamique du processus de conception à travers la construction des choix technico-organisationnels nous a permis d'appréhender **le travail de conception technico-organisationnelle comme la transformation d'anticipations par les acteurs** de projets de modifications d'installations (*i.e.* les choix de conception ne résultent pas de l'application de *logiques* ou de *visions du monde*). Ces acteurs définissent les choix technico-organisationnels en sélectionnant chaque composante dans un champ des possibles. Puis, ils anticipent (pas toujours explicitement) sa relation avec l'autre. Le mouvement d'aller et retour entre les deux composantes s'effectue jusqu'à ce que les acteurs jugent leurs choix congruents avec l'objectif de la situation de conception et de maîtrise des risques. Notre analyse des arbitrages montre que les acteurs sélectionnent les caractéristiques de l'organisation ou du dispositif technique en fonction de la situation de conception (par exemple en fonction du type de solution envisagé, des risques identifiés dans les réunions précédentes) d'une part et de son positionnement dans cette situation, dans le projet de conception et éventuellement sur le site d'autre part. Notre approche nous a permis d'analyser les relations des acteurs à partir des stratégies qu'ils élaborent pour peser dans les discussions afin d'expliquer les choix retenus par l'équipe projet. Cependant, nous n'avons pas cherché à caractériser les dimensions cognitives individuelles des anticipations, en pratiquant par exemple des entretiens individuels d'explicitation à la suite des réunions. Nous reviendrons sur ce point dans la conclusion de cette thèse.

11.1.1.3. Conclusion

Notre analyse des arbitrages des acteurs à partir de situations de conception inscrites dans le cadre organisationnel du projet montre la pertinence de la notion de champs de conception pour appréhender la nature des contraintes mutuelles entre dispositifs techniques et organisation. Elle montre que les relations entre dispositifs matériels et composantes organisationnelles sont multi-causales et que chaque composante du fait de son inscription dans un champ des possibles reste partiellement indéterminée²⁴⁶. Si elle ne nie pas le poids de la technologie dans les choix d'organisation ni la dimension sociale de la conception technico-organisationnelle, notre approche s'éloigne de tout déterminisme social ou technologique afin de renouveler l'analyse des relations entre technologie et organisation.

Cette caractérisation de la conception technico-organisationnelle nous permet de revenir dans les trois paragraphes suivants, sur trois éléments présentés dans la littérature comme fondamentaux pour la compréhension de la conception de systèmes socio-techniques à risques : 1) la logique d'acteurs, 2) le pouvoir en tant que capacité d'imposer sa logique, 3) la politique ou la stratégie industrielle. Dans la troisième partie de ce chapitre, nous verrons les implications de ces relations de contraintes mutuelles entre technologie et organisation sur les forces et les faiblesses de la conception technico-organisationnelle.

11.1.2. Les limites de la notion de logique

Les acteurs des équipes projets interviennent dans les choix de conception en fonction de leurs compétences, de leur métier, de leur position dans l'organisation de ces projets. Le positionnement des techniciens et des ingénieurs est fortement marqué par leur formation initiale, « technico-scientifique » (Charbonneau, 1992)²⁴⁷, inadaptée pour traiter des facteurs humains et organisationnels. De plus, en particulier dans les industries à risques, comme l'écrit Denis Duclos, les ingénieurs travaillent dans un réseau de tensions qui leur impose de concilier des exigences humaines et techniques contradictoires (Duclos, 1989)²⁴⁸. Pour cela, ils sont contraints de privilégier les critères techniques aux critères humains pour objectiver l'évaluation des risques. Ainsi, dans le projet de modification du poste de dépotage, les méthodes d'optimisation de la conception et les méthodes d'analyse de risques appliquées dans un contexte de restrictions économiques, montrent

²⁴⁶ Remarque importante : Nous verrons, dans la conclusion de cette thèse que cette indétermination est relative aux connaissances que notre approche sociologique se donne les moyens d'acquérir. En effet, il nous semble que cette dernière ne suffit pas pour définir de manière exhaustive les éléments constitutifs des champs de conception, en particulier parce qu'elle n'aborde pas les dimensions cognitives individuelles et collectives des choix de conception. Nous faisons également l'hypothèse que notre définition de l'organisation comme cadre d'action et comme programme d'activités, en tenant compte de sa matérialité (inscrite dans des artefacts, dans l'espace de travail). Or, elle ne constitue pas une description totale de l'organisation. En effet, dans la dimension matérielle de l'organisation, nous n'abordons pas les systèmes d'inscription symboliques.

²⁴⁷ Charbonneau, S. (1992). *La gestion de l'impossible. La protection contre les risques techniques majeurs*. Paris : Editions Economica.

²⁴⁸ Duclos, D. (1989). Les ingénieurs et le risque technologique. *Sociologie du travail*, vol. 89, n°3, pp.335-361.

que la nécessité d'objectiver les risques compromet la prise en compte de critères relatifs aux activités humaines.

« Se portant garant de l'optimisation de la fiabilité en usant de critères importés de la science, l'ingénieur ne peut souvent les faire valoir qu'en y opposant l'univers humain de l'erreur, de la criminalité ou de la pathologie mentale, en tentant lui-même de se retirer derrière le rôle « froid » de l'évaluateur objectif, cela afin d'éviter la contamination de la responsabilité. » (Duclos, 1989, p.357)

Sans donner de définition précise de la notion de *logique*, Charles Perrow l'appréhende comme une manière de penser à partir de règles de raisonnement qui résultent de la formation initiale et du métier des acteurs. Il distingue deux logiques opposées : une *logique design* portée par les ingénieurs et les techniciens et une *logique opératoire*, centrée sur les paramètres biologiques et cognitifs des opérateurs, portée par les ingénieurs en facteurs humains. Selon lui, la prédominance de la *logique design* sur la *logique opératoire* est porteuse de risques parce qu'elle compromet la prise en compte de l'organisation en conception.

Notre analyse de la dynamique des arbitrages de conception montre que ces choix ne traduisent pas des représentations cognitives, des *logiques* (Charles Perrow, 1983 ; Constance Perin, 2005) ou des *visions du monde* (Robert J. Thomas, 1994). Les contraintes mutuelles entre technologie et organisation sont construites collectivement, par **des anticipations successives** au cours desquelles les acteurs de l'équipe projet établissent des relations causales entre dispositifs matériels et composantes organisationnelles pour converger vers un choix technico-organisationnel qu'ils jugent pertinent pour maîtriser les risques et atteindre les objectifs du projet. Dans cette partie, à partir de notre analyse des contributions respectives des acteurs dans des situations de conception nous montrons les limites des notions de *logiques* et de *vision du monde* pour comprendre la contribution des acteurs à la conception des modifications de systèmes socio-techniques à risques.

11.1.2.1. Un caractère exclusif contestable

Premièrement, l'analyse du processus de conception conteste le caractère exclusif des logiques. D'une part, les contributions des différents acteurs pour construire les articulations successives entre **composantes matérielles et organisationnelles** montre que ces dernières **ne sont pas toujours portées par les mêmes acteurs**. Il ressort de nos deux études que **les techniciens et ingénieurs ne portent pas uniquement une logique technique car ils prennent en compte l'organisation comme cadre d'action et comme cadre d'activités même s'ils ne le font qu'en partie**. Dans le projet de modification du poste de dépotage, le technicien du Bureau d'Etudes se préoccupe de la réalisation des futures activités de dépotage. Les représentants des futurs utilisateurs des installations s'attachent aux dispositifs matériels. Ainsi, dans le projet de remplacement du système de conduite, l'adjoint de fabrication se concentre sur les capacités du système de conduite pour réformer les pratiques des opérateurs sans prendre en compte le traitement des aléas de fabrication contraignant les activités de fabrication.

D'autre part, l'analyse des contributions des acteurs en fonction de leur position dans l'organisation du projet, dans l'organisation du site et de leurs expériences professionnelles—même si nous n'avons pas analysé de façon détaillée leurs parcours professionnels—, nous permet de critiquer le caractère

déterminant de la formation initiale des acteurs. Les résultats de nos deux études démontrent que **les acteurs de la conception considèrent les dispositifs techniques et l'organisation en fonction de leurs parcours professionnels, des compétences acquises et de leurs rôles et missions dans l'équipe projet**. Ainsi, dans le projet de mise en conformité du poste de dépotage, la prise en compte des aspects humains et organisationnels repose sur le travail du technicien du Bureau d'Etudes. Malgré une formation initiale technique, cet acteur ne révèle pas de *logique design* ou de *logique technico-scientifique*. Son expérience sur le site et les relations qu'il a nouées avec acteurs opérationnels de la fabrication lui permettent de faire peser des arguments relatifs aux activités humaines dans la conception.

11.1.2.2. Une stabilité problématique

Deuxièmement, l'analyse des situations de travail collectif contredit le caractère statique de la notion de logique. Nos deux études montrent que **le positionnement des acteurs est contingent et situé** c'est-à-dire qu'il varie avec l'avancement du projet et avec la situation de conception. Or, la notion de *logique* ne tient pas compte de ces variations. A cet égard, la notion de *vision du monde* — reposant sur un ensemble de normes, de croyances, d'attentes et de théories que les acteurs utilisent pour expliquer le monde qui les entoure — proposée par Robert J. Thomas permet d'appréhender les changements dans le positionnement des acteurs au cours du projet de conception. Cependant, élaborée à partir d'une analyse rétrospective de projets de modifications technologiques, la notion de *vision du monde* caractérise le positionnement des acteurs de façon très générale. Elle ne permet pas de rendre compte des variations de positionnement des acteurs relatives aux différentes situations de conception.

11.1.2.3. Conclusion

En raison de son caractère exclusif et statique, la notion de *logique* ne suffit pas pour appréhender l'implication des acteurs dans la conception d'installations à risques. La notion de *vision du monde* refuse ce caractère statique cependant, elle ne permet pas de prendre en compte le caractère contingent et situé du positionnement des acteurs dans le travail de conception. Mais, plus fondamentalement, analyser la conception technico-organisationnelle comme projections de *logiques* ou de *visions du monde*, — même en tenant compte des oppositions et des complémentarités entre *logiques* et *visions du monde* — ne permet pas de comprendre la construction des relations entre dispositifs matériels et organisation pour maîtriser les risques. Par ailleurs, dans une optique prospective, la notion de *logique*, parce qu'elle repose sur la formation initiale des acteurs limite la recherche de leviers d'action pour favoriser la prise en compte de l'organisation en conception. Cette critique de la notion de *logique* nous permet de dépasser la spécificité des compétences des techniciens et ingénieurs pour rechercher les causes des défaillances de la conception organisationnelle.

11.1.3. Les limites d'une analyse en termes de pouvoir hiérarchique :

Que l'on mobilise la notion de *logique*, de *vision du monde* ou que l'on s'intéresse aux anticipations des acteurs, la question de leur prédominance dans les choix interroge la notion de pouvoir.

Les recherches abordant la conception de système socio-techniques à risques posent la question du pouvoir pour imposer les buts premiers de la conception : la sûreté/sécurité face à la performance (Cf. Perrow, 1999 a, p. 379)²⁴⁹. Charles Perrow analyse la prédominance de la *logique design* sur la *logique opératoire* au cours des décisions de conception comme une conséquence du pouvoir accordé aux ingénieurs par les managers, au détriment des ingénieurs facteurs humains (Perrow, 1983). De façon analogue, Constance Perin appréhende la prépondérance des *logique calculatoire* et *logique politique* comme la conséquence de divisions hiérarchiques inscrites dans la conception des installations (Perin, 2005). Concernant les modifications technico-organisationnelles, Robert J. Thomas considère que technologie et organisation se déterminent mutuellement, et que la construction de leurs relations est la traduction de relations de pouvoir.

11.1.3.1. Les limites du pouvoir concentré

Notre analyse du processus de conception à partir des relations entre les acteurs et de leurs contributions respectives au travail de conception relativise le caractère concentré du pouvoir.

Tout d'abord, l'analyse du processus de conception montre que le management de l'équipe projet n'est pas la seule instance de décision. Nous sommes en partie d'accord avec Robert J. Thomas, lorsqu'il écrit que les décisions du management consistent en partie à valider des choix effectués à l'extérieur des sphères décisionnelles. Cependant, l'analyse du processus de conception et la prise en compte des interventions du Comité de Pilotage (et de celles de la Direction Industrielle pour le projet de mise en conformité du poste de dépotage) dans le déroulement du travail de conception montre que **le pouvoir de décision est distribué** entre l'équipe projet et ces instances décisionnelles. En effet, dans le projet de modification du poste de dépotage, les acteurs de l'équipe projet présentent les quatre solutions qu'ils ont étudiées pour répondre à la réduction budgétaire imposée en décembre 2003. Ces quatre options sont examinées par la Direction Industrielle et le Comité de Pilotage afin de retenir celle qui répond le mieux aux objectifs du projet et à la nouvelle enveloppe budgétaire (analyse de la valeur). Comme ces solutions sont présentées avec les avantages et inconvénients identifiés par les acteurs de l'équipe projet, la décision du Comité de Pilotage et de la Direction Industrielle respecte l'argumentation développée par ces derniers (solution « Bac B »).

Par ailleurs, l'analyse des interventions des acteurs de l'équipe projet et des futurs utilisateurs des installations modifiées ou de leurs représentants montre que **la frontière entre concepteurs et exécutants n'est pas étanche**. Les futurs utilisateurs et leurs représentants modifient le cours du travail de conception. Ce résultat relativise les analyses de Gilbert De Terssac et Nicole Lompré. Selon

²⁴⁹ Perrow, C. (1999 a). *Normal Accidents, Living with High-Risk Technologies*. Princeton, New Jersey : Princeton University Press. (2^{ème} édition avec post-face, 1^{ère} édition, 1984)

ces auteurs, les relations entre concepteurs et utilisateurs sont structurées par l'opposition entre une *logique de conception* associée à la définition des règles de travail formelles et une *logique d'usage* associée au travail d'adaptation des règles aux exigences de leurs activités (De Terssac & Lompré, 2002). En effet, dans le projet de modification du poste de dépotage, alors qu'ils ne font pas partie de l'équipe projet, les futurs exploitants du poste s'opposent à la solution définie par l'équipe projet parce qu'ils la jugent trop manuelle. A la suite de leurs réclamations, les acteurs de l'équipe projet proposent d'équiper le poste d'un dispositif en T. De même, lors du démarrage du système de conduite, les difficultés des opérateurs avec la fermeture de leurs accès au système et leurs réclamations conduisent à l'ajout d'un niveau hiérarchique dans les accès à la conduite des fabrications.

11.1.3.2. Comprendre les relations de pouvoir à partir des choix d'organisation des projets de conception et de leur environnement

L'analyse des relations entre le Comité de Pilotage et l'équipe projet remet en cause la division du travail entre une équipe projet qui conçoit et un Comité de Pilotage qui valide et décide ou, plus simplement entre le management des sites et les ingénieurs (Perrow, 1983 ; Perin, 2005). Les deux projets montrent que les modes de relations entre instances décisionnelles et équipes de concepteurs reposent sur les choix d'organisation des projets d'une part et sur l'environnement de la modification d'autre part. Ainsi, dans le cas du projet de remplacement du système de conduite, notre analyse montre que les acteurs des instances de décision et ceux de l'équipe projet coopèrent. Elle souligne le poids des choix d'organisation du travail de conception dans la genèse et dans la résolution des problèmes du démarrage. En effet, l'étude de la phase de démarrage montre les difficultés de l'équipe projet pour résoudre les pannes informatiques. De façon générale, les acteurs du site PHARMA se trouvent confrontés à une « **boîte noire technique**²⁵⁰ » du fait de la distribution des tâches de programmation et de développement informatique entre les techniciens de l'équipe projet et ceux du fabricant du système, ChimInfo. Cet effet est augmenté par la stratification de l'organisation interne de l'entreprise ChimInfo : les tâches de programmation du système sont distribuées entre les agences françaises, hollandaise et américaine et des sous-traitants. C'est d'ailleurs pour cette raison que les acteurs de ChimInfo opteront pour le changement de logiciel et l'implémentation de *patches informatiques* pour remédier à ces pannes. De plus, cet effet « boîte noire » s'explique par les choix préliminaires de conception notamment la décision de reconduire un système de même marque que le précédent pour des raisons économiques d'une part et dans le but de simplifier le travail de développement et d'insertion du nouveau système dans l'atelier d'autre part. Nous reviendrons sur ce dernier point dans la deuxième partie de ce chapitre afin de montrer comment ce contexte de modification focalise les acteurs des projets sur les difficultés techniques au détriment de la prise en compte des conséquences de la modification sur les futures activités d'exploitation et de maintenance et leur organisation. Ensuite, l'équipe projet et le Comité de Pilotage coopèrent pour résoudre les pannes informatiques. Plus précisément, l'équipe projet travaille en

²⁵⁰ Selon nos termes.

quelque sorte sous le patronage— au sens d'aide accordée par une instance influente — du Comité de Pilotage. Pour préparer leur intervention auprès du fabricant du système informatique, les acteurs du Comité de Pilotage prennent en compte le diagnostic des techniciens de l'équipe projet et les contraintes exprimées par les acteurs d'atelier. Dans le projet de modification du poste de dépotage, l'équipe projet reste très autonome pour effectuer les choix de détail, et pour rechercher des solutions répondant aux contraintes imposées par la Direction Industrielle et aux demandes des acteurs de la Fabrication. De plus, le rôle de validation du travail de conception et de décision du Comité de Pilotage est beaucoup plus marqué que dans le projet de remplacement du système de conduite. Ce mode de relation ne tient pas uniquement à la formalisation des rôles des différentes instances. Ils traduisent les effets d'une « **boîte noire décisionnelle**²⁵¹ » : les incertitudes réelles qui pèsent sur le site échappent à l'ensemble de ses acteurs de l'équipe projet. Cette opacité est structurellement construite : les strates décisionnelles séparant les techniciens de l'équipe projet des acteurs de la Direction Industrielle favorisent l'opacité des revirements imposés au détriment des discussions sur les fondements des remises en causes. De plus, les méthodes de conception notamment d'optimisation technico-économique (analyse de la valeur) couplées à l'analyse de risques dans un contexte de restrictions budgétaires renforcent la division entre décision et conception.

11.1.3.3. « Tous les acteurs sont des décideurs²⁵² »

L'analyse du processus de conception du point de vue des acteurs, en analysant leurs contributions à la conception technico-organisationnelle montre que le pouvoir n'est ni l'attribut d'un groupe, ni le fait de sa position hiérarchique (Perrow, 1983, Perin, 2005, Thomas, 1994). Cette analyse appréhende les jeux de pouvoir comme une construction contingente et située où chaque acteur (même démuné de pouvoir formel) mobilise les ressources dont il dispose pour peser sur les choix de conception qu'il estime les plus adaptés, en fonction de ses enjeux dans la situation et des circonstances. Elle montre, comme l'écrit Hervé Laroche, que « tous les acteurs sont des décideurs » (Laroche, 1995). Par ailleurs, la notion d'anticipation permet de montrer que le pouvoir n'est pas un instrument d'imposition des logiques mais qu'il se construit en fonction des enjeux de la situation de conception. Par exemple, dans le projet de modification du poste de dépotage, le technicien de Bureau d'Etudes déploie des stratégies de résistance aux solutions imposées par le haut management afin de peser sur la conception (par exemple avec la solution « bac A ») ou, à l'inverse, en cherchant à concevoir l'installation la plus sûre conformément aux choix du comité de pilotage (par exemple avec la solution « Bac B »). De même, dans le projet de remplacement du système de conduite, le positionnement de l'adjoint de fabrication relativement aux opérateurs varie selon les moments du projet et les situations. Dans les phases amont du projet, il conçoit une analyse fonctionnelle contraignant fortement la future conduite des activités de fabrication, parce qu'il estime que les opérateurs du fait de leur manque de connaissances du procédé peuvent commettre des erreurs menaçant leur sécurité et celle de l'atelier. Puis, au cours du démarrage, il assiste les opérateurs et les valorise dans leur

²⁵¹ Selon nos termes.

²⁵² Laroche, H. (1995). From Decision to Action in Organizations: Decision-Making as a Social Representation. *Organization Science*, vol. 6, n°1, pp. 62-75.

apprentissage des nouvelles modalités de conduite. Dans la résolution des pannes informatiques du système, il les protège en refusant de leur communiquer la gravité des problèmes informatiques.

Cependant, notre analyse ne nie pas pour autant l'influence prédominante de certains acteurs dans le déroulement du travail de conception. Dans chaque projet, un acteur en particulier contribue fortement à la maîtrise des risques. Ainsi, dans le projet de modification du poste de dépotage, le technicien du Bureau d'Etudes joue un rôle crucial dans la prise en compte des futures activités d'exploitation du poste de dépotage, en dépit des coupes finales dans la conception de l'installation. Dans le projet de remplacement du système de conduite, le technicien automaticien, unique détenteur de l'histoire du projet joue un rôle fondamental dans la finalisation du système pour intégrer les différents sous-traitants à l'équipe et transmettre les méthodes de travail et le retour d'expérience des dysfonctionnements survenus pendant cette phase.

11.1.3.4. Conclusion

Les recherches traitant de la conception technico-organisationnelle évoquées dans cette thèse analysent la conception *a posteriori* et ne considèrent pas la distribution des pouvoirs du point de vue des acteurs. De ce fait, elles appréhendent les décisions de conception comme l'application de stratégies du haut management ou de choix politiques — en tant qu'ensemble de choix d'objectifs et de moyens qui orientent à moyen et à long terme les actions d'une organisation — et la traduction des relations de pouvoir.

La notion de pouvoir contribue à la compréhension des choix de conception. Cependant, comme des sociologues des organisations (Crozier & Friedberg, 1977) et des gestionnaires (Laroche 1995) l'ont montré, elle ne doit pas être limitée à son caractère formel et hiérarchique. Sans rejeter complètement les attributs de certains groupes, par exemple les Comités de Pilotage des projets ou les Directions Industrielles, le pouvoir doit être compris à travers les relations des acteurs des projets lorsqu'ils anticipent des relations entre dispositifs matériels et organisation future pour maîtriser les risques et respecter les objectifs de fabrication. Ces relations de pouvoir dépendent des circonstances du travail de conception et de la situation de travail, c'est-à-dire qu'elles sont contingentes et situées. C'est pourquoi, elles nécessitent une analyse des situations de conception du point de vue des acteurs. Nous montrons à présent que notre approche de la dynamique du processus de conception remet en question le poids des choix politiques ou stratégiques pour expliquer l'issue des projets.

11.1.4. Les limites de la notion de choix politique

Si l'on considère les deux projets étudiés dans cette thèse uniquement à partir de leurs résultats, on peut considérer que ces derniers traduisent le poids des décisions des Directions Industrielles sur les choix de conception. Ainsi, le projet de mise en conformité du poste de dépotage est soumis à la contrainte économique imposée par la Direction Industrielle. Le projet de modification du système de conduite de l'atelier VANADIUM est marqué par une recherche d'optimisation de la production. Cependant, l'analyse dynamique de ces deux projets montre que le déterminisme économique d'une part et le déterminisme de la performance ne suffisent pas à en comprendre l'issue.

Dans cette partie, nous souhaitons réexaminer les apports de la notion de « choix politique » ou de « stratégie industrielle » — au sens de choix jouant un rôle dans la réalisation des objectifs généraux du site — pour comprendre le manque de prise en compte de l'organisation dans la conception de systèmes socio-techniques à risques. En effet, une partie de la littérature traitant de la décision remet en cause cette notion de stratégie industrielle en tant que donnée de départ dans le processus de décision. D'une part, ces recherches et notamment celles d'Hervé Laroche démontrent l'importance des jugements et des justifications dans les décisions de conception. D'autre part, celles de Bénédicte Vidaillet en particulier démontrent que les stratégies émergent, c'est-à-dire qu'elles ne sont pas décidées à l'avance (Vidaillet, 1999²⁵³). L'analyse du processus de conception prouve que le résultat de chaque projet ne traduit pas uniquement une stratégie ou une logique industrielle. Nous développons cette critique dans les trois points qui suivent.

11.1.4.1. Des choix technico-organisationnels construits

Les recherches sur la contribution de l'organisation à la fiabilité des systèmes socio-techniques à risques montrent que des choix considérés comme stratégiques sont en contradiction avec la construction d'une organisation permettant de maîtriser les risques. Pour Charles Perrow, la conception d'une organisation inadaptée à la maîtrise des risques est le fait d'organisations dont les objectifs généraux privilégient la performance à la Sûreté/sécurité. Selon Constance Perin, les logiques *politique* et *calculatoire* prennent le pas sur une attitude permettant d'interroger les choix de conception relativement à la réalisation sûre des activités. Enfin, Larry Heimann considère que la priorité accordée à la performance se traduit par une structure *en série* afin de simplifier le processus de décision et d'éviter le gaspillage de ressources.

Les recherches en sciences de gestion s'intéressant aux projets industriels appréhendent la stratégie industrielle ou le choix politique comme un guide explicite et complet de la conception (Midler 1993²⁵⁴). Elles considèrent que le projet de conception doit être en accord avec les buts premiers de l'organisation et que le consensus sur ces objectifs est un ingrédient essentiel de l'organisation projet (Charue-Duboc et Midler, 2001²⁵⁵, 2002²⁵⁶). Cependant, elles ne prennent pas en compte les

²⁵³ Vidaillet, B. (1999). L'évolution du concept de décision en théorie des organisations. In *Gestion et Décision*, Collection Histoire, Gestion, Organisations. Toulouse : Presses de l'Université des Sciences Sociales de Toulouse, vol.7, pp. 477-494.

²⁵⁴ Midler, C. (1993). *L'auto qui n'existait pas*. Paris: Inter Editions.

²⁵⁵ Charue-Duboc, F., Midler, C. (2001). Développer les projets et les compétences. Le défi des hiérarchiques dans les métiers de conception. *Annales des Mines*, mars, pp.12-22.

contributions des acteurs. En effet, d'une part, elles appréhendent le travail de conception à travers la circulation des savoirs et des relations, permise par l'organisation du projet. D'autre part, elles soulignent la nécessité d'éviter une prise d'otages du projet par les stratégies des acteurs.

Les objectifs des deux projets étudiés, exposés dans les notes d'organisation, rejoignent les objectifs généraux des organisations dans lesquelles ils s'inscrivent : la maîtrise des risques et la performance. Ainsi, les objectifs du projet de modification du poste de dépotage sont la conformité avec l'arrêté préfectoral et l'alimentation des fabrications en acide A. Ceux du projet de remplacement du système de conduite sont le respect des objectifs de fabrication et la conformité avec la réglementation du médicament.

Cependant, l'analyse du processus de conception contredit cette primauté du choix politique à deux égards. D'une part, en accord avec ce qu'écrit Robert J. Thomas, une partie des décisions prises au niveau du haut management valide des choix faits ailleurs dans l'organisation. Dans les deux projets que nous avons étudiés, le rôle du Comité de Pilotage est de valider les propositions présentées par l'équipe projet. D'autre part et plus fondamentalement, l'analyse du processus de conception et des contributions des différents acteurs montre que des choix stratégiques pour la sûreté/sécurité et la performance futures sont effectués au niveau de l'équipe projet. De ce fait, cette analyse remet en cause l'existence d'une orientation *a priori* consistant à privilégier la performance. Elle montre le caractère construit d'un compromis entre performance et sûreté/sécurité. Elle souligne également que les orientations du haut management affectent les choix de conception à travers la manière dont les acteurs des équipes projet les traduisent dans l'élaboration de ces choix. A cet égard, dans le chapitre 6, nous avons appréhendé les impacts des méthodes de conception (notamment l'analyse de la valeur couplée à l'analyse de risques) sur la prise en compte des orientations du haut management par les acteurs des équipes projet.

Enfin, l'analyse du processus de conception et du travail de l'équipe projet montre que les concepteurs n'élaborent pas uniquement des solutions en réponse à des instructions du management. Ils prennent des initiatives qui peuvent diverger des orientations du management de l'usine ou de la Direction Industrielle. Ainsi, les acteurs du projet de mise en conformité du poste de dépotage remettent en question le bac de distribution d'acide imposé par le responsable des fabrications (solution « Bac A »). Ils parviennent à convaincre le Comité de Pilotage du bien-fondé de leur refus.

11.1.4.2. Le manager est un acteur comme les autres

Les approches de la fiabilité des systèmes socio-techniques à risques à partir d'analyses rétrospectives d'accidents ou de l'étude du fonctionnement quotidien de ces systèmes, soulignent que la mise en œuvre de dispositions organisationnelles permettant la fiabilité repose sur des décisions du management. Du point de vue de certains gestionnaires, les managers des projets mettent en place les dispositions permettant la circulation des savoirs et des relations lors de la conception. Selon nous, cette focalisation sur le rôle des managers dans les décisions affectant la performance et la

²⁵⁶ Charue-Duboc, F., Midler, C. (2002). L'activité d'ingénierie et le modèle de projet concourant. *Sociologie du travail*, vol.44, n°3, pp. 401- 417.

sûreté/sécurité traduit une particularité de ces univers à risques : la difficulté à admettre que les managers ne sont pas en position de donner des directions fermes sur les mesures à prendre pour maîtriser les risques.

Même si nous n'avons pas exploré dans le détail le travail des acteurs des instances décisionnelles, nos analyses montrent que ces acteurs rencontrent les mêmes difficultés que les acteurs des équipes projet : leurs interventions dans le projet et leurs choix dépendent des contraintes qu'ils subissent et des ressources dont ils disposent. Les interventions du directeur de site dans le projet de mise en conformité du poste de dépotage et celles du responsable du service électricité instrumentation et conduite des procédés dans le projet de remplacement du système de conduite le montrent. De plus, nos analyses montrent que les contributions et les décisions des managers, comme celles des acteurs des équipes projet, sont contingentes et situées, c'est-à-dire qu'elles ne traduisent pas uniquement des stratégies industrielles.

11.1.4.3. La dynamique des projets

Si on analyse la dynamique des deux projets de conception relativement aux résultats proposés par la littérature sur les organisations temporaires deux constats s'imposent. D'une part, le poids de l'incertitude technologique du projet sur sa dynamique est relatif. D'autre part, le rôle de l'horizon temporel dans le déroulement du travail de l'équipe projet n'est pas central.

a) CHIMIE : le poids des aléas

Dans le projet de modification du poste de dépotage, nous avons observé la phase de conception qui correspond à « la phase d'isolement pour concevoir » dans la terminologie de Rolf Lundin et Anders Söderholm (Lundin & Söderholm, 1995). Pour mémoire, ces deux auteurs identifient quatre grandes périodes dans le déroulement d'un projet chacune marquée par un type d'activité : 1) entreprendre (constituer l'équipe, distribuer les tâches), 2) définir la tâche et les échéances et diviser l'équipe projet en groupes d'acteurs (selon les tâches) pour construire l'engagement 3) s'isoler de l'environnement pour concevoir 4) finaliser (institutionnellement) le projet.

Dans la terminologie de Connie Gersick (Gersick, 1988, 1989), la phase de conception du poste de dépotage est *une phase de transition*. Cet auteur identifie trois phases : 1) une phase de recherche de la solution à mettre en œuvre, 2) une phase de transition, à mi-parcours, décisive pour l'issue du projet, marquée par le contact avec l'environnement et le choix définitif de la solution, 3) une phase de réalisation.

Tout d'abord, nos résultats suggèrent que la dynamique n'est pas uniquement liée à la durée du projet. Elle est marquée par les différents aléas qui remettent en cause le déroulement programmé des étapes. Ainsi, nous découpons le projet en cycles amorcés par ces aléas. Ces cycles sont composés d'étapes proches de celle décrites par Lundin et Söderholm. Par exemple, pour le projet de mise en conformité du poste de dépotage : 1) revirement décisionnel 2) isolement de l'équipe projet pour revoir sa solution 3) reprises des étapes de conception : modification du schéma TI, Yellow revue, HAZOP, fiches risques, validation du schéma TI 4) présentation de la solution (à la Direction Industrielle, aux acteurs du site).

Les étapes 1 et 4 sont marquées par une ouverture vers la Direction Industrielle, les acteurs de la Fabrication ou l'extérieur de l'usine selon le type de revirement.

A un niveau microscopique, ces différents cycles constituent autant de *phases transitoires* décrites par Gersick (Gersick 1988). Les cycles que nous décrivons constituent des motifs dynamiques permettant de caractériser la phase de conception de détail. Cependant, contrairement au modèle que cet auteur propose, ces phases transitoires successives ne sont pas mises en place par l'équipe projet. Cette dernière semble plutôt les subir.

Par ailleurs, elles diffèrent des cycles de conception décrits par Aaron Shenhar (Shenhar, 2001) car elles ne vont pas jusqu'à la réalisation et aux tests de l'installation. De plus, elles sont plus nombreuses que les cycles que cet auteur prévoit pour un projet dont l'incertitude technologique est moyenne. Nous rappelons que Shenhar décrit le déroulement du projet qui suit deux processus imbriqués : le processus technologique et le processus de gestion de projet. Dans le processus technique, les acteurs cherchent à réduire l'incertitude technologique en combinant connaissances internes et externes. La conception technique suit des itérations sur la base de cycles. Ces cycles comportent quatre moments : 1) la sélection de la solution technologique, 2) la conception des différentes unités, 3) la construction 4) les tests. Ces itérations se succèdent jusqu'à ce qu'une configuration définitive soit sélectionnée et complètement définie (« design freeze »). Dans le deuxième processus centré sur l'information et la communication, les acteurs allouent les ressources, les utilisent et les gèrent afin de coordonner les différentes parties impliquées dans le projet.

Dans notre projet, ces cycles répétés sont la conséquence de remises en cause successives et d'une opacité décisionnelle. De ce fait, ils ne résultent pas de l'incertitude technologique associée au poste de dépotage. Ils traduisent le poids de l'organisation du site et de l'environnement sur l'avancement du travail de l'équipe projet et surtout le caractère contingent et situé du travail de conception. Ce résultat permet de sortir d'un déterminisme technologique du travail de conception.

Par ailleurs, ces cycles n'ont pas d'horizon temporel maîtrisable par les acteurs de l'équipe projet. L'horizon temporel global du projet n'est pas fixé. Il est lié à la recevabilité du dossier prononcée par la DRIRE et à l'accord d'investissement délivré par la Direction Industrielle. Il joue donc un rôle relatif dans l'avancement de la conception. En effet, on a vu que l'échéance réglementaire est reportée car le premier dossier, remis fin avril 2004 est refusé. L'accord d'investissement n'est obtenu qu'après plusieurs remises en question des solutions proposées par l'équipe projet. La phase transitoire globale et les cycles de remise en question ne prennent fin qu'avec la recevabilité de la nouvelle version du dossier et l'accord d'investissement de la Direction Industrielle. L'horizon temporel se construit tout au long du projet en fonction des aléas réglementaires, financiers et techniques (sondages de sols). Il dépend également des enjeux des acteurs dans les différentes situations dessinées par ces aléas. En effet, on se souvient que lors de la première restriction budgétaire, en décembre 2003, le directeur du site et le responsable du service Amélioration Continue se préparaient à renégocier les termes de l'arrêté préfectoral afin de répartir sur le cabanage de l'actuel poste de dépotage (Cf. vignette 2). Cette négociation aurait permis d'obtenir un report de la date de mise en service et donc de l'échéance finale du projet.

En ce qui concerne le projet de remplacement du système de conduite, la dynamique de la phase de démarrage du nouveau système informatique projet est portée par les aléas informatiques et matériels. Elle se révèle particulièrement sensible au terrain de l'atelier dont elle révèle les fragilités organisationnelles, sociales et fonctionnelles, ce qui souligne encore le caractère contingent et situé du travail de conception. D'après Ralph Lundin et Anders Söderholm, cette phase est la plus coûteuse pour les acteurs du projet. Nous partageons ce constat. Cependant, contrairement aux deux auteurs, nous ne l'attribuons pas uniquement à l'avancement du projet. Par ailleurs, contrairement à ce qu'écrit Shenhar, le travail de conception n'est pas terminé à ce stade du projet : l'élaboration des supports de contrôle des lots de fabrication et les corrections informatiques monopolisent encore les techniciens. Cette finalisation tardive tient à l'application des exigences de la réglementation du médicament, notamment la validation du système informatique et des recettes. Enfin, les pannes informatiques concrétisent l'effet « boîte noire technique » dont nous avons montré qu'il résidait dans les choix organisationnels et politiques effectués en début de projet.

Chaque cycle de résolution des pannes informatiques est caractérisé par l'ouverture de l'équipe projet vers le Comité de Pilotage et vers le fabricant du système de conduite. Il suit les quatre étapes suivantes : 1) panne informatique 2) réunion équipe projet, Comité de Pilotage et acteurs de la Fabrication 3) décision commune 4) mise en place de la solution négociée entre équipe projet, Comité de Pilotage et responsables de l'atelier.

Comme pour l'élaboration du dossier de demande d'autorisation d'exploiter du nouveau poste de dépotage, la résolution des pannes matérielles s'effectue parallèlement au travail de l'équipe projet. Cependant, elle affecte son déroulement car le retard de démarrage compromet la poursuite du travail de modification. A la différence du projet de mise en conformité du poste de dépotage, ce cycle de résolution fait apparaître les relations de coopération entre l'équipe projet, le Comité de Pilotage et les acteurs de l'atelier dans la résolution des pannes.

Enfin, l'horizon temporel influence très fortement le déroulement du travail de l'équipe projet. Dans la phase de conception, le travail des techniciens est contraint par la date fixée pour les travaux d'implantation du nouveau système, programmée en fonction des exigences du planning de fabrication. Après le démarrage, l'horizon temporel n'est plus fixé car, compte tenu des nombreux dysfonctionnements du système, les techniciens de l'équipe projet ne savent pas précisément à quel moment ils auront terminé leur contribution au projet.

11.1.4.4. Conclusion

Notre analyse relativise le poids des stratégies industrielles ou des choix politiques dans le déroulement des projets de conception. Plus concrètement, cette critique nous conduit à interroger la manière dont ils se traduisent dans les pratiques de conception, en particulier à travers leur prise en compte par les acteurs de l'organisation du projet de conception. Par ailleurs, la description de la dynamique des projets de conception sur la base des résultats de la littérature considérant les projets comme des organisations temporaires remet en cause le déterminisme technologique pour comprendre le déroulement et l'avancement des projets. Au contraire, elle souligne encore une fois le caractère contingent et situé du travail de conception et plus particulièrement l'influence des choix d'organisation du travail de conception et de l'environnement du projet. Enfin, elle relativise également le rôle de l'horizon temporel dans l'avancement de la conception.

Dans la troisième partie de ce chapitre, cette analyse permettra de mieux comprendre l'influence des conditions économiques sur la construction de la maîtrise des risques, à travers notamment le rôle des supports d'organisation des projets.

11.2. La face sombre des projets de conception de systèmes socio-techniques à risques

Dans cette deuxième partie, à partir de la mise en perspective des deux projets étudiés, nous abordons quelques caractéristiques de la conception technico-organisationnelle.

11.2.1. Un effet de double éblouissement de la technique

Notre analyse a montré que les acteurs des deux projets de conception anticipent en partie l'organisation des futures activités d'exploitation de l'installation qu'ils modifient. Cependant, les deux projets restent marqués par une focalisation sur les solutions techniques comme réponse aux objectifs du projet et aux problèmes rencontrés au cours du travail de conception. Le démarrage de l'atelier VANADIUM montre que les acteurs du projet ont anticipé la réforme des pratiques de conduite des opérateurs dans le prisme du système de conduite. La phase finale du projet de modification du poste de dépotage montre une focalisation sur l'optimisation technico-économique au détriment des futures activités et de leur organisation. Nous en recherchons les fondements dans la définition des objectifs du projet et dans le contexte de modification. Nous en montrons également les conséquences sur le processus de conception et le système socio-technique conçu.

11.2.1.1. La future installation et les inconvénients de l'installation initiale dans le prisme de la technique

L'analyse des deux projets nous a permis d'appréhender la phase de conception de détail de la future installation et la phase de finalisation et de démarrage. L'étude de cette période étendue du travail de conception met en évidence des acteurs des projets de conception subissant un effet de « double éblouissement » de la technique. Expliquons-nous. Le premier éblouissement survient dans les phases préliminaires des projets. **En effet, les acteurs des équipes projet se focalisent sur la solution technique et en particulier sur la manière dont les dispositifs techniques modifiés**

vont leur permettre de répondre à ces objectifs. Cette attention portée à la technique provient de la définition des objectifs du projet. Ainsi, les notes d'organisation des projets et l'arrêté préfectoral demandant la modification du poste de dépotage sont rédigés dans des termes qui présentent la technique comme solution.

Cette focalisation sur la technique a quatre conséquences sur le déroulement de la suite du projet. Premièrement, par analogie avec ce qu'écrit Robert J. Thomas à propos de l'innovation technologique, **les acteurs des équipes projet se concentrent sur les objectifs au détriment des moyens et des processus permettant de les atteindre** (Thomas, 1994). Ainsi, dans le projet de modification du poste de dépotage, l'usage de méthodes d'optimisation technico-économique pour finaliser l'installation renforce l'importance accordée aux dispositifs techniques comme réponses aux exigences de conformité d'une part et aux contraintes économiques d'autre part. Deuxièmement, dans le travail de conception, **les acteurs des projets prennent peu en compte les contraintes d'exploitation et de maintenance des installations à modifier pour décliner les objectifs du projet.** Ainsi, dans le projet de remplacement du système de conduite, les concepteurs se concentrent sur la programmation du système pour mettre en conformité et « régulariser » les pratiques des opérateurs. Ils n'envisagent ni le contenu des activités de conduite des fabrications ni leur organisation comme ressources. Troisièmement, **les solutions considérées pour répondre aux changements d'orientations des projets restent techniques.** En effet, dans le projet de modification du poste de dépotage, les solutions envisagées pour faire face à la restriction budgétaire de décembre 2003, et aux contraintes d'organisation des acteurs de la fabrication (Solution de dépotage équipée d'un dispositif en T) sont techniques. Cependant, les options d'organisation des futures activités de dépotage ne sont ni identifiées ni étudiées. Quatrièmement, **dans la résolution des problèmes de conception, les acteurs des équipes projet se concentrent sur la complexité des futurs dispositifs techniques au détriment de leur articulation avec les choix organisationnels.** Ainsi, lorsque les premières pannes du nouveau système de conduite surviennent, les acteurs de l'équipe projet s'interrogent sur les capacités du système pour commander des procédés organiques compliqués et sensibles. Cependant, ils ne s'interrogent pas sur l'adéquation du pilotage du procédé avec les activités de fabrication et leur organisation, en particulier pour faire face aux aléas de fabrication.

Le deuxième effet d'éblouissement est une conséquence du premier. En effet, **l'analyse de la solution dans le prisme des dispositifs techniques par les acteurs des projets, se retrouve dans la manière dont ils appréhendent la situation initiale à modifier.** En quelque sorte, la définition du problème à résoudre se fait à partir de la solution. Elle est réduite aux conséquences des dispositifs techniques sur les objectifs du projet : maîtrise des risques et atteinte des objectifs de fabrication. Ainsi, dans le projet de modification du système de conduite, les acteurs du projet analysent les pratiques des acteurs comme la conséquence du vieillissement du système et de son « ouverture ». Cette analyse est renforcée par le rôle attribué à l'opérateur par les concepteurs : il est plus souvent considéré comme une source d'erreur que comme un acteur de la prévention des risques.

11.2.1.2. Un contexte de modification réducteur

Deux éléments renforcent cette focalisation sur la technique. En premier lieu, **le manque de représentation des futurs utilisateurs de l'installation** dans les phases amont des projets, puis dans les phases de conception de détail. Nous avons vu que ces absences étaient structurellement et socialement construites. En second lieu, **le contexte de modification**. En effet, à la différence des projets de conception de nouvelles installations, les acteurs partent d'un dispositif, d'une organisation des activités et de risques existants. Du point de vue du travail de conception, cette situation de modification favorise un appui sur l'existant pour le comparer aux solutions technologiques et organisationnelles proposées et aux risques anticipés. Ainsi, dans le projet de modification du poste de dépotage, dans les différentes solutions envisagées, la référence à la configuration de l'installation actuelle et aux pratiques actuelles de dépotage est fréquente. Dans le projet de modification du système de conduite, la référence à l'ancien système permet de caractériser les modalités de pilotage du nouveau système fonctionnant en marche dégradée.

Dans un contexte de modification, la focalisation des acteurs des équipes projet sur la technique accroît les risques associés aux solutions qu'ils examinent. En effet, d'une part, elle les **conduit à sous-estimer l'ampleur des modifications** des dispositifs techniques et de l'organisation. D'autre part, elle **limite la recherche de solutions** : en se fondant sur les installations existantes, les acteurs ont tendance à favoriser les ajouts sur les dispositifs existants (*technological fixes*). Selon Charles Perrow, ces ajouts constituent une source de risques importants. Notre analyse de la construction des choix technico-organisationnels montre plus précisément que les risques résident dans une articulation technico-organisationnelle difficile à construire parce que la composante technique étant figée, le *champ de conception organisationnelle* est réduit. Par conséquent, les acteurs disposent de peu de marges de manœuvre pour définir une articulation technico-organisationnelle congruente avec l'objectif de maîtrise des risques. Ainsi, dans le projet de modification du poste de dépotage, le responsable des fabrications propose d'équiper un bac déjà utilisé pour la fabrication afin qu'il distribue également l'acide dépoté des wagons vers les deux ateliers (Solution « bac A »). Les acteurs de l'équipe projet examinent ce choix en mettant en perspective les caractéristiques techniques du bac équipé avec les caractéristiques des futures activités de fabrication et de dépotage. La contrainte technique est trop forte pour maîtriser le risque majeur d'explosion du bac, c'est pourquoi les acteurs abandonnent cette solution.

11.2.1.3. Conclusion

L'analyse du processus de conception a montré la contribution des dispositifs techniques à la conception technico-organisationnelle. Elle a permis de préciser un effet de « double éblouissement » de la technique sur les acteurs des projets de conception qui influence leur manière d'appréhender la future installation d'une part et celle de décliner les objectifs du projet d'autre part. Pour autant, nous n'invoquons pas un déterminisme technologique même relatif (déterminisme technologique « doux » Adler, 1987 cité dans Alsène, 1990). Cependant, à notre sens, pour reprendre les termes de Paul J. Thomas, « la technologie ne détermine pas l'organisation mais l'idée que la technologie soit la seule alternative légitime est déterminante » (Thomas, 1994, p.208). Il nous semble que cette place donnée aux dispositifs techniques contribue également à expliquer les lacunes que nous avons

identifiées dans la manière dont les acteurs des projets de conception prennent en compte l'organisation.

11.2.2. La maintenance des installations : le serpent de mer des projets de conception

Les deux projets de modifications sont marqués par l'absence de discussions sur la maintenance des installations actuelles et futures. Pourtant, l'étude de la phase de démarrage du nouveau système de conduite montre les conséquences fâcheuses de cette négligence sur la fiabilité des installations et la maîtrise des risques.

11.2.2.1. La sous-traitance : les fondations structurelles et sociales de l'absence de maintenance en conception

L'analyse du processus de conception montre que cette lacune s'explique pour partie par l'absence des acteurs de la Maintenance dans les projets. Elle souligne que les projets de modifications sont des révélateurs des problèmes de maintenance quotidienne des installations et de leurs conséquences sur la fiabilité et la maîtrise des risques. Premièrement, dans le projet de mise en conformité du poste de dépotage, **l'absence des acteurs de la Maintenance est socialement construite**. Elle résulte des oppositions entre acteurs du Bureau d'Etudes très impliqués dans l'équipe projet et acteurs de la maintenance, causées par une répartition conflictuelle des tâches de modification courante d'installations. Deuxièmement, dans les deux projets, **l'absence de participation des acteurs de la Maintenance est structurellement construite du fait de la division du travail entre Fabrication et Maintenance**. Troisièmement, l'étude de la phase de démarrage du système de conduite et celle des activités de dépotage avant la modification montre que **la division du travail entre acteurs des services de Maintenance du site et acteurs des entreprises sous-traitantes compromet la prise en compte des activités de maintenance** et de leurs contraintes sur le fonctionnement des installations. Dans l'atelier VANADIUM plus particulièrement, cette division était particulièrement conflictuelle du fait de la répartition des rôles attribuant à un agent de maîtrise de la Fabrication la surveillance des opérations routinières de maintenance, effectuées par des sous-traitants.

Par ailleurs, l'analyse du fonctionnement routinier des sites, montre que les acteurs des services de Maintenance subissent **l'opacité de la maintenance des installations**. Là encore, les causes sont en partie structurelles. Tout d'abord, **l'absence de système de communication entre les acteurs des services de maintenance et les sous-traitants**, permettant de gérer la maintenance du matériel, prive les acteurs locaux de la connaissance des réparations du matériel. Ensuite, **l'absence d'organisation de la traçabilité des réparations et du retour d'expérience sur les pannes**, contribue à la perte de mémoire de l'état des installations. Enfin, **la distribution des tâches et la relation contractuelle** parce qu'elle formalise les relations **entre acteurs du service de Maintenance et acteurs sous-traitants** limitent la coopération et la construction de compétences communes. Sur le site PHARMA plus particulièrement, le manque de distribution des compétences spécifiques à la gestion du matériel sensible ainsi que le cloisonnement des compétences de l'atelier et de celles des autres services du site exacerbent ces difficultés.

En quelque sorte, du fait de la sous-traitance des opérations de maintenance routinières des installations, les acteurs locaux se détachent des activités mais également du suivi des installations et de leurs évolutions. Finalement, les choix d'organisation de la conception et les thèmes abordés reproduisent ce que Constance Perin appelle des « silos » : l'absence de représentation des acteurs de la Maintenance et donc de leurs préoccupations dans les choix de conception reproduit la hiérarchie inscrite dans la division du travail entre Maintenance et Fabrication d'une part et acteurs locaux de la maintenance et acteurs sous-traitants d'autre part.

11.2.2.2. Un déclin progressif

L'analyse des situations initiales afin notamment de clarifier les enjeux des projets et d'en appréhender la finalité permet de mieux comprendre les raisons pour lesquelles la maintenance des installations, au-delà des effets de la sous-traitance, est devenue opaque. Selon nous, **cette opacité se loge dans des choix technico-organisationnels de conception des installations initiales et dans les modalités de fonctionnement quotidien des installations.** Plus précisément, dans l'atelier VANADIUM, un système très ouvert et vieillissant d'une part et l'histoire de l'atelier d'autre part — notamment un démarrage difficile à cause d'une conception des installations inadaptée aux contraintes de fabrication des produits organiques —, ont donné naissance à un fonctionnement autarcique des équipes d'opérateurs basé sur la pratique d'arrangements avec le système de conduite pour dépasser les dysfonctionnements du système et ceux du matériel de l'atelier. En conséquence, la maintenance de l'atelier est devenue approximative, accompagnée d'une méconnaissance de l'état des installations. Pour le poste de dépotage, l'opacité réside dans l'organisation du dépotage, en particulier la division du travail entre acteurs du conditionnement pour les branchements et acteurs du SUG pour la surveillance de la vidange des wagons. De plus, les réservoirs de stockage parce qu'ils rendent l'approvisionnement des ateliers robuste, rendaient le dépotage transparent du point de vue des acteurs de la fabrication. En effet, en cas de pannes sur le poste de dépotage, ils constituaient une redondance permettant de tolérer des retards de maintenance.

11.2.2.3. Conclusion

Le manque de considération portée à la maintenance des futures installations est classique dans les projets. Comme le souligne l'un des acteurs du service de maintenance de La-Source : « La plupart du temps, on découvre l'installation quand le fabricant a une pompe qui casse ». L'analyse des situations initiales et du processus de conception permet de comprendre cette absence de prise en compte comme la conséquence des choix d'organisation des activités du site. Sous-traiter la maintenance routinière, diviser le travail de modification des installations entre le Bureau d'Etudes et le service de Maintenance, tracer le retour d'expérience des pannes matérielles...sont autant de choix qui engagent la fiabilité quotidienne des installations et des activités mais également leur fiabilité future, à travers leurs impacts sur l'organisation et le déroulement de la conception. Nous verrons plus particulièrement dans la troisième partie de ce chapitre, comment la connaissance des installations et de leur fonctionnement contribue à la construction de choix technico-organisationnels fiables lors des modifications.

11.2.3. Les concepteurs anticipent l'organisation

Les recherches fondées sur des analyses rétrospectives d'accidents et le fonctionnement quotidien des organisations à hauts risques montrent que les systèmes techniques à risques ne sont pas fiables parce que les ingénieurs et les techniciens ne pensent pas l'organisation. Nos deux études de cas montrent au contraire que les acteurs de projets de conception anticipent l'organisation des futures activités comme *cadre d'action* et comme *programme d'activités*. Cependant, l'organisation anticipée reste formelle et statique. De plus, elle ne prend pas en compte la dimension collective des activités qu'elle encadrera. Enfin, les acteurs des projets de conception appréhendent l'organisation dans le prisme de l'installation qu'ils ont à modifier.

11.2.3.1. Organisation tronquée

Les deux études de cas montrent que **les acteurs des projets de conception se concentrent sur l'organisation des activités d'exploitation de l'installation modifiée. De ce fait, la future organisation apparaît tronquée.** En effet, d'une part, dans les deux projets, les acteurs de la conception ne prennent pas en compte la maintenance de la future installation alors que ces activités conditionnent son fonctionnement et la fiabilité du système socio-technique dans son ensemble. Nous en avons expliqué les raisons dans le paragraphe 11.2.2. D'autre part, dans les deux projets, les acteurs de la conception n'ont pas pris en compte l'organisation des activités dont la réalisation dépend du fonctionnement de l'installation modifiée. Dans le projet de mise en conformité du poste de dépotage, les acteurs de l'équipe projet prennent très marginalement en compte les activités de l'atelier auquel est rattaché le poste de dépotage. Dans le projet de remplacement du système de conduite, les acteurs de l'équipe projet ne prennent pas en compte les activités d'audit des dossiers de lots alors que leur réalisation dépend des activités de contrôle de la qualité réalisées par les opérateurs, au cours de la fabrication. Cette anticipation tronquée de l'organisation menace la fiabilité future du système, parce qu'elle génère une « opacité », définie par Hannan, Polos et Caroll comme « une anticipation limitée des interconnexions entre les différentes unités » (Hannan, Polos & Caroll, 2003²⁵⁷, p.429). Selon ces auteurs, l'opacité compromet la réussite des changements organisationnels envisagés. Dans le projet de remplacement du système de conduite, l'anticipation des activités de fabrication limitée à l'utilisation du système de conduite par les acteurs de l'atelier a conduit l'équipe projet à sous-estimer les changements nécessaires pour soutenir l'organisation des activités de fabrication programmées dans le système.

Cette focalisation sur les activités d'exploitation de la future installation tient à l'effet de « double éblouissement » que nous avons décrit : il circonscrit les choix de conception aux dispositifs matériels à modifier. De façon plus précise, notre analyse a également montré que cette limitation tenait aux choix d'organisation du projet, en particulier le recrutement des concepteurs et les modalités de représentation des futurs utilisateurs. Ainsi, l'absence des acteurs de l'Assurance Qualité dans le projet de remplacement du système de conduite et l'intermittence des acteurs de l'atelier auquel le

²⁵⁷ Hannan, M.T., Polos, L., Caroll, G.R. (2003). The Fog of Change: Opacity and Asperity in Organizations. *Administrative Science Quarterly*, vol. 48, n°3, pp. 399-432.

poste de dépotage est rattaché explique le manque d'attention portée à l'organisation de leurs activités. Pour le projet de remplacement du système de conduite en particulier, nous avons également montré que l'histoire de l'atelier et plus particulièrement, les relations sociales et leurs évolutions motivaient cette focalisation sur les activités de fabrication. Par ailleurs, notre analyse de la finalisation du système de conduite a montré que l'absence de prise en compte de l'organisation des activités d'audit des dossiers de lots résultait de l'organisation des activités de contrôle de l'Assurance Qualité et des relations structurant la libération des dossiers de lots. Enfin, l'analyse de situations de conception et des supports mobilisés a permis d'ajouter que cette vision tronquée de l'organisation tenait aux supports de représentation de la future installation. Ainsi, dans le projet de mise en conformité du poste de dépotage, le Schéma TI ne représente qu'une partie des installations de l'atelier auxquelles le poste de dépotage est rattaché. C'est pourquoi, il ne permet pas d'appréhender l'ensemble des conséquences de cette implantation sur les activités de l'atelier et leur organisation. Dans le projet de remplacement du système de conduite, l'analyse fonctionnelle utilisée comme méthodologie de définition du futur système puis, les maquettes du système restreignent les activités de conduite au pilotage informatique. Elles ont contribué à occulter les activités de contrôle de la qualité et les activités de maintenance de l'atelier.

Enfin, dans le cas du projet du poste de dépotage, nous avons montré que cette prise en compte restreinte de l'organisation résultait des méthodes de conception et de l'organisation mise en place pour les appliquer. De plus, notre analyse des supports dans le projet de mise en conformité du poste de dépotage a montré comment une optimisation technico-économique centrée sur le respect des objectifs de fabrication et la prévention du scénario majeur d'accident accentue la focalisation sur les activités de dépotage sans tenir compte de leur inscription dans les activités de l'atelier auquel le poste de dépotage est rattaché.

11.2.3.2. Organisation fragmentée

Les deux projets de conception montrent que les acteurs des équipes projet anticipent l'organisation par morceaux. De façon générale, ils anticipent l'organisation comme un *cadre d'action* composé des éléments suivants : la distribution des rôles et des tâches entre les acteurs, le système d'autorité et de contrôle, la répartition des tâches entre l'homme et la machine. De plus, ils anticipent certaines composantes de l'organisation comme *programme d'activités* : la durée de certaines activités, les relations de dépendance entre les activités, la fréquence des activités. Cependant, ils ne considèrent que les activités sensibles du point de vue des risques qu'ils cherchent à prévenir. De ce fait, ils anticipent un programme d'activités en pointillés. De plus, comme nous allons le voir dans le paragraphe suivant, les caractéristiques de l'organisation anticipée sont limitées à leur dimension formelle et individuelle.

11.2.3.3. Organisation formelle et individuelle

Nos deux études de cas montrent que **les acteurs des projets de conception anticipent la dimension formelle de l'organisation c'est-à-dire qu'ils ne prennent pas en compte les caractéristiques de l'organisation comme des éléments mobilisables pour les activités futures**. Notre analyse des deux processus de conception permet d'identifier deux éléments à l'origine de cette restriction.

Premièrement, **le statut des supports d'activités relativement à la réglementation**. Dans le projet de modification du poste de dépotage, nous avons montré que le statut des documents dans le contrôle des installations classées limite l'analyse de leur mobilisation au cours des futures activités. En effet, les procédures, check-lists, notes d'organisation, modes opératoires sont regroupés dans le SGS (Système de Gestion de la Sécurité) qui fait l'objet d'une inspection spécifique de la DRIRE. Cependant, cette inspection concerne leur mise à disposition et non leur caractère mobilisable par les acteurs des sites. Concernant le projet de remplacement du système de conduite, les check-lists et le journal batch utilisés pour suivre l'évolution des paramètres qualité sont considérés dans leur dimension formelle. Leur valeur de trace des données enregistrées est retenue au détriment de leur statut de trace des activités de suivi des paramètres des opérateurs, ou de support mobilisé par les acteurs de l'Assurance Qualité pour contrôler la conformité des lots de produits fabriqués. En effet, l'audit des dossiers de lots repose sur la conformité entre les données enregistrées dans le système et les valeurs des paramètres critiques définies pour respecter les standards de fabrication.

Deuxièmement, **le statut de ces supports dans la conception**. Dans l'analyse de risques du futur poste de dépotage, les supports pour les activités de dépotage sont évoqués comme parades, afin de réduire le niveau de risque associé à un scénario d'accident. La méthode d'analyse de risques Hazop est une démarche horizontale, c'est-à-dire que les parades identifiées restent de premier niveau. De ce fait, le caractère mobilisable de ces supports n'est pas analysé. De façon analogue, dans le projet de remplacement du système de conduite, les fiches de suivi de la validation des recettes et du système sont considérées comme des supports et des preuves de validation. Or, lors de la validation de la recette de fabrication d'A1, les fiches incomplètement renseignées par les opérateurs démontrent les limites d'une conception de ces supports réduite à leur caractère formel.

Cette restriction au caractère formel de la future organisation a pour conséquence le caractère statique de cette dernière. En effet, comme les acteurs des équipes projets n'anticipent pas la mobilisation du cadre organisationnel au cours d'activités individuelles et collectives, ils n'appréhendent pas les conséquences de l'action organisée sur le cadre organisationnel défini. En effet, comme nous l'avons explicité dans le premier chapitre de cette thèse, les sociologues du travail et de l'organisation montrent que l'organisation ne se construit pas uniquement au moment de la conception du système socio-technique mais également au cours de l'action organisée, par la manière dont les acteurs mobilisent le cadre organisationnel pour travailler. Par conséquent, les acteurs des équipes projet n'anticipent pas les évolutions de cette future organisation.

11.2.3.4. L'organisation comme un cadre d'action et comme un programme d'activités individuels

Par ailleurs, **les acteurs des deux équipes projet ont pensé l'organisation comme un cadre d'action et comme un programme d'activités individuels**. Dans les deux projets, les concepteurs n'ont pas anticipé les caractéristiques de l'organisation comme cadre d'action pour la coopération et la coordination des futures activités. En particulier, ils ne considèrent pas le système de communication. Dans le cas du projet de remplacement du système de conduite, ce dernier est évoqué succinctement, à travers les supports d'enregistrement des données de fabrication qui sont des traces de l'activité des opérateurs et des supports pour l'activité d'audit des dossiers de lots par les acteurs de l'Assurance Qualité. Cependant, les conséquences de ces supports sur la coopération et la coordination des activités de fabrication et des activités d'audit des dossiers de lots ne sont pas examinées. Deux raisons expliquent cette restriction :

Premièrement, dans les deux projets, **le statut attribué au futur opérateur au cours de la conception limite la prise en compte de la dimension collective des activités**. En effet, dans le projet de mise en conformité du poste de dépotage, notre analyse critique de la méthode d'analyse des risques (HAZOP) montre que l'opérateur est considéré comme un individu générique, idéal, quels que soient sa formation, ses compétences, sa charge de travail, son état physique... De plus, dans cette analyse, il est appréhendé comme une énergie d'activation de la future installation. C'est pourquoi, la complémentarité entre les acteurs effectuant les branchements en binôme n'est pas prise en compte. Dans le projet de remplacement du système de conduite, les objectifs du projet définis limitent la prise en compte de la dimension collective des activités. En effet, les pratiques des opérateurs sont mises en causes pour expliquer les non-conformités et les bouchages. De ce fait, le projet cherche à tracer et à régulariser les actions des opérateurs au cours de la fabrication. Par la recherche de cette uniformisation à travers le système de conduite, les concepteurs s'attachent à la dimension individuelle des activités. De plus, les acteurs de l'équipe projet et ceux de l'atelier remettent en cause la dimension collective des activités car ils considèrent qu'un système sans hiérarchie d'accès accroît les risques.

Deuxièmement, l'organisation des deux projets et plus particulièrement **la planification de l'élaboration des supports d'activités limitent la prise en compte de la dimension collective des activités**. En effet, dans le projet de modification du poste de dépotage, la répartition des tâches entre les différents groupes d'opérateurs est évoquée. Cependant, l'élaboration du mode opératoire détaillé décrivant la séquence d'opérations et le rôle des différents intervenants est planifiée au moment de la formation des opérateurs, avant le démarrage, lorsque la conception de détail est terminée. De façon analogue, dans le projet de remplacement du système de conduite, la planification tardive de l'élaboration des check-lists et du journal batch d'une part et les difficultés des acteurs de l'équipe projet pour les finaliser d'autre part montrent que leur caractère de support de coordination entre les opérateurs de la fabrication n'a pas été considéré.

11.2.3.5. Conclusion :

Dans les deux projets de modification, les concepteurs ont anticipé l'organisation comme cadre d'action et comme programmes d'activités. Cependant, ils l'ont fait de manière partielle : la future organisation apparaît réduite aux activités d'exploitation de la future installation et à sa dimension formelle. Sa mobilisation dans le cadre d'activités individuelles et collectives n'apparaît pas. Nous avons identifié des causes réglementaires et organisationnelles, notamment l'organisation du projet et les supports utilisés. Dans la troisième partie de ce chapitre, nous nous appuyerons sur ces éléments pour dégager les forces et les faiblesses de la conception technico-organisationnelle.

11.2.4. Structures organisationnelles et risques : des liaisons fatales ?

11.2.4.1. « Technological fixes » : des risques construits et pas uniquement hérités

a) Le problème des modifications d'installations (technological fix) :

Le projet de mise en conformité du poste de dépotage illustre le problème des ajouts et des corrections dans le design initial des installations (*technological fixes*). Selon Charles Perrow, ils représentent une source de risques dans les systèmes complexes et fortement couplés comme ceux que nous étudions. En quelque sorte, ils aggravent les défaillances endogènes à ces systèmes : la *complexité* et le *couplage serré*.

Nous retrouvons en partie ce résultat, c'est-à-dire que la modification du poste de dépotage augmente la complexité des installations et de l'organisation ainsi que les relations de dépendance entre les activités de dépotage et les activités de fabrication et de maintenance. Notre analyse du projet de mise en conformité du poste de dépotage montre que l'installation finale favorise une dépendance forte entre les différentes parties du système notamment entre dépotage et fabrication. Effectivement, le rattachement du poste de dépotage à l'atelier « THORIUM » rend le système plus complexe du point de vue des dispositifs techniques— ajout d'un bac de distribution et d'équipements informatiques pour la vidange des wagons — mais également du point de vue de l'organisation de l'atelier. Cependant, **notre analyse du processus de conception montre que les risques introduits par le poste de dépotage modifié résultent des choix de conception technico-organisationnelle dont nous avons montré le caractère contingent et situé.** Elle nous permet de nuancer et de préciser le constat de Perrow : la modification du poste de dépotage n'aggrave pas *a priori* les défaillances du système socio-technique sur lequel elle s'implante. Elle introduit des risques du fait des choix technico-organisationnels de conception.

b) Un ancien poste de dépotage indépendant

Avec l'ancien poste de dépotage, les activités de fabrication des ateliers « PHOSPHORE » et « THORIUM » sont peu dépendantes des activités de dépotage — ou *faiblement couplées* pour reprendre la terminologie de Perrow —. En effet, le branchement et le débranchement des wagons

sont effectués par des opérateurs du conditionnement. La vidange des wagons est supervisée par les opérateurs du SUG. De plus, les stockages permettent de prévenir toute rupture d’approvisionnement. Par ailleurs, les activités de dépotage sont peu dépendantes de la maintenance du poste car les pannes de ce dernier ne sont pas critiques pour l’approvisionnement des ateliers. La présence des stockages laisse aux acteurs de la maintenance le temps de réagir.

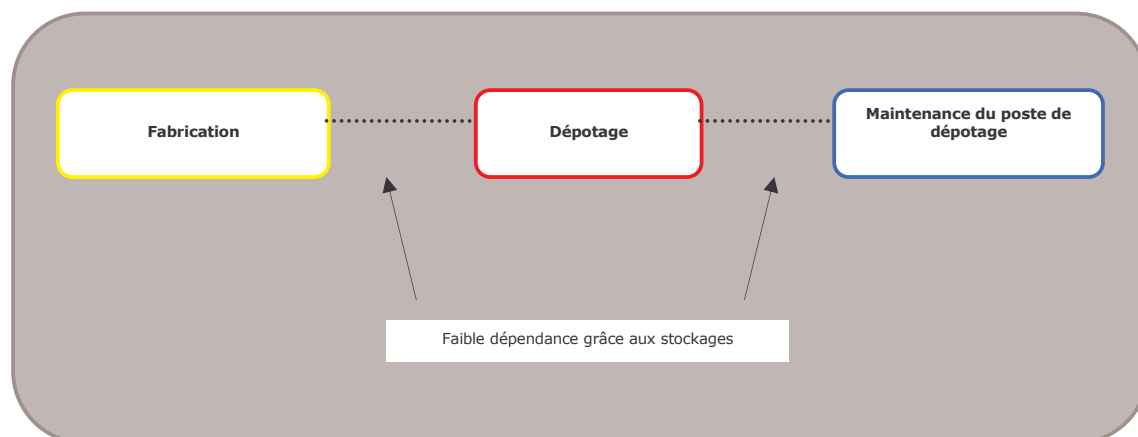


Figure 11.1 : Les relations de dépendance entre activités de fabrication, de dépotage et de maintenance avec l’ancien poste de dépotage

c) Le futur poste de dépotage inséré dans les installations

Avec le nouveau poste de dépotage, les activités de fabrication des ateliers « PHOSPHORE » et « THORIUM » sont très dépendantes des activités de dépotage car l’approvisionnement se fait en flux tendus depuis les wagons. Cette dépendance est renforcée par l’inscription des activités de dépotage dans les activités de conduite des fabrications de l’atelier « THORIUM » : les opérateurs de cet atelier auront à surveiller la vidange des wagons. De plus, les activités de dépotage deviennent dépendantes des activités de maintenance du poste car toute panne ou dysfonctionnement du poste de dépotage peut paralyser les fabrications.

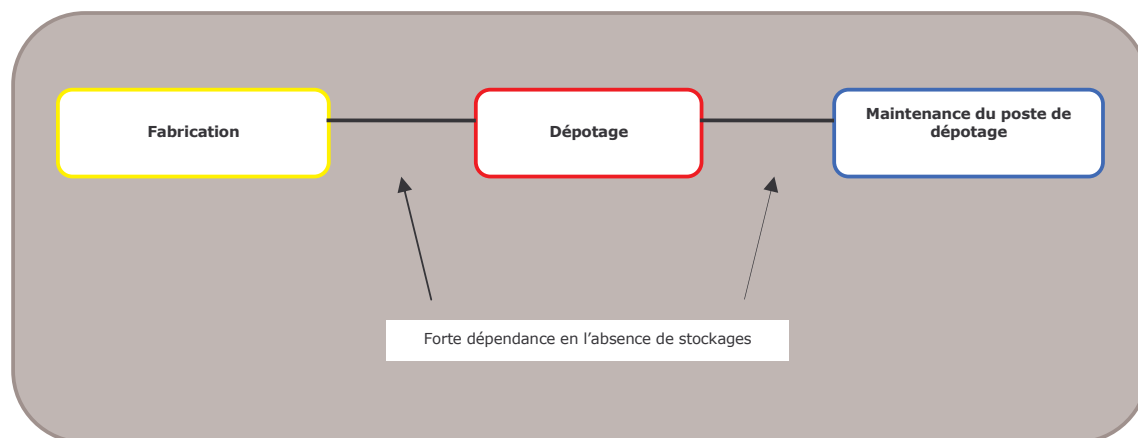


Figure 11.2 : Les relations de dépendance entre activités de fabrication, de dépotage et de maintenance avec un poste de dépotage rattaché à l'atelier de fabrication « THORIUM » et des stockages supprimés.

Cependant, l'analyse des choix de conception révèle que les acteurs de la conception n'ont pas anticipé l'importance des dépendances décrites ci-dessus. En effet, dans les arbitrages de conception, l'inscription des activités de dépotage dans celles de l'atelier apparaît principalement à travers les contraintes d'approvisionnement en flux tendus. L'inscription des activités de branchements et de vidange dans la séquence d'activités des acteurs qui les effectuent n'est pas explicitée. Pourtant, selon Perrow, cette *complexité* est source de risques (Perrow, 1999 a)²⁵⁸.

De plus, les décisions de conception renforcent cette dépendance. En effet, par leurs choix ultimes de conception, les acteurs de l'équipe projet ont accentué la dépendance entre activités de fabrication et activités de dépotage d'une part et activités de dépotage et activités de maintenance du poste d'autre part. En effet, l'une des simplifications opérée à l'issue de l'analyse de la valeur est la suppression d'une pompe de secours —*redondance*— pour distribuer l'acide vers les deux ateliers. Ce choix de conception augmente le risque de rupture d'approvisionnement. Ce dernier apparaît d'autant plus important que l'organisation de la maintenance, dont on a souligné l'importance pour prévenir ce risque, n'est pas anticipée.

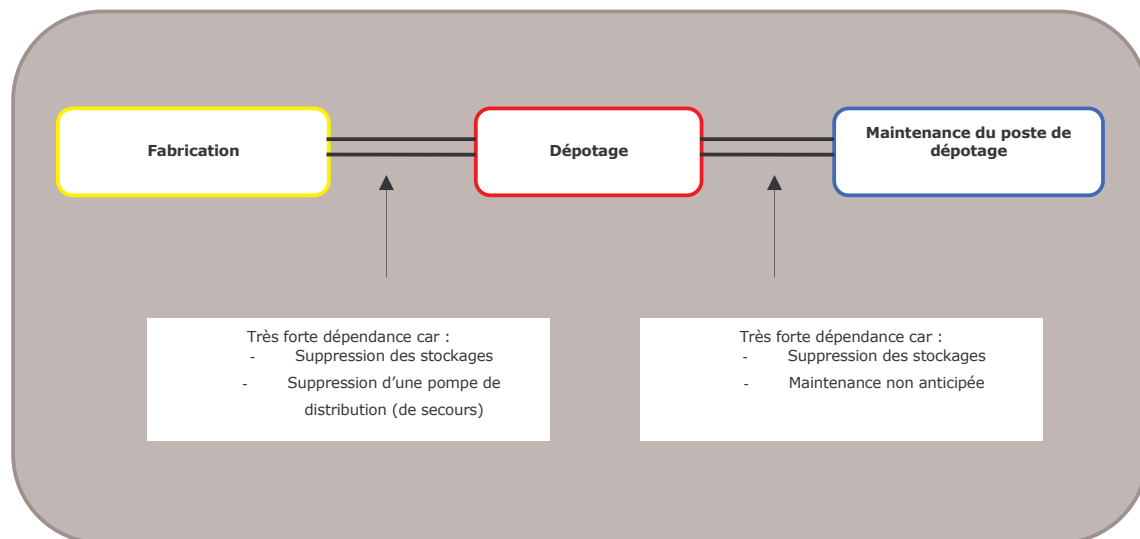


Figure 11.3. : Les relations de dépendance entre activités de dépotage, activités de fabrication et activités de maintenance du poste de dépotage du fait de la suppression des stockages et de la suppression d'une pompe de secours.

²⁵⁸ Perrow, C. (1999 a). *Normal Accidents, Living with High-Risk Technologies*. Princeton, New Jersey: Princeton University Press. (2ème édition avec post-face, 1ère édition, 1984).

11.2.4.2. Le système de conduite : des erreurs non exclusives l'une de l'autre

Le projet de remplacement du système de conduite illustre le changement de stratégie de fiabilité opéré dans les organisations à risques décrit par Larry Heimann (Heimann, 2005) et dont nous reprenons ici le formalisme. Cette analogie a des limites notamment du point de vue de la taille des organisations étudiées et de l'angle d'approche. En effet, Heimann s'intéresse à de grandes organisations comme la FDA alors que nous abordons l'organisation d'un atelier dans une usine. De plus, Heimann recherche des causes d'accidents à partir de leur analyse rétrospective. De ce fait, il retrace très partiellement le processus de décision et en particulier la manière dont les pressions politiques se sont répercutées dans les décisions de conception et de lancement du médicament. Avec l'ancien système de conduite, les acteurs du site s'exposaient au risque de non-conformité des produits et donc au risque sanitaire — *risque d'erreur de type I* —. Cependant, ils se protégeaient du risque de gâchis de ressources — *risque d'erreur de type II* — (gâchis de matières premières en cas de stagnation des produits dans l'atelier lorsqu'une panne matérielle ou informatique survient). Avec le remplacement du système de conduite, les acteurs du projet de modification du système de conduite souhaitent se protéger du risque de non-conformité c'est-à-dire du risque sanitaire. Cependant, à travers leurs choix de conception, ils s'exposent au risque de gâchis de ressources. Nous retrouvons ce résultat. Cependant, comme nous le montrerons (§c), nous ne partageons pas l'analyse de Larry Heimann sur les causes de ce passage inéluctable d'un type d'erreur à l'autre.

a) Avec l'ancien système de conduite : prévenir le risque de gâchis de ressources...

Avec l'ancien système informatique, les activités de conduite des fabrications étaient peu dépendantes des activités de maintenance du système de conduite d'une part et des activités de maintenance de l'atelier d'autre part. En effet, les opérateurs ne convoquaient pas systématiquement les acteurs de la maintenance au cours de leurs activités. Grâce aux arrangements permis par un système très ouvert, ils s'affranchissaient des dysfonctionnements et des pannes qui entravaient le déroulement de la fabrication, en particulier les nuits et les week-ends. De façon analogue, ils limitaient le recours à la maintenance informatique (très contrainte en raison du vieillissement du système). De la sorte, les acteurs se prémunissaient du risque de gâchis de ressources — *risque d'erreur de type II* — inhérent aux bouchages provoqués par des pannes matérielles ou informatiques ou des dérives du procédé que le système très ouvert leur permettait de rattraper.

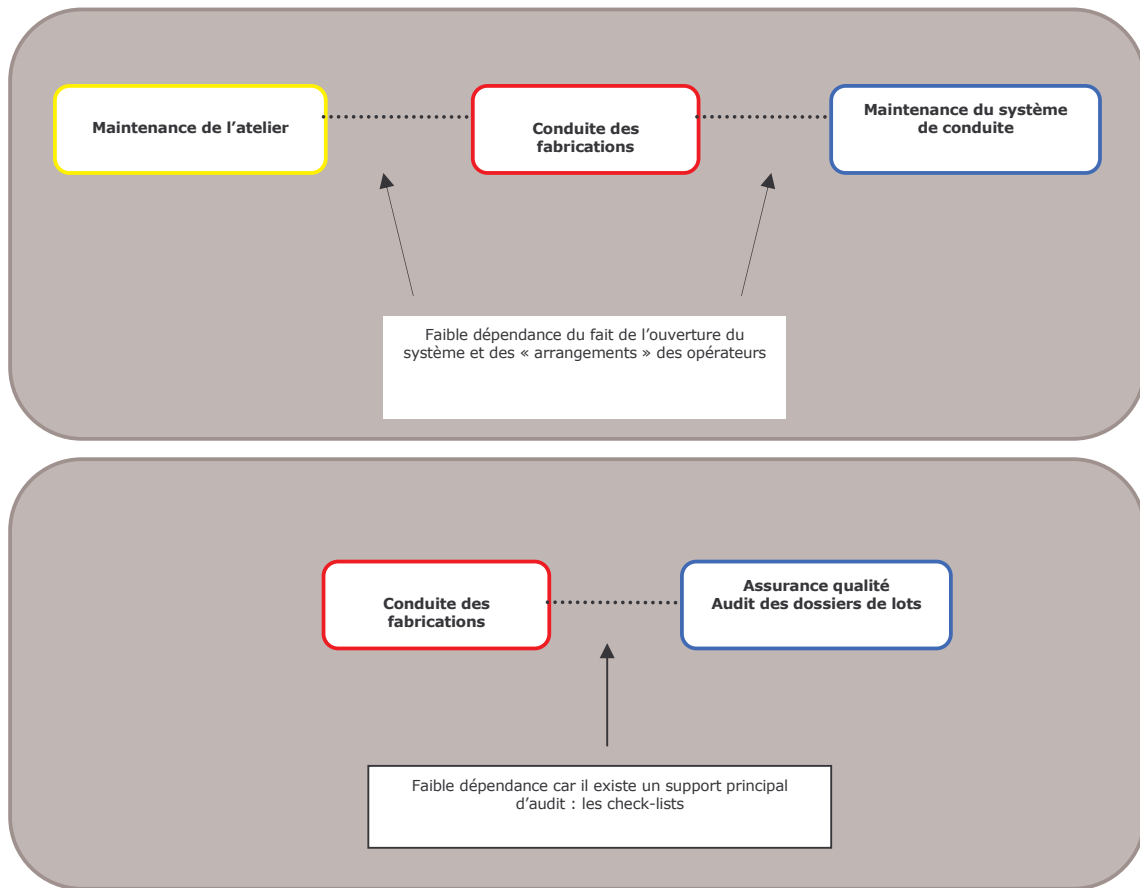


Figure 11.4. : Les relations de dépendance entre conduite des fabrication, maintenance de l’atelier et maintenance du système de conduite (en haut). Les relations de dépendance entre activités de fabrication et activités d’audit des dossiers de lots (en bas).

b) ... au détriment du risque de non-conformité.

Cependant, comme le système était très ouvert, les opérateurs s’exposaient aux erreurs de manipulation et donc au risque de non-conformité, d’autant plus marqué que quelle que soit son expérience ou son niveau hiérarchique, chaque opérateur accédait à la conduite en mode manuel. De ce fait, les opérateurs prenaient le risque de fabriquer un lot de produits non-conforme — *risque d’erreur de type I* —.

Par ailleurs, avec l’ancien système de conduite, la décision de libérer un dossier de lots reposait essentiellement sur le travail des acteurs de l’Assurance Qualité : les opérateurs conduisaient la fabrication et complétaient les check-lists. Sur la base de ces dernières et d’historiques des données du procédé permettant de remonter à trois jours, les acteurs de l’Assurance Qualité auditaient les dossiers de lots.

c) Avec le nouveau système, se protéger du risque de non-conformité

Avec le nouveau système de conduite, les acteurs de l'atelier et du projet privilégient une organisation *en série* en ajoutant des composants — stratégie système —, afin de se prémunir du risque de non-conformité. **La structure décisionnelle pour la libération du lot de produit est en série** : elle repose sur le contrôle des paramètres qualité effectué par les opérateurs pendant la fabrication et l'audit des dossiers de lots, effectué *a posteriori* par les acteurs de l'Assurance Qualité.

Cependant, les acteurs de l'atelier s'exposent à un risque de gâchis de ressources car le processus de fabrication peut être arrêté dès qu'un paramètre procédé n'est pas conforme à la valeur attendue. Ce risque est d'autant plus élevé que les acteurs de l'équipe projet n'ont pas anticipé la dépendance entre activités de conduite des fabrications et maintenance de l'atelier d'une part et activités de conduite des fabrications et activités de maintenance du système de conduite d'autre part. Or, le respect du planning de fabrication en se conformant aux hiérarchies implémentées dans le système repose sur la robustesse de l'organisation de la maintenance de l'atelier et du système afin de limiter les conséquences des pannes matérielles et informatiques. C'est pourquoi, lorsqu'ils utilisent les coordonnées de l'agent de maîtrise, les opérateurs prennent le risque de créer des non-conformités car ils accèdent à la conduite de paramètres critiques pour la qualité du produit.

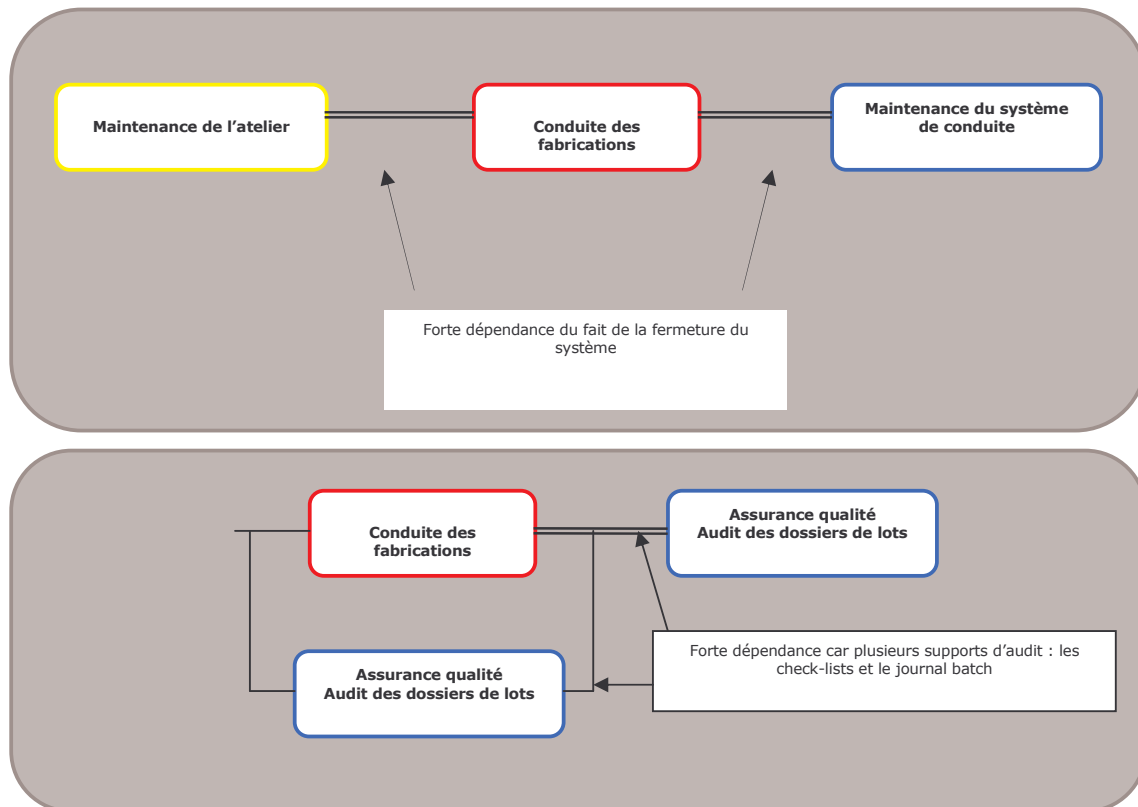


Figure 11.5. : Les relations de dépendance entre conduite, maintenance de l'atelier et maintenance du système de conduite (en haut). Les relations de dépendance entre activités de fabrication et activités d'audit des dossiers de lots (en bas).

d) Le risque d'erreur est-il inéluctable ?

Nous retrouvons les résultats de Larry Heimann (Heimann, 2005) lorsqu'il montre que les organisations à hauts risques alternent inéluctablement des erreurs de type II aux erreurs de type I. Ainsi, dans notre cas, à la suite d'erreurs de manipulation et de la fabrication d'un grand nombre de lots de produits non-conformes (erreur de type I), les acteurs de l'organisation se concentrent sur ces risques c'est-à-dire sur les moyens à mettre en œuvre pour limiter les non-conformités. Cependant, ils mettent au second plan l'efficacité, c'est-à-dire le risque de gâchis de ressources. Par ailleurs, Heimann explique la priorité donnée à la prévention du risque de type II par la confiance des acteurs de l'organisation dans la technologie qu'ils exploitent ou conçoivent. Ainsi, ils se concentrent sur le risque de gâchis de ressources lorsqu'ils ont confiance en la technologie et, à l'inverse, à la suite d'un accident de type I, ils mettent en cause cette technologie et se concentrent sur sa conception au

détriment de la prévention du risque de gâchis de ressource. Cependant, nous ne partageons complètement l'analyse de Heimann en particulier lorsqu'il explique ce cycle d'erreurs par l'évolution des croyances des acteurs de l'organisation et des pressions politiques. Notre analyse du processus de finalisation du système de conduite et de son démarrage montre que la priorité donnée à certains risques ne résulte pas uniquement de pressions ou de décisions politiques. Elle permet de relativiser l'importance de la notion de stratégie politique dans le déroulement des projets. En effet, elle montre que les acteurs de la conception construisent des choix technico-organisationnels dont ils évaluent la pertinence pour prévenir les risques qu'ils identifient et cherchent à prévenir. Ces choix ne permettent pas de prévenir les risques majeurs et les risques professionnels en particulier parce que l'organisation des futures activités de l'atelier a été pensée dans le prisme du système de conduite. Notre analyse de la dynamique du processus de conception permet ainsi de relativiser le caractère inéluctable de l'alternance des types d'erreurs auxquels s'expose une organisation.

11.2.5. CHIMIE : Quand le risque majeur éclipse le risque professionnel

Dans le chapitre 6 de cette thèse, nous avons montré que le poste de dépotage conçu par les acteurs du site de La-Source répond à l'injonction réglementaire : l'analyse de risques finale prouve que les conséquences d'une fuite d'acide A ne dépasseraient pas les limites du site. Cependant, le risque majeur reste mieux pris en compte et maîtrisé que le risque professionnel. L'analyse du processus de conception à partir de son organisation, des méthodes et des supports de conception a montré que l'objectivation des risques recherchée et les modes de représentation des installations favorisaient l'évaluation du risque majeur au détriment d'une analyse des activités humaines permettant l'explicitation et la prise en compte des futurs risques professionnels. Dans cette partie, nous approfondissons l'analyse des causes de ce résultat. Pour cela, nous nous appuyons sur trois éléments de réflexion : 1) la finalité du projet, 2) les modalités de contrôle des sites classés Seveso 2 et 3) le poids des relations des sites avec les populations et les collectivités locales environnantes.

11.2.5.1. Sauver le site

Tout d'abord, à La-Source, l'objectif principal de l'équipe projet est d'obtenir l'Autorisation d'Exploiter le poste de dépotage conçu. Pour cela, il s'agit de présenter un dossier de demande accepté par la DRIRE et dont le contenu persuade l'inspection des installations classées que l'exploitation de l'installation réduit le risque d'accident majeur. Dans le même temps, il s'agit de concevoir un poste de dépotage qui respecte les limites de l'enveloppe budgétaire définies par la Direction Industrielle. L'atteinte de ce double objectif a un prix : des remises en cause successives des solutions proposées. Leur analyse rétrospective révèle un enjeu vital pour la vie du site. D'une part, si le projet ne répond pas aux injonctions de l'arrêté préfectoral, le Préfet peut interdire le dépotage de l'acide A. Comme ce produit est la matière première de toutes les fabrications et que la situation économique du site est délicate, cette suspension signifie la mort de l'usine. D'autre part, les réductions budgétaires successives dissimulent mal une forte incertitude quant à l'avenir des activités du site. Si l'accord d'investissement est donné pour une solution de dépotage, le site est sauvé ; sinon, il est condamné. Finalement, l'enjeu majeur pour les acteurs du site est de concevoir un poste de dépotage conforme

à l'arrêté préfectoral, sous fortes contraintes économiques. Le poids de cet enjeu se fait sentir en fin de projet. En effet, notre analyse montre que les méthodes d'analyses de la valeur couplées aux méthodes d'analyse de risques centrées sur la prévention de l'accident majeur jouent un rôle prépondérant dans les choix technico-organisationnels ultimes. Or, nous avons mis en évidence que ces méthodes étaient centrées sur l'accident majeur du fait de leurs modalités d'application, de l'organisation des réunions d'analyse et du rôle réducteur attribué à l'opérateur dans la maîtrise des risques. De ce fait, elles limitent l'anticipation des activités de dépotage et par conséquent, la prise en compte des risques professionnels.

11.2.5.2. Le risque professionnel : le parent pauvre du contrôle des sites classés Seveso 2

Le contenu mais surtout les modalités d'application de la directive SEVESO 2 justifient l'attention des acteurs industriels au risque majeur. Tout d'abord, dans les industriels classés SEVESO 2, le contrôle des conditions de travail est assuré par l'inspection du travail, dont les ressources²⁵⁹ ne permettent pas un suivi aussi proche que celui effectué par les inspecteurs de la DRIRE. Ensuite, les demandes de mise en conformité avec la réglementation des installations classées, à travers les arrêtés préfectoraux d'exploitation concernent la prévention du risque d'accident majeur. Les réponses de l'industriel regroupées dans le dossier de demande d'autorisation d'exploiter sont rédigées en ce sens. L'étude des dangers fondée sur l'analyse des risques est l'une des pièces centrales du dossier. Or, dans le chapitre 7, nous avons montré que la méthode d'analyse de risques et l'organisation de son application renforcent l'évaluation et la prévention du risque majeur au détriment des risques professionnels. Pour mémoire, la recherche d'évaluation objective des risques à partir d'une méthodologie d'analyse « horizontale » couplée à un support de représentation des installations fonctionnel mais peu conforme à la configuration spatiale des installations compromet la prise en compte des futures activités d'exploitation du poste de dépotage et les risques associés. Enfin, les documents supportant les activités d'exploitation des installations dangereuses— modes opératoires, check-lists, procédures — sont regroupés dans le Système de Gestion de la Sécurité (SGS) constitué par l'ensemble des procédures et des consignes applicables sur le site. Ce système est le référentiel de contrôle de l'organisation des installations classées pour les inspecteurs de la DRIRE. Ils accèdent ainsi à l'organisation formelle des sites et à l'application de ces dispositions pour maîtriser le risque majeur. Cependant, ils n'ont pas accès à leur mise en œuvre réelle et, de ce fait aux risques professionnels.

11.2.5.3. Les effets de la « licence sociale »

Les relations des sites Seveso 2 avec leur environnement impactent leur contrôle. Plus précisément, le mode de relation du personnel du site avec les populations environnantes ou « licence sociale » (Cunningham, Kagan, Thornton, 2003²⁶⁰) structure leurs relations avec les autorités réglementaires.

²⁵⁹ 469 inspecteurs du travail, 956 contrôleurs du travail. En moyenne, une section d'inspection du travail comprend : 1 inspecteur, 2 contrôleurs et 1,5 agents administratifs ayant en charge le contrôle de 3 200 établissements employant 31 400 travailleurs. Rapport annuel de l'inspection du travail (2004).

²⁶⁰ Cunningham, N., Kagan, R. A., Thornton, D. (2003). *Shades of Green : Business, Regulation, and Environment*. Stanford : Stanford University Press.

Ainsi, les modalités de contrôle peuvent se durcir pour des sites autour desquels la population dénonce les nuisances et les risques qu'il occasionne. A La-Source, les élus locaux exercent des pressions pour réduire les périmètres de danger afin d'urbaniser leurs communes. La procédure d'enquête publique²⁶¹ illustre ces pressions sur la maîtrise des conséquences d'une fuite à l'intérieur du site. En effet, les remarques issues de la consultation publique du dossier de demande d'autorisation d'exploiter concernent principalement l'absence de cabanage destiné à confiner une éventuelle fuite d'acide. Dans le cas du projet de mise en conformité du poste de dépotage, la licence sociale renforce la nécessité pour les acteurs du site de démontrer qu'ils maîtrisent le risque majeur de fuite d'acide. De plus, la notion de périmètre de dangers focalise l'attention des populations environnantes et des industriels sur la limitation des conséquences d'une fuite. De ce fait, les moyens de prévention des fuites, en particulier ceux qui reposent sur la réalisation des activités de dépotage et concernent le risque professionnel restent en retrait. C'est aussi en partie pour cette raison que l'installation conçue, très manuelle, fait reposer la prévention du risque majeur sur les capacités d'un opérateur confronté à des risques professionnels accrus.

11.2.5.4. Conclusion

Les orientations de la Direction Industrielle dans le sens d'une « optimisation des moyens » auraient-elles favorisé la prévention du risque majeur en laissant au second plan la sécurité des travailleurs ? La réponse n'est pas aussi simple. Face à un enjeu vital pour le site, la « licence sociale » et un contrôle réglementaire presque exclusivement tourné vers la maîtrise de risque majeur renforcent le poids des méthodes d'optimisation technico-économique pour démontrer que les conséquences d'une fuite ne dépasseraient pas les limites du site. Cet effort s'effectue au détriment d'une analyse des futures activités et de leurs conséquences sur la prévention des risques professionnels. Pourtant, l'analyse des décisions relatives à l'automatisation du poste de dépotage a montré que la prévention du risque majeur reposait sur la prise en compte correcte des risques professionnels.

11.2.6. PHARMA : Automatiser pour se mettre en conformité avec la réglementation

11.2.6.1. Instrumenter l'opérateur : une fonction paradoxale de l'automatisation ?

Dans cette partie, nous examinons les fonctions attribuées à l'automatisation de la conduite des procédés par les acteurs du projet de remplacement du système de conduite et l'encadrement de l'atelier. L'analyse du démarrage et de la résolution des problèmes techniques et matériels met en évidence les lacunes du travail de conception. De plus, elle montre que le principal objectif visé à travers le remplacement du système de conduite était de normaliser les pratiques des opérateurs en limitant leurs marges de manœuvre dans l'utilisation du système. Mais, plus fondamentalement, à travers la conformité **à une réglementation qui impose une traçabilité individuelle des**

²⁶¹ L'enquête publique est une procédure destinée à porter un projet à connaissance du public, et à recueillir ses observations, afin de dégager la solution répondant au meilleur compromis. Une commission d'enquête désignée par le tribunal Administratif participe au dialogue entre le public et les responsables du projet.

actions de conduite des fabrications, il s'agit d'instrumenter l'opérateur. Les fonctionnalités du système notamment les hiérarchies et les accès individuels, l'enregistrement des actions de chaque opérateur agissent comme des capteurs permettant de retracer chaque composante des activités des opérateurs. Pour cela, la démarche adoptée par les acteurs de l'équipe projet et l'encadrement de l'atelier est double. Elle concilie les deux approches classiques de l'automatisation décrites dans le premier chapitre de cette thèse : *l'approche techniciste* de l'automatisation et une *approche centrée sur l'homme*.

1) D'une part, il s'agit d'obtenir la conformité des actions des opérateurs avec le déroulement implémenté du processus de conception. Pour cela, les acteurs de l'équipe projet et la hiérarchie de l'atelier adoptent *une approche techniciste* de l'automatisation. En effet, la hiérarchie de l'atelier estime que les mauvaises performances de l'ancien système socio-technique sont dues à une mauvaise utilisation du système et plus particulièrement aux pratiques de forçage des opérateurs. Pour y remédier, les acteurs de l'équipe projet choisissent de programmer des hiérarchies d'accès, afin d'empêcher la conduite en mode manuel. Plus précisément, *l'allocation de fonctions* a consisté à automatiser systématiquement l'accès à des blocs d'appareils. Or, l'expert procédé du site avait critiqué cette solution parce qu'elle compromettait la gestion des variabilités des procédés et le rattrapage des erreurs éventuelles. De plus, notre analyse du démarrage a mis en évidence trois lacunes dans le travail de conception montrant que les acteurs de l'équipe projet se sont inscrits dans une **perspective techniciste** de l'automatisation. Ces trois éléments sont mis en évidence par Lisianne Bainbridge (Bainbridge, 1991). Premièrement, la formation tardive des opérateurs s'est avérée insuffisante en particulier pour simuler les phases sensibles du procédé et les aléas de fabrication. Deuxièmement, les documents supportant les activités de conduite des fabrications ont été élaborés tardivement et ne sont pas finalisés au moment du démarrage. Troisièmement, la conception des interfaces de conduite est basée sur l'analyse fonctionnelle dont nous avons vu qu'elle reposait sur les fonctions que devait remplir le système pour piloter le procédé et non sur le déroulement des activités de fabrication.

2) D'autre part, il s'agit d'assister l'opérateur dans la conduite des procédés notamment dans son rôle de contrôle et de validation des paramètres critiques qualité. De ce point de vue, le travail de conception respecte également les principes d'une *conception centrée sur l'homme*. Premièrement, même s'ils ont réduit l'accès des opérateurs à la conduite en mode manuel, les acteurs de l'équipe projet ont prévu des accès différenciés selon la hiérarchie des acteurs de la Fabrication. Deuxièmement, le système informatique conçu assiste les opérateurs. La répartition des tâches programmée entre les opérateurs et le système de conduite n'est pas l'unique manière dont les concepteurs ont appréhendé l'organisation du travail. En effet, ils ont défini une *coopération verticale* entre le système et l'opérateur (Milot, 1990) —ou *collaboration* selon Soubie et al. 1994—, c'est-à-dire que l'opérateur reste responsable de toutes les variables procédés et garde la maîtrise des décisions. Troisièmement, les acteurs de l'équipe projet et de l'atelier ont en partie appréhendé les interactions entre l'opérateur et les caractéristiques de sa situation de travail, notamment pour contrôler les paramètres qualité. De ce point de vue, ils ont privilégié une *allocation des fonctions* prenant en compte les modalités de coopération entre l'homme et l'automate. Ainsi, ils ont conçu des

programmes pour assister les opérateurs dans le contrôle des paramètres critiques qualité. De plus, ils ont également programmé le déroulement de questions à l'écran pour assister le contrôle des paramètres qualité. Cependant, au démarrage, la surcharge du système en données montre que les acteurs de l'équipe projet n'ont pas pris en compte les limites techniques du système informatique. Mais surtout, l'utilisation par les opérateurs du mot de passe de l'agent de maîtrise pour faire face aux aléas de fabrication montre le paradoxe auxquels les concepteurs étaient soumis : automatiser la conduite des procédés pour enregistrer et retracer des activités et pour uniformiser les pratiques de conduite alors que la fiabilité repose sur la gestion des aléas de fabrication qu'un système très automatisé rend difficile. La résolution des pannes matérielles et des difficultés de finalisation du système montre que l'atteinte de ce double objectif repose sur une organisation de la maintenance de l'atelier, de la maintenance du système informatique et de l'assistance procédé robustes d'une part et sur la compréhension et l'anticipation du rôle de l'opérateur dans la gestion des aléas de fabrication et la maîtrise des risques d'autre part.

11.2.6.2. Automatiser pour organiser, organiser pour automatiser

Les sociologues du travail, plus particulièrement Gilbert de Terssac et Marcelle Stroobants analysent les conséquences sociales de l'automatisation à travers la manière dont l'automatisation impacte l'organisation du travail (Terssac, 1992, Stroobants, 1993). Notre analyse du processus de conception démontre que conformément à ces recherches, l'automatisation est mobilisée pour supporter des modifications d'organisation du travail, définies comme objectifs du projet. Cependant, notre analyse de la finalisation du système de conduite démontre également que ces choix organisationnels ne sont pas uniquement assignés de l'extérieur. Ils résultent également de la construction des choix technico-organisationnels pour concevoir, développer et finaliser le nouveau système de conduite. De plus, elle souligne que l'automatisation doit être supportée par la conception d'une organisation dont le cadre dépasse celui du système de conduite. Enfin, notre analyse de la phase de finalisation du projet démontre que ce projet ne supporte pas uniquement une réorganisation. Il sert un but qui dépasse les enjeux réglementaires, économiques, organisationnels : redorer le blason de l'atelier sur le site.

a) Automatiser pour implémenter une nouvelle organisation

L'analyse du travail de finalisation du système de conduite montre que l'automatisation **incorpore et supporte des choix d'organisation du travail ayant pour but un guidage et un contrôle accru des activités**. Ils cherchent à introduire ce que Nicolas Dodier appelle une « organisation planifiée » (Dodier, 1999). A cet égard, le nouveau système de conduite est un « support technique de rationalisation du travail » (Terssac, 1992). En effet, à travers l'implémentation de hiérarchies d'accès à la conduite des fabrications, le responsable de l'atelier et son adjoint cherchent à corriger les pratiques des opérateurs. Ils ont également pour objectif de restaurer l'autorité conférée par le statut hiérarchique au sein des équipes et plus généralement dans l'atelier. En effet, notre analyse du fonctionnement de l'atelier avec l'ancien système montre que l'adjoint de fabrication souhaite retrouver l'autorité que sa position hiérarchique lui confère sur les équipes d'opérateurs. Le nouveau système de conduite matérialise donc des relations sociales. Il est porteur d'un *script*, d'un *scénario*

d'organisation (Akrich, 1991, 1993a) : la distribution des tâches et des compétences entre les opérateurs et le système est *inscrite* dans le système.

De plus, le système de conduite appartient à la catégorie des systèmes experts : il assiste les opérateurs dans la recherche d'informations sur l'état du procédé, les aide au diagnostic des problèmes et leur permet d'agir directement sur le procédé. Il remplit des fonctions initialement dévolues à l'opérateur. A ce titre, **le système de conduite a des impacts sociaux de trois sortes** (Terssac, 1992). Premièrement, il remet en cause les relations du travail car il modifie le rôle de l'agent de maîtrise et celui de l'adjoint de fabrication. Deuxièmement, il modifie le contenu de la tâche, en particulier, il implique les opérateurs dans le contrôle de la qualité au cours du processus de fabrication. Troisièmement, il modifie les compétences parce que la conduite par blocs d'appareils est plus guidée et plus procéduralisée qu'avec l'ancien système. Comme l'écrit Terssac, le nouveau système renforce le contrôle des activités. Dans le cas du système de conduite de l'atelier VANADIUM, cette dimension de contrôle est renforcée par l'objectif de conformité à la réglementation du médicament. En effet, en enregistrant toutes les actions individuelles des opérateurs, le système de conduite permet « d'objectiver des zones d'ombre ». Il modifie l'équilibre des pouvoirs de l'atelier : même si les opérateurs utilisent les coordonnées de l'agent de maîtrise pour accéder à un niveau de conduite plus manuel, l'enregistrement systématique des actions ne leur permet plus de peser dans le jeu social comme avec l'ancien système : ils ne détiennent plus les secrets qui leur permettaient de conserver la maîtrise du fonctionnement de l'atelier.

Les dysfonctionnements du démarrage et la réapparition des pratiques de contournement des hiérarchies programmées dans le système de conduite montrent les limites soulignées par Gilbert de Terssac à propos des systèmes experts ; le nouveau système de conduite codifie les savoir-faire des opérateurs de façon réductrice. En effet, les concepteurs n'ont pas considéré les fondements des arrangements des opérateurs — les relations de travail, les composantes des situations de travail, les aléas de fabrication et le fonctionnement collectif au sein desquels les savoir-faire permettant ces pratiques sont mobilisés et échangés — pour concevoir l'analyse fonctionnelle, programmer et développer le système. De plus, ils n'ont pas prévu de « poches d'autonomie » avec des règles de fonctionnement définies afin que les opérateurs puissent négocier l'organisation planifiée introduite avec le système (Dodier, 2000). Ainsi, intégrer des savoir-faire concerne tant la conception technique que celle de l'organisation. Nous allons voir que cette dernière ne se résume pas à la conduite du système mais concerne l'ensemble des activités de l'atelier.

b) Organiser pour automatiser

L'analyse de la phase finale de la conception montre que l'organisation implémentée dans le système ne résulte pas uniquement d'objectifs définis du projet. Elle s'enrichit également des choix de conception technico-organisationnels effectués par les acteurs de l'équipe projet pour résoudre les problèmes du démarrage et les insuffisances dans la programmation des interfaces. Par exemple, les acteurs de l'équipe projet ajoutent un niveau d'accès dans les équipes de fabrication afin que les opérateurs pallient l'absence de l'agent de maîtrise de quart sans utiliser ses coordonnées.

Comme l'écrit Terssac, les effets du nouveau système sont médiatisés par les décisions d'organisation associées à l'implantation de ce nouveau dispositif technique. Cependant, notre analyse montre que ces décisions d'organisation doivent dépasser le cadre du système de conduite, afin que, comme l'écrit cet auteur, le système expert permettent d'élargir les possibilités d'action de l'opérateur. Les pannes matérielles et les pannes du système montrent que le manque d'anticipation de l'inscription de l'organisation des activités de conduite des fabrications dans l'organisation globale des activités de l'atelier mène à un échec relatif de l'introduction de ce système de conduite. L'absence d'anticipation des activités de maintenance et de leur organisation, des activités de contrôle de la qualité et des activités de maintenance du système compromet l'utilisation du système de conduite selon les modalités prévues, ce qui menace la fiabilité de l'atelier et la maîtrise des risques. Ces lacunes expliquent également que, comme l'écrit Marcelle Stroobants, les formes d'organisation introduites ne se substituent pas complètement aux anciennes qui continuent à subsister. Cependant, cet auteur appréhende la persistance des anciennes formes d'organisation comme la conséquence des logiques et des représentations imprimées par les concepteurs dans le nouveau système socio-technique. Or, notre analyse de la phase de démarrage montre que les difficultés des acteurs de l'atelier à faire fonctionner l'organisation qu'ils ont programmée dans le système résultent de leurs anticipations lacunaires des relations entre dispositifs techniques et organisation. De plus, ces difficultés subsistent parce qu'ils ont défini les problèmes rencontrés avec l'ancien système et leurs solutions dans le prisme du système de conduite. De ce fait, ils n'ont pas anticipé les composantes d'une organisation de la maintenance du système, de la maintenance de l'atelier, et du contrôle de la qualité des produits congruente avec une conduite des procédés automatisée et hiérarchisée.

c) Une automatisation qui dépasse le simple objectif de réorganisation

A travers l'objectif de mise en conformité, le projet de remplacement du système de conduite est utilisé par l'encadrement de l'atelier comme levier pour réformer les pratiques des opérateurs et restaurer l'autorité hiérarchique au sein des équipes et dans l'atelier. L'analyse de la résolution des pannes matérielles et des dysfonctionnements informatiques lors du démarrage révèle qu'il s'agit de réformer le fonctionnement de l'atelier, pas uniquement pour servir les objectifs de fabrication mais également pour redorer le blason de l'atelier sur le site. En effet, depuis son démarrage en 1986, l'image du VANADIUM s'est dégradée. Atelier d'élite, il est devenu un « village gaulois », une « pouillère sociale », à la tête duquel les responsables se succèdent. D'experts hyper compétents, les opérateurs sont devenus des « enfants gâtés », acteurs d'un atelier dont le quotidien est rythmé par les incidents et les dérives.

11.2.6.3. Conclusion

Dans le projet de remplacement du système de conduite, l'automatisation est mobilisée pour réformer les pratiques des opérateurs. En ce sens, elle soutient une réorganisation des activités de fabrication. Cependant, ce cadre réglementaire qui vise à la fois les produits et les processus pose un défi paradoxal à l'automatisation : comment programmer des systèmes qui retracent l'ensemble des actions individuelles, uniformisent les comportements des opérateurs alors que la fiabilité et la sécurité reposent sur la capacité des acteurs à gérer les aléas de fabrication notamment la variabilité des procédés, les dysfonctionnements informatiques et matériels ? Comme l'écrit Lisianne Bainbridge, l'automatisation n'est pas synonyme de réduction de l'intervention humaine : plus le système est automatisé, plus l'intervention de l'opérateur est indispensable (Bainbridge, 1987). Dans le même temps, le système pour assurer la conformité des produits et des processus doit favoriser la reproductibilité des pratiques. Or, pour cela, il doit « fermer » l'accès à la conduite manuelle.

Par ailleurs, l'analyse du démarrage de l'atelier montre que l'implémentation de cette nouvelle organisation ne dépend pas uniquement des objectifs de réorganisation initiaux mais également de la conception par les acteurs du projet de la relation entre dispositifs techniques et organisation. De plus, les difficultés des opérateurs à respecter les modalités de conduite programmées dans le système montrent que les acteurs de l'équipe projet doivent anticiper l'organisation des activités de l'atelier pour soutenir la réforme des pratiques de conduite. Enfin, dans ce projet en particulier, l'automatisation ne supporte pas uniquement des choix d'organisation formelle du travail mais également des ambitions de reconstruction de la réputation d'un atelier qui a perdu son statut d'élite.

11.3. Forces et faiblesses de la conception technico-organisationnelle

Les recherches sur les organisations à hauts risques appréhendent la technologie comme une contrainte à laquelle il faut adapter l'organisation (par exemple Rochlin 1996, 2001 ; Perrow, 1999 a)), parce que la fiabilité dépend des structures organisationnelles mises en place (Heimann, 1997) et que l'organisation est en partie inscrite dans la technologie (Perin, 2005). En ce qui concerne la conception, ces recherches démontrent le caractère socialement construit de la technologie à travers notamment le poids des logiques et des relations de pouvoir dans les choix de conception. Elles rejoignent les recherches en sociologie du travail et en sociologie de l'innovation présentées dans le premier chapitre de cette thèse, qui abordent la technique comme une construction sociale. Dans une démarche prospective, ces approches recommandent des types de structures organisationnelles et une redistribution des pouvoirs donnant du poids aux logiques prenant en compte les activités humaines dans les choix de conception. Cependant, ces préconisations demeurent à un niveau très général et semblent souvent difficilement traductibles en dispositions concrètes. Notre analyse des situations de conception démontre le caractère secondaire de la notion de *logique* pour comprendre les contributions respectives des arguments techniques et organisationnels dans les choix de conception. De plus, elle met en évidence l'importance du cadre organisationnel de conception pour comprendre la construction de cette articulation technico-organisationnelle. Enfin, elle montre que la conception de l'organisation n'est pas détachée de la conception des dispositifs matériels. Autrement dit, le travail du technicien et l'ingénieur consiste à concevoir des dispositifs techniques et de l'organisation ; l'organisation étant considérée comme un *cadre d'action* et comme un *cadre d'activités* et les supports de travail étant des composantes de cette organisation, matérialisant des inscriptions. Au début du XX^{ème} siècle, Charles Taylor avait pensé l'organisation (au sens d'activité d'organisation) comme une science de l'ingénieur. Cependant, il l'avait fait pour des activités très simples et en terme de *temps et de mouvements*, ce qui revient à la durée et la séquence des activités, intégrées dans la partie de l'organisation que nous avons appelée *programme d'activités*.

C'est pourquoi, dans cette troisième et dernière partie de chapitre, nous abordons les points forts des organisations des projets de modifications technico-organisationnelles c'est-à-dire les éléments à partir desquels se construit une articulation technico-organisationnelle contribuant à la fiabilité des systèmes socio-techniques conçus.

11.3.1. Réunir et distribuer les compétences de conception, capitaliser les connaissances

Nous avons montré que les acteurs des équipes projet prennent en compte l'organisation des futures activités de façon partielle. Dans le projet de remplacement du système de conduite, ils n'ont pas pris en compte une partie importante des activités de conduite des fabrications : la gestion des aléas, la maintenance de l'atelier et les activités de contrôle de la qualité. Dans le projet de mise en conformité du poste de dépotage, ils ont ignoré l'inscription des futures activités de dépotage dans les activités de fabrication dans l'atelier sur lequel le poste est implanté, et les activités de maintenance du futur poste de dépotage. Nous avons souligné que ces lacunes résidaient dans les

choix d'organisation en particulier l'absence des futurs utilisateurs de l'installation dont nous avons identifié les fondements structurels et sociaux. Dans une perspective d'amélioration des situations de travail d'une part, de la sécurité des opérateurs et de la fiabilité des installations d'autre part, les ergonomes ont travaillé à impliquer les futurs utilisateurs (Daniellou, 1987,1998, De la Garza, 2005, Lamonde et al. 2001) dans les projets de conception. Leur constat de départ était que la distribution des rôles et des ressources, imposée par les choix d'organisation des projets institue une coupure entre utilisateurs (ou maîtrise d'ouvrage) et concepteurs (ou maîtrise d'œuvre). Dans les années 80, avec l'automatisation croissante des usines, ces constats ont été à l'origine d'approches socio-techniques des projets de nouvelles installations ou d'automatisation d'ateliers. Elles recommandent une conduite « enrichie » des projets industriels (Riboud, 1987, p.78)²⁶² fondée sur une maîtrise d'ouvrage présente de la définition des besoins à la réception de la nouvelle installation et s'impliquant dans la conception. Une partie de ces démarches ont été menées dans de grands groupes de l'industrie chimique. Elles proposent une « méthodologie « socio-technique » de conduite de projet²⁶³ [...] i.e. une méthode de travail participative permettant l'association des futurs utilisateurs de tous niveaux hiérarchiques à la réalisation du projet. La méthodologie présentée peut globalement être définie comme le développement d'une Ingénierie Sociale, coordonnée à l'Ingénierie Technique. Par Ingénierie Sociale, on désignera toute action ou disposition qui aura pour but :

- De prendre en compte, au moment des choix techniques, leurs conséquences sur les conditions d'exploitation, en intégrant, dès que possible, dans le déroulement du projet, les points de vue des Exploitants (encadrement mais aussi opérateurs, au fur et à mesure de leur affectation dans la nouvelle installation), afin d'enrichir ainsi les solutions proposées par l'Ingénierie Technique.
- De procéder à une analyse des conséquences sur le site de l'implantation de la nouvelle unité (déstabilisation des équilibres de toute nature existant jusqu'alors, par exemple en matière de relations sociales, de qualification, de contenu des tâches, etc.). » (p.68-69)

Les travaux des gestionnaires axés sur l'ingénierie concourante, réunissant maîtrise d'oeuvre et maîtrise d'ouvrage, dans de grands groupes industriels de la chimie, font écho à ces approches socio-techniques (Charue-Duboc, 1997²⁶⁴; Charue-Duboc et Midler, 2001²⁶⁵, 2002²⁶⁶).

Notre analyse des pratiques de conception montre l'importance des modalités de représentation des futurs utilisateurs d'une part et de leur participation au travail de conception, des phases initiales à la finalisation de l'installation modifiée d'autre part. En effet, comme l'écrit François Daniellou, « La participation des travailleurs à la conception n'apporte pas, en soi de garantie sur l'issue du projet... » (Daniellou, 1989, p.167). Ensuite, dans une optique prospective, notre analyse, parce qu'elle

²⁶² Riboud, A. (1987). *Modernisation, mode d'emploi. Rapport au premier ministre*. Editions 10-18.

²⁶³ Démarche participative et investissement technique. La méthodologie de Rhône-Poulenc. *Cahiers Techniques*, 1986.

²⁶⁴ Charue-Duboc, F. (1997). Maîtrise d'œuvre, Maîtrise d'ouvrage et direction de projet. Pour comprendre l'évolution des projets chez Rhône-Poulenc. *Annales des Mines*, septembre, pp.54-64.

²⁶⁵ Charue-Duboc, F., Midler, C. (2001). Développer les projets et les compétences. Le défi des hiérarchiques dans les métiers de conception. *Annales des Mines*, mars, pp.12-22.

²⁶⁶ Charue-Duboc, F., Midler, C. (2002). L'activité d'ingénierie et le modèle de projet concourant. *Sociologie du travail*, vol.44, n°3, pp. 401- 417.

considère les contributions individuelles et collectives des acteurs de l'équipe projet interroge l'identification et la pérennité des compétences critiques pour la conception technico-organisationnelle et, de façon plus générale la mémoire des projets de conception.

11.3.1.1. Représenter les futurs utilisateurs

La prise en compte des choix d'organisation du travail de conception nous a permis de mettre en évidence trois composantes de la représentation des futurs utilisateurs. Premièrement, **les contraintes structurelles, notamment la division du travail entre les différents groupes d'acteurs concernés par les projets de modification** limitent la représentation des futurs utilisateurs. Dans les deux projets, les représentants de la maintenance sont les responsables des services de Maintenance. Or, les opérations de maintenance courantes sont effectuées par les acteurs d'entreprises sous-traitantes. De ce fait, la distribution des tâches et la relation contractuelle entre les acteurs du service de Maintenance et les sous-traitants compromet la représentation des futurs utilisateurs et la prise en compte des contraintes de leurs activités. De plus, les responsables des services de Maintenance ne participent qu'aux réunions du Comité de Pilotage, ce qui limite encore la représentation des acteurs qui maintiendront la future installation.

Deuxièmement, notre analyse du fonctionnement de l'atelier VANADIUM avant l'implantation du nouveau système de conduite d'une part et celle des relations structurant le fonctionnement du site de La-Source d'autre part a mis en évidence **le poids des relations sociales sur la représentation des futurs utilisateurs**. Dans le projet de modification du poste de conduite, les opérateurs n'ont pas participé au travail de conception car ils étaient représentés par l'adjoint de fabrication. Cependant, compte tenu de ses enjeux dans le projet de modification, — retrouver un pouvoir hiérarchique et prévenir les erreurs des opérateurs grâce à la fermeture du système de conduite —, cet acteur n'introduit qu'une partie des caractéristiques des activités de conception. Dans les débats de conception, il considère les erreurs des opérateurs comme une source de risques importante. Cependant, il n'évoque pas les interventions imposées par les contraintes de fabrication, notamment la gestion des aléas. De plus, sa participation temporaire, limitée aux phases amont du projet pour définir l'analyse fonctionnelle, a réduit la représentation des futurs utilisateurs du système de conduite. Dans le projet de mise en conformité du poste de dépotage, l'absence des représentants de la Maintenance résulte des relations conflictuelles entre les acteurs du Bureau d'Etudes et ceux du Service de Maintenance, structurées autour des modifications d'installations.

Troisièmement, **le rôle et les activités des représentants des futurs utilisateurs dans l'organisation des activités du site** interrogent les limites de leurs interventions dans la conception. On peut se demander dans quelles mesures les représentants des futurs utilisateurs choisis détiennent les connaissances précises leur permettant de rendre compte du contenu des activités concernées par la modification d'installation. Dans le projet de mise en conformité du poste de dépotage, l'agent de maîtrise de fabrication représentant les opérateurs du dépotage, bénéficie d'une très grande expérience des activités de fabrication du fait de son ancienneté sur le site. Cependant, il ne pratique pas les opérations de dépotage dans la situation actuelle. De façon analogue, l'adjoint de fabrication de l'atelier VANADIUM a démarré l'atelier et conduit les fabrications. Cependant, ses missions actuelles et l'organisation de ses activités de responsable des équipes

limitent la précision de ses connaissances sur les activités de conduite des fabrications, notamment la manière dont les opérateurs font face aux aléas de fabrication.

11.3.1.2. Organiser la participation des futurs utilisateurs et des intermittents de la conception

Notre analyse des contributions des acteurs au travail de conception à travers leur exploitation des ressources et des contraintes du cadre organisationnel du projet met en évidence le caractère central de certaines ressources. **Les contributions des représentants des futurs utilisateurs dépendent de l'adéquation entre l'organisation de leurs activités routinières et l'organisation des activités de conception.** En effet, dans le projet de modification du poste de dépotage, l'agent de maîtrise de la fabrication impliqué dans l'équipe projet ne parvient pas à participer à l'ensemble des réunions parce que l'organisation de ses activités quotidiennes ne le lui permet pas. De plus, du fait des contraintes de ses activités routinières, il consacre très peu de temps au poste de dépotage. Cette question de **l'organisation de la participation** des représentants des futurs utilisateurs **à la conception** se pose de façon plus générale **pour les autres acteurs intermittents de la conception.** Elle prend un relief particulier du fait de l'évolution de l'organisation du travail dans ces industries, depuis les années 1980. Nos entretiens avec les différents acteurs montrent qu'ils sont aux prises avec des tâches toujours plus étendues à mesure que le personnel diminue. De plus, ils doivent compter avec des dispositifs de management qui les éloignent du terrain. Ainsi, le responsable du service Electricité Instrumentation et Conduite des Procédés suit 80 projets différents dont le projet de remplacement du système de conduite, en plus de la gestion de son service et des multiples contrats de travaux. Dans le projet de mise en conformité du poste de dépotage, l'agent de maîtrise de la fabrication représentant les opérateurs, doit gérer et former de petites équipes d'opérateurs sur les différentes installations dont il a la responsabilité, résoudre les problèmes en cours de fabrication et rendre compte des résultats. Ces deux acteurs incarnent ce que des sociologues et économistes décrivent comme la flexibilité au travail (De Coninck 1995, 2001²⁶⁷ ; Rifkin, 2006²⁶⁸). Leurs analyses montrent que ces modes d'organisation censés faciliter la coopération et favoriser l'efficacité pèsent sur les salariés (Kunda, 1993²⁶⁹ ; Sennett, 2000²⁷⁰). Comme nous avons pu le constater, ils affectent tous les échelons hiérarchiques des sites et tous les métiers, des opérateurs polyvalents aux responsables hiérarchiques. Dans nos deux projets, la contrainte est d'autant plus forte que les sites sont soumis à une concurrence accrue et, plus particulièrement pour le site de La-Source, à un contexte de retour à la rentabilité affectant les ressources humaines matérielles et financières disponibles.

²⁶⁷ Coninck (De), F. (1995). *Travail intégré, société éclatée*. Paris : Presses Universitaires de France.

Coninck (De), F. (2001). *L'homme flexible et ses appartenances*. Paris : Editions l'Harmattan.

²⁶⁸ Rifkin, J. (1995). *La fin du travail*. Paris : Editions La Découverte.

²⁶⁹ Kunda, G. (1992). *Engineering Culture. Control and Commitment in a High-Tech Corporation*. Temple University Press.

²⁷⁰ Sennett, R. (2000). *Le travail sans qualités. Les conséquences humaines de la flexibilité*. Paris : Editions Albin Michel.

11.3.1.3. Recrutement des acteurs et compétences critiques

La littérature sur les organisations temporaires montre que les acteurs sont recrutés pour leurs compétences spécifiques (Goodman & Goodman, 1972, 1976), selon la complexité technique du projet — « scope » — (Shenhar, 2001), leurs capacités à coopérer et à s'adapter ou à l'issue d'un compromis entre les deux (Bryman et al., 1987). Notre analyse des modalités d'organisation pour concevoir les modifications montre que les acteurs des deux sites sont très contraints dans le choix des membres des équipes projet. Ces derniers sont recrutés essentiellement pour leur expertise technique. De plus, cette dernière dépend du type de projet : mécanique et électricité /instrumentation dans le cas du poste de dépotage, programmation informatique dans celui du remplacement du système de conduite. Sur chaque site, ces spécialistes sont souvent les seuls représentants de leur spécialité. D'ailleurs, pour certaines compétences, le recours à la sous-traitance a été nécessaire : par exemple, le technicien de régulation dans l'équipe du projet de modification du poste de dépotage ou des techniciens automaticiens pour assister la validation et la finalisation du système de conduite. Notre analyse du processus de conception et de la contribution des différents acteurs montre que **cette expertise représente une force pour les équipes**, parce qu'elle contribue à la construction de la fiabilité. Cependant, **elle constitue également une fragilité parce qu'elle reste unique**. Par ailleurs, parmi ces compétences expertes, certaines sont critiques pour l'issue des projets. Dans un projet marqué par l'intermittence des représentants des futurs opérateurs du dépotage, nous avons montré le rôle crucial du technicien du Bureau d'Etudes pour intégrer les futures activités, leur organisation et les risques associés dans un travail de conception. De plus, l'analyse de la dynamique des projets montre que **ces acteurs**, par l'importance de leur contribution à la construction de la fiabilité du système **jouent un rôle important dans la pérennité des compétences collectives développées par l'équipe projet**. Dans le projet de remplacement du système de conduite, le technicien automaticien joue un rôle crucial parce qu'il est l'unique détenteur de la mémoire du projet. De plus, par ses compétences techniques, il favorise l'intégration des différents spécialistes, notamment les sous-traitants arrivant en cours de projet.

11.3.1.4. Constituer une mémoire des projets

L'intermittence des acteurs des deux projets souligne le caractère primordial des contributions des acteurs expérimentés. Cependant, l'observation de leurs interventions montre que l'expérience acquise n'est pas formalisée pour être transmise et exploitée par d'autres acteurs. Cette fragilité interroge la mémoire de ces projets, à court terme, afin de transmettre aux nouveaux arrivants dans le projet l'histoire des activités de conception, mais également à long terme, afin de conserver des traces de la construction des forces et des faiblesses du système socio-technique conçu. D'une part, il s'agit de disposer de références pour identifier et résoudre les problèmes inhérents à des défauts de conception. D'autre part, il s'agit de tirer de cette mémoire un retour d'expérience exploitable pour organiser et réaliser de futurs projets de conception.

11.3.1.5. Conclusion

Notre analyse des modalités d'organisation des processus de conception montre que la représentation des futurs utilisateurs s'inscrit dans les structures organisationnelles et dans les relations sociales qui structurent les activités quotidiennes. Or, l'analyse du travail collectif de conception technico-organisationnelle montre que leurs contributions sont indispensables pour soutenir des arguments liés à la réalisation des activités et à leurs conséquences sur les risques, notamment pour définir la situation initiale et les objectifs du projet (cahier des charges). A ce titre, la présence dans une même équipe projet d'opérateurs et de leur hiérarchie doit tenir compte de la nature de leurs relations quotidiennes afin que les contributions des opérateurs conservent tout leur poids. Dans le projet de remplacement du système de conduite en particulier, on peut supposer que la prise en compte des points de vue des opérateurs et de celui de l'adjoint de fabrication aurait abouti à une meilleure analyse des risques inhérents à l'exploitation de l'ancien système et, par conséquent à la conception d'un système informatique en adéquation avec les contraintes des activités de fabrication. Par ailleurs, l'intermittence des acteurs montre la nécessité d'organiser leurs contributions d'autant plus que ces dernières sont contraintes par une flexibilité de leurs activités difficilement compatible avec le travail de conception. Enfin, le caractère non distribué des compétences critiques du projet interroge leur pérennité et plus généralement, la mémoire des projets de conception.

11.3.2. Instrumenter le processus de conception

Nous nous intéressons à présent à la dimension collective des activités de conception, à partir des supports de conception.

11.3.2.1. Des supports fonctionnels qui limitent l'anticipation des activités et de leur organisation

Les ergonomes accompagnant les processus de conception rencontrent un « paradoxe de [l'ergonomie de] conception » (Theureau et Pinsky, 1984) au cours de leurs interventions : la future situation de travail est d'autant mieux connue que l'on avance dans le processus de conception. Pour la conception de situations de travail informatisées, Jacques Theureau et François Jeffroy proposent de procéder par itérations successives de l'anticipation des situations de travail à mesure que le processus de conception avance. De cette façon, les situations de travail anticipées se rapprochent de ce que sera la situation future (Theureau & Jeffroy, 1994). Notre analyse du processus de conception a montré le rôle des supports de conception dans les anticipations des acteurs. Tout d'abord, les deux projets étudiés montrent que les concepteurs élaborent et mobilisent des supports qui offrent une représentation fonctionnelle des futures installations, ce qui limite l'anticipation des activités et de leur organisation. Ainsi, dans le projet de mise en conformité du poste de dépotage, le schéma Technologie Instrumentation ne permet pas de représenter l'encombrement des installations ni l'inscription du poste de dépotage dans un atelier de fabrication. Dans le projet de remplacement du système de conduite, le futur système de conduite est élaboré à partir de l'analyse fonctionnelle qui représente les différentes étapes du procédé.

Dans la suite des projets, cette orientation fonctionnelle persiste et limite la prise en compte des futures activités et de leur organisation, malgré l'avancement du travail de conception. Elle révèle des lacunes dans la planification des étapes de conception. Le schéma TI évolue avec la progression des choix de conception, alors que le mode opératoire décrivant précisément les activités est élaboré très peu de temps avant le démarrage de la future installation. Or, nous avons montré dans le chapitre 7 les impacts de ces deux supports sur l'analyse de risques, notamment dans la recherche des causes et des conséquences des scénarios étudiés d'une part et dans le statut accordé aux barrières organisationnelles d'autre part. Dans le projet de remplacement du système de conduite, les supports successifs de développement du nouveau système de conduite respectent cette orientation fonctionnelle : les maquettes élaborées pour le développement des recettes puis pour la formation des opérateurs reproduisent le fonctionnement du procédé indépendamment du déroulement réel des fabrications. Alors que les fabrications avec le nouveau système de conduite ont démarré, le processus de validation des recettes et du système informatique révèle également cette orientation fonctionnelle. En effet, d'une part, les objectifs de validation définis sont en adéquation avec cet objectif fonctionnel : vérifier que le système permet de conduire les fabrications conformément aux procédés prescrits. D'autre part, l'analyse de la phase de démarrage montre que les contraintes imposées par les aléas de fabrication notamment les pannes de capteurs de l'atelier sont écartées afin de se concentrer sur la validation des caractéristiques du système.

11.3.2.2. Améliorer les outils et les systèmes d'aide à la conception

Dans une optique d'amélioration des pratiques de conception, cette analyse de la contribution des supports à l'anticipation des futures activités et de leur organisation nous semble fondamentale. En effet, elle constitue un préalable à la mobilisation de systèmes d'aide à la conception, en particulier ceux qui permettent la prise en compte de la dimension humaine des activités. Nos deux études de cas, et plus particulièrement le projet de remplacement du système de conduite ont mis en évidence le caractère crucial de l'automatisation dans la fiabilité et la maîtrise des risques. Le système d'aide à la conception KOMPASS repose sur trois types de critères : la tâche, le système homme machine et plus particulièrement son caractère contrôlable par l'opérateur, le système de travail. Compte tenu des lacunes que nous avons identifiées dans l'approche de l'automatisation privilégiée dans les deux projets, cette méthode présente deux avantages. D'une part, elle propose des niveaux d'analyse qui reprennent en partie les composantes de l'organisation que nous avons privilégiés dans notre analyse (*cadre d'action* et *programme d'activités*). D'autre part, elle est orientée vers la prise en compte des variabilités des activités « à leur source ». Or, l'analyse des processus de conception montre que les concepteurs ne prennent pas en compte cette dimension des activités alors qu'elle joue un rôle crucial dans la fiabilité et la maîtrise des risques. Cependant, cette méthode repose sur deux principes : la technologie ne peut pas être complètement contrôlée par l'Homme et les perturbations dans le déroulement des activités sont considérées comme des opportunités d'apprentissage individuel et d'amélioration du système et non comme les symptômes d'un manque d'efficacité ou d'une mauvaise planification (Grote, 2005). Or, comme nous l'avons montré, les objectifs de réorganisation assignés à l'automatisation de la conduite du nouveau système vont à l'encontre de

ces deux principes. Cette divergence souligne le caractère indispensable de l'analyse préalable des situations de travail et de leur réévaluation tout au long du processus de conception.

Enfin, dans le premier chapitre de cette thèse, nous avons évoqué les travaux en psychologie cognitive et ergonomie de conception pour concevoir des systèmes d'aide à la conception. Ces travaux, en particulier ceux de Françoise Darses et Pierre Falzon (Darses, 2004 ; Darses et Falzon, 1995) reposent sur l'analyse et la modélisation des processus cognitifs mis en jeu par les acteurs afin d'instrumenter la conception individuelle. En ce qui concerne les activités collectives de conception, des systèmes d'aide à la conception coopérative ont été développés (Trousse, 1996, Soubie, Buratto & Chabaud, 1996, Lopez, 1996, Huguet, De Terssac, Erschler, Lompré, 1996, Erschler, 1996). Ils reposent sur une caractérisation des activités de conception comme des activités de conception individuelles d'une part et des activités collectives de « co-conception » d'autre part. Notre analyse des processus de conception montre le caractère central des anticipations des acteurs même si nous ne les avons pas caractérisées d'un point de vue cognitif. Le développement de cette analyse et sa confrontation avec ces modèles permettrait d'améliorer l'instrumentation des processus de conception de systèmes socio-techniques à risques.

11.3.2.3. Conclusion

Notre analyse du processus de conception et plus particulièrement des supports montre que leur caractère fonctionnel limite la prise en compte des activités futures et de leur organisation. Cette lacune compromet l'analyse des situations de travail. Dans une perspective d'amélioration des pratiques de conception, elle limite la mobilisation de méthodes d'aide à la conception permettant de mieux prendre en compte les activités humaines. Par ailleurs, notre analyse de la conception comme transformation d'anticipations — anticipation des contraintes mutuelles entre dispositifs techniques et organisation — interroge la mobilisation de systèmes d'aides à la coopération en conception. Une meilleure compréhension des mécanismes cognitifs d'anticipation permettrait de sélectionner et d'adapter ces systèmes aux activités de conception de systèmes socio-techniques à risques.

11.3.3. Interroger la réglementation et le contrôle des sites industriels classés Seveso 2

Les deux projets répondent à des objectifs de mise en conformité avec la réglementation des installations classées. Cette dernière vise une meilleure maîtrise des risques. Cependant, son renforcement interroge les conséquences de ces évolutions sur les activités des acteurs des sites industriels et la maîtrise des risques.

Nous avons montré que l'application de la directive SEVESO 2, parce qu'elle ne concerne que la prévention du risque d'accident majeur, ne permet pas de prendre en compte les risques professionnels. Dans les sites industriels classés SEVESO 2, le contrôle des conditions de travail est assuré par l'Inspection du travail dont les ressources²⁷¹ ne permettent pas un suivi régulier des activités. De façon générale, les inspecteurs du travail pratiquent peu d'inspections inopinées et interviennent plutôt à la suite d'accidents. Pour contrôler l'organisation de chaque site, les inspecteurs de la DRIRE se fondent sur le Système de Gestion de la Sécurité (SGS), constitué par l'ensemble des procédures et des consignes applicables. Ils accèdent ainsi à l'organisation formelle des sites. Mais surtout, ces deux contrôles sont indépendants. Or, l'analyse du projet de mise en conformité du poste de dépotage et notamment de l'automatisation du futur poste de dépotage montre que la prévention de l'accident majeur et celle des risques professionnels sont liées. De ce fait, articuler le contrôle de la DRIRE et celui de l'Inspection du travail, permettrait de concevoir une approche préventive des risques du point de vue des installations et des procédés et de celui des activités humaines. Par ailleurs, notre analyse du processus de conception montre que les méthodes mobilisées pour analyser les risques conformément aux demandes réglementaires, réduisent l'organisation à sa dimension formelle.

Ces différents écueils posent la question des évolutions de la réglementation pour soutenir la maîtrise des risques. Augmenter la formalisation des activités et de leur organisation contribue à objectiver les risques. Cependant, le projet de remplacement du système de conduite montre les limites d'une telle orientation. En effet, même si la traçabilité exigée par la réglementation du médicament supporte la garantie de qualité et, par conséquent la compétitivité d'un site, elle présente deux limites principales. D'une part, retracer le processus de fabrication pour le contrôler ne suffit pas pour garantir une meilleure prévention des risques. En effet, nous avons vu que le respect de ces exigences pendant la fabrication dépend des ressources dont les acteurs de l'atelier disposent. Plus précisément, l'organisation de la production implémentée dans le système informatique ne fonctionne que si l'organisation des activités de l'atelier est pensée dans le but de maîtriser les risques et de fiabiliser le fonctionnement de l'atelier. D'autre part, ce type de réglementation implique pour les acteurs de la Fabrication et de l'Assurance Qualité une production documentaire importante. Cette dernière les éloigne du terrain, lieu des arbitrages critiques du point de vue des risques. Le renforcement de la traçabilité oriente l'organisation vers la sur-qualité et une dérive bureaucratique

²⁷¹ 469 inspecteurs du travail, 956 contrôleurs du travail. En moyenne, une section d'inspection du travail comprend : 1 inspecteur, 2 contrôleurs et 1,5 agents administratifs ayant en charge le contrôle de 3 200 établissements employant 31 400 travailleurs. Rapport annuel de l'inspection du travail (2004)

qui la déconnectent des activités de fabrication qu'elle est censée encadrer. Cette évolution pourrait avoir des effets contraires à la maîtrise des risques recherchée.

11.3.4. Réhabiliter la maintenance des sites industriels à risques

Les deux projets de conception ont permis de révéler une faille commune aux deux sites industriels : des dysfonctionnements récurrents dans la maintenance des installations. Ils résultent de deux facteurs. Premièrement, **l'organisation de la sous-traitance des installations** notamment l'absence de gestion des interfaces entre acteurs sous-traitants et acteurs des services de Maintenance. Ces derniers assurent des missions de gestion de contrat qui leur interdisent (légalement) d'intervenir dans les activités de leurs prestataires. Nos analyses montrent que dans ce cadre, la sous-traitance des installations s'accompagne d'une perte de maîtrise de leur état et de leur fonctionnement. De plus, des études sur les conséquences de la sous-traitance mettent en évidence une dégradation des conditions de travail d'une part et la disparition de compétences locales d'autre part. Les accidents du travail semblent plus fréquents même si les chiffres précis ne sont pas disponibles (Koran, Smith, Wells & Rebitzer, 1994²⁷² in Perrow, 1999 a). Par ailleurs, certaines études consacrées aux différents types de sous-traitance, de l'ingénierie aux travailleurs dans les usines à risques mettent en évidence l'augmentation des risques professionnels, pour ces derniers en particulier. Elles montrent également que ces risques augmentent pour le personnel de l'usine comme pour le personnel en sous-traitance du fait des risques introduits par les travailleurs sous-traitants et des problèmes de management caractéristiques des entreprises travaillant avec de nombreux sous-traitants (Rousseau & Libuser, 1997²⁷³, p. 108).

Par ailleurs, notre analyse de la phase de démarrage du système de conduite a montré que **les connaissances sur l'état de l'atelier** conditionnent l'issue de la modification d'installation. D'une part, **ces connaissances contribuent à établir un diagnostic de la situation initiale**. Ainsi, on peut supposer que si les acteurs du projet de remplacement du système de conduite avaient analysé l'état de l'atelier, ils auraient identifié certaines caractéristiques des activités de fabrication, en particulier les fondements des pratiques de forçage du système par les opérateurs. L'accès à ces variabilités dans les activités de conduite des fabrications aurait peut-être modifié les termes du projet d'automatisation pour normaliser les pratiques. De même, la prise en compte de l'état du poste de dépotage aurait souligné le statut de cette installation dans les priorités de fabrication. Cette réflexion aurait servi de base à l'anticipation des relations de dépendance entre activités de dépotage et activités de fabrication d'une part et activités de dépotage et activités de maintenance du poste d'autre part. D'autre part, **ces connaissances conditionnent le démarrage de l'installation modifiée**, les nombreuses pannes lors du démarrage du système de conduite l'ont démontré.

Deuxièmement, les difficultés de maintenance résultent de **l'absence de mémoire formalisée des évolutions des installations**. Les deux pannes matérielles lors du démarrage du système de

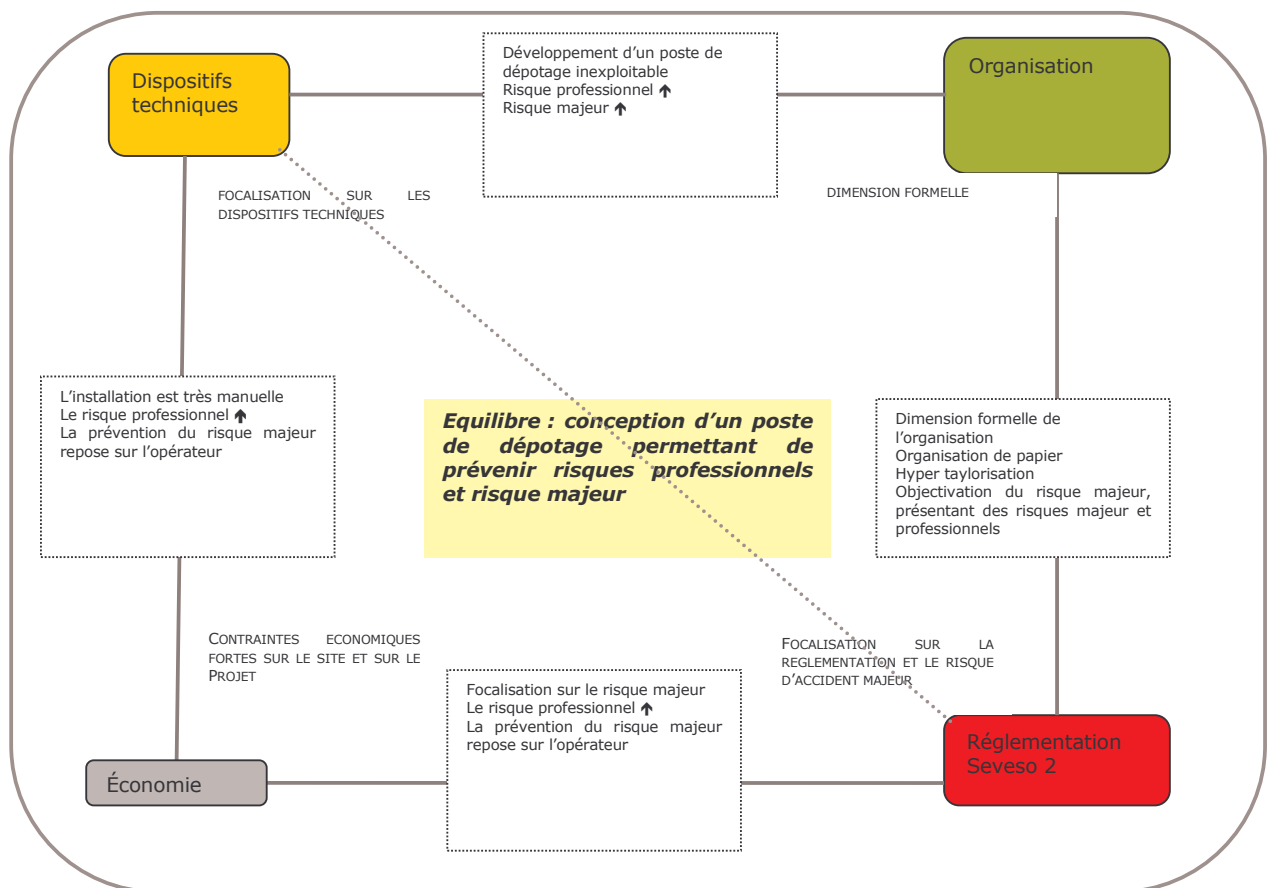
²⁷² Kochan, T.A., Smith, M., Wells, J.C., Rebitzer, J.B. (1994). Human Resource Strategies and Contingent Workers: The Case of Safety and Health in the Petrochemical Industry. *Human Resource Management*, vol 33, pp.55-77.

²⁷³ Rousseau, D.M., Libuser, C. (1997). Contingent Workers in High Risk Environment, *California Management Review*, vol.39, n°2, pp.103-123.

conduite de l'atelier VANADIUM l'ont montré. **Conjugée au cloisonnement entre les différents services des sites** d'une part, et **entre les acteurs des services de Maintenance et les sous-traitants** d'autre part, **cette lacune contribue à la perte de maîtrise des installations par les acteurs des services de Maintenance**. Cette évolution est d'autant plus préoccupante que **les acteurs détenant les connaissances sur le fonctionnement des installations sont peu nombreux**. De plus, du fait de la sous-traitance de la maintenance courante, **ils ne transmettent pas leur savoir-faire aux nouveaux acteurs de leurs services**, chargés la plupart du temps du suivi des contrats de maintenance.

11.4. Conclusion

Pour terminer ce chapitre, nous proposons une présentation synthétique des deux projets de conception. Le poste de dépotage et le système de conduite modifiés sont le résultat d'un compromis entre quatre éléments : 1) l'organisation des futures activités, 2) les dispositifs techniques, 3) la réglementation, 4) les contraintes économiques. Pour présenter les relations entre ces quatre éléments et leurs conséquences sur la maîtrise des risques, nous nous inspirons du « carré des possibles », élaboré par René Amalberti pour caractériser le compromis cognitif permettant à l'opérateur de contrôler la conduite d'un système à risques (Amalberti, 1996).



L'analyse du projet de modification du poste de dépotage nous a permis d'identifier les risques suivants :

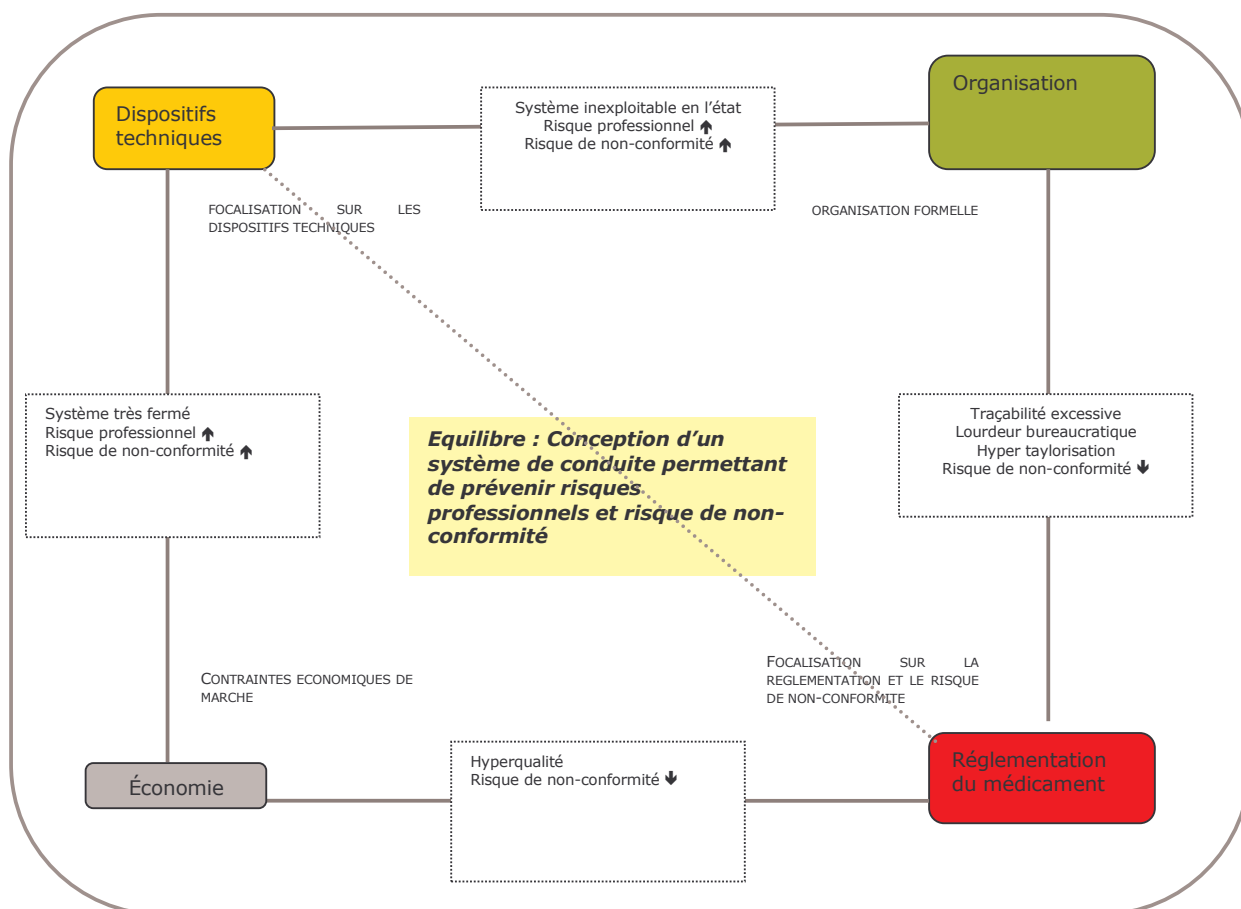
Si les concepteurs se focalisent sur les dispositifs techniques alors que les contraintes économiques sont fortes, ils conçoivent un poste de dépotage très manuel. Dans ce cas, la prévention du risque majeur repose sur l'opérateur et les risques professionnels, peu pris en compte, restent importants.

Confrontés à des contraintes économiques et à des exigences réglementaires (réglementation des installations classées) fortes, les concepteurs se focalisent sur la prévention du risque majeur. Du fait des contraintes économiques, l'installation est « optimisée » (optimisation technico-économique) et les décisions de conception ne permettent pas de prévenir le risque professionnel. Comme dans le cas précédent, la prévention du risque majeur repose sur l'opérateur.

Pour objectiver les risques majeurs, les concepteurs accordent une attention soutenue à la réglementation des installations classées et limitent l'organisation des futures activités à sa dimension formelle. Cependant, ils conçoivent ainsi « une organisation de papier », très formalisée, et favorisent une hyper taylorisation.

Enfin, s'ils se focalisent sur la conception des dispositifs techniques et réduisent l'organisation à sa dimension formelle, les concepteurs produisent un poste de dépotage inexploitable, présentant des risques professionnels et majeurs.

Dans le projet de modification du poste de dépotage, ces quatre éléments sont présents. Cependant, les arbitrages de conception révèlent une focalisation sur les dispositifs techniques, le poids de la contrainte économique et une contrainte réglementaire forte (graphiquement, l'équilibre est déplacé dans la zone située en dessous de la diagonale).



Pour le projet de remplacement du système de conduite :

Si les concepteurs se focalisent sur les dispositifs techniques alors que les contraintes économiques sont fortes du fait de la concurrence, les concepteurs mettent au point un système de conduite très fermé. Les risques professionnels et les risques de non-conformité sont alors importants.

Confrontés à des contraintes économiques et à des exigences réglementaires (réglementation des du médicament) fortes, les concepteurs se focalisent sur la prévention du risque de non-conformité. Comme la concurrence est importante, le site s'oriente vers l'hyperqualité.

Pour maîtriser les risques de non-conformité, les concepteurs se focalisent sur la réglementation du médicament et réduisent l'organisation des futures activités à sa dimension formelle. Cependant, favorisent ainsi une traçabilité excessive qui oriente l'organisation vers une dérive bureaucratique et une hyper taylorisation.

Enfin, s'ils se concentrent sur la conception des dispositifs techniques et réduisent de l'organisation à sa dimension formelle, les concepteurs mettent au point un système de conduite inexploitable, présentant des risques professionnels et des risques de non-conformité.

Dans le projet de remplacement du système de conduite, ces quatre éléments sont présents. Cependant, les arbitrages de conception révèlent une focalisation sur les dispositifs techniques, le formalisation de l'organisation et une contrainte réglementaire forte (graphiquement, l'équilibre est déplacé dans la zone située au-dessus de la diagonale).

Conclusion

Ne demandez pas « Pourquoi ? » Demandez « Comment ? » (Becker, 2002²⁷⁴)

Dans cette thèse, nous avons analysé la contribution de l'organisation à la fiabilité à travers sa conception. Pour cela, nous avons analysé deux processus de conception de modifications en nous intéressant à l'élaboration des choix technico-organisationnels.

Pour clore notre propos, nous nous proposons de commencer à répondre à quelques questions.

En quoi les analyses proposées dans cette thèse ont-elles contribué à la compréhension de la conception de l'organisation dans les systèmes socio-techniques à risques ? Comment ont-elles permis de caractériser les relations entre la technique et l'organisation ? Comment notre méthodologie a-t-elle contribué à appréhender le processus de conception ?

Nos réponses, loin d'être définitives, dessinent des perspectives pour des futures études tant, il nous semble que la compréhension de la conception organisationnelle demande à être approfondie par des travaux de terrains.

Du design organisationnel au processus de conception : du « pourquoi ? » au « comment ? »

Dans cette thèse, nous avons choisi d'analyser le processus de conception de modifications d'installations afin de comprendre comment la conception organisationnelle contribue à la maîtrise des risques. Pour expliquer la performance et les échecs de ces systèmes socio-techniques à risques, les recherches²⁷⁵ présentées dans le premier chapitre de cette thèse mettent en cause les choix de structures organisationnelles, tout en prenant en compte leur caractère de cadre mobilisable par les acteurs. En fait, ces études répondent à la question suivante : Pourquoi ces systèmes échouent ou réussissent ? Avec l'analyse des processus de conception, en nous concentrant sur la conception de l'organisation, nous avons choisi de nous demander comment les acteurs de ces systèmes socio-techniques construisent les forces et les faiblesses de ces derniers pour maîtriser les risques.

Les premiers choix de conception sont les choix d'organisation du projet

Concevoir un système socio-technique consiste à faire des choix. Rétrospectivement, dans notre recherche, les premiers choix qui nous ont intéressés sont les choix d'organisation de la conception

²⁷⁴ Becker, H.S. (2002). *Les ficelles du métier. Comment conduire sa recherche en sciences humaines et sociales ?* Paris : Editions La Découverte.

²⁷⁵ Dans cette conclusion, nous ne citons pas à nouveau ces références bibliographiques, déjà abondamment mobilisées dans cette thèse. Nous ne citons que les travaux illustrant les perspectives d'approfondissement que nous suggère le bilan de nos résultats.

dont nous avons vu qu'ils conditionnaient les contributions des acteurs. En effet, nous avons abordé cette organisation projet comme un cadre d'action pour les concepteurs au sein duquel ils puisent des ressources et subissent des contraintes. Cette posture nous a permis de faire le lien entre les dispositifs organisationnel de conception et les pratiques des opérateurs qui les mobilisent. Elle nous a permis d'identifier les raisons pour lesquelles les acteurs des projets anticipaient certaines composantes de l'organisation et en négligeaient d'autres. De ce fait, elle nous a conduit à nous distinguer d'une approche de la conception comme des oppositions de logiques d'acteurs. De plus, l'analyse du processus de conception à partir de situations de travail collectif nous a permis d'appréhender la conception de la modification comme une construction collective structurée par des relations de pouvoirs contingentes et situées. Ce résultat nous a permis de nous distinguer des approches de la conception selon lesquelles le pouvoir reste l'attribut d'un groupe, imposant sa logique ou sa stratégie pour diriger le déroulement de la conception. Par ailleurs, nous avons appréhendé le travail de conception comme la transformation d'anticipations, ce qui montre que les concepteurs n'effectuent pas des choix en suivant une représentation prédéfinie de ce que devrait être la future installation. En anticipant, ils font preuve d'initiative, c'est-à-dire que les logiques ou visions du monde ne sont pas les uniques déterminants de l'action. De plus, cette dimension d'anticipation permet de comprendre certains choix comme construits, situés et contingents même s'ils sont très contraints — et non comme le résultat de l'application de stratégies industrielles —. De ce fait, les acteurs des projets subissent les décisions des instances décisionnelles des projets. Cependant, leurs conséquences sur le processus de conception ne résultent pas de l'application directe de ces orientations mais de la manière dont les acteurs du projet s'en saisissent, à travers leur exploitation du cadre organisationnel de la conception. Finalement, l'enjeu dans ces systèmes socio-techniques à risques n'est pas tant de comprendre leur conception comme le résultat d'une orientation privilégiant par exemple la performance relativement à la Sûreté/sécurité. Il s'agit, à travers l'analyse du processus de conception, d'appréhender la manière dont se construisent les compromis, c'est-à-dire de comprendre 1) comment et pourquoi des facteurs externes au projet sont pris en compte, 2) quels paramètres de recherche des problèmes et des solutions sont retenus, 3) quels critères sont utilisés pour comparer et évaluer les différentes alternatives, 4) la manière dont un choix définitif est implémenté.

Comprendre la conception de l'organisation passe par l'analyse de la construction des choix technico-organisationnels

Nous nous sommes intéressés aux arbitrages qui fondent les choix technico-organisationnels. Nous avons montré que, contrairement aux constats des recherches considérant la conception des systèmes socio-techniques à risques, les concepteurs, ingénieurs et techniciens pour la plupart, pensent l'organisation, même s'ils ne le font qu'en partie.

De plus, l'analyse dynamique des choix technico-organisationnels nous a permis de mieux comprendre la nature des relations entre dispositifs techniques et organisation et leur élaboration. Dans la littérature, la dimension socio-technique de ces grands systèmes à risques est toujours

considérée comme une donnée *a priori*, à travers par exemple, les notions de *couplage*, ou de *réseau* socio-technique. Nous avons montré que dispositifs techniques et organisation entretiennent des relations de contraintes mutuelles. L'approche de l'organisation comme un *cadre action* et un *programme d'activités* en prenant également en compte les supports d'inscription de l'organisation nous a permis d'élaborer une caractérisation précise des ces relations. En effet, l'analyse des contributions des acteurs montre qu'ils appréhendent cette relation comme une relation de causalité. Cependant, notre analyse des fondements de ces choix à partir notamment de la notion de *champs de conception* comme champs des possibles dans lesquels s'inscrivent les deux composantes de la relation technico-organisationnelle, montre que cette relation est une relation de causalité multiple. Cependant, si nous avons identifié des causes réglementaires, économiques, organisationnelles, techniques, sociales, plus généralement situationnelles (situations de travail de conception)... nous n'avons pas atteint l'exhaustivité sans l'identification de ces causes. Cela tient en partie au fait que comme nous avons privilégié une approche sociologique, nous n'avons pas analysé les dimensions cognitives individuelles et collectives de ces anticipations. Plus précisément, nous n'avons pas cherché à identifier le sens que les acteurs des équipes projet donnaient à chaque situation de conception et à leurs choix. Selon nous, cette dimension cognitive reste l'un des principaux défis pour la compréhension de l'anticipation des relations entre dispositifs techniques et organisation. Cette relation de multi-causalité à deux conséquences. D'une part, elle révèle le caractère partiellement indéterminé de chacune des deux composantes de l'articulation technico-organisationnelle. D'autre part, elle nous permet de nous écarter d'un déterminisme technologique, ou social pour comprendre la conception des systèmes socio-techniques à risques.

Par ailleurs, cette multi-causalité et le caractère indéterminé des composantes techniques et organisationnelles des choix de conception permettent d'appréhender chaque choix de conception comme une option parmi plusieurs possibles. Ainsi, l'analyse du processus de conception permet de comprendre les raisons pour lesquelles elle a été préférée. La compréhension de ce choix est un élément fondamental car il remet en cause une approche de la conception technico-organisationnelle condamnée à reproduire des structures organisationnelles vouées à l'échec.

Enfin, l'analyse de situations de conception, inscrite dans le processus de conception, a montré le caractère contingent et situé de ces choix et de leur dynamique. Dans une optique prospective, cette caractéristique permet de comprendre comment deux technologies qui semblent similaires peuvent avoir des effets différents selon l'endroit où elles sont implantées.

Comprendre la conception de l'organisation : un défi méthodologique

Notre avons privilégié l'analyse de la conception de modifications d'installations dans deux projets en nous concentrant sur la construction des choix technico-organisationnels relativement aux enjeux de ces modifications. Ce point de vue nous a permis de nous situer au cœur des arbitrages de conception et des problèmes que les acteurs ont à résoudre pour répondre aux objectifs de ces projets. De plus, nous avons également pu étudier les relations entre les dispositifs organisationnels

de conception choisis et la manière dont les acteurs des projets les mobilisent. Enfin, nous avons également appréhendé les influences de l'environnement du projet à travers la manière dont les acteurs se sont saisis de ces influences extérieures dans le travail de conception.

Les modifications d'installations sont l'aboutissement d'une succession de choix de conception effectués individuellement et collectivement, dans des situations de conception, par des acteurs dont les enjeux ne convergent pas toujours et varient au cours du processus. Ces choix successifs influencent le déroulement du travail de conception et l'adéquation de l'installation modifiée avec les objectifs de maîtrise des risques et de performance.

De ce fait, pour comprendre ces choix, on ne peut se limiter à une réflexion qui porterait uniquement sur les activités de conception proprement dites, telles que les abordent certains ergonomes et psychologues cognitivistes. Nous ne critiquons pas pour autant les apports des ergonomes à la compréhension et à l'instrumentation des activités de conception d'autant plus que leurs analyses complèteraient les nôtres, notamment pour comprendre les mécanismes cognitifs d'anticipation. Nous soulignons simplement la complémentarité entre notre approche sociologique et une approche plus cognitive.

Par ailleurs, les contributions de chaque acteur traduisent un positionnement relativement à des enjeux dans une situation de conception, elles se concrétisent également dans les relations entre les acteurs des projets de conception. Les situations de travail que nous avons abordées constituent le terrain de prédilection de l'ethnométhodologie dont l'enjeu est de comprendre, dans la dynamique des interactions, comment les rôles des acteurs permettent la coordination dans la réalisation du projet commun et la définition du collectif ou de l'équipe (Goffman, 1973)²⁷⁶. Elle analyse les rôles comme des constructions sociales et des supports pour structurer les attentes de chaque acteur dans le projet (Bechky, 2006²⁷⁷). Cette focalisation sur la construction des rôles et la coordination occulte le poids des ressources que le cadre organisationnel concède aux acteurs pour participer à la conception. Néanmoins, les approches ethno-méthodologiques prennent en compte les trajectoires professionnelles des acteurs dans la construction de leur contribution (Barley & Bechky, 1994²⁷⁸; Bechky, 2003²⁷⁹, 2006). A cet égard, elles sont complémentaires de notre approche. En effet, l'analyse des deux projets a démontré le caractère crucial des interventions de certains acteurs très expérimentés dans le résultat final de la conception et dans l'anticipation de l'organisation. Il nous semble que l'analyse de leurs parcours professionnels aurait contribué à mieux comprendre leur positionnement mais également leurs anticipations.

De même, contrairement à certains gestionnaires, nous n'accordons pas une place centrale aux savoirs et aux relations. Cependant, interroger les modes de management privilégiés dans le projet

²⁷⁶ Goffman, E. (1974). *La mise en scène de la vie quotidienne. La présentation de soi*. Paris : Les Editions de Minuit.

²⁷⁷ Bechky, B. A., (2006). Gaffers, Gofers, and Grips: Role-Based Coordination in Temporary Organizations. *Organization Science*, vol. 17, n°1, pp.3-21.

²⁷⁸ Barley, S.R., Bechky, B.A. (1994). In the Backrooms of Science: The Work of Technicians in Science Labs. *Work and Occupations*, vol.21, pp.85-126.

²⁷⁹ Bechky, B.A. (2003) Coordination as the Practise of Organizational Accountability and Common Ground. In Nagao, D.H. (Ed.), *Proceedings of the sixty-second Annual meeting of the academy of Management*.

avec leurs outils et méthodes permettrait d'enrichir notre approche. En particulier, l'analyse des décisions prises au niveau des sphères décisionnelles profiterait à notre analyse.

Il nous semble également que l'analyse du rôle et de la mobilisation par les concepteurs des objets et supports de conception contribue à notre analyse. Cependant, nous nous distinguons de la sociologie de l'innovation centrée sur l'analyse des « objets intermédiaires » car nous pensons qu'ils ne suffisent pas pour retracer les choix technico-organisationnels et appréhender la conception organisationnelle.

En conclusion, nous nous sommes distingué d'un modèle de la conception technico-organisationnelle qui considère les défaillances comme endogènes au système du fait de ces caractéristiques ou comme le résultat de l'incapacité des ingénieurs et techniciens à penser l'organisation. Nous pensons que l'étude des caractéristiques du design de ces organisations à partir de leurs défaillances ne dit rien des principes de conception retenus par les concepteurs tout simplement parce que ces acteurs ne font pas partie de l'étude.

Notre analyse sociologique, appréhende dans un même mouvement le processus de conception et le système socio-technique qu'il produit, en articulant trois niveaux d'analyse : 1) l'acteur, 2) l'équipe projet 3) son environnement. De ce fait, elle se situe à un niveau intermédiaire entre l'analyse cognitive de la relation du concepteur avec son activité pratiquée par les ergonomes et les psychologues et le contexte économique politique et social et réglementaire de ces organisations à risques, étudié par les sociologues, les spécialistes en sciences politiques et les gestionnaires. L'importance de la compréhension du design organisationnel c'est-à-dire l'identification de formes d'organisation qui favorisent ou attendent à la fiabilité, a déjà été soulignée. De plus, la richesse d'une telle approche relativement à des analyses axées sur la culture de sécurité (ou de sûreté pour le domaine nucléaire) pourtant très présent chez les industriels comme chez les instances de contrôle a été mises en évidence (Bourrier, 1999, 2005). Il nous semble que notre approche abonde dans le sens de ces orientations tout en les prolongeant. En effet, aborder la conception de l'organisation permet d'identifier les fondements de choix qui favorisent ou attendent à la fiabilité et finalement, les possibles offerts aux acteurs des industries à risques pour concevoir des systèmes socio-techniques leur permettant de maîtriser les risques compte tenu des enjeux économiques réglementaires et de sécurité auxquels ils sont confrontés.

Cependant, la réflexion sur la conception de l'organisation reste difficile pour deux raisons principales. La première est pratique et méthodologique : elle contraint le sociologue à entrer véritablement dans le monde des techniciens pour comprendre le contenu des arbitrages technico-organisationnels. Nous avons montré dans le deuxième chapitre de cette thèse comment notre double formation avait facilité ce travail. Deuxièmement, d'un point de vue théorique, elle demande de faire tenir ensemble trois niveaux d'analyse qui relèvent de plusieurs disciplines. Or, les articulations théoriques et méthodologiques restent à préciser. Cette thèse n'est donc qu'un premier pas dans une direction qui nous semble fructueuse tant elle permettrait de mieux comprendre la construction des forces et des faiblesses des systèmes socio-techniques à risques afin de se départir des choix d'organisation et des pratiques qui mènent à la conception de sources latentes d'accidents.

BIBLIOGRAPHIE

- Adler, P.S. (1987). Automation et qualification. Nouvelles orientations. *Sociologie du travail*, n°3, pp.289-303.
- Akrich, M. (1989). La construction d'un système socio-technique. Esquisse pour une anthropologie des techniques. *Anthropologies et Sociétés*, vol.13, n°2, pp.31-54.
- Akrich, M. (1990). De la sociologie des techniques à la sociologie des usages. L'impossible intégration du magnétoscope dans les réseaux câblés de première génération. *Techniques et Culture*, n°16, pp.83-110.
- Akrich, M. (1991). L'analyse socio-technique. In Vinck, D. (Ed.) *La Gestion de la recherche*. Bruxelles: De Boeck, pp.339-353.
- Akrich, M. (1993 a). Les formes de la médiation technique. *Réseaux*, n°60, juillet-août, pp.87-98.
- Akrich, M. (1993 b). Les objets techniques et leurs utilisateurs, de la conception à l'action. In Conein, B., Dodier, N., Thévenot, L. (Ed.). *Les objets dans l'action. De la maison au laboratoire*, coll. *Raisons pratiques*, n°4. Paris : EHESS. pp.35-57.
- Akrich, M., Latour, B. (1992). A Summary of a Convenient Vocabulary for the Semiotics of Human and Nonhuman Assemblies, in W. E. Bijker, J. Law (Eds) *Shaping Technology / Building Society*. MIT Press, 1992.
- Alsène E. (1990). Les impacts de la technologie sur l'organisation. *Sociologie du travail*, n°3, pp. 321-337.
- Amalberti, R. (1996). *La conduite des systèmes à risques*. Paris : Presses Universitaires de France.
- Assegond, C. (2004). Repenser la technique en sociologie du travail : ancien paradigme, nouvelles perspectives. *Revue de l'IRES*, vol.1, pp. 171-188.
- Bainbridge, L. (1983). Ironies of Automation. Increasing Levels of Automation Can Increase, Rather than Decrease, The Problems of Supporting the Human Operator. *Automatica*, vol.19, pp. 775-779.
- Bainbridge, L. (1991). Cognitive Context Analysis. *International Journal of Human Factors in Manufacturing*.
- Bainbridge, L. (1990). Will expert systems solve the operator's problems ? The 'ironies of automation' concepts applied to cognitive automation. In Roe, R.A., Antalovitz, M., Dienes, E. (Eds.), *Proceedings of the Workshop on Technological Change Process and its Impact on Work*. September 9-13, Siofok, Hungary, pp. 197-218.
- Baril, R. (1999). Les transformations du travail des opérateurs de raffinerie de pétrole : le passage des cadrans aux écrans. *Pistes*, vol.1, n°1.
- <http://www.pistes.uqam.ca/v1n1/articles/v1n1a4.htm>
- Baumont, G. (1999). *Facteur humain et organisation dans les arrêts de tranche : enjeux pour la sûreté*. Rapport IPSN/DES n°363.
- Barley, S.R., Bechky, B.A. (1994). In the Backrooms of Science: The Work of Technicians in Science Labs. *Work and Occupations*, vol.21, pp.85-126.
- Barley S.R., Kunda, G. (2001). Bringing Work Back In. *Organization Science*, vol. 12, n°1, pp.76-95.
- Bazet I., Terssac (De) G. (2001), Analyse sociologique du travail de planification. In Grabot, B., Erschler J. (Eds.), *L'organisation et la gestion de production*. Paris : Hermès, pp. 90-129.
- Bazin, L. (1995). Projet de réorganisation d'une raffinerie, l'ergonome accompagne le changement, *RGE*, n°2, pp.3-8.

- Baumont, G. (1999). *Facteurs humains et organisation dans les arrêts de tranche : enjeux pour la sûreté*. Rapport IPSN/DES n°363.
- Beaufort, P., Lamonde, F., Richard, J-G. (2002). *La pratique d'intervention en santé, en sécurité et en ergonomie dans des projets de conception : étude d'un cas de conception d'une usine*. Montréal, Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail. .
- Bechky, B.A. (2003) Coordination as the Practise of Organizational Accountability and Common Ground. In Nagao, D.H. (Ed.), *Proceedings of the sixty-second Annual meeting of the academy of Management*.
- Bechky, B. A., (2006). Gaffers, Gofers, and Grips: Role-Based Coordination in Temporary Organizations. *Organization Science*, vol. 17, n°1, pp.3-21.
- Becker, H.S. (2002). *Les ficelles du métier. Comment conduire sa recherche en sciences humaines et sociales ?* Paris : Editions La Découverte.
- Beevis, D. (1999). *Analysis techniques for Human-machine System Design: Crew Systems ergonomics/Human Systems technology Information*. Center Wright Patterson AFD.
- Benchekroun, T. H., Weill-Fassina, A. (Eds.) (2000). *Le travail collectif. Perspectives actuelles en ergonomie*. Toulouse : Octarès Editions.
- Bercot, R., Coninck (De), F. (2003). Que devient le travail collectif dans des groupes entrecroisés et transitoires ? Une analyse simmelienne. *Gérer et comprendre*, n°72, pp.69-78.
- Berthet, M., Cru, D. (2002). Avec les évolutions de la prescription, comment se transforme le travail et comment enrichir nos démarches et instruments d'analyse ? *Actes du XXXVIIe congrès de la Société d'Ergonomie de Langue Française (SELF)*. Aix-en-Provence, septembre, pp.106-119.
- Bizeul, D. (1998). Le récit des conditions d'enquête : exploiter l'information en connaissance de cause. *Revue française de sociologie*, vol. 49, n°4, pp.751-787.
- Bourdieu, P, Chamboredon, J.C., Passeron, J.-C. (1968). *Le métier de sociologue*. Paris : Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales et Mouton Editeur.
- Bourdieu, P. (Ed.) (1993). *La misère du Monde*. Paris : Editions du Seuil.
- Bourrier, M. (1999). *Le nucléaire à l'épreuve de l'organisation*. Paris : Presses Universitaires de France.
- Bourrier, M. Laroche, H. (2001). Risques de défaillances : approches organisationnelles. In Amalberti, R., Fuchs, C., Gilbert, C. (Eds.), *Risques, erreurs et défaillances. Approche interdisciplinaires*. Actes de la première séance du Séminaire le risque de défaillance et son contrôle par les individus dans les activités à hauts risques.
- Bourrier, M. (2003 a). Facteurs organisationnels : du neuf avec du vieux. *Revue Annales des Mines, Réalités industrielles*, pp.19-22.
- Bourrier, M. (2003 b). La fiabilité organisationnelle : morceaux choisis d'un état des lieux. In Gilbert, C. (Dir.), *Risques collectifs et situations de crises. Apports de la recherche en sciences humaines et sociales*. Paris : L'Harmattan, pp. 199-215.
- Bourrier, M. (2004). *Le risque organisationnel. Enjeux pour la connaissance sociologique*. Mémoire présenté pour l'Habilitation à Diriger des Recherches. Université de Technologie de Compiègne.
- Bourrier, M. (2005). The Contribution of Organizational Design to Safety. *European Management Journal*, vol. 23, n°1, pp. 98-104.
- Bourrier, M. (2007). Risques et organisations. In Burton-Jeangros, C., Grosse, C. November, V. (Dir.), *Face au risque*. Genève : Georg, collection « l'Equinoxe », pp. 159-182.
- Bressolle, C., Decortis, F., Pavard, B., Salembier, P. (1996). Traitement cognitif et organisationnel des micro-incidents dans le domaine du contrôle aérien : analyse des boucles de régulation formelles et informelles. In De Terssac G. and Friedberg E. (Eds.), *Coopération et conception*. Toulouse: Octarès, pp. 267-287.
- Brunsson, N., Sahlin-Anderson, K. (2002). Constructing Organizations: The Example of Public Sector Reform. *Organization Studies*, July.

- Bryman, A., Bersnen, M., Beardworth, A.D., Ford, J., Keil, E.T. (1987). The Concept of Temporary System : The Case of the Construction Project. *Research in the Sociology of Organizations*, vol. 5, pp. 253-283.
- Bucciarelli, L.L. (2002). Between Thought and Object in Engineering Design. *Design Studies*, vol.23, pp. 219-231.
- Cahour, B. (2002). Décalages socio-cognitifs en réunions de conception participative. *Le Travail Humain*, vol.65, n°4, pp.315-337.
- Callon, M. (1981). Pour une sociologie des controverses technologiques. *Fundamenta Scientiae*, vol.2, n°3/4, pp.381-399.
- Callon, M. (1986). Eléments pour une sociologie de la traduction : la domestication des coquilles Saint-Jacques et des marins pêcheurs dans la baie de Saint-Brieuc. *L'Année sociologique*, vol.36
- Callon, M. (1991). Réseaux technico-économiques et irréversibilité. In Boyer, R., Chavance, B., Godard, O. (Dir.), *Les figures de l'irréversibilité en économie*. Paris : Editions de l'École des hautes Etudes en Sciences Sociales, pp. 195-230.
- Callon, M., Latour, B. (1991). *La science telle qu'elle se fait : anthologie de la sociologie des sciences de langue anglaise*. Paris : La Découverte.
- Callon, M. (1999). (Ré) écriture et coordination de l'action dans une organisation. *Technologies, Idéologies, Pratiques*, vol.13, n°2, pp.89-108.
- Céfaï, D. (2003). Posface : l'enquête de terrain en sciences sociales. In *L'enquête de terrain*. Paris : La découverte, Mauss, pp. 467-615.
- Charbonneau, S. (1992). *La gestion de l'impossible. La protection contre les risques techniques majeurs*. Paris : Editions Economica.
- Charue-Duboc, F. (1997). Maîtrise d'œuvre, Maîtrise d'ouvrage et direction de projet. Pour comprendre l'évolution des projets chez TITAN. *Annales des Mines*, septembre, pp.54-64.
- Charue-Duboc, F., Midler, C. (2001). Développer les projets et les compétences. Le défi des hiérarchiques dans les métiers de conception. *Annales des Mines*, mars, pp.12-22.
- Charue-Duboc, F., Midler, C. (2002). L'activité d'ingénierie et le modèle de projet concourant. *Sociologie du travail*, vol.44, n°3, pp. 401- 417.
- Clarke, L.B. (1999). *Mission Impossible: Using Fantasy Documents to Tame Disaster*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Coninck (De), F. (1995). *Travail intégré, société éclatée*. Paris: Presses Universitaires de France
- Coninck (De), F. (2001). *L'homme flexible et ses appartenances*. Paris: Editions l'Harmattan.
- Coriat, B. (1976). *Science, technique et capital*. Paris : Editions du Seuil.
- Coutarel, F., Daniellou, F., Dugué, B. (2003). Interroger l'organisation du travail au regard des marges de manœuvre en conception et en fonctionnement, la rotation est-elle une solution aux TMS. Conception et organisation du travail dans les abattoirs de France. *Pistes*, vol.5, n°2.
<http://www.pistes.uqam.ca/v5n2/articles/v5n2a2.htm>
- Crozier, M. Friedberg, E. (1977). *L'acteur et le système*. Paris : Editions du Seuil.
- Cru, D. (1997). Clamer la peur pour calmer l'angoisse, *Communication au Colloque International de psychodynamique et de psychopathologie du travail*. Laboratoire de psychologie du travail. CNAM, Paris.
- Dameron, S. (2002, a). Les deux conceptions du développement de relations coopératives dans l'organisation. In Dolaster I., Laroche H. (Eds.), *Perspectives en Management Stratégique*, Tome VIII, EMS Éditions.
- Dameron, S. (2002, b). La dynamique relationnelle au sein d'équipes de conception. *Le Travail Humain*, tome 65, n°4, pp.339-361.

- Daniellou, F. (1985). *La modélisation de l'activité de travail dans la conception industrielle : le cas des industries de processus continu*. Thèse de doctorat, laboratoire d'Ergonomie et de neurophysiologie du Travail, Paris, CNAM.
- Daniellou ; F. (1986). *L'opérateur, la vanne et l'écran, l'ergonomie des salles de contrôle*. Paris : Editions de l'ANACT.
- Daniellou, F. (1987). Les modalités d'une ergonomie de conception. Introduction dans la conduite des projets industriels. *Cahiers de notes documentaires*, n°129, 4ème trimestre, pp.517-523.
- Daniellou, F. (1988). Ergonomie et démarche de conception dans les industries de processus continus. Quelques étapes clés. *Le Travail humain*, tome 51, n°2, pp. 185-194.
- Daniellou, F. (1989). En finir avec la notion d'erreur humaine. *Cahiers de la mutualité dans l'entreprise*, vol.28, pp. 159-169.
- Daniellou, F. (1994). Travail de formalisation et travail de régulation : une double contrainte, le cas de la maintenance d'une industrie à risque. *Actes du XXIXe congrès de la Société d'Ergonomie de Langue Française (SELF)*. Paris, septembre.
- Daniellou, F., Grall, J., Martin, J., Six, F. (2000). Prescriptions, injonctions et pressions. *Actes des journées de Bordeaux*. Bordeaux : Editions de l'université Paul Segalen.
- Daniellou, F., Six, F. (2000). Les ergonomes, les prescripteurs et les prescriptions. *Actes des journées de Bordeaux*. Bordeaux : Editions de l'université Paul Segalen.
- Daniellou, F. (2002). Le travail des prescriptions. *Actes du XXXVIIe congrès de la Société d'Ergonomie de Langue Française (SELF)*. Aix-en-Provence, septembre, pp.8-15.
- Darses, F., Falzon, P. (1996). La conception collective : une approche de l'ergonomie cognitive. Dans Terssac (De), G. & Friedberg, E. (Dir.), *Coopération et conception*. Toulouse : Octarès Editions, pp.123-135.
- Darses, F. (2004). *Processus psychologiques de résolution collective des problèmes de conception : contribution de la psychologie ergonomique*. Document de synthèse pour l'Habilitation à Diriger des Recherches. Université Paris V – René Descartes.
- Davezies, P., Jayet, C. (1992). Confiance et visibilité du travail. L'impact des transformations technologiques sur le fonctionnement collectif dans une raffinerie. *Actes du XXVIIème congrès de la Société d'Ergonomie de Langue Française (SELF)*. Lille, septembre.
- Dejours, C. (2000). *Travail et usure mentale*. 3ème édition. Paris : Bayard.
- De la Garza, C. (2005). L'intégration de la sécurité lors de la conception de machines à risques pour les opérateurs : comparaison de logiques différentes de conception. *Pistes*, vol 7, n°1.
<http://www.pistes.uqam.ca/v7n1/articles/v7n1a2.htm>
- De la Garza, C., Weill-Fassina, A. (2002). Régulations horizontales et verticales du risque. In Benckroun, T. H., Weill-Fassina, A. (Eds.) *Le travail collectif. Perspectives actuelles en ergonomie*. Toulouse : Octarès Editions.
- Détienne, F. (2001). La réutilisation de solutions particulières en conception : perspective socio-cognitive. Comptes-rendus du congrès SELF-ACE 2001. *Les transformations du travail, enjeux pour l'ergonomie*, vol.4, pp.19-23.
- Detienne, F., Martin, G., Lavigne, E. (2005). Viewpoints in Co-Design: a Field Study in Concurrent Engineering. *Design Studies*, vol.26, pp. 215-241.
- Dodier, N. (2000). La négociation à l'œuvre dans le fonctionnement des réseaux socio-techniques. In Thuderoz, C., Giraud-Héraud, A. (Eds.), *La négociation sociale*. Paris : Editions du CNRS, pp.253-263.
- Dodier, N. (1999). La condition des opérateurs dans les nouvelles formes d'organisation. Retour sur une enquête sociologique en entreprise. *Travailler*, vol.2, pp.140-179.
- Dodier, N. (1993b). Les arènes des habiletés techniques. *Raisons pratiques, les objets dans l'action*, pp.115-139
- Dodier, N. (1995). *Les hommes et les machines. La conscience collective dans les sociétés technicisées*. Paris: Editions Métalié.

- Dubey, G. Moricot, C. (2005). *Le Rafale ou l'objet total : sociologie d'une innovation technologique*. Rapport final de recherche, INT/Université de Paris1/CSSD, novembre.
- Duclos, D. (1987). La construction sociale du risque : le cas des ouvriers de la chimie face aux dangers industriels. *Revue française de sociologie*, vol. 28, 1987, pp. 17-42.
- Duclos, D. (1989). Les ingénieurs et le risque technologique. *Sociologie du travail*, vol. 89, n°3, pp.335-361.
- Dupuy, J.-P. (2006). *Retour de Tchernobyl. Journal d'un homme en colère*. Paris : Editions du Seuil.
- Duraffourg, J., Guerin, F., Jankowski, F., Mascot, J.C. (1979). *Une intervention ergonomique : analyse et évaluation ergonomique à l'occasion de l'implantation d'un atelier de presses*. Paris: Editions de l'ANACT, Collection outils et méthodes.
- Durand, J.P. (2003). Le jeu des règles dans l'après-fordisme. In Durand, C., Pinchon, A. (Coord.), *La puissance des normes*. Paris : L'Harmattan, pp.111-133.
- Ericksen, J., Dyer, L. (2004). Right from the Start : Exploring the Effects of early Team Events on Subsequent Project Team Development and Performance. *Administrative Science Quarterly*, vol 49, n°3, pp.438-471.
- Fadier, E., De la Garza, C. Didelot, A. (2003). Safe Design and Human Activity: Construction of a Theoretical Framework from an Analysis of a Printing Sector. *Safety Science*, vol.41, n°9, pp.759-789.
- Falzon, P. (1995). Les activités de conception : réflexions introductives. *Performances Humaines & Techniques*, n°74, pp.7-11.
- Faverge, J-M. (1970). L'homme agent d'infiabilité et de fiabilité du processus industriel, *Ergonomics*, vol.13, n°3, pp.301-327.
- Francfort I., Osty F., Sainsaulieu R., Uhalde M. (1995). *Les mondes sociaux de l'entreprise*. Paris: Desclée de Brouwer.
- Freysenet M. (1994). Quelques pistes nouvelles de conceptualisation du travail. *Sociologie du Travail*, n° hors série, pp 105-122.
- Garrigou, A. (1991). The role of the ergonomist in the case of worker's participation in the design of complex industrial installations? pp 1685-1687, In Queinnec, Y., Daniellou, F. (Eds.), *Designing for everyone*, Proceedings of the 11th Congress of the International Ergonomics Association. Taylor and Francis, London.
- Garrigou, A. (1995). La compréhension de l'activité des concepteurs : un enjeu essentiel pour les ergonomes. *Performances Humaines & Technique*, n°74, pp. 12-21.
- Garrigou, A., Thibault J-F., Jackson, M., Mascia, F. (2001). Contributions et démarche de l'ergonomie dans les processus de conception. *Pistes*, vol 3, n°2.
- <http://www.pistes.uqam.ca/v3n2/articles/v3n2a6.htm>
- Gauthereau, V., Hollnagel, E. (2006). Planning, Control, and Adaptation : a Case Study. *European Mangament Journal*, vol.23, n°1, pp. 118-131.
- Geertz, C. (1996). *Ici et Là-bas. L'anthropologue comme auteur*. Paris: Editions Métailié.
- Gersick, C.J.G. (1988). Time and Transition in Work Teams: Toward a New Model of Group Development. *Academy of Management Journal*, vol.31, n°1, pp. 9-41.
- Gersick, C.J.G. (1989). Marking Time: Predictable Transitions in Task Groups. *Academy of Management Journal*, vol.32, n°2, pp. 274-309.
- Gilbert, C. (2002). From One Crisis to the Other: The Shift of Research Interests in France. *Journal of Contingencies and Crisis Management*, vol.10, n°4, pp.192-202.
- Goffman, E. (1968). *Asiles : Etudes sur la condition sociale des malades mentaux*. Paris: Les Editions de Minuit
- Goffman, E. (1974). *La mise en scène de la vie quotidienne. La présentation de soi*. Paris: Les Editions de Minuit.

- Goodman, R.A, Goodman, L.P. (1976). Theater as a Temporary System. *California Management Review*, vol. 15, n°2, pp.103-108.
- Goodman, R.A, Goodman, L.P. (1976). Some Management Issues in Temporary Systems: A study of Professional Development and Manpower. The Theater Case. *Administrative Science Quarterly*, vol. 21, n°3, pp.494-501.
- Gras A., Moricot C., Poirot-Delpech S., Scardigli V. (1994). *Face à l'automate : le pilote, le contrôleur et l'ingénieur*. Paris : Publications de la Sorbonne.
- Grawitz, M. (2000). *Méthodes des sciences sociales*. Editions Dalloz. Collection: Précis Dalloz.
- Grote, G. (2004). Uncertainty Management at the Core of System Design. *Annual Reviews in Control*, n°28, pp.267-374.
- Grote, G. (2005). Human Control of technical Systems – a Misleading Presumption. In Hollnagel, E. (Ed.), Intelligent Decisions? Intelligent Support? *International Workshop on Intelligent Decision Support Systems: Retrospects and Prospects*. Sienna, 20.8-2.9.
- Guerin, F., Laville, A., Daniellou F., Duraffourg, J., Kerguelen, A. (1997). *Comprendre le travail pour le transformer, la pratique de l'ergonomie*. 2ème édition. Montrouge : Editions de l'ANACT.
- Gunningham, N., Kagan, R. A., Thornton, D. (2003). *Shades of Green : Business, Regulation, and Environment*. Stanford: Stanford University Press.
- Hannan, M.T., Polos, L., Carroll, G.R. (2003). The Fog of Change: Opacity and Asperity in Organizations. *Administrative Science Quarterly*, vol. 48, n°3, pp. 399-432.
- Harrison, D., Legendre, C. (2003). Technological Innovations, Organizational Change and Workplace Accident Prevention. *Safety Science*, vol. 41, pp. 319-338.
- Hatchuel, A. (1996). Coopération et conception collective. Variété des crises et des rapports de prescription. In Terssac (De), G. & Friedberg, E. (Dir.), *Coopération et conception*. Toulouse : Octarès Editions, pp.101-121.
- Hatchuel, A., Le Masson, P., Weil, B. (2002). From Knowledge Management to Design Oriented Organizations. *International Social Science Journal*, Blackwell Publishing/ Unesco, vol.171, March, pp.25-37.
- Heimann, L. (1993). Understanding the Challenger Disaster: Organizational Structure and Design of Reliable Systems. *American Political Science Review*, vol.87, n°2, pp.421-435.
- Heimann, L. (1997). *Acceptable Risks, Politics, Policy and Risky Technologies*. An Arbor, MI: The University of Michigan Press.
- Heimann, L. (2005). Repeated Failures in the Management of High Risk Technologies. *European Management Journal*, vol. 23, n°1, pp. 105-117.
- Hirschman, A.O. (1970). *Exit, Voice and Loyalty. Responses to Decline in Firms, Organizations and States*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Idelmerfaa, Z., Richard, J. (2002). Principes et critères pour l'organisation d'activités coopératives de conception. *Le Travail Humain*, tome 65, n°4, pp.363-385.
- Jeantet A., Tiger H., Vinck D., Tichkiewitch S. (1996), La coordination par les objets dans les équipes intégrées de conception de produit. In Terssac (De) G., Friedberg E. (Dir.), *Coopération et Conception*. Toulouse : Octarès Editions, pp.87-99.
- Jeantet, A., (1998). Les objets intermédiaires dans la conception. Eléments pour une sociologie des processus de conception. *Sociologie du travail*, vol. 98, n°3, pp.291-316.
- Kochan, T.A., Smith, M., Wells, J.C., Rebitzer, J.B. (1994). Human Resource Strategies and Contingent Workers: The Case of Safety and Health in the Petrochemical Industry. *Human resource Management*, vol 33, pp.55-77.
- Kolski, C. (1993). *Ingénierie des IHM, Conception et évaluation*. Paris : Editions Hermès.
- Koyré, A. (1971). *Etudes d'histoire de la pensée philosophique*. Paris: Gallimard, Bibliothèque des Idées.

- Kunda, G. (1992). *Engineering Culture. Control and Commitment in a High-Tech Corporation*. Temple University Press.
- Lacoste, M. (2000). Le langage et la structuration des collectifs. In Benchekroun, T. H., Weill-Fassina, A. (Eds.) *Le travail collectif. Perspectives actuelles en ergonomie*. Toulouse: Octarès Editions.
- Lagadec, P., Guilhou, X. (2002). *La fin du risque zéro*. Paris: Eyrolles, Editions d'Organisation.
- Lamonde, F., Viau-Gay, A., Beaufort P., Richard, J-G. (2001). La mémoire de projet : véhicule d'intégration de l'ergonomie et de la SST à la conception. *Pistes*, Vol 3, n°2.
<http://www.pistes.uqam.ca/v3n2/articles/v3n2a1.htm>
- Lamonde, F., Beaufort, P., Richard, J-G. (2004). Ergonomes et préventionnistes : étude d'une pratique de collaboration dans le cadre d'un projet de conception d'une usine – 1ère de deux parties : étude d'une pratique de collaboration dans le cadre d'un projet de conception d'une usine. *Pistes*, vol.6, n°1.
<http://www.pistes.uqam.ca/v6n1/articles/v6n1a1.htm>
- Landau, M. (1969). Redundancy, Rationality and the Problem of Duplication and Overlap. *Public Administration Review*, vol.29, n°4, pp. 346-358.
- La Porte, T.R., Consolini, P.M. (1991). Working in Practise But Not in Theory: Theoretical Challenges of High-reliability Organizations. *Journal of Public Administration Research and Theory*, n°1, pp.19-47.
- La Porte, T.R. (2001). Fiabilité et légitimité soutenable. In Bourrier, M. (Ed.) *Organiser la fiabilité*. Paris : L'Harmattan, pp.71-105.
- Laprie, J.C. (1995). Dependability Its Attributes, Impairments and Means. In Randell, J.-C.L.B., Kopetz, H., Littlewood, B. (Eds.), *Predictably Dependable Computing Systems*. Springer Verlag, pp. 3-24.
- Laroche, H. (1995). From Decision to Action in Organizations: Decision-Making as a Social Representation. *Organization Science*, vol. 6, n°1, pp. 62-75.
- Laroche, H. (1998). Les figures de la décision dans les organisations. *Economies et Sociétés-Sciences de gestion*, vol.8, n°9, pp.331-350.
- Latour, B. (1983). Comment redistribuer le grand partage ? *Revue de synthèse, CIV*, n°110, avril-juin.
- Latour, B. (1984). *Les Microbes : Guerre et paix*. Paris : Editions Métailié.
- Latour, B. (1987). Les vues de l'esprit : une introduction à l'anthropologie des sciences et des techniques. *Réseaux*, n°27, pp. 79-96.
- Latour, B., Woolgar, S. (1988). *La Vie de laboratoire : la Production des faits scientifiques*. Paris : Editions La Découverte.
- Latour, B. (1991). *Nous n'avons jamais été modernes. Essai d'anthropologie symétrique*. Paris : Editions La Découverte.
- Latour, B. (1992). *Aramis ou l'amour des techniques*. Paris : Editions La Découverte.
- Latour, B. (1994). *Sociologie des sciences analyse des risques collectifs et des situations de crise. Point de vue de Bruno Latour*. Actes de la première séance du séminaire du programme Risques Collectifs et Situations de Crise.
- Lécaille P. (2003). *La trace habilitée : Une ethnographie des espaces de conception dans un bureau d'études de mécanique : l'échange et l'équipement des objets grapho-numériques entre outils et acteurs de la conception*. Thèse de Doctorat en Génie Industriel, mention économie et sociologie, Université Pierre Mendès-France, Grenoble.
- Le Masson, P., Weil, B. (1999). Nature de l'Innovation et pilotage de la recherche industrielle. Le centre de recherche Sekurit de Saint-Gobain. *Cahiers n°16*, 85 pages.
- Leplat, J. (1997). *Regards sur l'activité en situation de travail. Contribution à la psychologie ergonomique*. Paris : Presses Universitaires de France.

- Leplat, J. (2004). Eléments pour l'étude des documents prescripteurs. *@ctivités*, vol.1, n°2, pp.195-216.
- Lewkowitch-Orlandi, A., Schram, J., (1994). Place de l'ergonomie dans un projet d'organisation concernant plusieurs sites industriels, cas de l'organisation des arrêts de tranche pour rechargement dans les centrales industrielles. *Actes du XXIXe congrès de la Société d'Ergonomie de Langue Française (SELF)*. Paris, septembre.
- Lorino, P. (1997). *Méthodes et pratiques de la performance. Le pilotage par les processus et les compétences*. Paris: Editions d'Organisation.
- Lundin, R.A., Söderholm, A. (1995). A Theory of the Temporary Organization. *Scandinavian Journal of Management*, vol.11, n°4, pp. 437-455.
- Maggi, B. (1996). La régulation du processus d'action de travail. In Cazamian, P., Hubault, F., Noulin, M. (Dir.), *Traité d'ergonomie*. Toulouse: Octarès Editions, pp.637-662.
- Malinowski, B. (1985). *Journal d'ethnologue*. Paris: Editions Seuil, Collection Recherches anthropologiques.
- Marescaux, P.-J., Desrichard, O. (2002). Permutation périodique des tâches au sein d'une équipe : motivation, fatigue ou norme sociale ? *Le Travail Humain*, vol.65, n°2, pp.127-158.
- Mason, R.O. (2004). Lessons in Organizational Ethics from the Columbia Disaster : Can a Culture be Lethal ? *Organizational Dynamics*, vol.33, n°2, pp.128-142.
- Mayen, P., Savoyant, A. (2002). Formation et prescription : une réflexion de didactique professionnelle. *Actes du XXXVIIe congrès de la Société d'Ergonomie de Langue Française (SELF)*. Aix-en-Provence, septembre, pp.225-231.
- Medvedev, G. (1991). *The Truth about Chernobyl*. New York: Basic Books.
- Midler, C. (1993). *L'auto qui n'existait pas*. Paris: Inter Editions.
- Millot, P. (1990). Coopération homme-machine : exemple de la téléopération. *Actes des Journées du GR Automatique*, Strasbourg, 17-19 Octobre.
- Mintzberg, H. (1989). *Le management. Voyages au centre des organisations*. Paris: Editions d'Organisation.
- Mintzberg, H. (2003). *Structure et dynamique des organisations*. Paris : Editions d'Organisation.
- Mital, A., Motorwala, A., Kulkarni, M., Sinclair, M., Siemieniuch, C. (1994 a). Allocation of Functions to Humans and Machines in a Manufacturing Environment: Part I-Guidelines for the Practitioner. *International Journal of Industrial Ergonomics*, n°14, pp.3-31.
- Mital, A., Motorwala, A., Kulkarni, M., Sinclair, M., Siemieniuch, C. (1994 b). Allocation of Functions to Humans and Machines in a Manufacturing Environment: Part II-The Scientific Basis (Knowledge Base) for the Guide. *International Journal of Industrial Ergonomics*, n°14, pp.33-49.
- Montmollin (De), M. (Sous la direction de) (1997). *Vocabulaire de l'ergonomie*. Deuxième édition revue et augmentée. Toulouse : Octarès Editions.
- Montmollin (De), M. (2001). *Discours sur l'organisation du travail*. Paris : L'Harmattan.
- Morgan G. (1999). *Images de l'organisation*. Paris : De Boeck
- Moricot, C. (1996 a). Les représentations des pilotes face à l'évolution technique et quant à leur rôle dans la sécurité. In OACI (Organisation de l'Aviation Civile Internationale), Facteurs humains, étude n°13, *Proceedings of the Third ICAO global flight Safety and Human Factors Symposium*, CIRC 266-AN/158.
- Moricot, C. (1996 b). Collectif et automatisation dans le cockpit, les pilotes de ligne au quotidien. *Ethnologie Française*, vol. 26, pp. 309-316.
- Moricot, C. (1997). *Des avions et des hommes. Socio-anthropologie des pilotes de ligne face à l'automatisation des avions*. Lille : Presses universitaires du Septentrion.
- Moricot, C. (2001). La maintenance des avions : une face cachée du macro-système aéronautique. In Bourrier, M. (Ed.) *Organiser la fiabilité*. Paris : Editions l'Harmattan, pp.183-199.

- Morley, E., Silver, A. (1977). A film director's approach to managing creativity. *Harvard Business Review*, march-avril, pp. 59-70.
- Moulin, J. (2003). *Le risque, le salarié et l'entreprise. Contribution syndicale à la prévention des risques industriels et technologiques majeurs*. Montreuil: VO Editions.
- Nelkin, D., Brown, M. S. (1984). *Workers at Risk : Voices from the Workplace*. Chicago : The University of Chicago Press.
- Néré, J.J. (2000). *Comment gérer un projet*. Paris: Démos.
- Noble, D.J. (1979). Social Choice in Machine Design: The Case of Automatically Controlled Machine Tools. In Mackenzie, D., Wajcman, J. (Dir.), *The Social Shaping of technology*. Philadelphia: Open University Press.
- Orr, J.E. (1996). *Talking about Machine : An Ethnography of a Modern Job*. Cornell University Press.
- Packendorff, J. (1995). Inquiring into the Temporary organization: New Directions for Project Management Research. *Scandinavian Journal of Management*, vol.11, n°4, pp. 319-333.
- Palisi, B. (1970). Some Suggestions about the Transitory-Permanence Dimension of Organizations. *The British Journal of Sociology*, vol.21, n°2, pp.200-206.
- Papazoglou, I.A., Bellamy, L.J., Hale, A.R., Anezis, O.N., Ale, B.J.M., Post, J.G., Oh, J.I.H. (2003). I-Risk : Development of an Integrated Technical and Management Risk Methodology for Chemical Installations. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, vol.16, pp. 575-591.
- Passeron, J.-C. (1991). *Le raisonnement sociologique. L'espace non-poppérien du raisonnement naturel*. Paris: Editions Nathan.
- Perin, C. (2005). *Shouldering Risks. The culture of Control in the Nuclear Power Industry*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Perrow, C. (1983). The Organizational Context of Human Factors Engineering. *Administrative Science Quarterly*, vol.28, pp.521-541.
- Perrow, C.(1999 a). *Normal Accidents, Living with High-Risk Technologies*. Princeton, New Jersey: Princeton University Press. (2ème édition avec post-face, 1ère édition, 1984)
- Perrow, C. (1999 b). Organizing to Reduce the Vulnerabilities of Complexity. *Journal of Contingences and Crisis Management*, vol.7, n°3, pp.150-155.
- Pidgeon, N., O'Leary, M. (2000). Man-made Disasters: Why Technology and Organizations (sometimes) fail. *Safety Science*, n°34, pp.15-30.
- Pugh, D.S., Hickson, D.J., Hinings, C.R., MacDonald, K.M., Turner, C., Lupton, T. (1963). A Conceptual Scheme for Organizational Analysis. *Administrative Science Quarterly*, n°3, pp.289-315.
- Riboud, A. (1987). *Modernisation, mode d'emploi. Rapport au premier ministre*. Editions 10-18.
- Rifkin, J. (1995). *La fin du travail*. Paris : Editions La Découverte.
- Roberts, K.H., Bea, R.B. (2001). When Systems Fail. *Organizational Dynamics*, vol.29, n°3, pp. 179-191.
- Rochlin, G. (2001). Les organisations « à haute fiabilité » : bilan et perspectives de recherche. In Bourrier, M. (Ed.) *Organiser la fiabilité*. Paris : L'Harmattan, pp.39-70.
- Rochlin, G., La Porte, T.R., Roberts, K.H. (1987). The Self-Designing High-Reliability Organization: Aircraft Carrier Flight Operations at Sea. *Naval War College Review*, autumn, pp.76-91.
- Rohmer, O., Bonnefond, A., Muzet, A., Tassi. P. (2004). Etude du rythme veille/sommeil, de l'activité motrice générale et du comportement alimentaire de travailleurs postés obèses : l'exemple des infirmières. *Le Travail Humain*, vol. 67, n°4, pp. 359-376.
- Rot, G. (2006). *Sociologie de l'atelier. Renault, le travail ouvrier et le sociologue*. Toulouse : Octarès Editions.
- Rouse, W.B. (1991). *Design for Success: a Human-centered approach to Designing Successful Products and Systems*. New-York: Wiley.

- Rousseau, D.M., Libuser, C. (1997). Contingent Workers in High Risk Environment, *California Management Review*, vol.39, n°2, pp.103-123.
- Rudolph, J.W., Reppenning, N.P. (2002). Disaster dynamics: understanding the role of quantity in organizational collapse. *Administrative Science Quarterly*, vol.47, n°1, pp.1-29.
- Sardas, Erschler & De Terssac, G. (2002). Coopération et organisation de l'action collective. In Soënen R., Perrin J. (Dir.), *Coopération et connaissance dans les systèmes industriels*. Paris: Hermès Science Publications.
- Scardigli V. (2001) *Un anthropologue chez les automates. De l'avion informatisé à la société numérisée*. Paris : Presses Universitaires de France.
- Saussois, J.M., Laroche, H. (1991). The Politics of Labeling, Organizational Problems : An Analysis of the Challenger Case. *Knowledge and Policy : The International Journal of Knowledge Transfer*, vol.4, n°s 1 & 2, pp.89-106.
- Scott, W. R. (2003). *Organizations, Rational, Natural, and Open Systems*. Englewoods Cliffs, NJ: Prentice Hall, Fifth Edition.
- Shenhar, A. J. (2001). Contingent Management in Temporary Dynamic Organisations: The Comparative Analysis of Projects. *Journal of High Technology Management Research*, vol.12, pp. 239-271.
- Sheridan, T.B. (1992). *Telerobotics, Automation and Human Supervisory Control*. Cambridge MA: MIT Press.
- Shrivastava, P. (1987). *Bhopal: Anatomy of a Crisis*. Cambridge, MA: Ballinger.
- Shrivastava, P.(1995). Industrial/Environmental Crises and Corporate Social Responsibility. *The Journal of Socioeconomics*, vol.24, n°1, pp.211-227.
- Sennett, R. (2000). *Le travail sans qualités. Les conséquences humaines de la flexibilité*. Paris : Editions Albin Michel.
- Simmel, G. (1999). *Sociologie. Etudes sur les formes de la socialisation*. Paris : Presses Universitaires de France.
- Simondon, G. (1958). *Du mode d'existence des objets techniques*. Paris : Aubier Philosophie.
- Six, F. (1999). *De la prescription à la préparation du travail : apports de l'ergonomie à la prévention et à l'organisation du travail sur les chantiers du bâtiment*. Document pour l'habilitation à Diriger des Recherches. Lille : Université Charles de gaulle Lille 3.
- Star, S.L., Griesemer, J. (1989). Institutional Ecology, Translations and Boundary, Objects: Amateurs and Professionals in Berkeley's Museum of Vertebrate Zoology, 1907-1939, *Social Studies of Science*, vol.19, p.387-420.
- Stroobants, M. (1993). *Savoir-faire et compétences au travail. Une sociologie de la fabrication des aptitudes*. Bruxelles : Editions de l'Université de Bruxelles.
- Suchman, L.A. (1987). *Plans and Situated Actions. The Problem of Human Machine Communication*. Cambridge : Cambridge University Press.
- Terssac (De), G. (1992). *Autonomie dans le travail*. Paris : Presses Universitaires de France.
- Terssac (De), G., Maggi, B. (1996). Autonomie et conception. In Terssac (De), G. & Friedberg, E. (Dir.), *Coopération et conception*. Toulouse : Octarès Editions, pp.243-266.
- Terssac (De), G., Lalande, K., Soldano, C. (1997). Tensions entre activités professionnelles et décisions organisationnelles, *Clés*, n°29, pp. 91-108.
- Terssac (De), G. (2002). *Le travail une aventure collective*. Recueil de textes. Toulouse : Octarès Editions.
- Terssac (De), G., Leplat, J. (2002). La fiabilité et l'ergonomie : spécificité et complémentarité. In Terssac (De), G. (Dir.), *Le travail : une aventure collective*. Toulouse : Octarès Editions, pp. 93-101.
- Terssac (De), G. (2002). Le travail d'organisation comme facteur de performance. In G. De Terssac (Dir.), *Le travail : une aventure collective*. Toulouse : Octarès Editions, pp.149-159.

- Terssac (De), G., Reynaud, J.D. (2002). L'organisation du travail et les régulations sociales. In Terssac (De), G. (Dir.), *Le travail : une aventure collective*. Toulouse : Octarès Editions, pp. 223-235.
- Terssac (De), G., Lalande, K. (2002). *Du train à vapeur au TGV: Sociologie du travail d'organisation*. Paris : Presses Universitaires de France.
- De Terssac, G. (2003). Vers une sociologie des activités professionnelles, Communication présentée aux IXèmes journées de sociologie du travail. Paris, 27-28 novembre.
- Thébaud-Mony, A. (2000). *L'industrie nucléaire. Sous-traitance et servitude*. Paris : Editions E.D.K.
- Theureau, J., Pinsky, L. (1984). Paradoxe de l'ergonomie de conception et logiciel informatique, *Revue des Conditions de Travail*, n°9.
- Theureau, J., Jeffroy, F. (Ed.) (1994). *Ergonomie des situations informatisées, la conception centrée sur le cours d'action des utilisateurs*. Toulouse: Octarès Editions.
- Theureau, J. (2004). *Le cours d'action. Méthode élémentaire*. Toulouse: Octarès Editions.
- Thomas, R.J. (1994). *What Machines Can't Do? Politics and Technology in the Industrial Enterprise*. Berkeley: University of California Press.
- Vaughan, D. (1996). *The Challenger Launch Decision*. Chicago, IL : The University of Chicago Press.
- Vallery, G., Hervet, c. (2005). Impact des diverses modalités organisationnelles du travail posté sur le sommeil, les comportements alimentaires, la vie sociale et familiale : le cas du personnel soignant en milieu hospitalier français. *Pistes*, vol.7, n°1.
<http://www.pistes.uqam.ca/v7n1/articles/v7n1a5.htm>
- Verdier, F. (2001). Les grandes organisations : un lieu privilégié de mise en évidence des interactions nécessaires entre micro et macro-ergonomie dans les stratégies de transformation du travail. Comptes rendus du congrès de la SELF-ACE 2001. *Les transformations du travail, enjeux pour l'ergonomie*, vol.4, pp.65-70.
- Vidaillet, B. (1999). L'évolution du concept de décision en théorie des organisations. In *Gestion et Décision*, Collection Histoire, Gestion, Organisations. Toulouse : Presses de l'Université des Sciences Sociales de Toulouse, vol.7, pp. 477-494.
- Vigour, C. (2005). *La comparaison dans les sciences sociales. Pratiques et méthodes*. Paris : Editions La Découverte.
- Vinck, D. (Dir.) (1999). *Ethnographie de l'activité de conception et d'innovation*. Grenoble : Presses Universitaires de Grenoble.
- Wäfler, T. Grote, G. Windischer, A., Ryser, C. (2003). KOMPASS: A method for Complementary System Design. In Hollnagel, E. (Ed.), *Handbook of Cognitive task Design*, Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum, pp. 477-502.
- Wei & al., (1992) Integrated Intelligent Design Environment for Design Management and Cooperation. *Design Theory and Methodology*, vol. 42, ASME, pp. 157-166.
- Weick, K. (1976). Educational Organizations as Loosely Coupled Systems. *Administrative Science Quarterly*, vol. 21, n°1, pp. 1-19.
- Wisner, A. (1997). Aspects psychologiques de l'anthropotechnologie. *Le Travail humain*, tome 60, n°3, pp. 229-254.
- Wolff, M., Burkhardt, J.-M., De La Garza, C. (2005). Analyse exploratoire de « points de vue » : une contribution pour outiller les processus de conception. *Le Travail Humain*, tome 68, n°3, pp. 253-284.
- Woodward, J. (1965). *Industrial Organization: Theory and Practise*. Londres: University of Oxford Press.

