

IRSN

INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Faire avancer la sûreté nucléaire

Sûreté des laboratoires, usines,
installations en démantèlement et
installations de traitement,
d'entreposage ou de stockage de
déchets

Enseignements tirés des
événements déclarés en
2009 et 2010

Rapport IRSN/DSU n°248

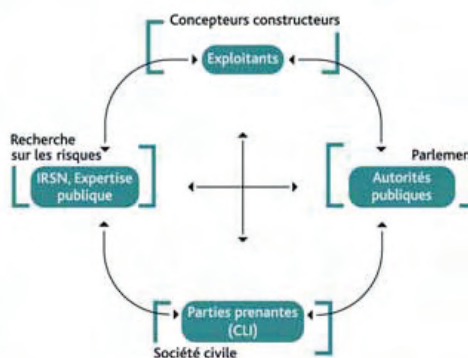
DIRECTION DE LA SÛRETÉ DES USINES,
DES LABORATOIRES, DES TRANSPORTS
ET DES DÉCHETS

Sûreté nucléaire et protection contre les rayonnements ionisants

L'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire, créé par la loi 2001-398 du 9 mai 2001, sous le statut d'établissement public à caractère industriel et commercial (EPIC) est l'expert public national des risques nucléaires et radiologiques. L'IRSN concourt aux politiques publiques en matière de sûreté nucléaire et de protection de la santé et de l'environnement au regard des rayonnements ionisants. Organisme de recherche et d'expertise, il agit en concertation avec tous les acteurs concernés par ces politiques, tout en veillant à son indépendance de jugement.

EN FRANCE, LA PRÉVENTION DES RISQUES NUCLÉAIRES ET RADIOLOGIQUES REPOSE SUR QUATRE PILIERS COMPLÉMENTAIRES

- **Les exploitants** sont responsables de la sûreté de leurs installations. Ils doivent démontrer la pertinence des moyens techniques et organisationnels mis en œuvre à cet effet (dossiers de sûreté, études d'impact des rejets).
- **Les autorités publiques** déterminent les politiques de sûreté nucléaire et de radioprotection. Elles organisent et mettent en œuvre le contrôle conformément à la loi n° 2006-686 du 13 juin 2006 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire.
- **L'IRSN, pôle public d'expertise** sur les risques nucléaires et radiologiques, évalue pour les différentes autorités compétentes, les dossiers fournis par les exploitants. Il analyse en permanence le retour d'expérience du fonctionnement des installations. Il évalue l'exposition des hommes et de l'environnement aux rayonnements, et propose des mesures visant à protéger les populations dans l'hypothèse d'un accident. L'expertise de l'IRSN repose sur ses activités de recherche, conçues le plus souvent dans un cadre international, qui lui assurent les moyens d'investigation les plus performants.
- **Les Commissions Locales d'Information (CLI)** rassemblent les parties prenantes concernées par une installation nucléaire donnée et forment un organe privilégié d'accès à l'information et de vigilance autour des enjeux de sûreté, de protection de la santé et de l'environnement.



L'IRSN EST UN ÉTABLISSEMENT À CARACTÈRE INDUSTRIEL ET COMMERCIAL (EPIC)

- **Il est placé sous la tutelle conjointe** du ministre d'État, ministre de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire, du ministre de l'Économie, de l'Industrie et de l'Emploi, du ministre de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, du ministre de la Défense et du ministre de la Santé, de la Jeunesse, des Sports et de la Vie associative.
- **Son budget**, (299 Me en 2007) est financé à hauteur de 68 % par une subvention inscrite au budget du ministère de l'Écologie, dans le cadre de la mission LOLF « recherche et enseignement supérieur », programme « recherche sur les risques environnementaux », action « risques nucléaires et radiologiques ». Cette subvention est complétée par des financements publics ou privés, nationaux, européens ou internationaux dédiés à des programmes de recherche ou d'expertise spécifiques. L'IRSN dispose de près de 1 700 salariés, dont plus d'un millier d'experts et de chercheurs.
- **Ses ressources sont consacrées pour :**
 - **47 % à la recherche.** Les programmes les plus lourds, nécessitant des réacteurs nucléaires de recherche ou des moyens conséquents (comportement des combustibles, simulations d'accidents, etc.), sont mutualisés au niveau international ;
 - **37 % à l'appui technique** aux autorités et aux missions de service public (surveillance radiologique, information, enseignement...)
 - **8 % à l'expertise nucléaire de défense**, en appui aux autorités compétentes dans ce domaine ;
 - **8 % aux prestations d'expertises et d'études** avec plusieurs milliers de clients - publics ou privés - en France et de manière croissante à l'étranger.

TABLE DES MATIÈRES

1	INTRODUCTION	5
2	PRESENTATION DES INSTALLATIONS « LUDD »	6
3	PRINCIPALES TENDANCES OBSERVEES	10
4	ANALYSE TRANSVERSE DES EVENEMENTS SURVENUS DANS LES INSTALLATIONS DE TYPE LUDD	13
4.1	EVENEMENTS RELATIFS AUX RISQUES DE DISSEMINATION DE MATIERES RADIOACTIVES.....	14
4.2	EVENEMENTS RELATIFS AUX RISQUES D'EXPOSITION AUX RAYONNEMENTS IONISANTS	18
4.3	EVENEMENTS RELATIFS AUX RISQUES DE CRITICITE	21
4.4	EVENEMENTS RELATIFS AUX RISQUES D'INCENDIE ET AUX RISQUES D'EXPLOSION.....	24
4.5	EVENEMENTS RELATIFS AUX RISQUES ASSOCIES AUX OPERATIONS DE MANUTENTION	27
4.6	ANALYSE DES CAUSES DE NATURE TECHNIQUE.....	30
4.7	ANALYSE DES CAUSES DE NATURE ORGANISATIONNELLE OU HUMAINE.....	32
5	EVENEMENTS ET INCIDENTS.....	38
5.1	EVENEMENTS SURVENUS LORS D'OPERATIONS D'ASSAINISSEMENT OU DE DEMANTELEMENT ..	39
5.2	EVENEMENTS RELATIFS A DES INSTALLATIONS D'IONISATION.....	45
5.3	EVENEMENTS RESULTANT DE DEFAUTS DE MAITRISE DES QUANTITES DE MATIERES FISSILES ..	51
6	SYNTHESE	58
	ANNEXE : CRITERES DE DECLARATION DES EVENEMENTS SIGNIFICATIFS AU TITRE DE LA SURETE, DE LA RADIOPROTECTION, DE L'ENVIRONNEMENT, PRESENTES DANS LE GUIDE ASN DU 21 OCTOBRE 2005	62

1 INTRODUCTION

Le maintien d'un haut niveau de sûreté et de radioprotection dans les installations nucléaires requiert une vigilance permanente de tous les acteurs impliqués et tout particulièrement des exploitants qui sont les premiers responsables de la sûreté de leurs installations. Un tel résultat n'est jamais définitivement acquis ; il doit toujours être recherché d'améliorer la sûreté et la radioprotection pour tenir compte des connaissances nouvelles issues de la recherche ou d'études et des enseignements tirés du retour d'expérience national et international.

Afin de favoriser la diffusion la plus large du retour d'expérience, l'IRSN a diffusé, en décembre 2009, un premier rapport (rapport DSU n° 215 consultable sur le site internet de l'IRSN : www.irsn.fr) dégageant les enseignements généraux pour la sûreté des installations nucléaires de base (INB) autres que les réacteurs en exploitation, sur la base d'une analyse transverse des événements déclarés à l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) au cours des années 2005 à 2008.

A la fin de l'année 2010, la France dispose de 72 installations nucléaires de base (INB) autres que des réacteurs en exploitation. Il s'agit d'installations de type « Laboratoires, Usines, installations en Démantèlement et des installations de traitement, d'entreposage ou de stockage de Déchets » (LUDD). De natures très diverses, ces INB sont exploitées par des exploitants divers dont les principaux sont AREVA, CEA, EDF et ANDRA.

Le présent rapport constitue une suite du rapport DSU n°215. Sans objectif d'exhaustivité, ce rapport présente les enseignements dégagés de l'analyse transverse effectuée par l'Institut des événements déclarés à l'ASN au cours des années 2009 et 2010 dans les installations de type LUDD, en soulignant les principales évolutions constatées par rapport à la précédente analyse, de façon à mettre en exergue les améliorations constatées, les axes de progrès et les principaux points de vigilance.

Le présent rapport comporte quatre volets :

- le premier volet présente succinctement les différentes familles d'installations de type LUDD, en soulignant les évolutions par rapport à la présentation faite dans le rapport DSU n°215 ;
- le deuxième volet présente une synthèse des principales tendances observées concernant les événements déclarés à l'ASN au cours des années 2007 à 2010 ainsi qu'un bilan global des conséquences des événements déclarés au cours des années 2009 et 2010 pour les travailleurs, la population et l'environnement ;
- le troisième volet présente une analyse transverse des événements significatifs déclarés au cours des années 2009 et 2010, menée sous deux angles complémentaires (analyse des principaux types d'événements regroupés par type de risque et analyse des causes génériques). Les principales évolutions constatées par rapport à l'analyse présentée dans le rapport DSU n°215 sont analysées ;
- enfin, le dernier volet présente une sélection d'événements significatifs survenus au cours des années 2009 et 2010, visant à illustrer sur des cas concrets marquants l'analyse transverse réalisée.

L'IRSN continuera à diffuser périodiquement ce type de rapport dans les années à venir, afin d'exposer les améliorations constatées et les axes de progrès envisageables, dans l'objectif global de faire avancer la sûreté des installations nucléaires françaises.

2 PRESENTATION DES INSTALLATIONS « LUDD »

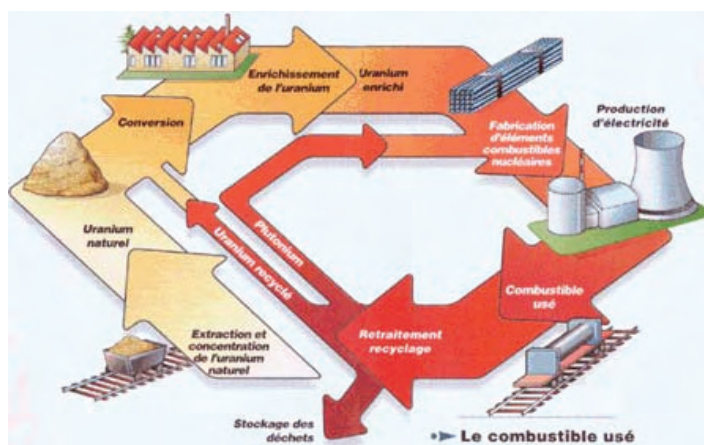
En dehors du parc national électronucléaire d'EDF, constitué de 58 réacteurs à eau sous pression, et de 10 réacteurs de recherche en exploitation, la France disposait, à la fin de l'année 2010, de 72 autres installations nucléaires de base (INB). Il s'agit d'installations nucléaires de type « Laboratoires, Usines, installations en Démantèlement et installations de traitement, d'entreposage ou de stockage de Déchets » (ci-après dénommées LUDD).

A la différence des réacteurs électronucléaires, de conceptions similaires, qui sont exploités par un seul exploitant EDF, les installations LUDD sont de natures très diverses (en terme d'activités et de risques) et sont exploitées par des exploitants divers dont les principaux sont AREVA, CEA, ANDRA et EDF. La classification des INB LUDD en 5 grandes familles d'installations reste identique à celle présentée dans le précédent *rapport public relatif aux années 2005 à 2008*. Au cours des années 2009 et 2010, plusieurs changements ont eu lieu au sein de ces familles. Ceux-ci sont soulignés dans la présentation succincte des 5 familles effectuée ci-dessous.

Les critères de classement des installations en tant qu'installations nucléaires de base sont définis dans le décret n° 2007-830 du 11 mai 2007 pris en application de la loi n° 2006-686 du 13 juin 2006 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire, dénommée loi TSN.

2.1 LES INSTALLATIONS DU CYCLE DU COMBUSTIBLE NUCLEAIRE : 15 INB A LA FIN DE L'ANNEE 2010

Cette famille regroupe 13 installations, exploitées par le groupe AREVA, réalisant les opérations de préparation du combustible nucléaire destiné à être utilisé dans les réacteurs nucléaires ainsi que celles de traitement du combustible utilisé après utilisation. Sont également rattachés à cette famille, les deux magasins d'entreposage de combustibles neufs à base d'oxyde d'uranium, exploités par EDF.



Par rapport au précédent rapport public, l'installation ATPu du centre CEA de Cadarache qui réalisait la fabrication de combustibles MOX et l'installation LPC associée ainsi que l'atelier HAO de l'usine de traitement UP2-400 du site de La Hague, qui ont fait l'objet de décrets de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement (MAD DEM) en 2009, ne font plus partie de cette famille d'INB. Ces trois INB font dorénavant partie de la famille des installations à l'arrêt définitif ou en cours de démantèlement.

Les 13 installations du groupe AREVA de cette famille sont :

- ❑ les usines d'enrichissement de l'uranium (Georges Besse 1 et 2) implantées sur le site du Tricastin ;
- ❑ les usines TU5 et COMURHEX de transformation de l'uranium issu du traitement de combustibles usés, implantées sur le site AREVA de Pierrelatte ;
- ❑ les usines FBFC de fabrication d'assemblages combustibles pour les réacteurs REP et de combustibles pour les réacteurs de recherche, implantées sur le site de Romans-sur-Isère ;
- ❑ l'usine MELOX de fabrication de combustibles MOX implantée sur le site de Marcoule ;
- ❑ les usines de traitement de combustibles usés (UP3A et UP2-800) en exploitation, implantées sur le site de La Hague ; l'ancienne usine UP2-400 qui est arrêtée et fait l'objet de travaux préparatoires à son démantèlement (excepté l'atelier HAO qui a déjà fait l'objet d'un décret de MAD DEM), est rattachée à cette famille.

2.2 LES INSTALLATIONS INDUSTRIELLES HORS CYCLE DU COMBUSTIBLE NUCLEAIRE : 13 INB A LA FIN 2010

Depuis la diffusion du rapport public relatif aux années 2005 à 2008 (rapport DSU n°215), cette famille d'installations, dénommée dans le présent rapport « installations industrielles hors cycle », n'a pas connu de changement.

Les installations industrielles hors cycle comprennent :

- ❑ l'usine de production de radioéléments artificiels, située sur le centre CEA de Saclay, exploitée par CIS BIO INTERNATIONAL ;
- ❑ six installations d'irradiation industrielle implantées sur six sites différents, exploitées par les sociétés IONISOS, ISOTRON France et CIS BIO INTERNATIONAL ;
- ❑ trois installations dédiées à la maintenance de matériels provenant d'autres INB (SOMANU située à Maubeuge, SOCATRI et BCOT implantées sur le site du Tricastin) ;
- ❑ l'installation CENTRACO de traitement et de conditionnement de déchets radioactifs de faible activité, exploitée par la société SOCODEI sur le site de Codolet ;
- ❑ le laboratoire d'expertises sur des matériaux provenant des réacteurs de puissance, exploité par EDF sur le site de Chinon ;
- ❑ l'Installation d'entreposage de décroissance sous eau de combustibles irradiés provenant du réacteur SUPERPHENIX, exploitée par EDF sur le site de Creys-Malville.

2.3 LES INSTALLATIONS DE RECHERCHE ET DE SUPPORT ASSOCIEES : 16 INB A LA FIN 2010

Cette famille, dénommée dans le présent rapport « installations de recherche », a connu trois changements depuis la fin de l'année 2008 :



Installation AGATE



Installation ICEDA (juin 2011)

deux nouvelles installations de support ont été créées :

- ❑ l'installation AGATE « atelier de gestion avancée et de traitement des effluents » sur le centre CEA de Cadarache,
- ❑ l'installation ICEDA « installation de conditionnement de déchets activés » sur le site EDF du Bugey ;

une installation ne fait plus partie de cette famille :

- ❑ l'accélérateur LURE, qui a fait l'objet d'un décret de MAD DEM en 2009 et appartient dorénavant à la famille des installations en démantèlement.

En dehors des installations de support (gestion des déchets et des effluents liquides radioactifs et entreposage de matières fissiles ou de combustibles irradiés), cette famille d'INB regroupe :

- ❑ des laboratoires de recherche exploités par le CEA sur les centres de Cadarache (laboratoires LECA, STAR, CHICADE et LEFCA), Marcoule (ATALANTE) et Saclay (LECI) ;
- ❑ le Grand accélérateur d'ions lourds (GANIL), exploité par le GIE GANIL (regroupant le CEA et le CNRS), implanté à proximité de Caen.

2.4 LES INSTALLATIONS DE STOCKAGE DE DECHETS RADIOACTIFS : DEUX INB A LA FIN 2010

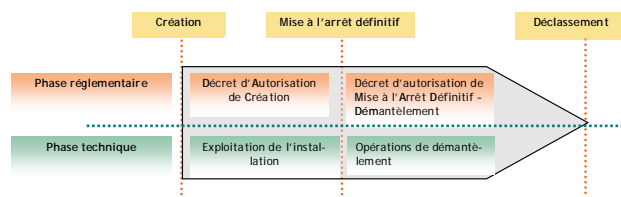
La France dispose de deux centres de stockage en surface de déchets radioactifs de faible et moyenne activité massique à vie courte, classés INB, exploités par l'ANDRA :

- ❑ le centre de stockage de la Manche (CSM), situé à proximité du site AREVA de La Hague, qui est en phase de surveillance depuis janvier 2003 ;
- ❑ le centre de stockage de l'Aube (CSA), en cours d'exploitation, situé sur la commune de Soulaines-Dhuys.

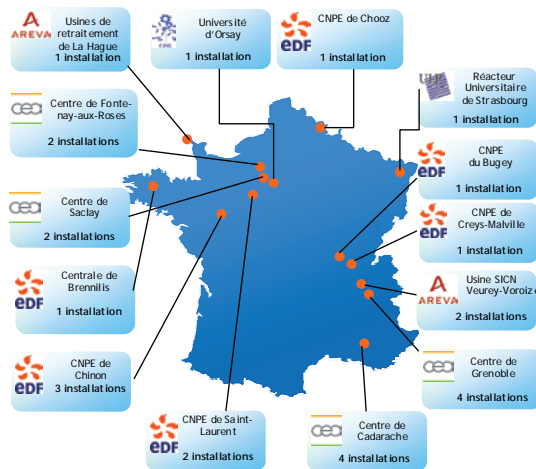
2.5 LES INSTALLATIONS A L'ARRET DEFINITIF OU EN COURS DE DEMANTELEMENT : 26 INB A LA FIN 2010

Depuis la fin de l'année 2008, cette famille s'est enrichie de plusieurs INB ayant fait l'objet d'un décret de MAD DEM (comme rappelé ci-dessus). En revanche, l'installation Harmonie, qui a été rayée de la liste des INB en 2009 à la fin des travaux de démantèlement, ne fait plus partie de cette famille.

En dehors des 14 installations de type « laboratoires et usines », cette famille comprend également les réacteurs arrêtés définitivement et ne contenant plus de combustible nucléaire ; en effet, lorsque le combustible a été retiré du réacteur, les risques que présentent ces installations sont plus proches de ceux d'une INB de type « laboratoires et usines » (suppression notamment des risques liés à la puissance résiduelle du réacteur).



La loi de juin 2006 relative « à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire » (loi TSN) stipule que les étapes de la vie d'une INB, depuis sa création jusqu'à son démantèlement (excepté pour les installations de stockage de déchets pour lesquelles l'étape de démantèlement est remplacée par le passage en phase de surveillance), font l'objet d'autorisations par décrets. A l'issue de son démantèlement, une installation peut être déclassée et rayée de la liste des INB.



Les installations nucléaires à l'arrêt définitif ou en cours de démantèlement en France

2.6 CARACTERISTIQUES DES INSTALLATIONS DE TYPE LUDD

Comme la présentation effectuée ci-dessus le montre, les installations de type LUDD sont très diverses ; la nature et l'importance des risques associés à ces installations ainsi que les conséquences pouvant résulter de leur exploitation diffèrent, parfois sensiblement, d'une installation à l'autre. Ainsi, pour les installations en exploitation, cette diversité est fortement liée aux caractéristiques des matières radioactives mises en œuvre (radionucléides présents et formes physico-chimiques associées) dans ces installations ainsi qu'aux procédés utilisés (nature des réactifs...).

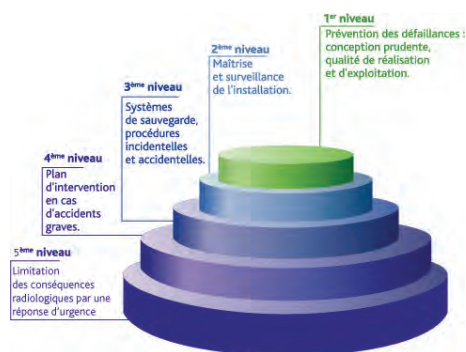
Il est important de souligner que la très grande majorité de ces installations présente des risques liés aux facteurs organisationnels et humains, dans la mesure où les procédés mis en œuvre ou les activités réalisées dans ces installations nécessitent généralement la réalisation d'opérations humaines à proximité des matières radioactives. Cet aspect important est confirmé par le retour d'expérience des événements déclarés à l'ASN, qui ont souvent une ou plusieurs causes d'origine humaine ou organisationnelle (voir le chapitre 4 du présent rapport).

Une présentation détaillée des principaux risques associés aux différentes familles d'installations LUDD est consultable sur le site internet de l'institut (www.irsn.fr) à la rubrique « Base de connaissances » ; une synthèse a été également présentée dans le précédent rapport public, également consultable sur le site internet de l'institut à la rubrique « Avis aux autorités ».

2.7 APPROCHE GENERALE DE LA SURETE

Il est important de rappeler que les dispositions de sûreté et de radioprotection sont déterminées dans le cadre d'une démarche essentiellement déterministe, en s'appuyant sur le principe de défense en profondeur visant à prévenir les incidents et accidents ou à en limiter les effets ainsi que sur la démarche d'optimisation en matière de radioprotection.

Un élément primordial de l'approche de sûreté nucléaire réside dans le souci de rechercher à l'améliorer de façon continue. Améliorer la sûreté des installations implique la prise en compte des nouvelles connaissances en matière de sûreté ainsi que du retour d'expérience (REX) d'exploitation (dosimétrie, gestion des déchets et effluents, incidents et accidents...). En particulier, des efforts importants doivent être consacrés à l'analyse des anomalies, incidents et accidents et à la mise en place des modifications et mesures correctives qui résultent de cette analyse.



Les 5 niveaux de la défense en profondeur

La sûreté nucléaire est « l'ensemble des dispositions techniques et des mesures d'organisation relatives à la conception, à la construction, au fonctionnement, à l'arrêt et au démantèlement des installations nucléaires de base, ainsi qu'au transport des substances radioactives, prises en vue de prévenir les accidents ou d'en limiter les effets » (Article 1 de la loi TSN).

Tout exploitant d'INB est tenu de déclarer la survenue de tout écart répondant à un des critères établis par l'Autorité de Sûreté Nucléaire (événements significatifs), dans un délai maximal de 2 jours après sa détection. Il doit ensuite fournir sous deux mois son analyse de l'événement dans un compte rendu d'événement significatif (CRES). Les critères retenus pour définir les événements significatifs « impliquant la sûreté pour les INB autres que les réacteurs à eau pressurisée », les événements significatifs « impliquant la radioprotection pour les INB » et les événements significatifs « impliquant l'environnement pour les INB » sont rappelés dans l'annexe au présent rapport. Certains événements survenant dans les INB LUDD peuvent être classés comme significatifs au regard de critères définis pour une ou plusieurs des familles d'événements significatifs.

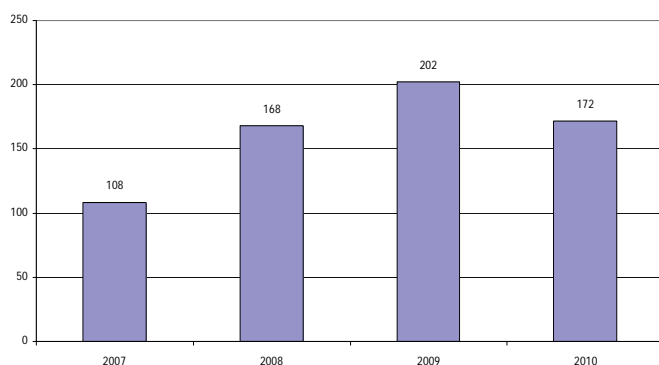
Les événements n'entrant pas dans le champ des critères de déclaration de l'ASN sont qualifiés d'événements « intéressant la sûreté ». Les pratiques d'information de l'ASN concernant ces événements sont très différentes selon les exploitants de type LUDD. Par souci de cohérence entre toutes les INB, seuls les événements significatifs ont été considérés dans le présent rapport.

3 PRINCIPALES TENDANCES OBSERVEES

Cette partie présente les principaux enseignements résultant des évolutions du nombre et de la nature des événements significatifs déclarés à l'ASN ainsi qu'un bilan global des conséquences de ces événements pour les travailleurs, l'environnement et les installations concernées.

A la différence du précédent rapport public, la présente analyse de l'IRSN ne tient compte que des événements significatifs déclarés à l'ASN, dans un souci d'assurer une vision plus cohérente des tendances observées pour toutes les INB. En effet, les pratiques d'information relatives aux événements « intéressant la sûreté » ne sont pas suffisamment homogènes entre tous les exploitants pour tenir compte utilement de ces événements dans l'analyse réalisée.

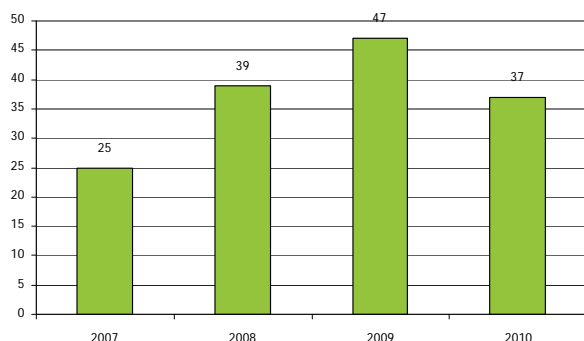
EVOLUTION DU NOMBRE D'EVENEMENTS DECLARES¹ A L'ASN AU COURS DES ANNEES 2007 à 2010



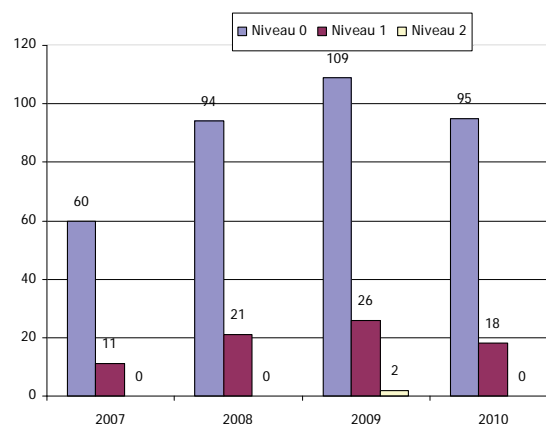
Evolution du nombre annuel d'événements significatifs déclarés à l'ASN de 2007 à 2010

L'augmentation notable du nombre d'événements significatifs observée en 2008 par rapport à 2007 (environ 55 %) s'est poursuivie en 2009 (environ 20 %) ; la tendance s'est ensuite inversée en 2010, le nombre d'événements déclarés étant redevenu proche de celui de 2008.

Cette évolution générale se retrouve en particulier pour les événements déclarés au titre de la sûreté classés au niveau 0 sur l'échelle INES et les événements « environnement » (voir les diagrammes ci-dessous).



Evolution du nombre annuel d'événements significatifs pour l'environnement de 2007 à 2010

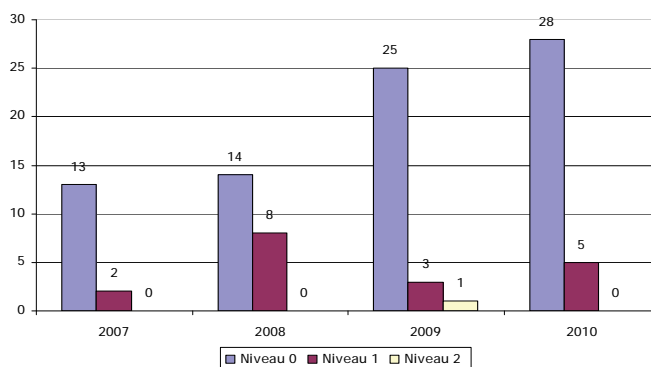


Evolution du nombre annuel d'événements significatifs pour la sûreté de 2007 à 2010

¹ Les nombres d'événements présentés dans les diagrammes ci-dessous pour les années 2007 et 2008 sont légèrement différents de ceux présentés dans le précédent rapport public, du fait de l'ajout d'événements déclarés tardivement par certains exploitants et d'ajustements de la classification de certains événements.

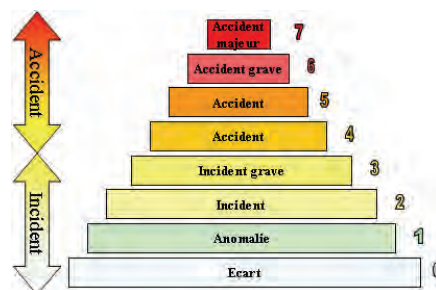
En revanche, pour les événements déclarés au titre de la radioprotection, l'IRSN constate une augmentation notable du nombre d'événements au cours des années 2009 et 2010 par rapport aux années précédentes. Cette augmentation a concerné les événements classés au niveau 0 sur l'échelle INES.

L'analyse des critères de déclaration montre que cette augmentation est liée plus particulièrement aux écarts détectés en matière de « propreté radiologique » des installations (contamination surfacique de locaux supérieure aux seuils définis). Cette évolution semble plutôt traduire une meilleure détection et une meilleure remontée des écarts par rapport aux documents de sûreté de la part des exploitants.



Evolution du nombre annuel d'événements significatifs pour la radioprotection de 2007 à 2010

Concernant le classement des événements significatifs « sûreté » et « radioprotection » sur l'échelle INES, les diagrammes ci-dessus montrent une légère diminution en 2010 du nombre d'événements classés au niveau 1, ce nombre d'événements étant proche de ceux des années 2008 et 2009.



L'échelle INES (International Nuclear Scale Event) a été créée dans un but d'information du public. Elle s'applique aux événements se produisant dans les installations nucléaires, classés selon 7 niveaux selon leur importance.

Trois événements déclarés en 2009 ont été classés par l'ASN au niveau 2 de l'échelle INES :

- 2 événements déclarés au titre de la sûreté ; ils résultent de dépassements de limites de masse de matières fissiles dans des unités de criticité (événements du 3 mars 2009 dans l'usine Melox et du 6 octobre 2009 dans l'installation ATPu) ;
- 1 événement déclaré au titre de la radioprotection ; il a conduit à une contamination interne d'un opérateur par blessure entraînant une dose efficace engagée supérieure à la limite réglementaire de 20 mSv/an (atelier MaU de l'usine UP2-400 du site de La Hague).

Ces trois incidents sont présentés dans le dernier chapitre du présent rapport. Aucun autre événement n'a été classé au niveau 2 pour les installations LUDD, au cours des années 2007, 2008 et 2010.

Même s'il convient d'être prudent sur l'interprétation à donner à l'inflexion observée en 2010 quant au nombre total d'événements déclarés à l'ASN, cette tendance ne semble pas marquer une dégradation de la pratique de déclaration des exploitants. Toutefois, des évolutions parfois assez différentes des tendances générales peuvent être observées selon les installations ou les sites. En particulier, la diminution du nombre d'événements observée en 2010 n'est pas constatée pour toutes les installations. Cela est essentiellement lié à une meilleure déclaration d'événements mineurs résultant, dans certains cas, de la démarche engagée ces dernières années par l'ASN visant

à faire appliquer de façon plus rigoureuse les critères de déclaration des événements significatifs. Dans le cadre de ses missions d'expertise de la sûreté des INB, l'IRSN effectue une analyse de ces évolutions et alerte l'ASN lorsque celles-ci peuvent traduire une dégradation du niveau de sûreté.

Bilan global des conséquences

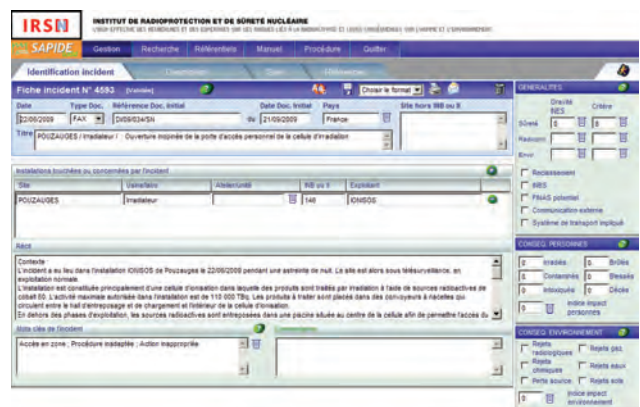
Une proportion faible (de 3 % environ) des événements significatifs déclarés à l'ASN au cours des années 2009 et 2010 a conduit à un impact radiologique à l'extérieur des installations. Les conséquences radiologiques de ces événements pour l'environnement et la population ont été négligeables (quelques cas de rejets de valeurs très inférieures aux limites autorisées notamment) et, dans la majorité des cas, limitées aux sites des installations concernées.

En 2008, une augmentation de deux types d'événements (rejets non maîtrisés d'effluents liquides et dispositions opérationnelles fixées dans un arrêté d'autorisation de rejets non respectées) ayant conduit à des conséquences limitées pour l'environnement avait été constatée (voir le chapitre 5.2.1 du précédent bilan public). Cette tendance ne s'est pas confirmée au cours des années 2009 et 2010 ; cela est à relier aux dispositions prises par les exploitants à la suite de demandes de l'ASN (lettre générique de l'ASN de fin juillet 2008 à la suite des incidents du 7 juillet 2008 dans l'installation SOCATRI et du 17 juillet 2008 dans l'installation FBFC notamment).

CAPITALISATION DU RETOUR D'EXPERIENCE A L'IRSN

L'IRSN assure un suivi de la sûreté des INB de type LUDD, dans le cadre de sa mission d'expertise, afin d'avoir la connaissance la plus précise possible de ces installations et de leur retour d'expérience. Des ressources importantes sont déployées pour la capitalisation du retour d'expérience d'exploitation de ces installations, ce qui permet d'adapter au mieux l'expertise de la sûreté de ces INB aux risques qu'elles présentent.

Cette capitalisation repose notamment sur l'exploitation d'informations issues de bases de données concernant les événements survenant dans les INB LUDD françaises et étrangères : base « SAPIDE LUDD » gérée par l'IRSN, base FINAS gérée conjointement par l'AIEA et l'OCDE/AEN notamment. Afin de tenir compte du retour d'expérience de son utilisation, une amélioration des champs de codage de la base SAPIDE LUDD a été effectuée en 2010. Le présent rapport est basé, en grande partie, sur l'exploitation de cette base.



La base des événements LUDD de l'IRSN : SAPIDE LUDD

Le nombre des événements ayant conduit à des conséquences radiologiques pour les travailleurs est faible, confirmant le bon résultat global observé au cours des années 2005 à 2008. Un événement de contamination interne par blessure a pourtant conduit à une dose efficace supérieure à la limite annuelle réglementaire. Des informations plus précises sont présentées dans l'analyse des événements relatifs aux risques d'exposition interne aux rayonnements ionisants présentée dans le chapitre 4 ci-après.

Une proportion importante des événements significatifs déclarés à l'ASN a conduit à des conséquences fonctionnelles (indisponibilités d'équipements ou d'unités de l'installation) ou radiologiques à l'intérieur des installations (contamination de locaux essentiellement). Dans une très grande majorité des cas, les indisponibilités des installations induites par ces événements ont été, comme pour les années 2005 à 2008, limitées.

4 ANALYSE TRANSVERSE DES EVENEMENTS SURVENUS DANS LES INSTALLATIONS DE TYPE LUDD

Ce chapitre a pour objectif de dégager les principaux enseignements résultant de l'analyse transverse des événements significatifs déclarés à l'ASN au cours des années 2009 et 2010. Dans ce cadre, les principales évolutions constatées par rapport aux conclusions de l'analyse présentée dans le précédent rapport public sont soulignées, dans un souci de mettre en exergue les améliorations constatées, les axes de progrès et les principaux points de vigilance.

Dans un objectif de clarté, l'analyse a été structurée, comme celle présentée dans le précédent bilan, par types de risques (criticité, incendie...) en se focalisant sur les risques présentant le plus d'importance pour la sûreté et la radioprotection des installations LUDD. Soulignons à cet égard que l'IRSN n'a pas effectué d'analyse des événements « environnement » qui n'ont pas de lien avec la sûreté ou la radioprotection (événements conduisant à des rejets de produits toxiques ou chimiques notamment).

En complément de cette analyse par types de risques, l'Institut a réalisé une analyse des causes des événements, dans le but d'en dégager des enseignements à caractère transverse. Cette analyse traite, en premier lieu, des causes de nature technique des événements, en particulier des mécanismes de vieillissement qui restent prépondérants dans les défaillances d'équipements ou de composants de sûreté. En second lieu, les causes de nature organisationnelle ou humaine sont examinées en détail, celles-ci restant un facteur important des événements significatifs déclarés à l'ASN.

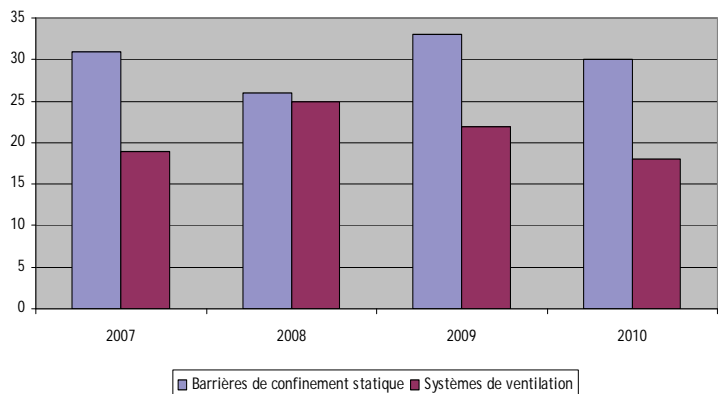


Site de La Hague

4.1 EVENEMENTS RELATIFS AUX RISQUES DE DISSEMINATION DE MATIERES RADIOACTIVES

La maîtrise des risques de dissémination de matières radioactives dans les installations LUDD repose sur la mise en place de systèmes de confinement statique et dynamique ainsi que sur des dispositifs de surveillance du bon fonctionnement de ces systèmes. Le confinement des matières radioactives est assuré par un ou plusieurs systèmes de confinement, chacun étant constitué d'une ou de plusieurs barrières de confinement statique, associées ou non à une cascade de dépressions générée par des systèmes de ventilation, visant à pallier les éventuelles faiblesses ou discontinuités des barrières de confinement statique. La limitation des rejets de matières radioactives dans l'environnement par les systèmes de ventilation est assurée par des systèmes d'épuration adaptés aux substances à traiter (filtres à particules, pièges à iode...)

Environ 160 événements significatifs relatifs aux risques de dissémination de matières radioactives ont été déclarés à l'ASN au cours des années 2009 et 2010. Cela correspond à environ 50 % des événements déclarés, proportion similaire à celle observée les années antérieures.

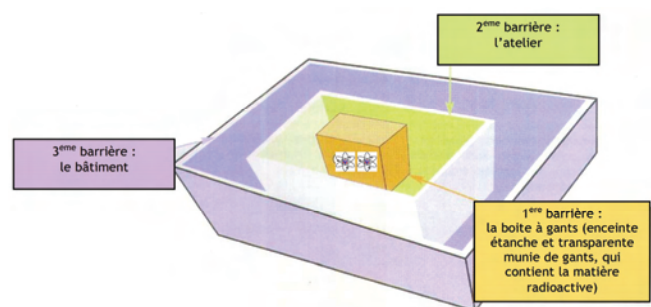


Proportion des événements relatifs aux risques de dissémination des matières radioactives pour les années 2007 à 2010

Les proportions des événements relatifs aux barrières de confinement statique et aux systèmes de ventilation sont assez stables sur la période 2007 à 2010. Aucun de ces événements n'a conduit à des conséquences significatives pour l'environnement. Les conséquences de ces événements pour le personnel et les installations ont été également limitées (contamination de locaux et quelques cas de contamination du personnel).

4.1.1 EVENEMENTS RELATIFS AUX BARRIERES DE CONFINEMENT STATIQUE

Une centaine environ d'événements relatifs aux barrières de confinement statique ont été déclarés à l'ASN au cours des années 2009 et 2010. Comme pour les années 2005 à 2008, les installations du cycle du combustible sont les plus concernées par ce type d'événement.



Principe du confinement statique d'une installation nucléaire de type LUDD (cas de l'installation Melox)

L'analyse réalisée par l'IRSN montre que les causes des défauts de confinement statique sont diverses. Dans la moitié environ des cas, des causes techniques sont identifiées ; il s'agit majoritairement de défaillances d'équipements dues notamment à des mécanismes divers de vieillissement (corrosion, fatigue mécanique, usure...) et, à un degré moindre, d'agressions (choc, écrasement...). Des défauts de conception sont également identifiés concernant des équipements variés dans environ 30 % des cas ; cela concerne majoritairement des installations

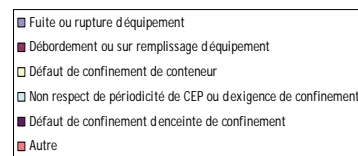
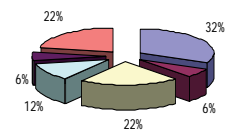
anciennes (site du Tricastin, installations CEA...). Les causes de nature organisationnelle ou humaine sont prépondérantes ; elles sont identifiées dans environ 75 % des événements concernant des opérations d'exploitation normale et, à un degré moindre, des interventions.

Près de 40 % des événements sont en lien avec des fuites, des ruptures d'équipements divers de procédé ou d'équipements de gestion des effluents (tuyauteries, cuves...), des débordements (de cuves notamment) ou encore des remplissages excessifs d'équipements (cristalliseur d'UF6 par exemple).

La tendance observée en 2008 d'une augmentation, par rapport aux années précédentes, du nombre d'événements de fuite de tuyauterie ayant entraîné des rejets dans l'environnement, dus à des mécanismes de vieillissement ou à des insuffisances dans les contrôles périodiques ou la maintenance, n'a pas été confirmée au cours des années 2009 et 2010. Rappelons qu'à la suite de deux événements de ce type survenus en juillet 2008 dans les installations SOCATRI et FBFC, l'ASN a notamment demandé aux exploitants d'effectuer une vérification spécifique des circuits recevant des liquides présentant des risques pour l'environnement.

Les plans d'actions mis en œuvre par les exploitants pour répondre à la demande de l'ASN ont permis de corriger des défauts liés à des phénomènes de vieillissement (corrosion, fatigue, défaut de système de fixation...) ou à des causes d'origine externe ; les programmes de contrôle et de maintenance ont été également complétés. La diminution significative, notamment en 2010, du nombre d'événements de ce type semble due à ces actions. Ces actions méritent donc d'être poursuivies dans le cadre de programmes adaptés de contrôles périodiques et de maintenance de ces tuyauteries.

Plus largement, l'IRSN estime important que les réexamens de sûreté décennaux requis par la loi TSN soient mis à profit par les exploitants pour s'interroger sur le caractère suffisant des dispositions de maîtrise des risques de fuite des tuyauteries d'effluents liquides, notamment pour celles situées à l'extérieur des bâtiments.



Répartition des types de défauts des barrières de confinement statique pour les années 2009 et 2010

Événement du 23 janvier 2009 survenu dans une installation du site de Sellafield au Royaume-Uni (niveau 2 sur l'échelle INES).

Cet événement, répertorié dans la base internationale FINAS, concerne un écoulement de liquide radioactif sur une aire extérieure. Les investigations menées ont permis de découvrir que cette fuite, qui durait depuis plusieurs mois, provenait d'une tuyauterie de retour de condensats raccordée à un circuit de ventilation interne à l'installation. Cette fuite était due à un défaut d'étanchéité de la tuyauterie provenant d'un serrage insuffisant d'une bride. Cet événement a révélé une perte de la connaissance par l'exploitant des risques présentés par ces tuyauteries ainsi que l'absence de contrôle périodique et de maintenance de celles-ci. Des mesures correctives ont été prises pour remédier aux carences constatées.

A cet égard, le retour d'expérience des événements survenus en 2009 et 2010 confirme, à l'instar de l'incident du 23 janvier 2009 survenu sur le site de Sellafield au Royaume-Uni (voir la description ci-dessus), l'importance pour les exploitants de conserver une bonne connaissance des tuyauteries véhiculant des effluents radioactifs, notamment celles implantées à l'extérieur des bâtiments ou dans des zones difficilement accessibles (identification, connaissance des lignages, isolement correct des tuyauteries non utilisées...).

Environ 20 % des événements sont associés à des défauts de confinement de conteneurs variés, ce qui est une proportion proche de celle observée au cours des années 2005 à 2008 ; ces défauts résultent notamment de chutes ou de dégradations de conteneurs lors de leur manutention ainsi que de mécanismes de vieillissement (corrosion notamment de fûts de déchets « anciens »).

Environ 6 % des événements correspondent à des défauts de confinement de boîtes à gants. Ce type d'événements, qui concerne majoritairement l'installation Melox, est en diminution par rapport aux années précédentes. Pour cette installation, une diminution significative des ruptures de confinement des boîtes à gants, qui ne font pas l'objet d'une déclaration d'événement significatif, a été également constatée. Cette amélioration est la conséquence des actions mises en œuvre par l'exploitant, depuis plusieurs années, pour réduire les causes de dégradation des gants et des sacs en matière plastique des boîtes à gants (points d'accroche notamment) et pour améliorer les conditions d'intervention (ergonomie, outils utilisés, éclairage...). De plus, les actions de formation du personnel ont été poursuivies. Pour l'IRSN, le retour d'expérience des événements survenus en 2009 et en 2010 souligne qu'un axe d'amélioration réside dans la préparation des interventions (maintenance, réparation...) et en particulier dans la qualité de l'analyse des risques préalable à l'intervention. Compte tenu des conséquences potentielles pour les travailleurs de ces pertes de confinement, l'IRSN considère qu'il est important que l'exploitant poursuive les actions menées visant à réduire le nombre de ces événements ; ce sujet sera particulièrement examiné par l'Institut lors de la prochaine réévaluation de sûreté de l'installation Melox.

4.1.2 EVENEMENTS RELATIFS AUX SYSTEMES DE VENTILATION

Une soixantaine d'événements significatifs relatifs aux systèmes de ventilation ont été déclarés à l'ASN au cours des années 2009 et 2010. La répartition de ces événements entre les différentes familles d'INB LUDD n'appelle pas de remarque particulière par rapport au précédent rapport public.

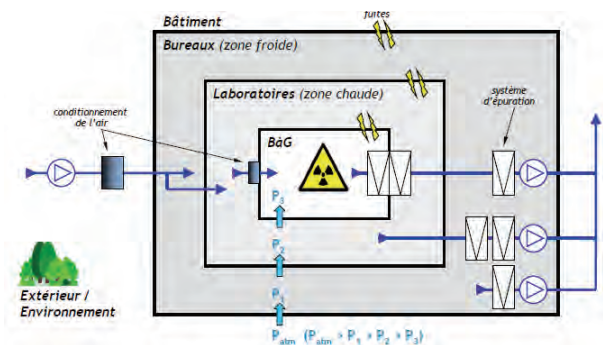
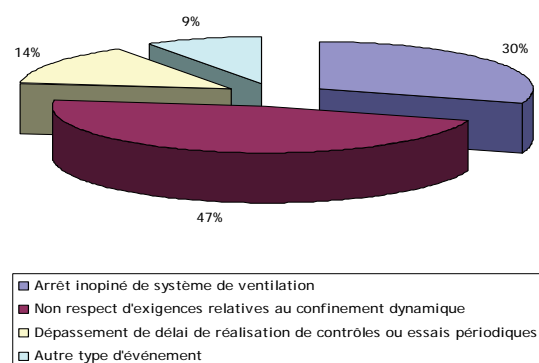


Schéma de principe de la ventilation d'une INB de type LUDD

Environ 30 % de ces événements sont des arrêts inopinés d'un système de ventilation. Comme indiqué dans le précédent rapport public, ces événements concernent très majoritairement les installations de « recherche » et les installations industrielles « hors cycle du combustible » (environ 75 % des événements). Cette proportion importante pourrait s'expliquer par des exigences de sûreté plus contraignantes pour ces INB (concernant la durée d'arrêt toléré des systèmes de ventilation notamment).



Répartition des types d'événements relatifs aux systèmes de ventilation pour la période 2009/2010

Une diminution du nombre d'événements est constatée pour l'année 2010 par rapport aux années précédentes pour les INB de « recherche » et pour l'installation Centraco ; un examen du caractère éventuellement conjoncturel de cette constatation sera effectué par l'IRSN, notamment dans le cadre de la réévaluation de sûreté de l'installation Centraco qui a débuté en 2011.

Les causes techniques des pertes des systèmes de ventilation sont diverses (défaillance de l'alimentation électrique, défaut du contrôle commande de la ventilation, perte d'air comprimé, présence d'humidité dans une salle électrique ou dans un onduleur...) ; aucun aspect technique générique n'a été mis en évidence. Une part non négligeable de ces arrêts de ventilation résulte de défaillances organisationnelles ou humaines lors d'interventions (défaut de préparation...). Ces constats sont assez proches de ceux observés pour les événements survenus au cours des années 2005 à 2008.

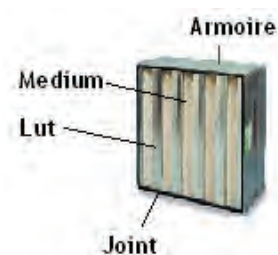
Un peu moins de 50 % des événements significatifs déclarés à l'ASN sont des manquements aux exigences de sûreté relatives au confinement dynamique. Deux tiers de ces événements sont relatifs à des manquements à des exigences diverses, telle la différence de dépression à observer entre des zones à risques différents (locaux, enceintes de confinement) ; ces événements, qui concernent des INB diverses, présentent des causes variées (défaut de conception, défaut de requalification...). Aucun caractère générique n'a été mis en évidence.

Un tiers environ de ces événements (une dizaine d'événements) est constitué de non-respects de l'efficacité minimale requise pour des filtres à très haute efficacité (THE) ou des pièges à iode. Lorsqu'elles sont identifiées, les causes des pertes d'efficacité sont de natures diverses (mauvais montage du filtre, dégradation du joint entre le caisson de ventilation et le filtre due à des vapeurs acides, dégradation des charbons actifs d'un piège à iode par des vapeurs acides...). L'IRSN constate cependant que dans de nombreux cas l'origine de la perte d'efficacité des filtres ou pièges à iode n'est pas précisément identifiée malgré les investigations menées ; pour deux événements, l'efficacité du filtre THE déclarée insuffisante s'est avérée, après vérification, correcte.

Pour l'IRSN, les difficultés rencontrées par de nombreux exploitants concernent le respect des conditions définies par les normes pour la réalisation des tests des filtres et des pièges. Ces difficultés peuvent être inhérentes à la conception des conduits de ventilation (défaut d'homogénéité du traceur aux points de prélèvement en amont et en aval du filtre, inétanchéité de la gaine de ventilation...) ou propres aux dispositifs de test (générateur d'aérosols par exemple) et de mesure. En dehors des problèmes techniques, de nombreuses sources d'erreurs humaines peuvent également conduire, lors de la réalisation de ces contrôles, à des évaluations erronées de l'efficacité des filtres ou des pièges.

Un filtre à très haute efficacité (THE) se compose d'un cadre métallique en acier galvanisé ou en acier inoxydable, d'un lut en matière minérale ou en matière plastique (placé à l'intérieur du cadre afin d'assurer l'étanchéité entre le médium filtrant et l'armature) et d'un médium filtrant généralement en fibre de verre avec un liant organique.

L'étanchéité entre le caisson et le filtre est assurée au moyen d'un joint généralement en néoprène, silicone ou viton. Les mesures d'efficacité des filtres THE sont effectuées à l'aide d'un traceur non radioactif (uranine), conformément à la norme française homologuée NF X 44-011.



En effet, les méthodes utilisées requièrent une bonne maîtrise des conditions de réalisation des contrôles par les intervenants ; soulignons à cet égard que dans la majorité des cas, les opérations de test sont effectuées par des entreprises sous-traitantes spécialisées.

Pour l'IRSN, le retour d'expérience de ces événements montre l'importance que les exploitants doivent accorder à la vérification du caractère adapté des conditions techniques de réalisation des contrôles d'efficacité des filtres THE et des pièges à iode de leurs INB. Une attention particulière est également à porter au suivi et au contrôle des prestataires réalisant ces contrôles (respect des procédures, compétence des intervenants...). Certains exploitants, très conscients de ces difficultés, ont d'ores et déjà prévu d'améliorer la réalisation et le suivi des tests d'efficacité des systèmes de filtration.

Par ailleurs, les événements de perte d'efficacité de pièges à iode rappellent l'importance du respect strict des dispositions, notamment de nature organisationnelle (date de péremption définie par le fabricant, restrictions d'utilisation de solvants, procédure de maintenance des équipements de traitement d'air...), visant à limiter la présence dans l'air d'éléments (solvants, vapeurs acides, humidité...) pouvant dégrader les charbons actifs des pièges à iode. L'absence de déclaration d'événements en 2010 peut laisser augurer à un meilleur respect de ces dispositions par les exploitants concernés, ce qui méritera néanmoins d'être confirmé.

Enfin, un événement particulier est à signaler au titre du retour d'expérience ; il s'agit du colmatage excessif, qui s'est produit à plusieurs reprises sur une période de quelque mois, d'un filtre THE constituant le dernier niveau de filtration d'une installation. Ce colmatage excessif était dû à un mauvais réglage de la ventilation d'une cellule de découpe qui n'a été identifié que tardivement par l'exploitant. Cet événement rappelle qu'un colmatage « inhabituel » d'un filtre, à l'instar de tout autre événement sortant du fonctionnement habituel, est à considérer comme le signal d'un dysfonctionnement éventuel d'une installation, qui mérite d'être investigué rapidement afin d'en déterminer les causes. Ceci requiert une organisation adaptée de l'exploitant permettant d'identifier de tels « signaux faibles » afin de les traiter.

4.2 EVENEMENTS RELATIFS AUX RISQUES D'EXPOSITION AUX RAYONNEMENTS IONISANTS

Une augmentation notable, de l'ordre de 50 %, du nombre annuel d'événements significatifs relatifs aux risques d'exposition externe ou interne aux rayonnements ionisants a été constatée sur la période 2009-2010 par rapport à la moyenne observée au cours des années 2005 à 2008. Environ soixante-dix événements significatifs ont été déclarés au cours des années 2009 et 2010.

Deux types d'exposition du personnel aux rayonnements ionisants sont à distinguer :

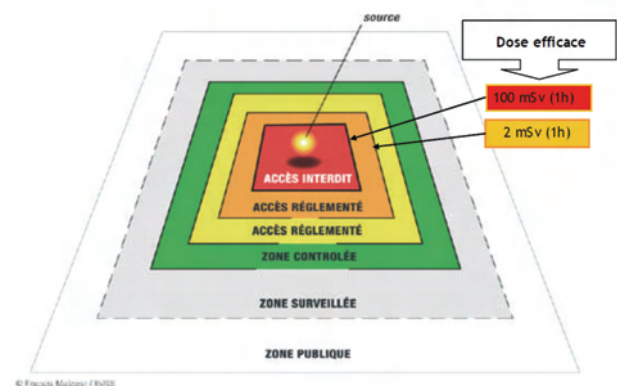
- l'exposition externe résultant de sources radioactives situées en dehors de l'organisme ;
- l'exposition interne ou « contamination interne » résultant de substances radioactives qui ont pénétré dans l'organisme par inhalation, ingestion ou blessure cutanée (piqûre, coupure par exemple).

4.2.1 EVENEMENTS RELATIFS AUX RISQUES D'EXPOSITION EXTERNE AUX RAYONNEMENTS IONISANTS

Le nombre d'événements significatifs déclarés concernant les risques d'exposition externe aux rayonnements ionisants est du même ordre de grandeur que celui observé les années précédentes, soit une quinzaine d'événements par an. Aucun d'entre eux n'a été à l'origine de conséquences significatives pour les travailleurs. En particulier, aucun événement déclaré n'a été à l'origine d'un dépassement de la limite réglementaire de dose efficace fixée pour les travailleurs à 20 mSv/an.

Les événements de non-respect du zonage radiologique ou des conditions d'accès dans les zones contrôlées constituent la catégorie prépondérante des événements déclarés à l'ASN. Ces événements sont en augmentation sensible (35 % en moyenne) par rapport à la période 2005-2008 (10%).

La dose efficace, exprimée en Sievert (Sv), est associée aux doses absorbées par l'organisme résultant d'une exposition externe ou interne. Cette grandeur n'est pas directement mesurable mais c'est à elle que s'applique la limite annuelle réglementaire de dose pour l'exposition de l'organisme entier. Par ailleurs, cette grandeur est utilisée pour délimiter les zones réglementées à l'aide de valeurs seuils correspondant à des doses intégrées sur une heure (zones contrôlées et zones à accès interdit).



La moitié de ces événements relève de défauts de signalisation ou de non-respects des conditions techniques d'accès ou de séjour dans une zone spécialement réglementée « orange » ou « interdite » « rouge » en majorité dus à des manquements aux règles de radioprotection (dépose ou franchissement inapproprié d'un balisage (un événement est associé à un tir gammagraphique)). Les causes de ces événements relèvent majoritairement de facteurs organisationnels et humains ; les exploitants apportent des mesures correctives via l'amélioration des procédures, une meilleure sensibilisation des intervenants et un suivi renforcé de leur formation. Pour l'IRSN, le retour d'expérience souligne l'importance que les exploitants doivent accorder aux dispositions retenues pour l'accès des personnels dans des zones à risques d'exposition aux rayonnements ionisants (dispositions techniques, procédures, préparation des interventions...), en particulier dans le cas d'interventions spécifiques. A cet égard, une attention particulière est à porter à la vérification de la bonne connaissance et de la compréhension de ces conditions par le personnel ou les intervenants d'entreprises extérieures et au contrôle du respect de ces dispositions. Parmi les bonnes pratiques relatives aux interventions, l'IRSN note qu'un exploitant a prévu de maintenir un surveillant devant l'entrée d'un local classé en zone rouge pendant toute la durée d'une intervention effectuée porte ouverte et qu'un autre exploitant a prévu de placer un portillon escamotable à l'entrée d'un local classé pour éviter toute entrée involontaire dans une zone orange.

Trois événements relatifs à des installations d'ionisation, dont un déclaré au niveau 2 sur l'échelle INES survenu dans une installation belge, ont retenu l'attention de l'IRSN, en raison de la similarité de leurs causes et de leurs conséquences possibles (voir la description de ces trois événements dans le dernier chapitre du présent rapport). Ces installations présentent un risque d'irradiation élevée du personnel en raison de l'utilisation de sources de cobalt-60 à très fort débit de dose. Pour prévenir ce risque, des dispositions sont prises pour

empêcher l'accès des travailleurs à l'intérieur des cellules d'ionisation lorsqu'une irradiation est en cours (ces dispositions sont dénommées « gestion des accès »). Les trois événements n'ont conduit à aucune conséquence pour les travailleurs mais ont mis en lumière des défauts dans les dispositions de gestion des accès aux cellules d'ionisation. L'IRSN a transmis à l'ASN plusieurs avis concernant les deux événements français, appelant notamment son attention sur les aspects potentiellement génériques de ceux-ci et lui recommandant de demander aux exploitants d'installations similaires de vérifier le caractère satisfaisant des dispositions retenues (efficacité des dispositions de verrouillage des portes d'accès aux cellules d'irradiation notamment). L'ASN a donné suite à ces avis en transmettant des courriers aux exploitants concernés ; une évaluation des actions correctives présentées a été réalisée par l'IRSN.

La proportion d'événements significatifs relatifs à des sources radioactives ou à des échantillons radioactifs est analogue à celle observée au cours de la période 2005-2008, soit environ 30 %. Il s'agit pour l'essentiel de découvertes fortuites de sources de faible ou très faible activité non répertoriées dans les inventaires tenus par les exploitants ; ceci concerne principalement des sources associées à des appareils de mesure (sources d'étalonnage), des sources ou des échantillons radioactifs de très faible activité dont l'historique a été perdu qui sont retrouvées dans des endroits inattendus, ou encore des détecteurs d'incendie (peu de cas) égarés pendant le démantèlement d'une installation. Les causes de ces événements sont principalement de nature organisationnelle et humaine (manquements à des procédures, documents insuffisants...).

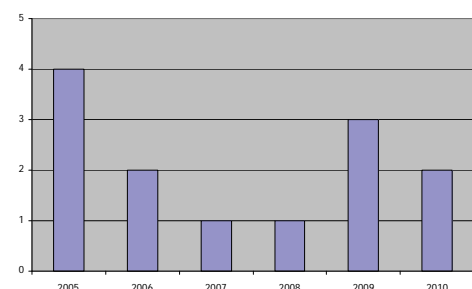
Les autres types d'événements relatifs aux risques d'exposition externe aux rayonnements ionisants (défauts de protection radiologique, défaillances d'équipements de surveillance...) présentent des causes similaires à celles des événements survenus au cours des années précédentes.

4.2.2 RISQUES D'EXPOSITION INTERNE AUX RAYONNEMENTS IONISANTS

Le nombre d'événements significatifs déclarés concernant les risques d'exposition interne est de l'ordre d'une vingtaine par an sur la période 2009-2010. Comme les années précédentes, la majorité de ces événements résulte de défaillances de dispositions de maîtrise des risques de dissémination de matières radioactives.

Près de 70% des événements significatifs ont été déclarés par les exploitants au titre de la « propreté radiologique » ; un tiers d'entre eux a eu pour conséquences des contaminations corporelles ou vestimentaires des travailleurs. Ce type d'événement est en augmentation par rapport à la période « 2005 - 2008 ».

Le nombre d'événement significatifs ayant conduit à des contaminations internes de travailleurs est inférieur à 5 par an depuis 2005. Sur l'ensemble de la période, un événement a conduit à un classement au niveau 2 sur l'échelle INES en 2009, avec une dose efficace engagée supérieure à la limite réglementaire (20 mSv/an) du fait d'une piqûre à la main.

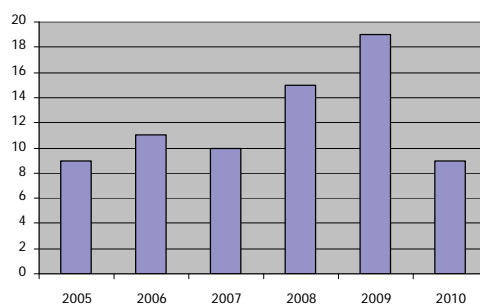


Nombre d'événements de contamination interne déclarés pour les années 2005 à 2010

Au cours des années 2009 et 2010, un seul événement ayant conduit à une contamination par inhalation, a été dû à une contamination atmosphérique anormale, à la suite de la détection trop tardive d'une contamination surfacique. Aucune contamination n'a été déclarée en rapport avec des défaillances d'équipements protecteurs des voies respiratoires ou des manquements aux règles relatives au port de ces équipements. En revanche, la période a été marquée par la survenue de quatre événements ayant conduit à des contaminations internes par blessure transcutanée. L'IRSN a porté une attention particulière à deux de ces événements, survenus dans des installations en MAD DEM, qui présentent des causes similaires (voir la description de ces événements dans le dernier chapitre du présent rapport). Ces événements résultent de défauts de résistance des équipements de protection utilisés (gants, tenues) et d'un contexte d'intervention difficile caractérisé par un espace confiné et encombré ainsi que par une mauvaise visibilité accentuée par un manque d'éclairage du chantier. Pour l'IRSN, ces événements soulignent l'importance de la phase préparatoire aux interventions dans des ambiances contaminées (chantiers d'assainissement, maintenance...), qui doit permettre d'identifier les risques encourus par les intervenants et de définir les dispositions de protection les plus adaptées ; dans ce cadre, une attention particulière est à porter au contexte d'intervention qui doit permettre de faciliter la réalisation des travaux.

4.3 EVENEMENTS RELATIFS AUX RISQUES DE CRITICITE

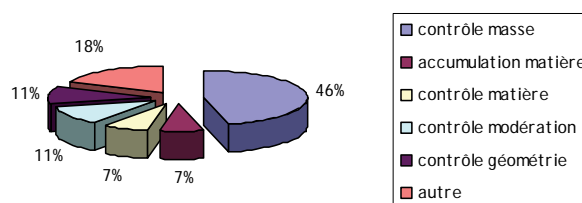
Les nombres d'événements significatifs déclarés à l'ASN ayant un lien avec la maîtrise des risques de criticité (appelés par la suite événements criticité) ont été respectivement de 19 en 2009 et de 9 en 2010. Si l'année 2009 se place dans le prolongement de la tendance à l'augmentation du nombre d'événements criticité déclarés observée en 2008, le nombre d'événements survenus en 2010 est un retour à la moyenne observée entre 2005 et 2007.



Nombre d'événements significatifs criticité pour les années 2005 à 2010

La baisse notable observée en 2010 est principalement liée à un nombre plus faible d'événements déclarés par les exploitants d'installations industrielles de fabrication de combustibles (UO₂ et MOX). L'IRSN relève, en particulier pour l'installation MELOX, la coïncidence de cette baisse avec la mise en place d'actions visant à améliorer le suivi des matières fissiles dans les différents postes de travail.

Comme cela avait déjà été relevé pour les événements déclarés au cours des années 2005 à 2008, les événements concernant le mode de contrôle par la masse représentent une part importante des événements déclarés en rapport avec la maîtrise des risques de criticité (environ 45 %). Environ 60 % de ces événements ont conduit à un dépassement effectif d'une limite de masse fixée dans les documents de sûreté des installations concernées.



Répartition des événements relatifs aux risques de criticité pour les années 2009 et 2010

Toutefois, aucun de ces dépassements n'a conduit à mettre en cause la sous-criticité des équipements concernés, compte tenu des marges importantes retenues pour la définition des limites de masse dans les documents de sûreté, fondées sur l'analyse de différentes situations anormales.

En dehors des événements concernant le mode de contrôle par la masse, les autres événements déclarés sont relatifs :

- pour deux d'entre eux, à des accumulations non voulues d'uranium faiblement enrichi ; l'un de ces événements qui concerne l'installation FBFC de Romans-sur-Isère fait l'objet d'une description dans le chapitre 5 du présent rapport ;
- pour deux d'entre eux, à un défaut du contrôle des matières (mauvaise gestion de sources radioactives contenant des matières fissiles et absence de contrôle de la teneur en ^{235}U à la réception de solutions uranifères) ;
- pour trois d'entre eux, à un apport accidentel d'eau dans des équipements faisant l'objet d'un mode de contrôle de la criticité par limitation de la modération, à la suite de fuites d'échangeurs eau-UF₆ ;
- pour trois d'entre eux, à un défaut concernant le mode de contrôle par la géométrie (positionnement de casiers ne respectant pas les distances minimales requises par rapport aux postes de travail notamment) ;
- pour quatre d'entre eux, à un défaut du suivi de paramètres de procédé liés à la maîtrise du mode de contrôle par la concentration et pour un d'entre eux, à un défaut de contrôle périodique d'un équipement de détection et d'alarme de criticité.

Concernant les événements relatifs au contrôle des masses de matières fissiles, trois événements liés à une mauvaise estimation de la masse des matières fissiles accumulées dans des postes de travail sont à mettre en exergue au titre du retour d'expérience. En effet, ils conduisent à s'interroger sur l'application pratique des principes mis en œuvre pour suivre l'accumulation de matières fissiles, en particulier pour ce qui concerne la « mise à zéro du bilan matières » au sens de la criticité à l'issue des nettoyages périodiques des enceintes de travail (boîtes à gants, enceintes blindées...). Il s'agit :

- de l'événement du 6 octobre 2009 survenu dans l'installation ATPu du CEA/Cadarache, décrit dans le chapitre 5 du présent rapport, concernant la découverte d'une quantité de matières fissiles en rétention dans des boîtes à gants supérieure à celle attendue ;
- d'un autre événement survenu en 2010 dans l'installation ATPu concernant la découverte de la présence de plutonium accumulé dans un échangeur disposé, après un dispositif de filtration, sur une boucle de refroidissement de l'atmosphère d'une boîte à gants, alors que cette accumulation n'avait pas été envisagée pour les bilans des matières fissiles du poste comptable contenant cet équipement ;
- d'un événement survenu en 2009 dans une autre installation du CEA correspondant à la découverte, lors du démontage d'équipements dans une enceinte blindée, d'une masse d'uranium accumulée sous un plan de travail supérieure à celle retenue dans les documents de sûreté ; cette accumulation est due à un nettoyage périodique moins poussé que prévu, du fait notamment d'une conception de l'installation ne facilitant pas la réalisation de tels nettoyages (présence de croisillons sous le plan de travail empêchant l'accès des bras de télémanipulation à une partie du plancher) et d'un contrôle insuffisant de sa bonne réalisation.

Rappelons que le contrôle des masses de matières fissiles dans un poste de travail (boîte à gants, enceinte blindée...), dans lequel une valeur maximale ne doit pas être dépassée, est en général assuré à l'aide d'un bilan en temps réel des quantités de matières fissiles introduites et évacuées du poste. Ce bilan est entaché des incertitudes de mesure de ces quantités dont il faut tenir compte afin d'estimer de manière certaine, par excès,

les quantités présentes dans le poste de travail. Toutefois, ces incertitudes doivent être levées lorsqu'elles deviennent trop importantes et gênent l'exploitation normale du poste. Lorsqu'un nettoyage et le contrôle associé (absence de point d'accumulation) peuvent être réalisés sur l'ensemble du poste, ces opérations sont effectuées de manière périodique et suivies d'une « mise à zéro » du bilan.

Cette « mise à zéro » est en revanche plus délicate à réaliser, comme le montrent les événements précités, lorsque le nettoyage du poste de travail ne peut pas être effectué pour l'ensemble des matériels du poste (à l'intérieur d'équipements non démontables par exemple) ou en cas de volumes non visitables, dans lesquels des matières peuvent pénétrer et s'accumuler. La masse résiduelle enveloppe des matières fissiles présentes dans le poste de travail après nettoyage, à retenir pour le bilan matière, est alors plus difficile à évaluer. En particulier, déterminer une telle masse résiduelle par mesure des rayonnements gamma ou des neutrons émis, n'est pas toujours possible, en raison de l'importance du bruit de fond radiologique à ces postes et de l'absorption des rayonnements par les équipements présents, qui peuvent conduire à des incertitudes de mesure significatives.

Pour l'IRSN, le retour d'expérience des événements précités souligne l'importance que les exploitants s'assurent que les dispositions qu'ils ont mises en place permettent de garantir le respect effectif des limites de masse de matières fissiles aux postes de travail pour lesquels un risque d'accumulation de matières fissiles existe.

Ces dispositions doivent permettre de déterminer effectivement:

- en cours d'exploitation, les quantités de matières fissiles présentes dans les postes de travail, de manière enveloppe, en tenant compte des incertitudes sur les masses de matières fissiles introduites et évacuées de chaque poste,
- de manière enveloppe, la masse résiduelle de matières fissiles dans les postes de travail à retenir après les opérations périodiques de nettoyage pour la réinitialisation du bilan matières.

Par ailleurs, l'IRSN souligne que les exploitants doivent tenir compte du retour d'expérience de ces événements pour la conception des nouveaux postes de travail pour lesquels la maîtrise des risques de criticité est assurée par un contrôle des masses de matières fissiles présentes. Il est en particulier important d'éviter, autant que possible, les accumulations possibles de matières fissiles dans des zones pour lesquelles des actions de vérification de la présence de ces matières ou de nettoyage seraient impossibles ou difficilement réalisables et, pour cela, de concevoir des équipements facilement démontables afin de permettre des inspections visuelles de leurs parties internes. Cela peut également consister à prendre des dispositions facilitant la réalisation de mesures nucléaires dans des configurations limitant les incertitudes de mesure ou permettant pour le moins de détecter des points d'accumulation de matières fissiles.

Compte tenu du caractère transverse du retour d'expérience de l'événement du 6 octobre 2009 survenu à l'ATPu, l'ASN a, en octobre 2009, demandé à tous les exploitants d'INB de vérifier l'absence d'accumulation de matières fissiles dans les postes de travail relevant d'un contrôle de la criticité par la limitation des masses de matières fissiles et de présenter les dispositions qu'ils ont prises pour prévenir ou limiter l'accumulation de matières fissiles ainsi que pour détecter ou mesurer puis récupérer les accumulations éventuelles.

Des accumulations non voulues de matières fissiles en dehors d'équipements de géométrie sûre ou de postes de travail faisant l'objet de contrôle des masses de matières fissiles sont également possibles comme le montrent deux événements survenus en 2009 (accumulation de poudre dans un circuit de ventilation du procédé en amont des filtres et accumulation de boues d'uranium dans un circuit d'eaux pluviales et le bassin d'orage associé). Pour

l'IRSN, ces événements, comme celui précité d'accumulation de plutonium dans un échangeur thermique, montrent que les exploitants doivent porter une grande attention à la recherche, lors des analyses de sûreté, des possibilités de dysfonctionnements susceptibles de conduire à une accumulation non voulue de matières fissiles et réaliser à intervalles réguliers des contrôles adaptés permettant, si de tels dysfonctionnements se produisaient, de détecter suffisamment tôt les accumulations.

Au titre du retour d'expérience de ces événements, l'ASN a, en mai 2010, demandé aux exploitants d'INB de compléter les analyses transmises en réponse à sa lettre précitée d'octobre 2009, en tenant compte des conduits de ventilation, des filtres d'effluents gazeux, des circuits et cuves d'effluents liquides et des circuits et procédés mettant en œuvre des matières fissiles sous forme liquide.

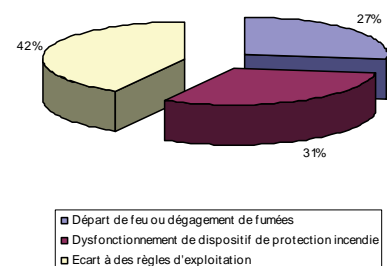
Par ailleurs, deux événements survenus en 2010 concernent des dépassements d'une limite de masse de matières fissiles dans des fûts de déchets, en raison notamment d'erreurs sur l'isotopie du plutonium retenue pour l'interprétation des mesures, d'une absence de prise en compte des incertitudes de mesure, voire d'une absence d'étalonnage adapté des postes de mesure. Au titre du retour d'expérience de ces événements, l'ASN a, en juin 2011, demandé aux exploitants d'INB d'apporter des éléments d'information relatifs aux données nucléaires utilisées pour interpréter les résultats de leurs mesures et aux dispositions mises en œuvre pour tenir compte des incertitudes de mesure et des opérations d'étalonnage réalisées, en justifiant que ces dispositions couvrent le domaine d'utilisation des moyens de mesure.

L'analyse des causes des événements en rapport avec la maîtrise des risques de criticité dans les INB LUDD en 2009 et 2010 confirme le constat présenté dans le précédent bilan public, à savoir une faible proportion d'événements dus à des défauts de conception (environ 15 %) ou à une défaillance matérielle (environ 20 %) et une forte proportion d'événements induits par des défaillances humaines ou organisationnelles. Parmi les causes à forte composante humaine ou organisationnelle, l'IRSN relève en particulier de mauvaises gestions de situations dégradées résultant de défauts matériels, des défaillances dans les interfaces homme-machine associées à une mauvaise connaissance des actions automatiques réalisées lors de situations sortant du fonctionnement normal, ainsi que des procédures incomplètes ou imprécises. Pour l'IRSN, ces constats confirment l'importance que les exploitants doivent accorder aux dispositions organisationnelles encadrant les opérations d'exploitation ainsi qu'à la qualité des documents d'exploitation.

4.4 EVENEMENTS RELATIFS AUX RISQUES D'INCENDIE ET AUX RISQUES D'EXPLOSION

Aucun développement de feu important n'est à déplorer dans les INB civiles LUDD au cours des années 2009 et 2010, confirmant ainsi le constat positif observé au cours des quatre années précédentes. Après une légère augmentation du nombre d'événements observée en 2009 (17 événements), le nombre d'événements significatifs déclarés en 2010 est revenu dans la moyenne observée les années précédentes (12 à 13 événements par an).

Un gros quart seulement des événements correspond à des départs effectifs de feu ou à des échauffements ayant conduit à des dégagements de fumée. Cette tendance à la baisse est particulièrement notable en 2010 où un seul événement ayant conduit à un dégagement de fumées a été déclaré à l'ASN. Les quelques feux déclarés en 2009 ont été rapidement maîtrisés et n'ont pas conduit à des conséquences pour le personnel ou l'environnement

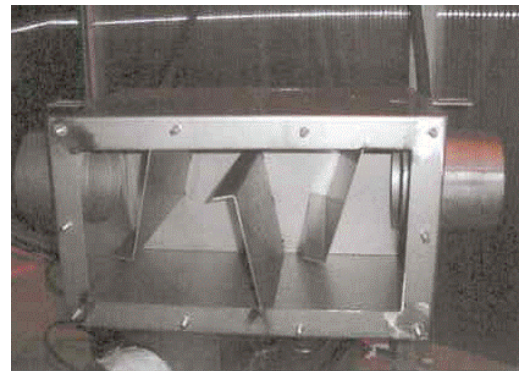


Répartition des types d'événements « incendie » pour les années 2009 et 2010

Les départs de feu et les dégagements de fumées sont d'origines diverses (dysfonctionnements d'équipements électriques, dysfonctionnements de procédés, travaux avec points chauds...) ; aucune tendance particulière ne se dégage. En particulier, les opérations avec points chauds ne constituent plus l'origine principale de ce type d'événements sur la période 2009 - 2010, contrairement à la période 2005 à 2008 (environ 40 %).

Les deux seuls événements de ce type déclarés à l'ASN résultent de défauts organisationnels (préparation insuffisante des opérations dans un cas et absence de rédaction de permis de feu pour l'autre). Ces deux événements n'ont pas conduit à la combustion d'un filtre de ventilation. Cette amélioration est à rapprocher des plans d'actions mis en œuvre par les principaux exploitants d'installations LUDD à la suite de plusieurs événements survenus en 2008 ayant conduit à des combustions de filtre de ventilation de chantier lors de travaux de découpe malgré la présence de dispositifs de protection (pare-étincelles).

Comme indiqué dans le précédent rapport public, l'ASN a, en février 2009, demandé aux exploitants de lui transmettre leur retour d'expérience de ce type d'incidents. Les actions menées par les exploitants (études et campagne d'essais au CEA par exemple) les ont conduits notamment à définir des dispositions de protection complémentaires visant à limiter les risques de combustion de filtres par des particules incandescentes produites lors de travaux de découpe (mise en place de boîtes à chicanes par exemple).



Boîte à chicanes

Si une diminution des départs de feux lors de travaux avec points chauds peut être constatée dans les INB civiles de type LUDD, plusieurs événements de ce type ont eu lieu en 2010 dans d'autres installations nucléaires. Ces événements, dus notamment à des défauts de préparation lors de travaux d'assainissement et de démantèlement, soulignent la vigilance qu'il convient de maintenir lors de la réalisation de ces opérations. Pour l'IRSN, les exploitants doivent maintenir, voire renforcer, les efforts qu'ils ont entrepris pour effectuer une préparation adaptée des travaux avec points chauds, en particulier, en matière d'analyse de risques préalable (rédaction de guides d'analyse par exemple). Cette préparation doit permettre de définir les dispositions les plus appropriées de protection et de surveillance, en fonction de la nature des opérations effectivement prévues « sur le terrain » et des conditions de leur réalisation. Ces efforts sont essentiels dans un contexte où les opérations d'assainissement ou de démantèlement devraient croître dans le futur (réacteurs, usine UP2-400 de La Hague...).

Au cours des années 2009 et 2010, un seul départ de feu dû à une réaction chimique entre produits incompatibles (cellulose contenue dans un déchet et acide nitrique) a été déclaré, résultant d'une mauvaise identification du risque. Cette cause de départ de feu est en diminution par rapport aux années précédentes. Ce retour d'expérience laisse à penser que les efforts des exploitants d'INB LUDD pour tenir compte des enseignements d'événements des années antérieures² (sensibilisation du personnel, respect des dispositions de limitation quant à l'utilisation de produits très oxydants, limitation de l'utilisation de matériaux organiques

² L'ASN a demandé aux exploitants, en février 2009, d'étudier les risques d'incendie associés à d'éventuelles réactions entre matières organiques et oxydants forts et de s'assurer du caractère suffisant des dispositions de maîtrise de ces risques.

notamment) se sont avérés efficaces. Une amélioration durable en la matière suppose la poursuite des actions de sensibilisation du personnel à ces risques et, en particulier, sur le respect des dispositions d'exploitation retenues.

Environ 30 % des événements relatifs aux risques d'incendie concernent des dysfonctionnements de systèmes de protection contre l'incendie ; le nombre d'événements de ce type évolue peu (environ 4 par an). Aucune tendance n'a été mise en évidence quant aux équipements concernés, qui sont très divers (équipements de sectorisation, systèmes de détection et d'alarme...). Deux défaillances de systèmes de surveillance « incendie » sont toutefois à souligner au titre du retour d'expérience. Ces événements (inhibition prolongée de la surveillance d'une INB dans un cas, perte des reports d'alarme dans l'autre cas), dus à des actions inappropriées d'opérateurs, ont mis en évidence des défauts d'ergonomie des systèmes d'interfaces de contrôle-commande. L'IRSN a transmis un avis, en juin 2011, à l'ASN afin d'attirer son attention sur le caractère éventuellement générique de ces événements pour les INB LUDD et suggérant de demander aux exploitants d'en tirer des enseignements.

Dans son précédent rapport public, l'IRSN avait fait mention d'un événement intéressant au titre du retour d'expérience, correspondant à l'ouverture d'une porte coupe-feu sous l'effet de la pression induite par l'injection de gaz d'extinction dans un local siège d'un départ de feu. L'ASN a demandé, en janvier 2009, aux exploitants de lui transmettre les conclusions des vérifications qu'ils ont effectuées pour tenir compte des leçons de cet événement pour les secteurs de feu équipés de tels systèmes d'extinction. Cette vérification a permis notamment de constater que les risques associés aux effets de surpression n'ont pas toujours été suffisamment examinés par les exploitants lors de l'implantation des systèmes d'extinction à gaz dans leurs installations. A la suite de la lettre de l'ASN, des plans d'actions ont été mis en place par les exploitants, en particulier pour les sites les plus concernés (site de La Hague notamment). L'IRSN tient à souligner que, au-delà des secteurs de feu équipés de systèmes d'extinction à gaz, objet de la lettre de l'ASN, les effets de surpression engendrés par ces systèmes pourraient conduire à des endommagements d'autres équipements de sûreté que des portes coupe feu (barrières de confinement statique...). Des vérifications des effets de surpression sont donc à effectuer pour tous les systèmes de sûreté pouvant être affectés.

Environ 40 % des événements relatifs aux risques d'incendie correspondent à des manquements aux règles d'exploitation (dépassement d'une limite de charges calorifiques par exemple), qui contribuent à augmenter les risques d'incendie des INB concernées ainsi qu'à des retards de réalisation de contrôles et essais périodiques (CEP) ou des réalisations incomplètes des CEP (environ deux tiers des événements) relatifs à des dispositifs de protection contre l'incendie. Ce type d'événements est en hausse par rapport aux années précédentes.

Les contrôles et essais périodiques (CEP) sont réalisés pour vérifier, au cours du fonctionnement des installations, la disponibilité et le bon fonctionnement des équipements participant à la sûreté. La nature des CEP et leur périodicité sont définies dans les documents de sûreté.

Aucune explosion n'a été déclarée dans les INB civiles LUDD au cours des années 2009 et 2010. Un seul événement significatif relatif aux risques d'explosion a été déclaré à l'ASN sur cette période. Cet événement, survenu dans une installation de recherche, résulte d'un manquement, du fait de problèmes techniques, à l'application d'une consigne visant au renouvellement périodique de l'atmosphère de cuves non ventilées contenant des solutions aqueuses présentant un risque d'accumulation d'hydrogène produit par radiolyse.

Les risques de radiolyse sont liés à la décomposition de la matière par les rayonnements ionisants ; la radiolyse de l'eau (H₂O) peut ainsi conduire à la production d'hydrogène (H₂) qui est un gaz explosif.

Même si le nombre de défaillances des dispositions visant à prévenir les risques d'explosion reste très faible dans les INB LUDD, les exploitants doivent maintenir leurs efforts dans ce domaine, étant donné les conséquences possibles pour la sûreté d'une explosion.

4.5 EVENEMENTS RELATIFS AUX RISQUES ASSOCIES AUX OPERATIONS DE MANUTENTION

Il n'y a pas eu, sur la période 2009 à 2010, d'évolution notable du nombre d'événements significatifs déclarés à l'ASN concernant les risques liés aux opérations de manutention par rapport à ce qui avait été observé, en moyenne, au cours de la période 2005 - 2008 (15 événements en 2 ans, à comparer à 28 événements en 4 ans). Le nombre d'événements reste donc faible en regard du nombre élevé d'opérations de manutention effectuées dans les installations de type LUDD.

La répartition des événements entre les installations du « cycle » et celles des autres familles d'installations est identique (2/3-1/3) à celle observée durant la période 2005 - 2008. Concernant les installations du « cycle », l'IRSN relève notamment :

- l'absence d'événement de ce type déclaré à l'ASN en 2010 sur le site du Tricastin, alors qu'il y en avait eu deux en 2009 et quatre en 2008. Les informations disponibles ne permettent pas de déterminer si cette amélioration est conjoncturelle ou s'il s'agit d'une tendance de fond résultant des dispositions prises par les exploitants pour améliorer la maîtrise des risques associés aux opérations de manutention, en particulier celles effectuées au moyen de chariots de levage ;
- une augmentation sensible du nombre d'événements concernant le site de La Hague (7 événements sur deux ans, dont 5 en 2010, au lieu de 9 répartis sur 4 ans) ; cette augmentation s'accompagne, de plus, d'une répétition d'événements similaires associés, en particulier, aux modes de conduite des équipements de manutention. La totalité de ces événements concernent des opérations liées aux activités de procédé ; alors que deux tiers des événements survenus au cours des années 2005 à 2008 étaient uniquement dus à des causes techniques, aucun des événements survenus en 2009 et 2010 ne présente que ce type de cause. Le retour d'expérience des événements de manutention fera l'objet d'un examen détaillé par l'IRSN dans le cadre du réexamen de sûreté de l'usine UP3-A, qui a débuté en 2011.

Tous les événements de manutention sont survenus dans le cadre d'opérations effectuées habituellement dans les installations (en exploitation normale, en maintenance ou lors du démantèlement) et ont impliqué les équipements de manutention ordinairement utilisés lors de ces opérations.

60 % environ des événements ont conduit à des chutes effectives de charges, qui, plus d'une fois sur deux, étaient des fûts ou des colis de déchets radioactifs manutentionnés en vue de leur entreposage ou de leur reprise. Ces chutes ont principalement entraîné des conséquences pour les charges manutentionnées (déformations ou endommagements), sans impact significatif pour les travailleurs et l'environnement :

- dans environ 75 % des cas, les causes de ces événements étaient d'origine humaine (insuffisance des contrôles des moyens de manutention en préalable aux opérations de manutention par exemple) ou organisationnelle (insuffisance d'analyse des risques en préalable aux opérations de manutention et de préparation de ces opérations notamment) ;
- dans environ 25 % des cas, les événements présentaient des causes d'origine humaine et organisationnelle associées à des causes de nature technique (par exemple des actions inappropriées des opérateurs, parfois

liées à des problèmes d'interface homme-machine, associées à des dysfonctionnements liés aux modes de conduite des équipements de manutention). Pour ce qui concerne les causes techniques, plusieurs événements résultent de défaillances des systèmes de préhension des charges ; toutefois, la diversité des systèmes utilisés rend difficile l'identification d'aspects techniques génériques ;

- il est intéressant de noter que, **dans environ un tiers des événements**, des conditions opérationnelles mal aisées ont été identifiées comme ayant contribué à la survenue des événements. En particulier, le manque d'accessibilité des charges à manutentionner et de visibilité directe lors des actions à effectuer est flagrant pour la plupart des événements de chute relatifs aux opérations d'entreposage ou de désentreposage de fûts ou de colis de déchets.

25 % environ des événements de manutention sont des écarts à des exigences (manquements aux règles générales d'exploitation de l'installation relatives à la manutention, non respect de la date de contrôle réglementaire d'un engin de manutention...) qui auraient pu être à l'origine d'une chute de charge.

Ces constats sont similaires à ceux concernant les événements de manutention survenus au cours de la période 2005 - 2008, ce qui, selon l'IRSN, implique que, globalement, des améliorations doivent encore être apportées par les exploitants concernant la maîtrise des risques associés aux opérations de manutention dans les installations de type LUDD. L'IRSN rappelle notamment que, au-delà de l'analyse systématique des différentes chutes envisageables, qui conduit en particulier à mettre en œuvre des dispositions de prévention (fiabilisation des engins de manutention, restriction du déplacement de charges...), **les exploitants doivent poursuivre leurs efforts concernant la mise en place de mesures de limitation des conséquences** (minimisation des hauteurs de transfert des charges, dimensionnement des structures agressées en cas de chute, dimensionnement des charges...) afin de tenir compte du fait que des défaillances matérielles ou humaines, même de faible probabilité a priori, sont toujours possibles.

Par ailleurs, le retour d'expérience des événements de chute de charge montre que les efforts entrepris par les exploitants en matière de préparation des opérations de manutention sont à poursuivre, voire à renforcer, pour les manutentions présentant des conditions opérationnelles délicates (accessibilité difficile des charges à manutentionner ou manque de visibilité directe lors des actions à effectuer) afin de vérifier que les dispositions prévues sont adaptées. Dans ce cadre, il apparaît également que les exploitants doivent apporter une attention particulière, d'une part à l'adéquation des systèmes de préhension aux charges manutentionnées, d'autre part aux vérifications effectuées avant les manutentions (bon accrochage des charges). Enfin, l'examen des causes organisationnelles et humaines de ces événements confirme l'importance de la formation du personnel et des intervenants d'entreprises extérieures et du développement de la culture de sûreté.

Enfin, un événement particulier survenu sur le site de La Hague est à souligner au titre du retour d'expérience (voir la description ci-après) ; il s'agit d'un des seuls événements de manutention ayant conduit, au cours de la période 2005 - 2010, à des conséquences notables sur les équipements et le génie civil de l'installation.

A la suite de l'analyse de cet événement et de ses aspects génériques pour les autres installations nucléaires pouvant être concernées, l'IRSN a transmis un avis mettant notamment en évidence que l'analyse des risques d'agression du génie civil ou d'équipements de sûreté d'une installation par un véhicule de transport, utilisé pour transférer des équipements ou des conteneurs de déchets ou de matières radioactives entre les installations d'un site, n'est généralement pas présentée dans les rapports de sûreté des installations.

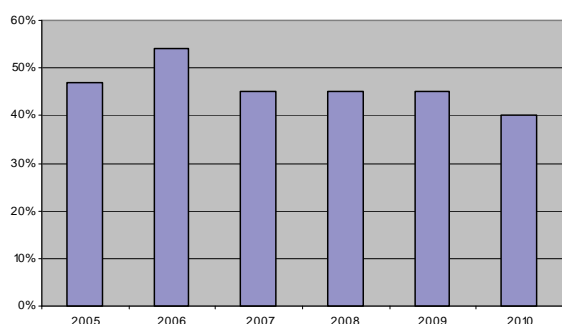
Le 10 février 2010, sur le site AREVA NC de La Hague, un véhicule de transport vide (d'une masse d'environ 30 tonnes), en cours de positionnement dans le sas camion de l'unité DRV de l'atelier NPH en vue d'une opération de chargement de conteneurs de déchets vitrifiés, a heurté le mur situé au fond du sas. Le choc a provoqué l'ouverture d'une brèche d'environ 3 m sur 2 m dans le mur séparant le sas de la salle adjacente classée en zone contrôlée.

En conséquence, l'IRSN a appelé l'attention de l'ASN sur le caractère éventuellement générique de cet événement et a recommandé de demander aux exploitants d'INB d'en tirer des enseignements. A la suite de cet avis, l'ASN a, en novembre 2011, demandé à tous les exploitants d'INB d'étudier les risques de collision d'engins de transport contre des éléments de génie civil des bâtiments ou des équipements importants pour la sûreté de leurs installations et de définir d'éventuelles dispositions complémentaires de maîtrise de ces risques. L'ASN a demandé que les conclusions de ces actions lui soient transmises sous un an.

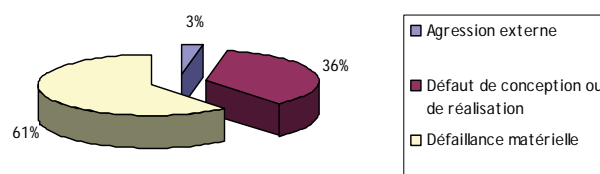
4.6 ANALYSE DES CAUSES DE NATURE TECHNIQUE

L'analyse réalisée par l'IRSN montre que la proportion des événements significatifs déclarés chaque année à l'ASN présentant au moins une cause principale de nature technique (défaillance d'équipement, défaut de conception...) est relativement stable depuis 2005 : entre 40 % à 45 % depuis 2007 (voir graphique ci-dessous).

Concernant la répartition des causes techniques des événements déclarés en 2009 et 2010, l'IRSN note que la part des défaillances matérielles d'équipements dues à une cause d'origine externe est faible ; les quelques cas répertoriés sont tous liés à des événements météorologiques (foudre, gel ou vent) ; ils ont conduit principalement à des défaillances d'équipements participant au confinement (statique ou dynamique) des matières radioactives



Proportion des causes techniques pour les années 2005 à 2010



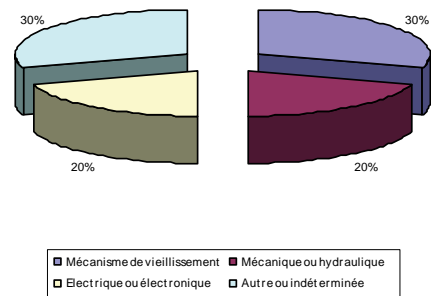
Proportion des événements par familles de causes techniques pour la période 2009 - 2010

Comme pour la période de 2005 - 2008, la majorité des causes techniques identifiées dans les comptes rendus d'événements significatifs pour les événements survenus en 2009 et 2010 sont des défaillances d'équipements ou de composants de fonctions de sûreté. Des défauts de conception ou de réalisation d'un équipement ou d'une fonction de sûreté sont mis en évidence pour un tiers environ des événements significatifs déclarés à l'ASN ; cette proportion est toutefois à considérer avec précaution ; elle pourrait être sous-estimée dans la mesure où l'identification de ce type de défaut « plus profond » requiert généralement une analyse plus poussée qui n'est pas toujours présentée dans les documents transmis, notamment pour certains événements considérés par l'exploitant comme étant de faible importance pour la sûreté.

L'analyse montre que deux tiers environ des défauts de conception concernent des équipements divers participant au confinement des matières radioactives. Des défauts de conception sont mis en évidence dans plusieurs autres types d'événements particulièrement significatifs. Citons notamment l'événement du 6 octobre 2009 survenu à l'atelier de technologie du plutonium du centre CEA de Cadarache. Cet événement a rappelé l'importance d'une conception des boîtes à gants qui permette d'éviter, autant que possible, l'accumulation de matières fissiles dans des zones où des actions de vérification de la présence de ces matières ou de nettoyage sont impossibles ou difficilement réalisables. Pour l'IRSN, ces événements rappellent l'importance d'une conception « robuste » des INB, fondée sur le concept de défense en profondeur, visant à prévenir les défaillances, à les détecter rapidement et en limiter les conséquences.

En dehors des causes d'origine externe, les défaillances d'équipements ou de composants de fonctions de sûreté ont des origines très diverses.

Environ 20% des défaillances matérielles sont de nature électrique (défaillance d'un onduleur, défaut d'isolement, défaillance d'un relai), ce qui est une proportion similaire à celle observée au cours des années 2005 à 2008. Ces défaillances ont conduit, dans environ 50 % cas, à des arrêts de systèmes de ventilation des installations et, dans 25 % des cas environ, à des défaillances de moyens de surveillance ou de contrôle radiologique des installations.



Répartition des origines des défaillances matérielles

Environ 20 % des défaillances matérielles résultent de sollicitations occasionnelles de nature mécanique ou hydraulique (effort anormalement élevé, surpression...); cette proportion est également similaire à celle observée au cours des années 2005 à 2008.

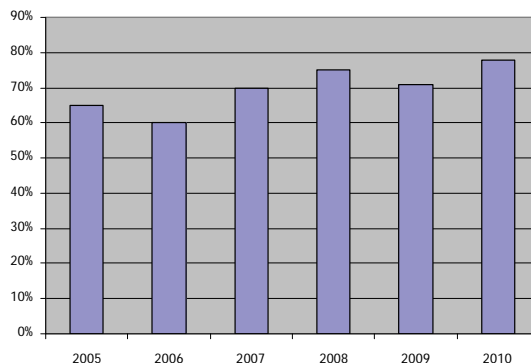
Les mécanismes de vieillissement dus à des phénomènes à évolution lente (corrosion, abrasion, fatigue thermique ou mécanique...), sont clairement identifiés dans les comptes rendus d'événements, pour environ 30 % des défaillances matérielles. Pour l'IRSN, la proportion réelle est certainement plus importante dans la mesure où une part des défaillances dont l'origine n'est pas clairement identifiée dans les documents transmis (environ 30 % des cas) est certainement liée, au moins en partie, à de tels mécanismes. Aussi, comme pour les années 2005 à 2008, les mécanismes de vieillissement apparaissent être à l'origine d'une part significative des défaillances matérielles ayant conduit aux événements déclarés au cours des années 2009 et 2010. Toutefois, compte tenu du nombre réduit d'événements considérés, l'analyse n'a pas mis en évidence, à ce stade, des aspects génériques ou des évolutions particulièrement notables de ces phénomènes. Un des moyens principaux de maîtrise de ces mécanismes consiste en des programmes adaptés de maintenance préventive et de contrôle périodique des équipements de sûreté des installations. En tant que de besoin, ces programmes doivent être adaptés afin de tenir compte du retour d'expérience des événements dus à de tels mécanismes.

Au titre du retour d'expérience, l'IRSN souligne l'usure de coussinets de tête de bielle des moteurs diesel de groupes électrogènes de secours équipant certaines centrales nucléaires française de production d'électricité, qui a conduit EDF à déclarer à l'ASN deux événements significatifs en 2010 et en 2011. L'événement de février 2011 a été classé par l'ASN au niveau 2 sur l'échelle INES dans la mesure où l'usure prématurée des coussinets concernait l'ensemble des groupes électrogènes de secours du site; cette défaillance aurait pu rendre indisponibles ces groupes en cas de perte de l'alimentation électrique normale. Ce défaut a également concerné des groupes électrogènes de même marque équipant le site de La Hague et l'installation Melox; les exploitants concernés ont engagé des actions visant à remédier aux défauts constatés. A la suite de l'événement de février 2011, l'ASN a demandé à l'ensemble des exploitants d'INB de vérifier l'absence de tels mécanismes d'usure pour les groupes électrogènes de leurs installations et de lui transmettre les résultats des investigations menées.

4.7 ANALYSE DES CAUSES DE NATURE ORGANISATIONNELLE ET HUMAINE

Une proportion importante, de l'ordre de 75 %, des événements significatifs déclarés à l'ASN au cours des années 2009 et 2010, a pour origine des défaillances de nature organisationnelle ou humaine.

L'IRSN constate que la très grande majorité des comptes rendus d'événements significatifs transmis à l'ASN au cours des années 2009 et 2010 présente une analyse des composantes organisationnelles et humaines, ce qui n'était pas toujours le cas les années antérieures. Cette amélioration est le reflet des efforts effectués par les principaux exploitants en matière d'organisation interne et de formation de leur personnel concernant les facteurs organisationnels et humains.

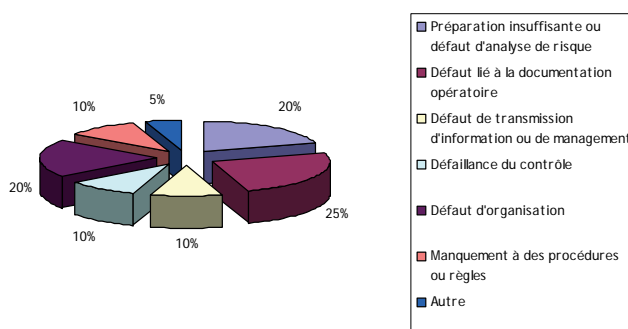


Proportion des causes de type FOH par année

Si l'amélioration des comptes rendus d'événements significatifs est incontestable sur ce plan, la profondeur des analyses présentées dans ces documents reste en revanche très inégale selon les exploitants conduisant, pour une part encore notable des événements, à une simple identification des causes « premières » s'arrêtant souvent aux défaillances humaines (erreurs des individus). Ce constat concerne plus particulièrement les événements de moindre importance pour la sûreté ; en effet, les analyses présentées concernant les événements classés au niveau 1 ou au niveau 2 sur l'échelle INES sont généralement beaucoup plus poussées. Aussi, pour l'IRSN, un effort complémentaire est attendu des exploitants pour qu'ils présentent dans leurs comptes rendus d'événements une analyse des causes plus fondamentales, ou causes profondes, des événements déclarés à l'ASN ; ceci est indispensable à l'identification de causes récurrentes ou génériques et à la définition d'actions correctives plus pertinentes d'amélioration de la sûreté. Cette remarque relative au contenu des comptes rendus d'événements transmis ne veut pas dire qu'aucune analyse de second niveau n'est effectuée par les exploitants ; en effet, de telles analyses sont menées par les principaux exploitants d'installations LUDD depuis quelques années afin d'en tirer des enseignements utiles pour la sûreté de leurs installations.

Une analyse des données disponibles dans la base SAPIDE LUDD a été réalisée par l'IRSN pour dégager les principaux types de causes de nature organisationnelle ou humaine pour les événements déclarés à l'ASN en 2009 et 2010 et identifier les évolutions par rapport aux années précédentes.

Il convient de souligner que le contenu de certains comptes rendus d'événements ne permet pas toujours d'effectuer leur codage précis des causes de nature organisationnelle ou humaine dans la base SAPIDE LUDD. Les données présentées ci-après sont donc à considérer comme des valeurs indicatives.

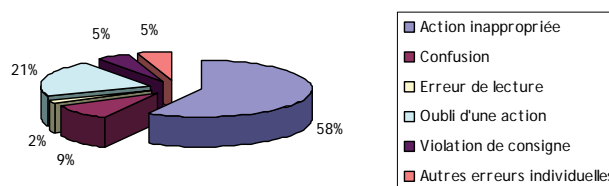


Répartition des événements par famille de causes organisationnelles pour les années 2009 et 2010

Trois types de causes organisationnelles, de « poids » assez proches, se dégagent pour les années 2009 et 2010 :

- les défauts liés à la documentation, qu'il s'agisse d'une absence de documents ou, plus souvent, de documents inadaptés ou insuffisants ; ils constituent, comme pour les années 2005 à 2008, une part importante (de l'ordre de 25 %) des causes organisationnelles répertoriées dans les comptes rendus d'événements significatifs ; ces défauts concernent des documents divers (procédures, modes opératoires, gammes d'essais...) relatifs à des activités liées au fonctionnement normal des installations ou à des interventions (maintenance, chantiers d'assainissement, modifications...)
- les insuffisances de préparation des activités ou des analyses de risques préalables ; même si la part de ces insuffisances est globalement en diminution par rapport aux quatre années précédentes, cette nature de causes reste prépondérante dans le cas particulier des interventions (maintenance, travaux...)
- les défauts d'organisation (planification, organisation des tâches entre équipes différentes, maîtrise et suivi des sociétés extérieures notamment) ; ils constituent environ 20 % des causes organisationnelles. Ces défauts ainsi que les défauts de transmission d'informations (environ 10 %) se trouvent en particulier pour les événements relatifs à des interventions et pour les événements de non-respect des délais prévus de réalisation de contrôles et essais périodiques (CEP) d'équipements de sûreté.

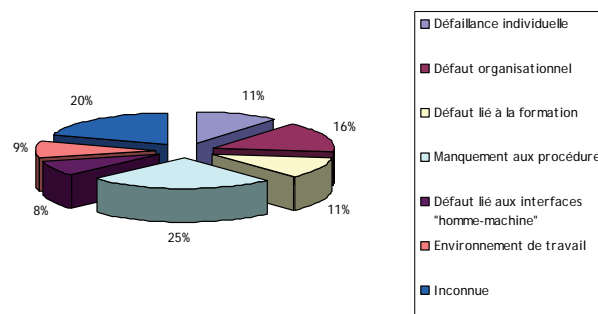
Comme pour les quatre années précédentes, les principales défaillances humaines identifiées dans les comptes rendus d'événements significatifs déclarés au cours des années 2009 et 2010 sont des actions inappropriées ou des oublis d'actions (environ 80 %).



Répartition des événements par famille de causes « humaines » pour les années 2009 et 2010

Toutefois, les éléments présentés dans les comptes rendus d'événements significatifs ne sont pas toujours suffisants pour identifier avec suffisamment de précision les origines des défaillances humaines. En particulier, pour une part non négligeable (20 % des cas environ), l'origine de la défaillance n'a pas pu être clairement identifiée à partir de l'examen des documents transmis. D'autres sources d'erreurs humaines (défauts d'interface homme machine, défauts liés à l'environnement de travail...) sont, dans de rares cas, également identifiées par les exploitants. Pour l'IRSN, une analyse plus approfondie de l'origine de ces défaillances et leur formalisation dans les comptes rendus d'événements significatifs permettraient d'améliorer l'analyse globale du retour d'expérience de ces événements.

En tout état de cause, il apparaît qu'une part importante des défaillances humaines (environ 25 %) résulte de manquements involontaires ou délibérés à des règles ou à des prescriptions. Une part non négligeable résulte également de défauts relatifs à l'organisation du travail.



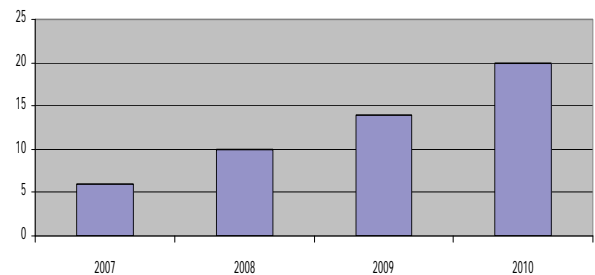
Répartition des origines des défaillances humaines pour les années 2009 et 2010

Sur la base de l'analyse de tendances qu'il a effectuée, l'IRSN a plus particulièrement examiné les défaillances de nature organisationnelles et humaines lors de la réalisation des contrôles et essais périodiques ou lors des interventions qui sont deux types d'événement en augmentation. De plus, eu égard à leur importance dans les causes de nature organisationnelle ou humaine, un examen a été effectué des origines des manquements aux procédures et aux règles ainsi que des insuffisances de la documentation.

4.7.1 *DEFAILLANCES ORGANISATIONNELLES OU HUMAINES ASSOCIEES A LA REALISATION DE CONTROLES OU ESSAIS PERIODIQUES*

Le nombre de non-respect de la périodicité de réalisation des contrôles ou essais périodiques d'équipements de sûreté est en augmentation constante depuis 2007 dans les installations de type LUDD. Cette augmentation est constatée globalement pour tous les types d'événements et concerne des équipements variés (confinement statique, équipements de protection contre l'incendie...). Environ 50 % environ de ce type d'événements concerne, en 2009 et 2010, la seule famille des installations du « cycle ».

Cette constatation pourrait en partie être expliquée par la démarche engagée par l'ASN au cours des dernières années en vue de faire appliquer de façon plus rigoureuse les critères de déclaration des événements significatifs pour ces installations. Soulignons à ce sujet qu'environ 20 % de ces événements, déclarés en 2009 et 2010, résultent d'écarts reclassés en événements significatifs par l'ASN à la suite d'inspections des installations.



Nombre de non-respects de la périodicité de CEP pour les années 2007 à 2010

En tout état de cause, le nombre d'événements déclarés en 2010 reste faible en regard du nombre important de contrôles et essais périodiques réalisés annuellement dans les installations de type LUDD. Il convient également de relativiser l'impact de ces non-respects sur la sûreté. En effet, les contrôles ou les essais de rattrapage (c'est-à-dire effectués à la suite de la découverte de non-respects de périodicité) montrent que, dans la très grande majorité des cas, les matériels correspondants étaient disponibles et que les critères ou exigences afférents à ces matériels étaient respectés.

Ces non-respects de périodicité résultent principalement de causes de nature organisationnelle ou humaine. Plus précisément, il s'agit dans environ 50 % des cas, de défauts liés à l'utilisation des systèmes servant à la planification des contrôles : erreur de renseignement non détectée ou modification de l'application informatique de planification utilisée (type GMAO), dans quelques cas, inadéquation des systèmes de planification utilisés par les intervenants (défaut d'ergonomie). Soulignons, en particulier, plusieurs non respects de périodicité du fait de confusions sur des dates de réalisation de contrôles réglementaires d'équipements pour lesquels aucun écart de périodicité n'est toléré par la réglementation ; ce point a d'ailleurs fait l'objet d'un rappel de l'ASN à tous les exploitants dans un courrier de décembre 2009. Par ailleurs, sont également à signaler des défauts d'organisation des tâches à réaliser par les différentes équipes, des insuffisances de communication entre ces différentes équipes ainsi que des défauts de maîtrise des sociétés extérieures assurant majoritairement les contrôles et essais périodiques dans les INB LUDD.

Pour l'IRSN, ce retour d'expérience montre que les efforts entrepris par les exploitants au cours des dernières années pour réduire le nombre des non-respects de périodicité n'ont pas encore totalement porté leurs fruits ; un renforcement de ces actions est donc nécessaire pour traiter les causes évoquées ci-dessus, en particulier celles relatives aux systèmes de planification utilisés et à leur exploitation. Conscients de l'effort à réaliser, certains grands exploitants d'INB LUDD ont engagé des actions de vérification globale des conditions de réalisation des contrôles en question dans leurs INB (de type inspection interne).

Il est à noter également que quelques événements significatifs déclarés résultant d'insuffisances dans les remontées des informations au sujet d'écart constatés par des intervenants de sociétés extérieures lors des contrôles et essais périodiques réalisés. Ces insuffisances ont conduit à des retards dans les actions correctives à mettre en œuvre pour pallier ces écarts (par exemple : défaut de basculement sur une ligne de filtration THE de secours à la suite de l'identification d'une insuffisance d'efficacité du filtre THE de la ligne en fonctionnement). Pour l'IRSN, ce retour d'expérience souligne l'importance que les exploitants doivent accorder aux interfaces avec les sociétés extérieures et aux dispositions contractuelles associées afin d'assurer un suivi rigoureux des contrôles et essais périodiques et de permettre qu'ils réalisent, si nécessaire, des actions correctives dans des délais adaptés.

4.7.2 DEFALLANCES ORGANISATIONNELLES OU HUMAINES ASSOCIEES AUX INTERVENTIONS

L'IRSN constate que le nombre d'événements significatifs survenus au cours d'interventions (opérations de maintenance, essais, chantiers de démantèlement, modifications d'installations...) a augmenté en 2009 et 2010 (environ 40 par an) par rapport à 2008 (une trentaine). Cette augmentation concerne plus particulièrement la famille des installations en démantèlement (environ 15 événements par an en 2009 et en 2010 alors que le nombre était inférieur à 10 au cours des années antérieures).

Des insuffisances de préparation des interventions et des analyses de risques associées sont identifiées dans environ 50 % des cas, sans distinction notable mise en évidence entre les principaux exploitants d'INB LUDD. L'absence de préparation ou d'analyse de risques préalable apparaît en régression par rapport aux années précédentes, ce qui suggère que les efforts des exploitants pour supprimer ce type de cas portent, en partie, leurs fruits. Toutefois, de tels défauts ont encore été observés en particulier lors de la réalisation d'opérations non planifiées initialement mais qui se sont avérées nécessaires à la suite notamment d'aléas d'exploitation ; ces défauts résultent souvent d'actions individuelles sans concertation préalable avec le « collectif » de travail. Pour l'IRSN, cela montre la nécessité que les exploitants continuent à développer la culture de sûreté du personnel et veillent à la qualité de l'organisation des opérations et des conditions de leur réalisation afin de limiter de telles actions individuelles non planifiées sans analyse de risques préalable.

Pour ce qui concerne les interventions présentant des insuffisances de préparation ou d'analyse de risques préalable, l'analyse montre que les origines de ces défauts sont variées. Ceci se constate notamment pour les INB en phase d'assainissement ou de démantèlement qui ont la particularité d'évoluer rapidement au fil du temps et de faire l'objet de nombreuses interventions simultanées. On peut notamment citer, parmi ces insuffisances, l'absence de vérification ou une vérification trop sommaire de l'état réel de l'installation, des défauts d'organisation interne (délai insuffisant pour effectuer une analyse de risques, défaut de contrôle interne du caractère suffisant ou pertinent de l'analyse...), de mauvaises identifications des conditions requises (consignations, lignages...) ou des exigences applicables ainsi que des défauts de formalisation dans les documents d'intervention.

Ce retour d'expérience souligne que les actions menées par les exploitants pour améliorer la qualité des analyses de risques méritent encore d'être poursuivies. Pour l'IRSN, une attention particulière est à porter aux dispositions organisationnelles relatives à la réalisation d'analyses de risques de qualité, adaptées aux difficultés en matière de sûreté ou de radioprotection (préparation collégiale au bon niveau, disponibilité de guides d'analyse...) et notamment aux moyens humains compétents pour la réalisation et le contrôle de ces analyses et la préparation des interventions, en particulier pour les installations dans lesquelles de nombreuses interventions sont effectuées simultanément.

Des défauts relatifs aux transferts d'informations entre personnes ou entre équipes, ainsi que des défauts de management ou de contrôle sont identifiés pour environ le quart des événements survenant au cours d'interventions. Cette proportion souligne l'importance que les exploitants doivent accorder à l'organisation des interventions et aux modalités d'échanges et de transfert d'informations entre les différents intervenants, notamment d'équipes différentes (échanges entre équipes postées, interfaces entre l'exploitant et les personnels d'entreprises extérieures, interfaces entre les équipes de maintenance et les équipes d'exploitation...). L'analyse réalisée montre que ce type de défauts organisationnels est survenu dans plus de 50 % des événements pour lesquels des personnes d'entreprises extérieures participaient à la réalisation d'interventions. Bien que ces événements aient des origines diverses, il ressort qu'une part notable de ceux-ci résulte, comme pour les années 2005 à 2008, d'insuffisances dans le suivi et le contrôle, par l'exploitant, de ces personnels, dues notamment à une présence insuffisante du personnel de l'exploitant « sur le terrain ». L'analyse réalisée met également en lumière des défauts liés à la formation des intervenants, qui peuvent avoir une moins bonne connaissance que le personnel d'exploitation, à la fois de l'installation, de son organisation ainsi que des règles ou procédures à respecter.

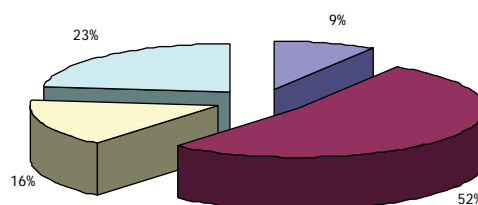
Pour l'IRSN, les différents points évoqués ci-dessus méritent une vigilance particulière, dans un contexte de recours croissant à des entreprises extérieures spécialisées, les principaux exploitants d'INB LUDD recentrant de plus en plus leurs activités sur ce qu'il est convenu d'appeler le « cœur de métier ». La sous-traitance peut, pour certains exploitants, s'étendre à des activités d'exploitation d'installations ou de parties d'installation, de gestion de projets, de contrôle ou de surveillance de prestataires. **Dans un tel contexte, une attention particulière est à porter aux dispositions retenues pour maîtriser les activités sous-traitées, notamment lorsque celles-ci constituent une proportion importante des activités menées dans certaines INB.** Pour l'IRSN, cette maîtrise suppose une organisation robuste et des moyens humains suffisants et compétents pour effectuer un contrôle et un suivi adaptés des sociétés extérieures, notamment par une présence suffisante « sur le terrain ». Il convient notamment de s'assurer que les intervenants ont une bonne connaissance et une maîtrise effective des dispositions à mettre en œuvre pour les opérations qu'ils réalisent (connaissance des procédures, des exigences de sûreté et de radioprotection...). **Les efforts déjà entrepris par les exploitants en la matière sont donc à poursuivre.**

Des insuffisances relatives aux contrôles après intervention et à la remise en configuration des équipements des installations à la fin des travaux ont été constatées dans environ 15 % des événements liés à des interventions. Même si le nombre d'événements n'a pas augmenté depuis les années 2007 - 2008 (environ 5 événements par an), l'IRSN estime que les exploitants doivent continuer à apporter une grande vigilance pour ce qui concerne la remise en configuration voulue des équipements à la fin d'une intervention (remise en service d'alarmes ou de détecteurs, élimination des « shunts »...); en effet, si ceci n'est pas réalisé avec rigueur, des défauts « latents » peuvent subsister, sources éventuelles, ou facteurs aggravants, d'incidents ultérieurs.

4.7.3 MANQUEMENTS AUX PROCEDURES ET AUX REGLES ET INSUFFISANCES DE LA DOCUMENTATION

25 % environ des événements significatifs déclarés à l'ASN au cours des années 2009 et 2010 sont liés à l'utilisation d'une documentation opératoire présentant des défauts où à une absence de tels documents. La moitié environ de ces événements provient de documents incomplets ; l'absence de documents est identifiée dans environ 10 % des cas.

Ces défauts de documentation concernent majoritairement des activités effectuées dans le cadre du fonctionnement normal des installations, une proportion moindre concernant les interventions. Ces insuffisances présentent des causes multiples, sans origine générique mise en évidence.



■ Absence de document ■ Document incomplet □ Document inadapté □ Autre défaut

Répartition des types de défauts liés aux documents

Une source d'amélioration de la sûreté est donc une meilleure identification par les exploitants des lacunes des documents opératoires utilisés dans leurs installations, notamment dans lors des modifications des installations ou de leurs référentiels de sûreté ainsi que lors des réexamens de sûreté périodiques. De plus, dans un second temps, les exploitants devraient analyser les causes profondes de ces lacunes, c'est-à-dire du processus de gestion documentaire.

Environ 15 % des événements significatifs déclarés à l'ASN résultent de manquements à des exigences formalisées dans les documents opératoires (procédures, consignes de radioprotection...). L'analyse réalisée par l'IRSN montre que le nombre d'événements de ce type apparaît relativement stable depuis quelques années ; il n'est pas mis en évidence à ce stade de lien évident entre les manquements aux exigences et le statut des personnes concernées (prestataire ou non). Toutefois, comme indiqué dans le précédent rapport public de l'IRSN, l'origine de ces manquements est rarement indiquée dans les comptes rendus d'événements significatifs, ce qui rend difficile l'identification de causes génériques.

5 - EVENEMENTS ET INCIDENTS

Dans le cadre de sa mission d'appui technique aux autorités compétentes en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection, l'IRSN assure notamment un suivi de la sûreté des INB de type LUDD afin d'avoir la connaissance la plus précise possible de ces installations et de leur retour d'expérience. En particulier, l'Institut consacre des moyens importants à l'expertise des événements et incidents survenant dans les installations en France ou à l'étranger afin d'en tirer des enseignements utiles pour faire avancer la sûreté. Ce chapitre présente une sélection d'événements et d'incidents survenus au cours des années 2009 et 2010.

- Parmi les événements relatifs à des opérations d'assainissement ou de démantèlement, les trois événements décrits ont conduit à des conséquences, deux pour le personnel intervenant, le troisième pour l'installation concernée. Ils mettent en évidence que ces opérations sont susceptibles de présenter des risques importants d'exposition des travailleurs aux rayonnements ionisants, en raison de la nature de ces opérations qui nécessitent souvent des interventions à proximité des équipements contenant des matières radioactives. De plus, du fait des techniques ou procédés mis en œuvre pour ces opérations, des risques différents de ceux rencontrés lors de l'exploitation des installations peuvent apparaître. Ces trois événements soulignent donc l'importance de la phase préparatoire à de tels travaux et, en particulier, de l'analyse des risques associée, qui doivent être réalisées avec une grande rigueur.
- Trois événements concernant des installations d'ionisation différentes ont résulté de défauts de leur système de sûreté d'accès aux cellules dans lesquelles est effectuée l'irradiation de produits à l'aide de sources de cobalt-60 de très forte activité. Rappelons que ces installations présentent des risques d'exposition externe aux rayonnements ionisants très important pour le personnel, en cas d'accès de celui-ci dans une cellule d'ionisation lorsque les sources ne sont pas positionnées sous eau au fond de la piscine d'entreposage. La prévention de ces risques repose donc sur un système de sûreté d'accès dont la robustesse doit être garantie. Si les trois événements décrits ci-après n'ont heureusement conduit à aucune conséquence pour le personnel, ils montrent qu'une grande vigilance reste de mise quant à la fiabilité de ces systèmes d'accès.
- Les défauts de maîtrise des quantités de matières fissiles constituent une part importante des événements déclarés à l'ASN relatifs aux risques de criticité dans les installations de type LUDD. Les trois événements décrits ci-après présentent différentes facettes de cette problématique. Ils soulignent notamment l'importance d'une bonne conception des installations limitant les possibilités de dépassement des masses de matières fissiles dans les postes de travail ainsi que de dispositions organisationnelles robustes permettant de prévenir ou de détecter rapidement des défaillances humaines lors des opérations de contrôle des masses de matières fissiles.

5.1 EVENEMENTS SURVENUS LORS D'OPERATIONS D'ASSAINISSEMENT OU DE DEMANTELEMENT

Principales caractéristiques des opérations de démantèlement des installations nucléaires

Les opérations de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement d'une installation nucléaire, qui peuvent s'étaler sur une longue période, sont effectuées en plusieurs étapes qui visent, dans un premier temps, à évacuer les matières radioactives encore présentes, puis à décontaminer et à assainir les équipements et les structures, avant de procéder à leur démontage et à leur évacuation. En règle générale, comparativement à la phase d'exploitation, les risques associés à ces opérations sont plus faibles pour l'environnement, alors que les risques d'exposition de travailleurs aux rayonnements ionisants deviennent plus importants, en raison de la nature des opérations qui peuvent nécessiter l'intervention de travailleurs à proximité ou « au contact » d'équipements contenant des matières radioactives. Par ailleurs, si certains risques peuvent disparaître, comme le risque de criticité du fait de l'évacuation des matières fissiles, des risques différents de ceux rencontrés lors de l'exploitation peuvent apparaître, du fait des techniques ou procédés mis en œuvre, ou devenir prépondérants (risques d'incendie liés aux opérations de découpe avec points chauds...).

L'organisation mise en place et la maîtrise des risques liés aux facteurs humains revêtent une importance toute particulière compte tenu des opérations réalisées (actions simultanées, recours important à des entreprises spécialisées...). En tout état de cause, ces opérations nécessitent une préparation approfondie et des vérifications de l'installation pour tenir compte d'éventuelles pertes dans la connaissance de celle-ci (défauts de traçabilité lors de l'exploitation, personnel différent de celui d'exploitation...).

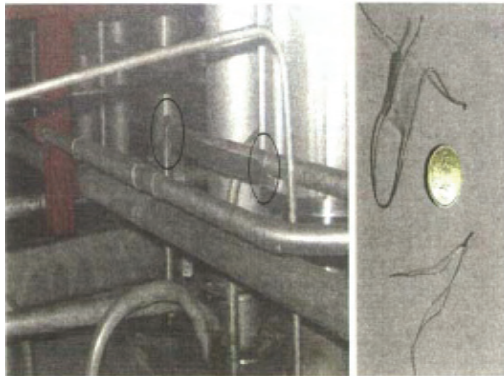
Dans un contexte où le nombre de mises à l'arrêt définitif et de démantèlements d'installations nucléaires va continuer d'augmenter dans les prochaines années, l'IRSN souligne l'importance que les exploitants tirent tous les enseignements des événements survenus, qui peuvent conduire à des conséquences importantes notamment pour les travailleurs, afin d'améliorer en continu la sûreté et la radioprotection de ces opérations. Ce chapitre présente trois événements parmi les plus marquants des années 2009 et 2010 illustrant les questions soulevées par les opérations d'assainissement et de démantèlement des installations nucléaires.

5.1.1 EVENEMENTS AYANT CONDUIT A DES CONTAMINATIONS INTERNES DE TRAVAILLEURS

Trois événements de contamination interne d'opérateurs par blessure du fait du caractère insuffisant de leurs équipements de protection sont survenus en 2009 et 2010 au cours d'opérations d'assainissement ou de démantèlement. Le plus marquant est celui survenu le 19 novembre 2009 dans l'atelier MAU du site AREVA NC de La Hague, où un opérateur s'est piqué avec un fil métallique contaminé à travers son gant de protection, entraînant une contamination interne significative. Cet événement ainsi que celui survenu le 28 avril 2010 dans l'installation LAMA du site CEA de Grenoble sont décrits ci-après ; ils soulignent l'importance de la phase préparatoire aux travaux qui doit permettre d'identifier les risques encourus par les intervenants et définir les dispositions de maîtrise les plus appropriées.

EVENEMENT SURVENU LE 19 NOVEMBRE 2009 DANS L'ATELIER MAU DE L'USINE UP2-400 DU SITE AREVA NC DE LA HAGUE

L'atelier MAU fait partie de la première usine de traitement de combustibles irradiés UP2 400 de l'établissement AREVA NC de La Hague. L'usine UP2-400 est en phase de cessation définitive d'exploitation depuis la fin de l'année 2003. La fonction industrielle de l'atelier MAU consistait à séparer l'uranium et le plutonium contenus dans une solution d'acide nitrique, puis à purifier l'uranium. Le plutonium sortant en phase aqueuse était envoyé à l'atelier MAPu de cette même usine.



Zone d'intervention et fils métalliques

Le 19 novembre 2009, un salarié d'une entreprise sous-traitante a été contaminé, notamment par du plutonium, lors d'une opération de dépoussiérage d'une cellule. Alors qu'il était en train d'intervenir, équipé d'une tenue étanche ventilée, sa main droite a heurté un fil métallique servant à maintenir une étiquette d'identification d'une tuyauterie (voir les photographies ci-contre). Le fil métallique a percé les gants de protection du salarié et l'a piqué, ce qui a entraîné une contamination interne.

Le salarié victime de la contamination a été pris en charge immédiatement après l'accident par le service de radioprotection et le service médical de l'établissement. Les premiers contrôles réalisés ont mis en évidence une contamination radioactive interne du salarié par des particules alpha. Les examens réalisés ont permis d'évaluer la dose efficace correspondante à une valeur supérieure à la limite de dose réglementaire (20 mSv). **Au vu des conséquences de cet événement, il a été classé par l'ASN au niveau 2 sur l'échelle INES.**

Les risques de percement d'équipements de protection avaient été identifiés par l'exploitant (dans le plan de prévention) lors de la préparation de l'intervention. En particulier, les intervenants avaient procédé à la mise en place de protections sur les angles saillants des équipements, sur les supports de tuyauteries et de câbles ainsi que sur les étiquettes de repérage des tuyauteries et les fils de fixation. L'exploitant a indiqué que la piqûre était liée à l'absence de détection du fil métallique, lors de la phase de préparation du chantier, ce fil n'étant pas directement visible car situé à l'arrière de la tuyauterie. Dans son analyse, AREVA NC a identifié comme origines de l'événement le caractère inadapté des gants de protection pour résister à une piqûre, l'encombrement général de la cellule qui rendait difficile l'accès aux tuyauteries, ainsi que le type d'éclairage de la zone de travail expliquant la mauvaise visibilité des fils de fixation.

AREVA NC a suspendu temporairement ce type d'opération d'assainissement dans l'atelier afin de redéfinir les conditions de travail. En particulier, AREVA NC a lancé une recherche d'un gant « anti piqûre » mieux adapté aux opérations prévues. Les essais réalisés ont mis en évidence que l'indice de résistance à la perforation des gants, qui fait l'objet d'une norme, représentait mal la résistance à la piqûre. AREVA NC a également indiqué que les gants comportant du kevlar, plus résistants aux déchirures et coupures, apportaient une protection bien moindre aux piqûres que les gants de cuir. Dans ces conditions, AREVA NC a rendu obligatoire le port de gants de cuir pour les opérations de dépoussiérage des cellules classées en zone « rouge » (zone 4) de l'atelier MAU et a étendu cette disposition à l'ensemble des opérations d'assainissement de l'établissement de La Hague. Par ailleurs, AREVA-NC a pris des dispositions visant à améliorer les conditions d'intervention, notamment par une amélioration de

l'éclairage des zones de travail. L'IRSN souligne que les gants en cuir peuvent être d'une efficacité limitée contre les piqûres comme le montre l'incident survenu le 14 juin 2010 dans une installation du site de Savannah River aux Etats-Unis (voir ci-dessous). Dans le cadre de l'évaluation des dossiers de sûreté relatifs au démantèlement de l'usine UP2-400, AREVA NC s'est engagé à mener une réflexion sur le caractère suffisant des dispositions de protection individuelle en tenant compte du retour d'expérience des événements de contamination interne par piqûre.

Un événement est survenu le 14 juin 2010 dans une installation d'entreposage de déchets solides du site de Savannah River aux Etats-Unis.

Au cours d'une opération d'inventaire, un opérateur équipé de plusieurs paires de gants, notamment de gants en cuir, s'est piqué avec un fil métallique contaminé. La dose efficace engagée a été estimée supérieure à 20 mSv. Cet événement, lié notamment à un manque de respect des procédures de travail par l'opérateur, a montré que les gants en cuir peuvent s'avérer insuffisants pour empêcher des piqûres avec des objets de petit diamètre (voir photographie ci-contre).



Gant percé lors de l'incident du 14 juin 2010

EVENEMENT SURVENU LE 28 AVRIL 2010 SURVENU DANS L'INSTALLATION LAMA DU CENTRE CEA DE GRENOBLE



Vue de l'enceinte THA n°2 depuis la porte en zone arrière

Le Laboratoire d'Analyse des Matériaux Actifs (LAMA) du centre CEA de Grenoble est un ancien laboratoire dans lequel étaient effectuées des études, après irradiation, de combustibles nucléaires à base d'uranium ou de plutonium et de matériaux de structure pour les réacteurs nucléaires. En septembre 2008, le CEA a été autorisé à procéder à la mise à l'arrêt définitif et au démantèlement de cette installation. Les opérations de démantèlement ont démarré en 2009. L'activité radiologique résiduelle se trouve principalement à l'intérieur des enceintes dites de « Très Haute Activité ».

Le 28 avril 2010, un intervenant s'est blessé lors des opérations d'assainissement de l'enceinte de très haute activité (THA) n°2 qui présente des risques de contamination et d'irradiation (elle est classée zone « orange »). En pénétrant dans la cellule, l'opérateur équipé d'une tenue ventilée s'est blessé à la fesse gauche avec un objet métallique saillant (barre à mine). Les premiers contrôles réalisés ont mis en évidence une contamination radioactive interne du salarié. Les examens réalisés ont permis d'évaluer la dose efficace correspondant à une valeur inférieure à la dose annuelle réglementaire (20 mSv). Cet événement a été classé par l'ASN au niveau 1 sur l'échelle INES.

Les investigations menées par l'exploitant ont conclu que cet événement avait pour origines une mauvaise visibilité de la zone d'intervention, due à un faible éclairage, un encombrement important de la zone de travail ainsi qu'un manquement au mode opératoire ayant induit les intervenants à utiliser une barre à mine en cellule.

Ces causes sont très similaires de celles qui ont été à l'origine de l'événement du 19 novembre 2009 dans l'installation MAU, décrit ci-avant.

En vue d'éviter le renouvellement d'un tel événement, le CEA a mis en place un éclairage spécifique de la zone de chantier (lampe froide). Des dispositions ont également été prises pour limiter l'encombrement de la zone d'intervention et pour supprimer les outils coupants (utilisation d'un pied de biche en remplacement de la barre à mine). Enfin, l'exploitant a rappelé aux opérateurs les consignes de sécurité à respecter.

Pour conclure sur les événements de contamination interne

Les deux événements décrits ci-dessus illustrent l'importance des risques d'exposition interne des travailleurs lors de la réalisation d'opérations d'assainissement ou de démantèlement dans des ambiances contaminées notamment par des émetteurs alpha. Ils rappellent que les blessures, même bénignes, constituent une voie significative de contamination interne des opérateurs, pouvant conduire à des conséquences radiologiques significatives.

La maîtrise des risques liés à ces opérations repose en grande partie sur la phase préparatoire, qui nécessite une grande rigueur. Le retour d'expérience des deux événements présentés ci-avant montre que, si le choix d'équipements de protection individuelle adaptés aux opérations prévues doit constituer une préoccupation forte des exploitants, il apparaît également essentiel que ceux-ci portent une grande attention aux conditions de réalisation de ces travaux (éclairage, encombrement, équipements saillants...) ainsi qu'à la formation des intervenants et au développement de la culture de sûreté.

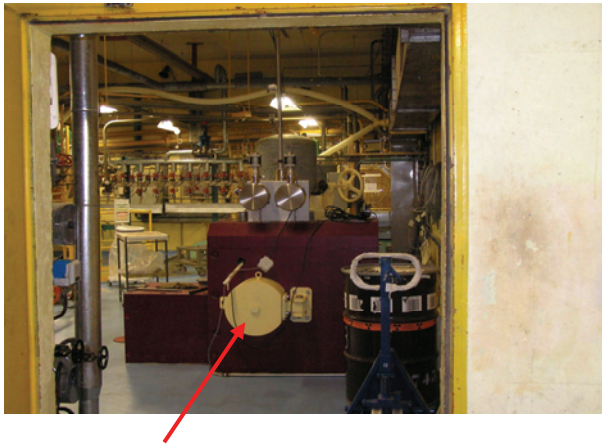
5.1.2 EVENEMENT SURVENU LE 23 JUILLET 2009 DANS L'ATELIER DE VITRIFICATION DU CENTRE CEA DE MARCOULE AYANT CONDUIT A UNE DISSEMINATION IMPORTANTE DE MATIERES RADIOACTIVES

Un événement significatif est survenu le 23 juillet 2009 dans l'atelier de vitrification de Marcoule situé sur le centre CEA de Marcoule. Cet atelier fait partie de l'installation nucléaire de base classée secrète (INBS) de Marcoule. L'événement a conduit à une dispersion importante de solutions radioactives dans l'installation à la suite d'une réaction chimique et d'une configuration d'installation mal maîtrisées. Bien que cet événement ait eu lieu dans un atelier d'une INBS sortant du champ du présent rapport dédié aux INB civiles, l'IRSN a estimé important de le présenter ici compte tenu des nombreux enseignements à caractère générique qu'il convient d'en tirer. Soulignons à cet égard que le procédé chimique à l'origine de l'événement est régulièrement mis en œuvre pour l'assainissement d'équipements d'installations nucléaires en vue de réduire leur contamination.

L'Atelier de vitrification de Marcoule (AVM) a pour missions de réceptionner, d'entreposer et de vitrifier des solutions de haute activité. Il assure également l'entreposage et la surveillance des conteneurs de résidus vitrifiés produits. L'événement du 23 juillet 2009 a concerné l'unité de stockage des produits de fission (SPF) de l'AVM. Les cuves de cet unité ont été utilisées dès le démarrage de l'usine de traitement de combustibles usés UP1 en 1958, pour l'entreposage de solutions concentrées de produits de fission en attente de leur vitrification. Après l'arrêt définitif de cette usine en 1997, ces cuves ont fait l'objet d'opérations visant à réduire les quantités de matières radioactives entreposées et de rinçages à l'acide nitrique. Afin de poursuivre l'assainissement de ces cuves en vue de leur démantèlement, et afin de réduire leur contamination interne, l'exploitant a choisi de réaliser des rinçages avec des réactifs spécifiques notamment des solutions de carbonate de sodium. Les effluents résultant des rinçages avec des solutions de carbonate de sodium doivent être acidifiés avant d'être concentrés puis vitrifiés dans l'installation AVM elle-même.

L'événement du 23 juillet 2009 concerne l'opération d'acidification dans une cuve des solutions de carbonates par mélange avec de l'acide nitrique concentré. Cette réaction exothermique est totale sous réserve que soit assurée une homogénéisation continue des réactifs ; la cinétique est rapide et elle conduit à un dégagement important de gaz carbonique. Des dispositions de maîtrise de cette réaction sont donc nécessaires pour éviter les risques de surpression.

Le 23 juillet 2009, l'exploitant avait programmé l'acidification de 30 m³ de solutions carbonatées par le transfert dans une cuve, de 5 lots ou « batchs » successifs. Au quatrième « batch », un dégagement brutal de gaz carbonique a provoqué une montée de la pression dans la cuve entraînant, par un phénomène d'« air lift » (entraînement de la solution par un gaz sous pression), l'éjection d'environ 900 litres de solution hors de cette cuve.



Vue de la cellule dans laquelle débouche le puits de corrosion

Ces 900 litres ont rejoint, d'une part une autre cuve via les tuyauteries de trop-plein, d'autre part le local situé au dessus de la case de la cuve incriminée, via le puits dit « de corrosion » équipant cette cuve ; celui-ci était destiné à l'introduction et au retrait pour examens d'échantillons de matériaux susceptibles d'être mis en contact avec le contenu de la cuve).

A partir du local précité, la solution s'est écoulee dans d'autres locaux et, in fine, dans des lèchefrites et des siphons de sol se déversant dans deux cuves de récupération. Environ 60 litres de solution se sont ainsi répandus en dehors des dispositifs de rétention, entraînant la contamination des locaux voisins. Cet événement a entraîné une contamination importante de l'installation mais n'a conduit à aucune conséquence directe pour les travailleurs ou l'environnement. A la suite de cet événement, le Délégué à la sûreté nucléaire et à la radioprotection pour les activités et installations intéressant la défense (DSND) a suspendu les opérations d'acidification des solutions carbonatées. Cet événement a été classé par le DSND au niveau 1 sur l'échelle INES.

Sur la base des investigations qu'il a menées, l'exploitant a retenu que l'événement avait eu pour origine une accumulation incontrôlée et non détectée des deux réactifs n'ayant pas réagi. Ce phénomène de stratification a été rendu possible par la différence de densité des deux réactifs (solution carbonatée et acide nitrique concentré) et de la solution de réaction qui s'est interposée entre les deux ainsi que par une agitation insuffisante du contenu de la cuve. Lorsque les deux réactifs ont fini par se mélanger, la réaction prévue a eu lieu de façon très rapide, entraînant une production de gaz carbonique supérieure à la capacité d'évacuation du réseau de ventilation de la cuve. Cette possibilité n'avait pas été identifiée par l'exploitant dans son analyse de risques préalable.

Sur la base d'une analyse détaillée de l'événement, le CEA a retenu des dispositions visant à remédier aux défaillances constatées, en vue d'une reprise des opérations d'acidification dans des conditions de sûreté acceptables. Un programme d'essais a été réalisé par le CEA pour qualifier les modifications prévues. L'ensemble de ces dispositions ont fait l'objet d'examen par l'IRSN qui a transmis ses avis au DSND.

Enseignements généraux tirés de l'analyse de cet événement

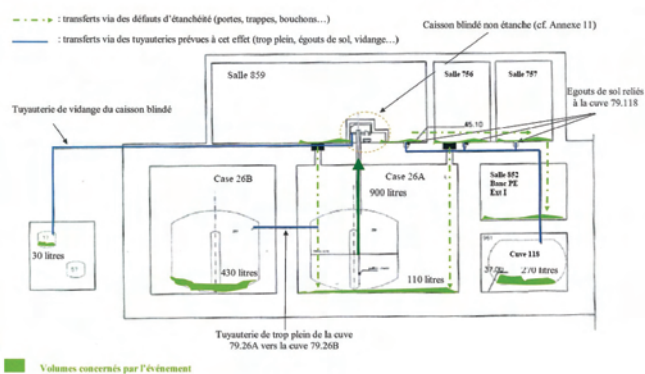


Schéma général de l'installation

Par ailleurs, la dissémination importante de la solution dans l'installation résulte du fait qu'une partie s'est écoulée par l'intermédiaire du puits de corrosion situé en partie haute de la cuve. En effet, ce puits, qui n'était pas fermé de manière étanche, constituait un défaut de la première barrière de confinement statique, qui n'avait pas été identifié en tant que tel par l'exploitant dans son dossier de sûreté. La cuve incriminée était la seule parmi les quatre cuves prévues pour les opérations d'acidification, équipée d'un tel dispositif. Ce puits n'était pas décrit dans le rapport de sûreté de l'unité SPF et ne figurait pas sur le schéma de principe de la cuve. Cet événement a donc résulté d'une préparation insuffisante des opérations d'acidification. Au titre du retour d'expérience, l'IRSN retient l'importance de vérifier qu'un équipement existant d'une installation est bien adapté à un autre usage que celui défini à sa conception, notamment lors d'opérations d'assainissement. Cette vérification peut nécessiter la réalisation d'essais représentatifs. L'événement rappelle également l'importance des vérifications de l'état réel des équipements avant le commencement des opérations, afin de pallier d'éventuels défauts de traçabilité, en particulier dans des installations anciennes.

L'analyse a également montré que le suivi du bon déroulement de la réaction d'acidification était insuffisant ; par exemple, une surveillance accrue de paramètres représentatifs (notamment de la densité de la solution) aurait pu permettre de détecter l'accumulation de solutions carbonatées dans la cuve. Cette insuffisance de suivi est une conséquence de l'absence d'identification de stratification des réactifs dans l'analyse des risques réalisée en préalable à l'opération. Pour l'IRSN, ce retour d'expérience rappelle que toute réaction chimique susceptible d'avoir un impact sur la sûreté d'une installation doit faire l'objet d'un suivi permettant de vérifier, sur la base de paramètres adaptés, le bon déroulement de la réaction et d'identifier une dérive éventuelle. A cet égard, il est à noter que l'exploitant a développé un guide d'analyse de sûreté préalable des procédés chimiques, permettant d'estimer, dès la conception des opérations et des procédés la nature et la gravité des risques chimiques associés. Ce guide est en application à Marcoule et son utilisation est en voie de généralisation au CEA.

Compte tenu de l'importance des enseignements généraux dégagés de cet événement, le DSND a, en septembre 2010, demandé aux exploitants d'INBS d'effectuer un retour d'expérience de cet événement, en vue d'identifier les équipements ou opérations similaires dans leurs installations et de vérifier que les réactions chimiques mises en œuvre bénéficient d'un suivi adapté, permettant de détecter un éventuel emballement ou une dérive des paramètres de sûreté et d'agir en tant que de besoin pour en limiter les conséquences. Le DSND a également informé l'ASN des enseignements qu'il a tirés de cet événement.

5.2 EVENEMENTS RELATIFS A DES INSTALLATIONS D'IONISATION

Les installations françaises d'ionisation, classées INB, sont conçues pour utiliser les rayonnements gamma émis par des sources de cobalt 60 de très forte activité, soit pour stériliser du matériel médical ou des denrées alimentaires, soit pour effectuer des études, recherches ou essais (étude du vieillissement de matériau, essais de qualification nucléaire d'équipements...).

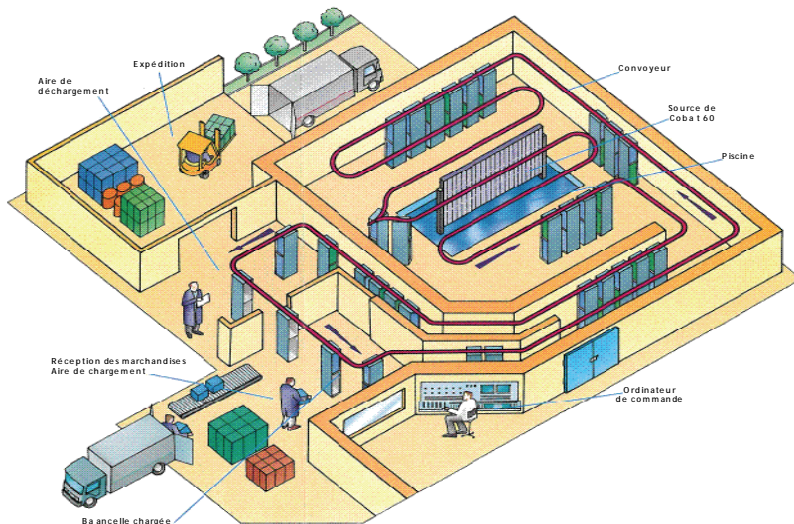


Schéma de principe d'une installation d'ionisation

Principes de maîtrise des risques présentés par les installations d'ionisation

Les installations d'ionisation présentent très peu de risque pour les personnes du public ou pour l'environnement. Le principal risque associé à ces installations est celui d'exposition de travailleurs aux rayonnements ionisants. Ce risque résulte des forts débits de dose générés par les sources de cobalt-60 qui, lorsqu'elles sont en position de traitement, peuvent atteindre la dizaine de gray à 1 mètre de distance et donc entraîner en quelques secondes des dommages très graves pour les individus. En dehors des phases de traitement, la prévention est assurée par l'écran radiologique constitué par l'eau de la piscine ; si les sources sont au fond de la piscine, la hauteur d'eau (5 à 6 mètres) est suffisante pour permettre l'accès, par une porte spécifique, du personnel dans la cellule pour y effectuer des travaux (entretien, maintenance...).

Lors des phases de traitement, la prévention du risque d'exposition externe aux rayonnements ionisants repose sur la protection radiologique assurée par les parois en béton de la cellule (2 m environ) ainsi que sur le système de sûreté mis en œuvre pour gérer les accès du personnel à la cellule d'ionisation et les mouvements des sources. Le système de gestion des accès doit, comme l'indique la règle fondamentale de sûreté I.2.b, empêcher l'accès des travailleurs dans la cellule d'ionisation lorsque les sources ne sont pas en position de sûreté (c'est-à-dire au fond de la piscine) et provoquer, en cas de nécessité, le renvoi automatique des sources dans cette position. Pour ce faire, la porte d'accès à la cellule doit être verrouillée et son ouverture intempestive doit entraîner la descente automatique des sources en position de sûreté.

Ce chapitre présente trois événements survenus en 2009 et 2010 qui ont tous résulté de défauts dans les dispositions de gestion des accès aux cellules d'ionisation : deux survenus dans des installations françaises et un dans une installation similaire en Belgique.

EVENEMENT SURVENU LE 22 JUIN 2009 DANS L'IRRADIATEUR IMPLANTE SUR LE SITE DE POUZAUGES EXPLOITE PAR LA SOCIETE IONISOS

Le 22 juin 2009, l'installation est en exploitation normale sous télésurveillance. A 20h14, l'alarme « défaut production » apparaît. L'agent d'astreinte intervient et pénètre dans la cellule à 20h50. Après intervention, il referme la porte d'accès à la cellule d'ionisation à 21h03 et remet l'installation en exploitation sous télésurveillance à 21h13. A 22h10, l'alarme « défaut sûreté » apparaît. L'agent d'astreinte intervient à 22h23, il constate alors que la porte d'accès est entrebâillée mais ne présente pas de trace d'effraction. Cette ouverture, détectée par les contacteurs de position de la porte, a conduit comme prévu à la mise en position sûre des sources en fond de piscine. Après la réalisation d'une ronde dans la cellule, l'agent d'astreinte, n'ayant constaté aucune anomalie, referme la porte et remet l'installation en exploitation à 22h25. La déclaration de cet événement a été demandée par l'ASN lors d'une inspection inopinée réalisée en juillet 2009. Cet événement a été classé par l'ASN au niveau 1 sur l'échelle INES, du fait notamment des conséquences potentielles en termes d'exposition aux rayonnements ionisants.

Des investigations qu'il a réalisées, l'exploitant a conclu que, lors de la fermeture de la porte d'accès à 21h03, bien que celle-ci ait été vue « fermée » par les contacteurs de fin de course, elle n'était pas « verrouillée », le pêne de la serrure n'étant vraisemblablement pas engagé derrière le contre-vantail de la porte. Dans son analyse, l'exploitant a déterminé qu'une sollicitation (*vibration, déplacement d'air...*) aurait alors pu entraîner un mouvement de la porte, détecté par les contacteurs de fin de course de cette porte, déclenchant alors l'arrêt du convoyeur et la descente des sources. Par ailleurs, l'exploitant a indiqué que les sources avaient atteint leur position de sûreté en 4 minutes.



Serrure de la porte métallique d'accès à la cellule d'ionisation

Compte tenu des conséquences qu'aurait pu avoir cet événement, l'IRSN a transmis son avis à l'ASN sur celui-ci, fondé sur le compte-rendu transmis par l'exploitant ; l'avis de l'IRSN et la lettre de suite de l'ASN sont consultables à partir du site internet de l'IRSN (www.irsn.fr). L'analyse de l'IRSN a notamment mis en évidence que le système de fermeture de la porte d'accès à la cellule d'irradiation ne respectait pas le critère de défaillance unique, l'ouverture de la porte étant survenue à la suite d'une seule anomalie. De plus, lors de l'événement, compte tenu du délai de 4 minutes pour la descente des sources en position de sûreté, une personne qui serait entrée dans la cellule immédiatement après l'ouverture intempestive de la porte d'accès aurait eu la possibilité d'atteindre la piscine alors que le débit de dose ambiant était encore très élevé.

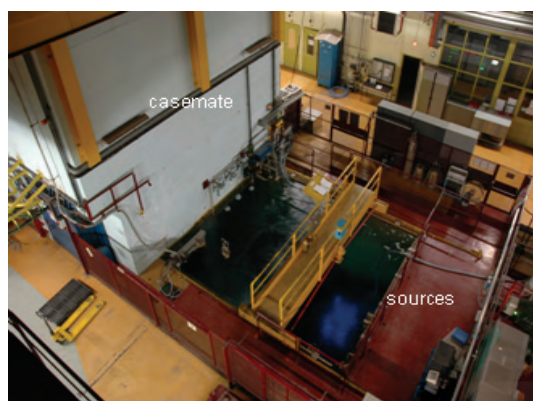
Cet événement a montré qu'une défaillance unique d'une sécurité de l'installation (verrouillage de la porte d'accès) aurait pu entraîner la situation redoutée à savoir la présence d'une personne dans la cellule alors que les sources n'étaient pas immergées. L'IRSN a estimé que l'exploitation de l'installation ne pouvait pas être poursuivie dans ces conditions et qu'il convenait de mettre en œuvre un certain nombre d'actions dans les meilleurs délais. A la suite de cet avis, l'ASN a demandé à l'exploitant de mettre en place des dispositions compensatoires adaptées et suffisamment robustes concernant notamment la porte d'accès, et de transmettre par ailleurs un dossier présentant les dispositions pérennes qu'il avait retenues pour éviter le renouvellement de

l'événement. Par ailleurs, l'IRSN a appelé l'attention de l'ASN sur le caractère générique de cet événement, lui suggérant de demander aux exploitants d'installations similaires de tenir compte des enseignements de celui-ci.

Par la suite, l'IRSN a analysé la proposition de l'exploitant de remplacer la serrure de la porte d'accès à la cellule d'ionisation. Dans son avis transmis à l'ASN en juin 2010, l'Institut a estimé que les dispositions proposées par l'exploitant permettraient d'améliorer de façon satisfaisante la robustesse du système de fermeture de la porte d'accès à la cellule d'ionisation. A la suite de l'autorisation de l'ASN, cette modification a été réalisée par l'exploitant.

EVENEMENT SURVENU LE 20 JANVIER 2010 DANS L'INSTALLATION POSEIDON EXPLOITEE PAR LE CEA SUR LE SITE DE SACLAY

La conception de l'installation Poséidon présente plusieurs différences par rapport à celle des autres installations d'ionisation françaises, qui sont de conception similaire à celle de l'installation d'ionisation de Pouzauges où a eu lieu l'événement du 22 juin 2009. Ainsi, l'installation POSEIDON comporte une piscine surmontée sur la moitié de sa surface d'une cellule d'ionisation, laquelle est équipée d'un convoyeur assurant le transport des produits à irradier (voir photographie ci-contre).



Installation Poséidon

Une autre différence concerne la façon dont est assurée la protection radiologique au niveau de la porte d'accès à la cellule d'ionisation, afin que la protection soit identique à celle des murs en béton de forte épaisseur de la cellule. Pour les installations similaires à celle de Pouzauges, la protection radiologique est assurée par un labyrinthe en béton implanté dans la cellule ; pour ces installations, la porte d'accès est une simple porte à ouverture manuelle. L'installation Poséidon ne possédant pas de labyrinthe, la protection radiologique est assurée directement par la porte constituée d'une forte épaisseur de béton ; du fait de son poids, la manœuvre de cette porte est motorisée. Enfin, l'installation Poséidon présente également la spécificité de permettre un contrôle visuel de la position des sources dans la piscine directement depuis l'extérieur de la cellule, ce qui n'est pas le cas pour les autres installations.

Description de l'événement

Le 20 janvier 2010, à l'issue d'une campagne d'irradiation, les sources de cobalt-60 ont été mises dans leur position de stockage sans qu'aucun dysfonctionnement ne soit observé par l'opérateur en charge de l'opération de transfert des sources.

Cet opérateur était en attente de l'opérateur en charge d'effectuer l'ouverture de la porte, lorsque ce dernier a observé à son arrivée un dysfonctionnement de la balise de détection des rayonnements ionisants implantée à l'intérieur de la cellule, à partir des signalisations visibles au tableau de contrôle des rayonnements (voir la photographie ci-contre), contrairement à ce qui avait été observé deux heures auparavant par le premier opérateur.



Tableau de contrôle des rayonnements

Les deux opérateurs se trouvaient donc face à une situation où les sources étaient au fond de la piscine, confirmée par un contrôle visuel, et l'accès à la cellule était interdit. Les opérateurs ont alors attribué cette interdiction d'accès à l'avarie d'une ampoule du coffret de signalisation d'état de la balise de détection. Cet équipement n'étant accessible que depuis l'intérieur de la cellule, les opérateurs ont décidé de « forcer » l'ouverture de la cellule pour aller changer l'ampoule, ce qui supposait d'inhiber les dispositifs de sécurité d'accès. A l'aide d'une clé du coffret électrique contenant le contacteur de commande du moteur d'ouverture de la porte, ils ont ouvert le coffret et actionné manuellement ce contacteur, un des opérateurs vérifiant dans le même temps l'absence de rayonnement à l'aide d'un radiamètre. Lorsque la porte s'est ouverte, l'alarme visuelle d'interdiction d'ouverture s'est déclenchée.

L'exploitant a indiqué qu'une consigne d'exploitation spécifiait que la hiérarchie devait être avertie par les opérateurs si l'ouverture de la cellule devait être « forcée ». Aussi, l'exploitant a déclaré l'événement à l'ASN, en raison du non respect de la consigne d'exploitation par les opérateurs. Cet événement a été classé par l'ASN au niveau 1 sur l'échelle INES.

A la suite de l'événement, l'exploitant a installé un cadenas sur le coffret électrique précité et mis en place des dispositions organisationnelles pour contrôler les interventions potentielles sur ce coffret, concernant notamment la gestion des clés du coffret (dorénavant en possession du chef d'installation).

L'analyse par l'IRSN de cet incident ainsi que les conclusions d'une inspection de l'ASN ont confirmé qu'une intervention sur ce coffret électrique aurait pu conduire à l'accès d'une personne dans la cellule d'irradiation alors que les sources étaient émergées. Or, compte tenu de la conception de l'installation, il peut s'avérer effectivement nécessaire de « forcer » temporairement l'ouverture de la porte de la cellule, en inhibant les sécurités correspondantes, pour réaliser certaines interventions, en particulier pour réparer des équipements constitutifs de systèmes de sécurité (balise de surveillance de l'irradiation ambiante dans la cellule d'ionisation notamment) situés dans la cellule qui, en cas de défaillance, sont rendus inaccessibles par ces systèmes. Toutefois, la possibilité d'ouvrir la porte de cette façon ainsi que les dispositions retenues pour la maîtrise des risques liés à ce type d'intervention n'étaient pas présentées dans les documents de sûreté de l'installation.

Pour l'IRSN, compte tenu des risques associés à une telle intervention, le strict respect de dispositions organisationnelles justifiées sur la base d'une analyse de sûreté, est indispensable. Aussi, dans son avis transmis à l'ASN relatif à cet événement, l'IRSN a recommandé que l'exploitant vérifie la robustesse des dispositions organisationnelles encadrant les inhibitions des sécurités d'accès (gestion des clés notamment) à la cellule d'ionisation. Par ailleurs, l'Institut a suggéré à l'ASN de demander aux exploitants des installations industrielles d'irradiation de tenir compte du retour d'expérience de l'événement survenu dans l'installation POSEIDON. Ces différents points ont fait l'objet de courriers de l'ASN.

EVENEMENT SURVENU LE 7 MAI 2009 DANS L'INSTALLATION D'IRRADIATION EXPLOITEE PAR LA SOCIETE STERIGENICS SUR LE SITE INDUSTRIEL DE FLEURUS EN BELGIQUE

Dans son installation du site industriel de Fleurus, la société STERIGENICS réalise la stérilisation de matériels médicaux et de denrées alimentaires en les irradiant à l'aide de sources de cobalt 60. Cette installation comprend deux cellules d'ionisation dénommées GAMMIR I et GAMMIR II. Dans GAMMIR I, de conception globalement similaire à celle de l'installation située à Pouzauges, les produits à irradier sont déposés autour de la piscine au moyen d'un convoyeur automatisé (processus de traitement continu). La cellule GAMMIR II ne possédant pas de labyrinthe, la protection radiologique est assurée directement par une porte en plomb ; les produits à irradier sont acheminés par un convoyeur, via cette porte dont le mouvement est motorisé.

Le 7 mai 2009, un opérateur réalisait le chargement de produits à traiter sur le convoyeur de GAMMIR II lorsqu'un technicien l'avertit qu'il pénètre dans la cellule pour y effectuer quelques relevés de dimensions. A la fin de l'opération de chargement, l'opérateur démarre la séquence de fermeture de la porte de la cellule sans vérifier qu'aucune personne ne se trouve dans la cellule. Lorsque le technicien présent dans la cellule s'est aperçu que la porte de celle-ci était presque fermée, il a actionné un des systèmes d'arrêt d'urgence présent à l'intérieur de la cellule, ce qui a arrêté la fermeture de la porte. **Cet incident, qui n'a eu aucune conséquence pour le personnel ou l'environnement, a été classé au niveau 2 de l'échelle INES par l'autorité de sûreté Belge (AFCN).**

Des investigations menées, il ressort que cet événement est directement lié à l'absence de vérification de la présence d'une personne à l'intérieur de la cellule d'ionisation, en préalable aux opérations de démarrage. Selon les informations communiquées à l'IRSN par l'AFCN, la procédure mise en œuvre pour le démarrage de l'installation avait été modifiée à la suite de l'accident du 11 mars 2006 survenu dans la même installation, qui avait conduit à une très forte exposition externe d'un opérateur (voir la description de cet accident classé au niveau 4 sur l'échelle INES dans le précédent rapport public).

Pour éviter que cet accident ne se reproduise, l'exploitant avait supprimé le « rondier » (dispositif physique visant à s'assurer de la réalisation de la vérification) de la cellule GAMMIR II. Toutefois, au moment de l'événement, des dispositions techniques et administratives étaient opérationnelles pour la vérification de l'absence de personne dans la cellule d'irradiation.

Accident d'irradiation du 11 mars 2006

Le 11 mars 2006, un technicien expérimenté a été irradié gravement pendant la vingtaine de secondes de la ronde qu'il effectuait dans la cellule d'irradiation GAMMIR II pour vérifier l'absence de personne ; il pensait que les sources étaient en position sûre au fond de la piscine. La surexposition évaluée, supérieure à 4 grays selon les spécialistes de l'IRSN, a entraîné une aplasie profonde pour le technicien.

L'AFCN a précisé que cet événement est lié au non respect de ces dispositions par l'opérateur. En tout état de cause, les dispositions prévues de gestion des accès se sont révélées insuffisantes pour éviter l'événement redouté, à savoir la présence d'une personne dans la cellule au moment du démarrage de la séquence d'irradiation.

A la demande de l'AFCN, des dispositions techniques et administratives complémentaires ont été mises en place par l'exploitant (voir le rapport d'activité de l'AFCN sur son site internet : www.fanc.fgov.be). En particulier, des dispositions visant à empêcher le démarrage de la séquence d'irradiation en cas de suspicion de la présence de personnes dans la cellule, fondées sur un dispositif de comptage des entrées et sorties (tapis d'enregistrement et asservissement associé) ont été mises en place. Des dispositions administratives ont également été prises, l'une d'elles étant que chaque opérateur désireux de pénétrer dans la cellule appose un cadenas sur le piston hydraulique empêchant la montée du dispositif sur lequel les sources sont installées.

L'incident résulte d'une insuffisance du système de gestion des accès, à la suite d'une modification de ce système. Pour l'IRSN, cet incident souligne l'importance de vérifier que la modification d'un tel système n'affaiblit pas sa robustesse. Plus globalement, cet incident rappelle qu'il convient de rester vigilant quant aux mesures correctives mises en place pour empêcher le renouvellement d'un événement et de les analyser très précisément, dans la mesure où elles peuvent conduire à générer de nouveaux risques.

Pour conclure

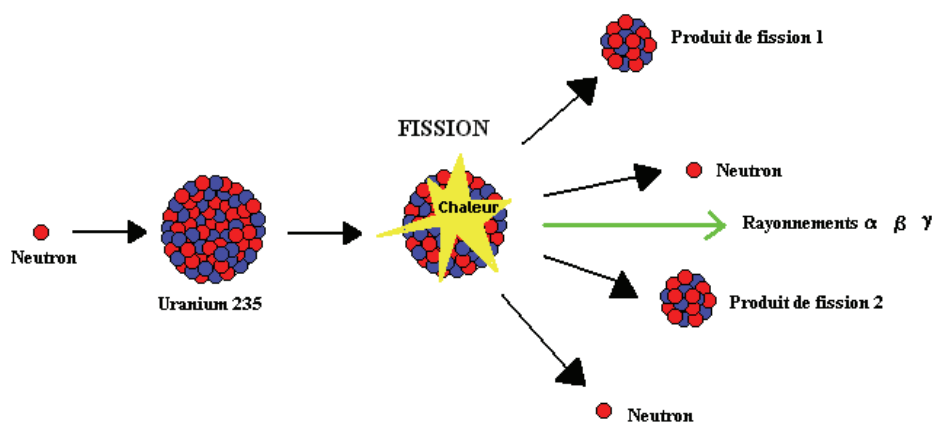
Compte tenu de l'importance des risques d'exposition externe aux rayonnements ionisants associés aux sources de cobalt 60 utilisées dans les installations d'ionisation, les dispositions de sûreté d'accès doivent être particulièrement robustes pour éviter la présence de travailleurs dans la cellule d'ionisation lorsque les sources ne sont pas en position de sûreté.

Si les trois événements survenus en 2009 et 2010 décrits ci-dessus n'ont conduit à aucune conséquence pour le personnel, ils soulignent l'importance que les exploitants s'assurent, au moment de la conception des installations d'ionisation ainsi qu'à la suite de toute modification des systèmes de gestion des accès, de la robustesse de ces systèmes ainsi que de la mise en place de dispositions organisationnelles encadrant les interventions de maintenance dans ces cellules qui nécessitent l'inhibition des dispositifs de sécurité d'accès.

5.3 EVENEMENTS RESULTANT DE DEFAUTS DE MAITRISE DES QUANTITES DE MATIERES FISSILES

Le risque de criticité

Le risque de criticité est le risque de développement d'une réaction nucléaire en chaîne non maîtrisée à l'intérieur de matières contenant des atomes fissiles (uranium, plutonium). Une telle réaction en chaîne entraîne en particulier de très fortes émissions de rayonnements gamma et de neutrons pouvant causer une irradiation grave, voire létale, des personnes se trouvant à proximité de l'équipement concerné. Un tel accident entraîne la production de produits de fission pouvant conduire à un rejet radioactif, en quantité limitée, dans l'environnement. Aussi, il est impératif de prévenir l'atteinte de conditions pouvant conduire à une réaction en chaîne divergente, dénommée configuration « critique ».



Réaction de fission de l'uranium 235

Les principes de sûreté retenus pour la prévention des risques de criticité dans les installations nucléaires de base françaises sont définis dans la règle fondamentale de sûreté (RFS) n°1.3.c. Cette règle énonce comme principe général, dit de double défaillance, qu'un accident de criticité ne doit en aucun cas découler d'une seule anomalie et que s'il peut découler de la conjonction de deux défaillances, il doit être démontré que ces défaillances sont indépendantes et que chacune est de faible probabilité et détectable rapidement. Pour de plus amples informations sur les risques de criticité, sur les principes de prévention adoptés dans les INB LUDD ainsi que sur la démarche d'expertise de l'IRSN, le lecteur pourra consulter le guide IRSN d'analyse des risques de criticité, publié sur son site internet (www.irsn.fr).

Un des principaux moyens de maîtrise des risques de criticité consiste à limiter les quantités de matières fissiles mise en œuvre dans les postes de travail avec des marges suffisantes ; en effet, en deçà d'une certaine masse, une réaction divergente de fissions en chaîne n'est physiquement plus possible. A cet égard, les défauts de maîtrise des quantités de matières fissiles constituent une part importante des événements déclarés à l'ASN relatifs aux risques de criticité dans les installations de type LUDD. Ce chapitre présente trois événements de ce type, parmi les plus marquants, dont deux ont été classés par l'ASN au niveau 2 sur l'échelle INES.

INCIDENT SURVENU LE 3 MARS 2009 DANS L'USINE MELOX IMPLANTÉE SUR LE SITE DE MARCOULE

L'usine MELOX, exploitée par la société MELOX SA, filiale du groupe AREVA-NC, fabrique, depuis 1995, des assemblages combustibles dits « MOX » destinés aux réacteurs nucléaires à eau légère. Ce combustible est élaboré à partir d'un mélange d'oxyde d'uranium et d'oxyde de plutonium. La capacité maximale de production est actuellement de 195 tonnes de métal lourd (U+Pu) par an.

L'incident du 3 mars 2009 a eu lieu au poste LCT (laboratoire chaîne test) du laboratoire de l'usine MELOX, qui permet de reproduire, à petite échelle, les principales étapes de la fabrication des pastilles de combustible MOX, à des fins de test. La prévention des risques de criticité au poste LCT est assurée par la limitation à 370 g de la masse de plutonium contenue dans ce poste.

Cette limite de masse a été fixée en supposant une quantité quelconque de matières modératrices, le regroupement de tout le plutonium présent et la possibilité d'un double chargement du plutonium dans le poste. Ce double chargement a été retenu pour tenir compte d'éventuelles erreurs lors de l'introduction d'un lot de matières. La sous-criticité du poste LCT resterait donc assurée en présence de 740 g de plutonium et d'une quantité quelconque de matières modératrices.

Matières modératrices

Lors de leur déplacement dans la matière, les neutrons cèdent progressivement leur énergie lors de collisions avec les noyaux du milieu, augmentant leur probabilité de provoquer des fissions. Les matières conduisant au ralentissement des neutrons (modération) sont dénommées **modératrices**. L'énergie cédée par les neutrons est d'autant plus grande que les noyaux sont légers, tels que l'hydrogène (H_2) ; cela explique l'importance de l'eau (H_2O) dans la prévention des risques de criticité.

Pour assurer la maîtrise de la masse de plutonium dans ce type de poste, l'exploitant a mis en place un système de suivi de cette masse reposant sur des bilans d'entrée et de sortie. Ce suivi est assuré à l'aide du « Système informatique de gestion de la production » (SIGP), également utilisé pour la gestion des matières nucléaires.

Le mardi 3 mars 2009, en fin de matinée, un échantillon contenant un mélange d'oxyde d'uranium et d'oxyde de plutonium (7 g de plutonium), provenant de l'installation ATALANTE du centre CEA de Marcoule, a été reçu dans le laboratoire. Cet échantillon a été introduit dans le poste LCT après vérification par les opérateurs que la masse de plutonium dans ce poste resterait inférieure à 370 g après introduction de l'échantillon.



Boîtes à gants du poste LCT du laboratoire de l'usine MELOX

Lors des vérifications complémentaires (notamment la cohérence des documents de suivi des matières associés à l'opération), les opérateurs ont relevé une incohérence documentaire concernant les caractéristiques de l'échantillon. En attendant de lever l'incohérence, ils n'ont pas mis à jour les données du SIGP, conduisant ainsi à une sous-estimation de la masse de matières fissiles dans le poste.

En début d'après-midi, d'autres échantillons contenant 71 g de plutonium, en provenance d'une unité de l'usine sont introduits dans le poste LCT. Leur introduction a été réalisée en suivant la procédure de transfert entre postes et en s'appuyant sur le SIGP alors que l'introduction dans le poste LCT de l'échantillon contenant 7 g de plutonium n'avait toujours pas été saisie dans ce système. Dans l'après-midi, l'incohérence concernant le premier échantillon a été levée et sa masse (7 g de plutonium) a été saisie manuellement dans le SIGP. Le lendemain, en début de matinée, lors de la vérification quotidienne de l'état du poste LCT, l'opérateur a constaté que la masse de plutonium indiquée par le SIGP était de 372 g (supérieure à la limite autorisée de 370 g). Cet événement a été classé par l'ASN au niveau 2 sur l'échelle INES.

Cet événement est lié à l'introduction de matières fissiles depuis l'extérieur de l'installation - opération inhabituelle - sans mise à jour immédiate du SIGP. Sur la base des investigations qu'il a menées, l'exploitant a estimé que la genèse de cet événement comportait des causes de nature humaine ou organisationnelle : il n'y avait pas de procédure d'exploitation adaptée à ce type d'opération particulière, hors du flux normal de production ; l'analyse des risques de criticité relatifs à ce type d'opération particulière était insuffisante ; par ailleurs, les opérateurs avaient une connaissance imparfaite du fonctionnement du SIGP. Contrairement à ce qu'ils pensaient, ce système n'était pas programmé pour délivrer un message d'alerte en cas de dépassement de la limite de 370 g au poste LCT dans le cas de la réception de matières fissiles depuis l'extérieur de l'installation.

A la suite de cet événement, l'exploitant a abaissé la limite de masse « d'exploitation » du poste LCT à 350 g, de façon à disposer d'une marge par rapport à la limite de « sûreté » de 370 g. De plus, il a recensé tous les postes susceptibles de recevoir de la matière fissile depuis l'extérieur et a réexaminé la prévention des risques criticité de ces postes. Par ailleurs, dans l'attente de la mise en œuvre de dispositions définitives, les mouvements de matières fissiles depuis l'extérieur de l'usine MELOX vers le LCT ont été soumis à l'autorisation préalable du chef d'installation et du service chargé de la gestion des matières nucléaires.

Pour l'IRSN, cet événement souligne en particulier la vigilance qu'il convient de porter aux opérations inhabituelles, qui doivent faire l'objet d'analyses de risques détaillées, de documents d'exploitation spécifiques et d'une formation adaptée des opérateurs.

INCIDENT SURVENU LE 6 OCTOBRE 2009 DANS L'ATELIER DE TECHNOLOGIE DU PLUTONIUM DU CENTRE CEA DE CADARACHE

L'atelier de technologie du plutonium (ATPu), implanté sur le site CEA de Cadarache, a assuré, de 1962 à 2003, la fabrication de combustibles à base d'oxyde d'uranium et de plutonium destinés aux réacteurs des filières à neutrons rapides et à eau ordinaire. En 2003, l'exploitant a arrêté la production commerciale de l'installation. De septembre 2003 à juin 2008, l'ATPu a reconditionné et expédié à l'usine AREVA de La Hague les rebuts de fabrication encore présents dans l'installation. Le décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement (MAD DEM) de l'installation a été signé en mars 2009, après expertise des documents de sûreté transmis à l'ASN par l'IRSN.

Le 6 octobre 2009, l'exploitant a déclaré à l'ASN un événement significatif consistant en la découverte progressive, lors des opérations de démantèlement de boîtes à gants, de masses de matières fissiles en rétention significativement plus importantes que celles attendues.

Pour ce qui concerne l'assainissement des boîtes à gants réalisé dans le cadre des opérations de MAD-DEM, la prévention des risques de criticité repose sur une limitation de la masse et de la modération des matières fissiles. La masse maximale de matières fissiles retenue, commune à tous les postes comptables, est une valeur enveloppe de la masse résiduelle estimée pour le poste comptable le plus chargé à partir du « compte de rétention ». L'inventaire annuel de mai 2008, basé sur les données du logiciel CONCERTO, indiquant une masse totale de plutonium en rétention d'environ 8 kg dans l'ensemble des boîtes à gants.

Prévention des risques de criticité lors de la phase d'exploitation de l'ATPu

Elle était assurée, dans les locaux mettant en œuvre des poudres et/ou des pastilles, par une limitation de la masse de matière fissile associée à une limite des matières modératrices dans des postes comptables comprenant une ou plusieurs boîtes à gants. Dans le cadre du contrôle de la masse de matières fissiles dans les postes comptables, un compte « rétention » était renseigné dans le système de suivi des matières dénommé CONCERTO. Cela permettait de comptabiliser des quantités de matières non récupérables par nettoyage. Les masses déclarées en rétention limitaient d'autant la masse de matière autorisée pouvant être mise en œuvre dans les postes concernés.

En juin 2009, le bilan réalisé par l'exploitant a montré que la masse de plutonium récupérée depuis le dernier inventaire était nettement supérieure à celle prévue. En octobre 2009, un nouveau bilan a montré que la masse totale de plutonium récupérée lors des démontages réalisés jusqu'à cette date était de l'ordre de 22 kg. Compte tenu de la masse de plutonium estimée être encore présente en rétention dans les boîtes à gants, l'exploitant a estimé que la masse de plutonium présente dans les boîtes à gants s'élèverait à environ 39 kg.



Boîte à gants en cellule 33 de l'ATPu

Ce bilan a conduit l'exploitant à déclarer un événement significatif à l'ASN le 6 octobre 2009. Cet événement a été classé par l'ASN au niveau 2 sur l'échelle INES, du fait de l'absence de détection de la sous-estimation pendant la période d'exploitation de l'installation et de la déclaration tardive de l'événement à l'ASN. Le 14 octobre 2009, l'ASN a suspendu les opérations de démantèlement dans l'installation et a soumis leur reprise à son accord préalable.

Cet événement a fait l'objet d'un avis de l'IRSN transmis à l'ASN quelques jours après la déclaration de l'événement. Cet avis ainsi qu'une note d'information sont consultables sur le site internet de l'IRSN (www.irsn.fr).

Des investigations menées par l'exploitant, il ressort que l'origine de l'accumulation progressive de matières fissiles dans les boîtes à gants est liée au fait que l'exploitation de l'installation ATPu conduisait à des disséminations de matières fissiles lors des nombreuses opérations d'accostage et de désaccostage de réservoirs dénommés « jarres », de retournements de nacelles, de démontages de tamis ainsi que des renversements de matières non totalement récupérées. Or, la conception de certaines boîtes à gants était telle qu'elle induisait des

zones de rétention inaccessibles sans démontage complet, dans lesquelles les matières qui se sont accumulées progressivement, ne pouvaient pas être détectées par un examen visuel. Par ailleurs, la quantification des matières résiduelles dans les boîtes à gants à partir de contrôles radiologiques et des mesures de débit de dose était difficile compte tenu de l'encombrement des boîtes à gants et des quantités importantes de matières fissiles présentes. Par conséquent, la totalité des matières disséminées n'a pas pu être récupérée lors des nettoyages effectués en phase d'exploitation.

Par ailleurs, la mauvaise évaluation des masses de plutonium en rétention était liée aux incertitudes sur les masses de plutonium attribuées aux produits entrant et sortant des boîtes à gants (pesée des conteneurs de poudre et des boîtes de pastilles, mesure du plutonium dans les déchets évacués...). En particulier, lorsqu'un écart de bilan de masse était constaté après le nettoyage d'une boîte à gants sans qu'il puisse être lié à un événement particulier, l'exploitant l'attribuait aux incertitudes importantes affectant les mesures des conteneurs de déchets. De ce fait, cette masse était affectée aux déchets via un « compte de régularisation » alors qu'une partie de celle-ci était susceptible de correspondre en fait à une rétention réelle de matière dans les boîtes à gants.

Au cours des années 2010 et 2011, l'ASN a progressivement autorisé l'exploitant à reprendre les activités de démantèlement sur la base de dossiers de sûreté évalués par l'IRSN. Dans le cadre de ces dossiers, l'exploitant a effectué un classement des boîtes à gants en cinq catégories en fonction de la méthode utilisée pour l'estimation des masses de matières fissiles résiduelles. Pour chaque catégorie de boîtes à gants, des dispositions de récupération des matières ont été définies en tenant compte des nouvelles estimations.

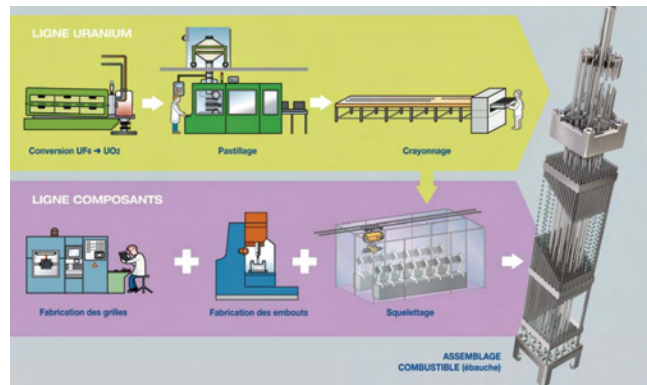
Pour l'IRSN, cet événement souligne l'importance d'une bonne conception des boîtes à gants pour lesquelles la maîtrise des risques de criticité est assurée par un contrôle des masses de matières fissiles présentes. En particulier, il est important que ces équipements soient conçus de façon à éviter, autant que possible, la présence de zones non visitables et non nettoyables où des matières fissiles pourraient s'accumuler. En tout état de cause, si de telles zones ne peuvent pas être exclues, des dispositions doivent être prévues pour évaluer les rétentions éventuelles ou pour identifier les zones pour lesquelles un nettoyage plus approfondi est indispensable. Cet événement souligne également l'importance que les exploitants s'assurent de la « robustesse » des dispositions prévues pour effectuer, en cours d'exploitation et notamment après les opérations périodiques de nettoyage, une estimation enveloppe des masses de matières fissiles présentes dans les boîtes à gants.

Compte tenu du caractère potentiellement générique de l'événement, l'ASN a, en octobre 2009, demandé aux exploitants d'INB de tenir compte du retour d'expérience correspondant. L'ASN leur a demandé en particulier d'engager une revue exhaustive des masses résiduelles de matières fissiles présentes aux postes de travail des installations, qu'elles soient en fonctionnement ou en démantèlement. Plus précisément, l'ASN a demandé aux exploitants de préciser les méthodes de suivi des accumulations éventuelles de matières fissiles, les dispositions qu'ils ont prises ou qu'ils envisagent pour récupérer de façon sûre les matières résiduelles présentes dans les postes en quantités supérieures à celles estimées ainsi que les dispositions qu'ils ont prises ou qu'ils ont envisagées pour prévenir l'accumulation incontrôlée de matières résiduelles dans les postes de travail. Des demandes similaires ont été faites en novembre 2009 par le DSND pour ce qui concerne les INBS. Ces éléments de retour d'expérience font l'objet d'un suivi particulier de l'IRSN.

EVENEMENT SURVENU LE 19 MAI 2009 DANS L'USINE FBFC IMPLANTEE SUR LE SITE DE ROMANS-SUR-ISERE

L'usine Franco Belge de Fabrication de Combustibles (FBFC) de Romans-sur-Isère conçoit, fabrique et vend des assemblages combustibles à base d'oxyde d'uranium pour les centrales de production d'électricité de la filière à eau sous pression.

Le procédé de fabrication comporte plusieurs étapes : la conversion de l' UF_6 en poudre d'oxyde d'uranium (UO_2) puis son homogénéisation, la fabrication, à partir de cette poudre, de pastilles frittées, puis la fabrication de crayons de combustible, enfin la mise en assemblage de ces crayons.



L'événement du 19 mai 2009 a eu lieu dans l'atelier de conversion et, plus précisément, au poste de chargement d'un des équipements d'homogénéisation des poudres d'oxyde d'uranium (homogénéiseur n°4) de l'installation. L'introduction des poudres d'oxyde d'uranium dans l'homogénéiseur n°4 est effectué par accostage d'un conteneur « gémini ». Après l'étape d'homogénéisation, la poudre est conditionnée en conteneurs « gémini » afin d'être transportée à l'atelier de fabrication des pastilles. La maîtrise des risques de dissémination de matières radioactives au poste de chargement est assurée par l'étanchéité des appareils et des conteneurs utilisés ainsi que par le confinement dynamique par la ventilation du procédé qui permet de pallier les défauts d'étanchéité, notamment au niveau des zones d'accostage de conteneurs. Ainsi, la couronne d'accostage d'un conteneur « gémini » est raccordée au réseau de ventilation du procédé, qui est équipé de plusieurs niveaux de filtration en série.

Le 19 mai 2009, deux techniciens effectuaient le remplacement du pré-filtre et du filtre du premier niveau de filtration de la ventilation du procédé au poste de chargement de l'homogénéiseur n°4. Ils constatent une présence anormale de poudre d'oxyde d'uranium sur le pré-filtre et sur le filtre ainsi qu'à l'intérieur du caisson de filtration (masse totale supérieure à 25 kg). L'inspection détaillée du conduit de ventilation permet également de mettre en évidence une autre zone de rétention dans une portion horizontale du conduit (environ 8 kg). Il est important de noter que cet événement n'a pas conduit à mettre en cause la sous-criticité de l'installation, du fait de l'absence de matières modératrices dans le bâtiment abritant l'homogénéiseur. Cet événement a été classé par l'ASN au niveau 0 sur l'échelle INES.

Sur la base des investigations qu'il a menées, l'exploitant a indiqué que les accumulations de poudre constatées résultaient de défauts de conception et d'exploitation du réseau de ventilation du procédé. Selon l'exploitant, ces défauts ont été mis en évidence en raison de l'augmentation de la production de l'homogénéiseur n°4, les homogénéiseurs n°2 et 3 ayant été arrêtés à la fin de l'année 2008. Plus précisément, l'exploitant a expliqué l'entraînement anormal d'oxyde d'uranium par un défaut d'étanchéité du joint du système d'accostage des conteneurs, ce défaut provoquant une aspiration plus importante de poudre, et par un débit de la ventilation du procédé trop important, aucune valeur maximale n'étant définie dans la documentation d'exploitation. Par

ailleurs, la conception du conduit de ventilation (partie horizontale) et du caisson de filtration a facilité le dépôt de la poudre entraînée.

A la lumière de cet événement, l'exploitant a modifié le caisson de filtration et le conduit de ventilation du poste de chargement de l'homogénéiseur n°4, afin d'éviter la présence de zones de rétention. Des vérifications ont également été effectuées dans les autres ateliers de l'installation FBFC de Romans-sur-Isère qui pourraient être concernés par de tels défauts. De plus, l'exploitant a tenu compte du retour d'expérience pour ce qui concerne les programmes de contrôles et essais périodiques des filtres et la maintenance des joints des systèmes d'accostage.

Pour l'IRSN, cet événement rappelle que des accumulations non voulues de matières fissiles sont possibles en dehors des équipements de géométrie sûre et des postes de travail faisant l'objet d'un contrôle par la masse. Cet événement n'est pas exceptionnel, d'autres événements similaires ont été déclarés récemment à l'ASN (notamment l'événement survenu en avril 2011 dans l'installation FBFC de Romans-sur-Isère qui a conduit à une accumulation importante de poudre d'oxyde d'uranium dans un circuit de ventilation). De telles accumulations non détectées pourraient mettre en cause la sous-criticité de l'installation, notamment en cas de survenue d'un autre dysfonctionnement tel que, par exemple, une arrivée de matières modératrices.

Aussi, cet événement souligne la nécessité que les exploitants apportent une grande attention à la recherche des dysfonctionnements pouvant conduire à une accumulation non voulue de matières fissiles. Il apparaît également important que les exploitants prévoient des contrôles réguliers permettant, si de tels dysfonctionnements se produisaient, de détecter les accumulations avant qu'elles ne soient suffisamment importantes pour présenter un risque de criticité.

6 SYNTHÈSE

Le présent rapport expose l'analyse transverse réalisée par l'IRSN concernant les événements significatifs déclarés à l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) au cours des années 2009 et 2010 pour les installations nucléaires de base de type LUDD (Laboratoires, Usines, installations en Démantèlement et installations de traitement, d'entreposage ou de stockage de Déchets). Il constitue une suite du rapport DSU n°215, diffusé en décembre 2009, relatif aux événements déclarés à l'ASN au cours des années 2005 à 2008. Les principales évolutions constatées par rapport à l'analyse présentée dans ce rapport ont été soulignées dans celui-ci, de façon à mettre en exergue les améliorations constatées, les axes de progrès et les principaux points de vigilance.

Ces rapports, qui visent à favoriser la diffusion la plus large du retour d'expérience, ont pour objectif principal de dégager des enseignements généraux permettant de renforcer la sûreté des installations de type LUDD. Le type d'analyse qui y est présenté s'inscrit dans l'objectif général de l'IRSN de rechercher une amélioration continue de la sûreté des installations nucléaires de base. En effet, la sûreté d'une installation nucléaire n'est jamais définitivement acquise ; elle doit rester une priorité pour l'ensemble des acteurs impliqués, en particulier les exploitants qui sont responsables au premier chef de la sûreté de leurs installations, et progresser en permanence, en tenant compte des connaissances nouvelles et du retour d'expérience disponible. A cet égard, une part substantielle de l'amélioration de la sûreté passe par un examen attentif des anomalies, incidents et accidents survenus en France ou à l'étranger.

Depuis de nombreuses années, l'IRSN capitalise à l'aide d'outils appropriés (bases de données notamment), le retour d'expérience résultant de l'analyse des événements survenus en France dans les installations de type LUDD ainsi que des incidents les plus importants survenus à l'étranger dans ce type d'installations. Les enseignements tirés de cette analyse permettent de renforcer la pertinence des expertises réalisées pour les autorités de sûreté et sont également pris en considération dans l'établissement des programmes d'études et de recherches menés par l'Institut pour développer ses compétences et améliorer ses connaissances.

La démarche d'amélioration de la sûreté des installations évoquée ci-dessus suppose que les exploitants analysent, aussi complètement que possible, les événements qu'ils détectent et notamment les événements d'importance mineure qui pourraient être des précurseurs d'événements plus graves. A cet égard, si l'IRSN a constaté une amélioration globale du contenu des comptes rendus d'événements significatifs transmis à l'ASN, notamment concernant les composantes organisationnelles et humaines, la profondeur des analyses présentées dans ces documents reste très variable selon les exploitants. En effet, pour une part encore notable des événements significatifs, l'analyse est trop souvent limitée à une identification des causes premières, tant pour les aspects techniques que pour les composantes organisationnelles et humaines. Pour l'IRSN, un effort reste à mener par les exploitants pour présenter, dans leurs comptes rendus d'événements significatifs, une analyse des causes profondes des événements déclarés, la profondeur d'analyse étant indispensable à l'identification de causes récurrentes ou génériques et à la définition d'actions correctives plus pertinentes.

De l'examen global des événements déclarés au cours des années 2009 et 2010, il ressort que la tendance à l'augmentation du nombre des événements déclarés, observée en 2008 par rapport à l'année 2007, s'est poursuivie en 2009, bien que plus faiblement, avant de s'inverser en 2010, le nombre d'événements déclarés y étant proche de celui de 2008. Même s'il convient d'être prudent sur l'interprétation à donner à cette inflexion (compte tenu des disparités entre installations notamment), qui fait suite à une forte augmentation du nombre d'événements en 2008, elle ne semble pas marquer une dégradation des pratiques de déclaration des exploitants. Il est également à signaler que le nombre record d'événements déclarés en 2009 a été accompagné de la déclaration de trois événements classés par l'ASN au niveau 2 de l'échelle INES alors qu'un seul autre événement a été classé à ce niveau au cours des années 2005 à 2010.

Sur le plan de la gravité des événements, l'IRSN note qu'aucun événement déclaré à l'ASN au cours des années 2009 et 2010 n'a eu de conséquences graves pour les installations, l'environnement ou la santé des travailleurs et de la population. Soulignons néanmoins qu'un événement de contamination interne par blessure, survenu lors d'une opération d'assainissement, a entraîné pour un opérateur une dose efficace supérieure à la limite annuelle réglementaire.

Par ailleurs, l'analyse transverse réalisée a montré que des améliorations notables sont observées pour certains types d'événements représentatifs de risques importants pour la sûreté (diminution significative en 2010 des départs de feu et des défauts de maîtrise des quantités de matières fissiles notamment) ; ceci est à rapprocher des actions menées par les exploitants concernés. Une grande vigilance dans ces domaines reste néanmoins nécessaire, les actions correctives mises en œuvre reposant largement sur des dispositions de nature organisationnelle ou humaine. Par ailleurs, l'augmentation régulière depuis 2008 des événements déclarés au titre de la radioprotection ne semble pas traduire une dégradation globale des pratiques, mais une meilleure déclaration des événements (notamment en matière de propreté radiologique). A cet égard, même si le nombre de ces événements reste faible, une attention particulière mérite d'être accordée par les exploitants aux événements de contamination interne par blessure, en particulier lors des travaux d'assainissement ou de démantèlement, compte tenu des conséquences possibles pour les travailleurs concernés.

L'analyse transverse des causes techniques, humaines ou organisationnelles des événements significatifs déclarés à l'ASN au cours des années 2009 et 2010 ne met pas en évidence d'évolutions significatives par rapport aux quatre années précédentes. Ainsi, la proportion des événements présentant au moins une cause principale de nature technique - proche de 40 % à 45 % - est relativement stable depuis plusieurs années. Les composantes humaines et organisationnelles interviennent toujours de façon significative dans une majorité des événements déclarés : environ 75 % des événements déclarés en 2009 et 2010 ont pour origine une défaillance de nature organisationnelle ou humaine.

S'agissant des causes techniques, l'identification d'enseignements généraux se heurte à la très grande diversité des équipements de procédé ou des équipements assurant une fonction de sûreté dans les installations de type LUDD ainsi qu'au peu d'analyses disponibles concernant les causes profondes de ces événements. Il apparaît néanmoins que le vieillissement et l'obsolescence de matériels constituent toujours la cause identifiée la plus importante des défaillances matérielles pour les événements déclarés au cours des années 2009 et 2010. A ce stade, il n'a pas été mis en évidence d'aspect générique ou d'évolution très significative. Les efforts entrepris par les exploitants pour prévenir les défaillances d'équipements participant à la sûreté des installations dues à des

phénomènes de vieillissement méritent donc d'être poursuivis. L'IRSN souligne l'attention que doivent notamment porter les exploitants aux programmes de maintenance préventive et de contrôles périodiques de ces équipements afin d'adapter, si besoin, ces programmes pour tenir compte du retour d'expérience des événements dus à de tels mécanismes.

S'agissant des causes de nature organisationnelle ou humaine, l'analyse réalisée par l'IRSN a permis de confirmer globalement les enseignements généraux dégagés par l'analyse des événements survenus au cours des années 2005 à 2008. Cette analyse s'est concentrée sur les événements liés à des défaillances de nature organisationnelle ou humaine au cours d'interventions ou lors de la réalisation de contrôles ou essais périodiques, qui sont en augmentation par rapport aux années précédentes. Cet examen a également porté sur les causes des manquements aux procédures et aux règles ainsi qu'aux insuffisances de la documentation d'exploitation.

S'agissant des interventions, les principales lacunes identifiées (dans plus de 50 % des cas) sont, comme pour les années 2005 à 2008, des insuffisances dans la préparation des opérations et les analyses préalables de risques associées, sans qu'une distinction notable puisse être établie entre les principaux exploitants d'installations LUDD. Il est à souligner que plusieurs événements relatifs à des opérations d'assainissement ou de démantèlement pour lesquels de telles lacunes sont apparues, ont conduit à des doses engagées pour les opérateurs (supérieure à la limite réglementaire dans un cas). Pour illustrer ce propos, une présentation de trois événements marquants est effectuée dans le présent rapport.

L'IRSN estime que, même si des améliorations ont pu être constatées (diminution du nombre d'événements avec absence de préparation notamment), les actions menées par les exploitants pour améliorer la qualité des analyses de risques préalables aux interventions méritent d'être poursuivies. Pour l'IRSN, une attention particulière est à porter aux dispositions organisationnelles visant à permettre la réalisation d'analyses de risques adaptées, et notamment au caractère approprié des moyens humains pour la réalisation et le contrôle de ces analyses et la préparation des interventions, en particulier pour les installations dans lesquelles de nombreuses interventions sont effectuées simultanément.

En outre, le retour d'expérience souligne l'importance qu'il faut accorder aux dispositions organisationnelles pour la maîtrise des activités sous-traitées. Ceci mérite une vigilance toute particulière dans un contexte de recours croissant à des entreprises extérieures spécialisées, les principaux exploitants se recentrant de plus en plus sur leurs « cœurs de métier ». L'IRSN rappelle à cet égard qu'une telle maîtrise suppose des organisations robustes et des moyens humains suffisants et compétents pour effectuer un contrôle et un suivi adaptés des sociétés extérieures, notamment par une présence suffisante « sur le terrain ». Les efforts déjà entrepris par les exploitants en la matière sont donc à poursuivre.

S'agissant des contrôles et essais périodiques d'équipements participant à la sûreté des installations, l'IRSN note que le nombre de non-respects des périodicités de ces contrôles ou essais continue à augmenter, du fait principalement de défaillances organisationnelles ou humaines. Cette évolution semble traduire une meilleure détection de ces écarts par les exploitants et est à rapprocher de la démarche engagée par l'ASN visant à faire appliquer de façon plus rigoureuse les critères de déclaration des événements significatifs. L'analyse réalisée n'a pas mis en évidence d'évolution notable quant aux types de défaillance à l'origine de ces événements, les principales étant liées aux dispositions de planification de ces contrôles. Conscients que les efforts menés jusqu'à présent n'ont pas encore porté leurs fruits, certains grands exploitants d'INB LUDD ont engagé des actions de

vérification globale des conditions de réalisation de ces contrôles. L'IRSN estime que les actions entreprises doivent effectivement être renforcées.

S'agissant de la documentation d'exploitation, l'IRSN constate que l'absence de document d'exploitation ou l'utilisation de documents inadaptés ou insuffisants reste toujours une cause significative d'événements déclarés à l'ASN. Toutefois, les éléments disponibles ne permettent pas d'identifier d'origine générique, les causes profondes de ces événements n'étant, en règle générale, pas analysées par les exploitants. Au-delà des améliorations ponctuelles mises en œuvre par les exploitants à la suite des événements déclarés, il apparaît qu'une source d'amélioration réside dans l'analyse des causes profondes des défauts du processus de gestion documentaire.

ANNEXE

Critères de déclaration des événements significatifs au titre de la sûreté, de la radioprotection et de l'environnement, présentés dans le guide ASN du 21 octobre 2005

Critères de déclaration des événements significatifs impliquant la sûreté pour les INB autres que les réacteurs à eau sous pression :

1 - Evènement d'origine nucléaire ou non, ayant entraîné mort d'homme ou blessure grave nécessitant notamment une évacuation du ou des blessés vers un centre hospitalier, lorsque l'origine de la mort ou des blessures relève d'une défaillance d'un équipement lié au procédé.

2 - Mise en service manuelle ou automatique, intempestive ou non, d'un des systèmes de protection et/ou sauvegarde, à l'exception des mises en services intentionnelles résultant d'actions programmées en vue de maintenir une fonction importante de sûreté.

3 - Evènement ayant conduit au franchissement d'une ou plusieurs limites de sécurité telles que définies dans le référentiel de sûreté ou le décret d'autorisation de création de l'installation.

4 - Agression interne ou externe des installations : survenance d'un phénomène externe naturel ou lié à l'activité humaine, ou survenance d'une inondation interne, d'un incendie ou d'un autre phénomène susceptible d'avoir des conséquences significatives ou d'affecter la disponibilité de matériels participant à une fonction importante pour la sûreté.

5 - Acte ou tentative d'acte de malveillance susceptible d'affecter la sûreté de l'installation.

6 - Evènement portant ou pouvant porter atteinte à l'intégrité du confinement des matières dangereuses.

7 - Evènement ayant causé ou pouvant causer des défaillances multiples : indisponibilité de matériels due à une même défaillance ou affectant toutes les voies d'un système redondant ou des matériels de même type participant à une ou plusieurs fonctions de sûreté de l'installation.

8 - Défaut, dégradation ou défaillance ayant affecté une fonction de sûreté, qui a eu ou aurait pu avoir des conséquences significatives, qu'il ait été décelé pendant la marche ou pendant l'arrêt de l'installation.

9 - Evènement ne répondant pas aux critères précédents et affectant une fonction de sûreté mais qui est susceptible d'être précurseur d'accident ou qui présente un caractère répétitif dont la cause n'a pas été identifiée.

10 - Tout autre évènement susceptible d'affecter la sûreté de l'installation jugé significatif par l'exploitant ou par l'Autorité de sûreté nucléaire.

Critères de déclaration des événements significatifs impliquant la radioprotection pour les INB :

1 - Dépassement d'une limite de dose individuelle annuelle réglementaire ou situation imprévue qui aurait pu entraîner, dans des conditions représentatives et vraisemblables, le dépassement d'une limite de dose individuelle annuelle réglementaire, quel que soit le type d'exposition.

2 - Situation imprévue ayant entraîné le dépassement du quart d'une limite de dose individuelle annuelle réglementaire, lors d'une exposition ponctuelle, quel que soit le type d'exposition.

3 - Tout écart significatif concernant la propreté radiologique.

4 - Toute activité (opération, travail, modification, contrôle...) comportant un risque radiologique important, réalisée sans une analyse de radioprotection formalisée (justification, optimisation, limitation) ou sans prise en compte exhaustive de cette analyse.

5 - Acte ou tentative d'acte de malveillance susceptible d'affecter la protection des travailleurs ou du public contre les rayonnements ionisants.

6 - Situation anormale affectant une source scellée ou non scellée d'activité supérieure aux seuils d'exemption.
7 - Défaut de signalisation ou non-respect des conditions techniques d'accès ou de séjour dans une zone spécialement réglementée ou interdite (zones orange et rouge).
8 - Défaillance non compensée des systèmes de surveillance radiologique qui permettent d'assurer la protection des personnels présents, lors d'activités comportant un risque radiologique important.
9 - Dépassement de la périodicité de contrôle d'un appareil de surveillance radiologique : - de plus d'un mois s'il s'agit d'un appareil de surveillance collective permanente (périodicité réglementaire d'un mois) ; - de plus de trois mois s'il s'agit des autres types d'appareils (lorsque la périodicité de vérification prévue dans les RGE ou le référentiel radioprotection est comprise entre douze et soixante mois).
10 - Tout autre événement susceptible d'affecter la radioprotection jugé significatif par l'exploitant ou par l'Autorité de sûreté nucléaire.

Critères de déclaration des événements significatifs impliquant l'environnement pour les INB :

1 - Contournement des voies normales de rejet ayant un impact significatif, dépassement avéré de l'une des limites de rejets dans le milieu fixée par un arrêté autorisant les prélèvements et les rejets de l'installation pour les substances radioactives ou rejet de substance radioactive non autorisé.
2 - Contournement des voies normales de rejet ayant un impact significatif, dépassement avéré de l'une des limites de rejets dans le milieu fixée par un arrêté autorisant les prélèvements et les rejets de l'installation pour les substances chimiques, ou rejet significatif de substance chimique non autorisé (hors substances appauvrissant la couche d'ozone).
3 - Dépassement avéré de l'une des limites de rejets ou de concentration présente fixée par la réglementation sanitaire ou un arrêté autorisant les prélèvements et les rejets de l'installation pour les substances microbiologiques.
4 - Non-respect d'une disposition opérationnelle fixée dans un arrêté autorisant les prélèvements et les rejets de l'installation qui aurait pu conduire à un impact significatif pour l'environnement.
5 - Acte ou tentative d'acte de malveillance susceptible d'affecter l'environnement.
6 - Non-respect des dispositions de l'arrêté du 31 décembre 1999, de prescriptions techniques d'équipements ou d'installations classées pour la protection de l'environnement qui aurait pu conduire à un impact significatif sur l'environnement (hors écarts aux arrêtés de rejets, aux études déchets).
7 - Non-respect de l'étude déchets du site ou de l'installation conduisant à engager l'élimination d'un déchet nucléaire dans une filière conventionnelle ou à remettre en cause le caractère conventionnel d'une zone.
8 - Découverte d'un site pollué de manière significative par des matières chimiques ou radioactives.
9 - Tout autre événement susceptible d'affecter la protection de l'environnement jugé significatif par l'exploitant ou par l'Autorité de sûreté nucléaire.

Crédits photo

Page 8 : photographie EDF et photographie CEA
Page 15 : photographies AREVA NC - photothèque
Pages 16 et 18 : illustrations Melox
Page 27 : photographie AREVA NC
Page 42 : photographies AREVA NC
Page 43 : photographie DOE (USA) et photographie CEA
Page 46 : schéma CEA
Pages 47 et 48 : illustration et photographie IONISOS
Page 49 : photographies CEA
Page 54 : photographie Melox
Page 56 : photographie CEA
Page 58 : illustration FBFC
Pages 7, 9, 10, 12, 13, 16, 19, 21, 53 : illustrations IRSN