

IRSN

INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Faire avancer la sûreté nucléaire

DEMARCHE D'ANALYSE DES RISQUES D'INCENDIE DANS LES INSTALLATIONS NUCLEAIRES

Rapport DSU n°240

Indice 1
Juin 2011



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

SOMMAIRE

1 DEFINITION DE LA SURETE NUCLEAIRE	5
2 PRESENTATION DE L'INCENDIE ET DE SES EFFETS	6
2.1 MODES DE PROPAGATION DE L'INCENDIE	6
2.2 GRANDEURS CARACTERISTIQUES DE L'INCENDIE	6
2.3 PARTICULARITES DES INCENDIES EN MILIEU NUCLEAIRE	7
2.3.1 Incendie en présence de matières radioactives	7
2.3.2 Incendie en présence d'équipements de sûreté	7
2.3.3 Incendie en milieu confiné	7
2.3.4 Incendie et ventilation	8
2.3.5 Comportement des structures à l'égard des risques d'incendie	8
3 DEMARCHE D'ANALYSE DES RISQUES LIES A L'INCENDIE DANS UNE INSTALLATION NUCLEAIRE	10
3.1 PRINCIPES A SATISFAIRE	10
3.1.1 Objectifs des dispositions de maîtrise des risques liés à l'incendie	10
3.1.2 Défense en profondeur et maîtrise des risques liés à l'incendie	10
3.1.3 Principes de maîtrise des risques liés à l'incendie	11
3.1.4 Critères de performance à satisfaire	13
3.1.5 Prise en compte de combinaisons d'événements pour la conception et le dimensionnement des dispositions de protection contre l'incendie (DPCI)	14
3.1.6 Marges et incertitudes	15
3.2 ANALYSE DES RISQUES D'INCENDIE	16
3.2.1 Démonstration de la suffisance des DPCI	17
3.2.2 Vérification de la robustesse de la démonstration de sûreté	21
4 DIMENSIONNEMENT ET MAINTIEN DU NIVEAU DE PERFORMANCE DES DPCI	25
4.1 DIMENSIONNEMENT ET MISE EN ŒUVRE DES DPCI	25
4.2 MAINTIEN DU NIVEAU DE PERFORMANCE	25
5 FAVORISER L'AMELIORATION DE LA MAITRISE DES RISQUES	27
6 DOSSIER D'ANALYSE DES RISQUES D'INCENDIE	28
GLOSSAIRE	29
ANNEXE	31

HISTORIQUE DES MODIFICATIONS

Version	Date	Description ou commentaires
initiale	Mars 2011	version initiale
Indice 1	Juin 2011	Corrections de forme

Préambule

Le présent document expose la position de l'IRSN sur la maîtrise des risques d'incendie dans les installations nucléaires en précisant notamment la démarche d'analyse de ces risques et les éléments de démonstration attendus du point de vue de la sûreté nucléaire.

La démarche d'analyse présentée a pour objectif de justifier le caractère suffisant des dispositions de protection contre l'incendie retenues par l'exploitant d'une installation nucléaire de base. Elle ne vise pas à décliner les dispositions techniques à mettre en place, le caractère prescriptif de certaines dispositions relevant de textes réglementaires. Cette démarche base la justification des dispositions retenues sur l'atteinte de critères techniques justifiés par l'analyse des risques d'incendie. Ainsi, sur la base des exigences fonctionnelles* associées aux cibles* à protéger, l'exploitant doit déterminer les critères de performance* technique que les dispositions de protection contre l'incendie doivent satisfaire et dont le respect garantit que les objectifs de sûreté visés sont atteints.

Cette démarche est applicable à tout type d'installation nucléaire, existante ou à construire, seule la manière d'atteindre les objectifs de sûreté pouvant différer.

Après quelques rappels sur la sûreté nucléaire au chapitre 1, notamment quant à la primauté de la démarche de défense en profondeur, sont précisées au chapitre 2 les grandeurs physiques représentatives des effets d'un incendie ainsi que les conséquences possibles sur la sûreté d'une installation nucléaire de base. La démarche d'analyse des risques d'incendie dans une installation nucléaire de base est développée au chapitre 3. Au chapitre 4, les règles pour le dimensionnement et le maintien du niveau de performance des dispositions retenues à l'égard des risques d'incendie sont explicitées ; le principe visant l'amélioration de la maîtrise des risques est abordé au chapitre 5. Enfin, les éléments constitutifs du dossier support à l'analyse des risques d'incendie dont l'IRSN estime devoir disposer en phase d'instruction sont récapitulés au chapitre 6.

Le présent guide constitue un outil d'aide qui a vocation à expliciter la démarche d'analyse des risques d'incendie dans les installations nucléaires. Malgré sa vocation généraliste, des configurations très spécifiques peuvent nécessiter d'adapter la démarche présentée.

Nota : Les mots suivis du signe * sont définis dans le glossaire

1 DEFINITION DE LA SURETE NUCLEAIRE

La sûreté nucléaire recouvre, dans son acception la plus large, l'ensemble des dispositions techniques et organisationnelles permettant, d'une part d'assurer le fonctionnement normal d'une installation nucléaire (notamment en matière de maîtrise des risques, de protection des travailleurs contre les rayonnements ionisants, de gestion des déchets ainsi que de maîtrise des rejets d'effluents et des nuisances de toutes natures pour l'environnement), d'autre part de prévenir les incidents et les accidents susceptibles d'affecter l'installation et de limiter les conséquences pour les travailleurs, les personnes du public et l'environnement des accidents qui surviendraient néanmoins malgré les mesures prises pour les éviter. La sûreté des installations est examinée par l'IRSN au cas par cas, en tenant compte de leurs spécificités, des risques qu'elles présentent et des dispositions mises en place.

La démarche mise en œuvre pour définir les dispositions de prévention et de limitation des conséquences des accidents est connue sous la dénomination de "défense en profondeur". *« Cette démarche articule la prévention de situations anormales et de leur dégradation à la limitation de leurs conséquences. Il s'agit toujours d'une démarche déterministe puisqu'un certain nombre d'incidents et d'accidents sont postulés ».*

« La défense en profondeur consiste en une suite d'actions, d'équipements ou de procédures, regroupés en niveaux dont chacun a pour objectif de prévenir les dégradations susceptibles de conduire au niveau suivant et de limiter les conséquences de la défaillance du niveau précédent » [Eléments de sûreté nucléaire, chapitre 3.4 - Jacques Libmann - Editions de la physique].

La notion de niveaux de défense successifs implique que ces niveaux soient aussi indépendants que possible les uns des autres. Il est donc important de vérifier qu'un même événement* n'est pas susceptible de mettre en cause simultanément plusieurs niveaux. Par ailleurs, les estimations des conséquences des situations étudiées doivent être aussi faibles que raisonnablement possible pour le personnel, le public et l'environnement sans se référer à des valeurs dosimétriques d'acceptabilité préétablies.

S'agissant plus spécifiquement des risques d'incendie, le niveau de protection adopté par l'exploitant doit répondre à la démarche de défense en profondeur exposée précédemment et les différents niveaux de défense doivent être suffisamment efficaces et robustes pour réduire autant que raisonnablement et techniquement possible les conséquences potentielles d'un incendie sur la sûreté de l'installation. Ceci signifie que le meilleur niveau de protection doit être recherché sans qu'il soit fait a priori référence à la notion de « doses acceptables » (démarche couramment appelée « pilotage par la dose ») pour définir la nécessité ou l'acceptabilité des dispositions de protection contre l'incendie.

2 PRESENTATION DE L'INCENDIE ET DE SES EFFETS

L'incendie est une réaction chimique de combustion non contrôlée, qui résulte de la combinaison d'un corps combustible avec un comburant, en présence d'une énergie d'activation.

2.1 MODES DE PROPAGATION DE L'INCENDIE

Le développement d'un incendie varie en fonction de nombreux facteurs dont :

- la nature du combustible primaire et des combustibles secondaires,
- la géométrie du volume en feu (local ou groupe de locaux), son encombrement et donc le volume d'air disponible,
- les conditions de ventilation du volume en feu (enceinte, local ou groupe de locaux...),
- le type de construction et de matériaux d'aménagement.

L'incendie peut se propager de plusieurs façons différentes :

- le déplacement de la flamme (mécanisme de la propagation de flamme) ;
- le rayonnement de la flamme et des fumées vers des matériaux combustibles ;
- la conduction : c'est le transfert de la chaleur dans la masse d'un matériau. Ce transfert de chaleur est notable principalement pour les matériaux solides (murs, éléments métalliques...) ; il existe dans une moindre mesure pour les liquides et est quasi-inexistant pour les gaz ;
- la convection : c'est le transfert de chaleur par le transport de gaz chauds sur des distances pouvant être importantes ;
- le déplacement de matières combustibles :
 - par la propagation d'imbrûlés (fumées et gaz) qui peuvent se réenflammer à une distance variable ;
 - par la projection de brandons et d'escarbilles ou leur entraînement, notamment par la ventilation ;
 - par l'écoulement de liquides inflammables en combustion...

2.2 GRANDEURS CARACTERISTIQUES DE L'INCENDIE

L'incendie peut engendrer dans le local où il a pris naissance une élévation de température, une variation de pression, des turbulences ainsi que la production de gaz chauds et d'aérosols de combustion qui peuvent s'avérer inflammables, toxiques, corrosifs et générateurs d'atmosphères opaques ou explosives.

Les grandeurs qui caractérisent l'incendie, dont la connaissance de leurs évolutions au cours du temps peut s'avérer nécessaire pour dimensionner des dispositions de protection, sont :

- les températures des gaz dans les volumes en feu et les volumes adjacents,
- les flux thermiques radiatifs,
- la pression des gaz,
- la puissance thermique de l'incendie,

- les caractéristiques des effluents du feu* (taux de production et caractéristiques associées en termes de nature, de concentration et d'effets générés (toxicité, anoxie, opacité, corrosion, ré-inflammation, résistivité électrique, humidité...)).

Il est important que l'ensemble des effets de l'incendie soit considéré, d'une part pour évaluer la vulnérabilité des cibles* à protéger de l'incendie, d'autre part pour dimensionner les dispositions de protection contre l'incendie.

Les seules caractéristiques de l'incendie ne sont pas suffisantes pour déterminer et dimensionner les dispositions de protection contre l'incendie nécessaires pour assurer un niveau de sûreté satisfaisant. Il est également indispensable de considérer les effets défavorables associés aux dispositifs d'extinction retenus (surpression due au relâchement d'un agent extincteur, dysfonctionnements d'équipements participant aux fonctions de sûreté* du fait de l'agent extincteur employé, accident de criticité par effet mécanique ou par effet modérateur...) et les effets mécaniques induits (comportement des barrières de confinement...).

2.3 PARTICULARITES DES INCENDIES EN MILIEU NUCLEAIRE

2.3.1 INCENDIE EN PRESENCE DE MATIERES RADIOACTIVES

En présence de matières radioactives, un incendie peut conduire à une mise en suspension et à une dissémination de ces matières et générer ainsi une exposition non contrôlée des travailleurs, voire un rejet de matières radioactives dans l'environnement. Un incendie est également susceptible de générer un accident de criticité par dégradation des dispositions de maintien du mode de contrôle des unités de criticité.

De plus, les effluents générés par les dispositifs d'extinction doivent faire l'objet de dispositions particulières car ils peuvent notamment être à l'origine de contaminations, en transportant des matières radioactives, ou de risques de criticité.

2.3.2 INCENDIE EN PRESENCE D'EQUIPEMENTS DE SURETE

L'incendie et les moyens d'extinction mis en œuvre peuvent constituer une source importante d'agression d'équipements de sûreté. En particulier, les matières corrosives et les suies contenues dans les fumées sont susceptibles de conduire, même à distance du feu et de manière différée, à des dysfonctionnements d'équipements autres que ceux induits par les effets thermiques de l'incendie. En outre, les fumées d'incendie peuvent générer des risques de toxicité pour le personnel et des difficultés de visibilité susceptibles de pénaliser les actions de conduite, d'intervention et de mise en sécurité de l'installation.

2.3.3 INCENDIE EN MILIEU CONFINE

La spécificité des incendies dans les installations nucléaires est leur développement en milieu confiné. En effet, la mise en œuvre et la manipulation de matières radioactives dans ces installations requièrent le confinement de ces matières dans des conditionnements spécifiques, des équipements ou des locaux présentant un niveau d'étanchéité adapté.

Ce confinement statique peut amplifier les effets d'un incendie puisqu'en limitant l'expansion des gaz de combustion produits et l'évacuation de l'énergie produite par la réaction de combustion, il peut contribuer à générer des effets de pression et des élévations de température qui peuvent à leur tour s'avérer préjudiciables à la tenue de ce confinement.

De plus, la production de gaz imbrûlés générés par une combustion en régime de sous-ventilation constitue un risque important d'explosion de fumées et de propagation de l'incendie par réinflammation d'imbrûlés.

2.3.4 INCENDIE ET VENTILATION

En complément du confinement statique des matières radioactives, les installations nucléaires de base sont dotées de systèmes de ventilation assurant une circulation d'air des zones présentant des risques faibles de dissémination de matières radioactives vers les zones présentant des risques plus élevés et permettant une filtration de l'air extrait (confinement dynamique).

En situation d'incendie, les variations de pression et de température peuvent notamment désorganiser cette circulation d'air et être à l'origine de transferts non maîtrisés de matières radioactives dans l'installation, voire jusqu'à l'environnement. En outre, un incendie peut conduire à l'endommagement des filtres et des conduits de ventilation et favoriser le transfert d'aérosols radioactifs dans l'installation et vers l'environnement.

La conduite de la ventilation en cas d'incendie nécessite ainsi une étude spécifique et l'établissement de règles préétablies particulières à l'installation permettant, d'une part d'éviter la propagation de l'incendie et les risques liés aux gaz de pyrolyse et autres produits imbrûlés, d'autre part de faciliter l'intervention et la maîtrise des conséquences dans les locaux impliqués dans l'incendie, notamment en termes de confinement.

2.3.5 COMPORTEMENT DES STRUCTURES A L'EGARD DES RISQUES D'INCENDIE

2.3.5.1 Fonctions assurées par les structures de génie civil

En situation d'incendie, certains éléments de structure ont à assurer une ou plusieurs fonctions qui peuvent notamment être :

- la résistance mécanique (la fonction de résistance mécanique recouvre la stabilité des structures porteuses, mais aussi le supportage et l'absence d'agression des cibles*),
- l'étanchéité,
- l'isolation thermique,
- la protection contre les risques d'exposition externe aux rayonnements ionisants.

2.3.5.2 Résistance mécanique

Pour les établissements recevant du public, la stabilité au feu des structures est exigée pendant le délai nécessaire à l'évacuation du personnel et du public présent dans l'établissement.

Pour les installations nucléaires de base, la stabilité au feu des structures des ouvrages de génie civil abritant ou supportant des cibles* doit être garantie en cas d'incendie afin d'assurer la mise, puis le maintien à l'état sûr de l'installation. Cette stabilité s'entend pour un incendie se produisant à l'intérieur ou à l'extérieur de ces

structures, en considérant les conséquences des interactions éventuelles entre bâtiments du fait d'un incendie se développant dans un ouvrage mitoyen.

Pour justifier le caractère suffisant de la stabilité au feu des structures, il est nécessaire de connaître, d'une part les contraintes réelles (champs thermiques, champs de pression) susceptibles de solliciter ces structures, y compris lors des phases de refroidissement, d'autre part les exigences de comportement des structures en cas d'incendie.

L'analyse des risques détermine les scénarios d'incendie* présentant les effets les plus défavorables pour les structures.

Les dispositions de construction forfaitaires proposées dans les normes françaises de la série P92, relatives aux méthodes de calcul et règles de dimensionnement des structures, découlent du postulat que l'incendie peut être représenté par des sollicitations thermiques correspondant à celles d'un feu normalisé. La référence à de telles dispositions pour justifier de la résistance au feu ne peut être retenue que s'il est établi que les scénarios déterminés dans l'analyse des risques conduisent à des sollicitations moins défavorables que celles d'un feu normalisé.

2.3.5.3 Etanchéité

Le confinement statique des matières radioactives est une fonction qui ne peut pas toujours être assurée par le génie civil seul, selon l'objectif de confinement retenu ; il peut donc nécessiter des dispositions complémentaires (peau d'étanchéité métallique, revêtement...). Ainsi, le respect d'une exigence attribuée aux structures en termes de confinement des matières radioactives en cas d'incendie doit toujours faire l'objet d'une analyse spécifique.

3 DEMARCHE D'ANALYSE DES RISQUES LIES A L'INCENDIE DANS UNE INSTALLATION NUCLEAIRE

La maîtrise de la sûreté en cas d'incendie dans une installation nucléaire de base repose sur la démarche de défense en profondeur ; elle doit être démontrée pour tous les états d'exploitation, y compris les états d'arrêt, les limites du domaine de fonctionnement étant retenues pour chaque état d'exploitation. Il est donc nécessaire de décrire les dispositions retenues pour atteindre l'objectif, mais surtout de justifier leur suffisance.

L'analyse effectuée doit conduire à la vérification de l'atteinte de performances techniques justifiées par une analyse de risques, l'exploitant devant définir les fonctions de sûreté* à protéger, les exigences fonctionnelles* associées, les performances techniques des dispositions de protection contre les risques liés à l'incendie (DPCI*) qu'il retient et montrer, d'une part l'adéquation de ces performances aux besoins, d'autre part leur obtention par le dimensionnement réalisé. La justification porte donc sur le respect de critères de performance* techniques, le calcul des conséquences radiologiques susceptibles d'être engendrées par un incendie n'intervenant qu'à titre de vérification.

3.1 PRINCIPES A SATISFAIRE

3.1.1 OBJECTIFS DES DISPOSITIONS DE MAITRISE DES RISQUES LIES A L'INCENDIE

La maîtrise des risques liés à une agression telle que l'incendie dans une installation nucléaire de base nécessite l'examen, d'une part des incendies plausibles (l'aléa), d'autre part des éléments à protéger au titre de la sûreté nucléaire.

Les dispositions de maîtrise des risques mises en place sur la base de cet examen ont pour objectifs :

- de prévenir les incendies et de les limiter en nombre, dans l'espace et dans le temps (*limiter les départs de feu, leur développement et maîtriser l'incendie pour assurer son extinction*),
- d'assurer le maintien des exigences fonctionnelles* de sûreté identifiées comme nécessaires en cas d'incendie et de limiter les éventuelles conséquences radiologiques de celui-ci (*protéger les cibles* des effets de l'aléa et en limiter les conséquences*).

3.1.2 DEFENSE EN PROFONDEUR ET MAITRISE DES RISQUES LIES A L'INCENDIE

Pour répondre aux objectifs précédents, les dispositions de maîtrise des risques liés à l'incendie sont conçues et définies selon une démarche de défense en profondeur. Ces dispositions sont donc déployées et organisées en différents niveaux successifs aussi indépendants que possible. Chaque niveau de défense contre l'incendie doit permettre de prévenir les dégradations susceptibles de conduire au niveau suivant et de limiter les conséquences de la défaillance du niveau précédent.

Appliqués aux risques d'incendie, les niveaux de défense peuvent être définis de la façon suivante :

- prévenir les départs de feu,

- détecter et éteindre rapidement les départs de feu afin de limiter leur développement et les dommages générés,
- éviter la propagation des incendies qui n'ont pas été éteints afin de minimiser leur impact sur la sûreté de l'installation et leurs conséquences.

Des dispositions complémentaires au sein de l'installation et pour la protection des populations en cas de rejet peuvent également être nécessaires. Les dispositions correspondantes sont généralement définies dans le cadre du plan d'urgence interne de l'installation et du plan particulier d'intervention correspondant. Ces derniers niveaux ne sont pas traités dans ce document, notamment parce que l'incendie n'est pas le seul évènement* initiateur à considérer pour définir les dispositions correspondantes.

La conception et le dimensionnement des moyens de protection contre l'incendie doivent être réalisés en vue de répondre au mieux aux objectifs couverts par les niveaux de défense en profondeur précités.

Ainsi, bien qu'il convienne d'adapter l'importance des efforts en matière de sûreté à la nature et à l'ampleur des risques correspondants, il est nécessaire qu'une installation nucléaire de base présente des dispositions minimales de maîtrise des risques d'incendie, tout particulièrement en matière de tenue au feu des éléments de construction et de cantonnement d'un éventuel incendie, afin d'éviter sa propagation et de faciliter son extinction.

3.1.3 PRINCIPES DE MAITRISE DES RISQUES LIES A L'INCENDIE

Les dispositions de protection contre l'incendie sont définies au regard des principes de maîtrise des risques (PMR) tels qu'on peut les rencontrer dans l'ingénierie de la « sécurité incendie » :

- limiter les possibilités de départ de feu,
- limiter le développement de l'incendie dans le volume d'origine,
- limiter la propagation de l'incendie hors du volume d'origine,
- limiter les effets délétères de l'incendie sur les cibles* à protéger,
- minimiser la dispersion et le rejet de substances dangereuses dans l'installation et dans l'environnement,
- disposer d'une information adaptée pour gérer la situation,
- garantir la mise en sécurité des personnes,
- faciliter la maîtrise et l'extinction de l'incendie par les équipes d'intervention,
- faciliter l'intervention des services de secours extérieurs,
- maintenir le niveau de performance des dispositions de protection contre l'incendie durant la durée de vie de l'installation.

Les niveaux de défense en profondeur tels que définis au chapitre 3.1.2, doivent couvrir tous ces PMR. Une DPCI* pourra permettre de répondre à un ou plusieurs PMR. De même, plusieurs DPCI* pourraient être nécessaires afin de répondre à l'exigence d'un seul PMR.

- Le PMR visant à limiter les possibilités de départ de feu revient à limiter les conditions susceptibles de conduire à un départ de feu par le choix des matériaux, la limitation des sources d'allumage possibles et de leurs énergies

d'activation, l'utilisation de protections thermiques et d'atmosphères inertes, la ségrégation des sources d'allumage et des charges calorifiques concentrées...

- Le PMR visant à limiter le développement du foyer dans le local où a lieu le départ de feu revient à limiter la puissance du feu, sa cinétique de développement, les écoulements et projections susceptibles de propager le feu ainsi que les transferts par conduction ou convection. A l'égard des matériaux combustibles environnants, cela revient notamment à limiter les charges calorifiques mobilisables, la température atteinte dans le local siège de l'incendie ainsi que les flux thermiques afin de réduire autant que possible les possibilités d'atteindre les conditions d'un incendie généralisé, que ce dernier résulte d'un embrasement généralisé (« flash-over ») ou d'une propagation de l'incendie de proche en proche.

- Le PMR visant à limiter la propagation de l'incendie hors du local initial nécessite que les exigences fonctionnelles* associées aux moyens à mettre en place permettent de maîtriser :

- la propagation de l'incendie par rayonnement et convection (gaz chauds et fumées),
- la propagation par la ré-inflammation d'imbrûlés,
- la propagation par transfert de matières enflammées (liquides, étincelles, solides liquéfiés...),
- la propagation par conduction,
- les effets de pression susceptibles de mettre en cause la sectorisation contre l'incendie*.

- Le PMR visant à limiter les effets délétères de l'incendie sur les cibles* à protéger revient :

- à limiter, dans les locaux contenant les cibles* à protéger, les températures, les flux thermiques et les concentrations des fumées en-deçà des valeurs pouvant conduire à leur dysfonctionnement,
- à maintenir les températures, les flux et les pressions en-deçà des valeurs de température, de flux et pression pouvant conduire à la perte de l'intégrité de contenants de matière radioactive (cuves, enceintes blindées...), de la géométrie sous-critique d'équipements...
- à éviter la dégradation des cibles par effet dominos (chute d'éléments, endommagement de structures, colmatage de filtres, explosion...) pendant et après l'incendie jusqu'au retour à un état sûr.

- Le PMR visant à minimiser la dispersion et le rejet de matières dangereuses dans l'installation et dans l'environnement implique en particulier :

- de mettre en place des dispositions pour limiter la mise en suspension de matières radioactives,
- de confiner au plus près les matières dangereuses émises ou entraînées par l'incendie,
- de traiter avant rejet les effluents liquides et gazeux,
- de maintenir les températures, les pressions, la production d'effluents à fort pouvoir colmatant en deçà des limites entraînant une perte d'intégrité ou un dysfonctionnement des systèmes de récupération et de confinement des matières radioactives et toxiques permettant de maîtriser les rejets.

- Le PMR visant à disposer d'une information adaptée pour pouvoir gérer au mieux la situation d'incendie implique de disposer dans les meilleurs délais des informations permettant de connaître l'état de l'installation pour la mettre en conditions sûres. Ces informations concernent le fonctionnement de l'installation (état des procédés, des quantités de matières dangereuses présentes...) et la situation dégradée survenue (détection des

départs de feu, évolution de l'incendie et suivi des actions de maîtrise de l'incendie et de l'état des DPCI*). Ce PMR ne se limite donc pas à la seule détection d'incendie.

- Le PMR visant à garantir la sécurité des personnes concerne la mise en sécurité des équipes locales d'intervention, des équipes de conduite et de toute personne devant exécuter des actions de mise en sécurité de l'installation ainsi que la protection des travailleurs lorsque ceux-ci peuvent être soumis à des risques radiologiques ou autres induits par l'incendie. La mise en sécurité du personnel d'intervention consiste à limiter la toxicité, la radio-exposition, les flux thermiques, les températures ambiantes dans les locaux où ce personnel doit intervenir ainsi qu'à garantir une visibilité compatible avec les tâches à accomplir. Cela se traduit par une protection, à l'égard de l'incendie et de ses effets, des locaux et voies d'accès nécessaires pour la réalisation des actions de conduite et de mise en état sûr de l'installation. La mise en sécurité, l'évacuation et le sauvetage des travailleurs non concernés par l'intervention en cas d'incendie sont quant à eux régis par le code du travail et ne relèvent pas de la sûreté nucléaire.

- Le PMR visant à faciliter la maîtrise et l'extinction de l'incendie par le personnel d'intervention nécessite de garantir le fonctionnement des moyens de détection, de sectorisation et de lutte retenus, d'engager les actions de maîtrise des départs de feu, puis, contre les effets d'un incendie développé, de définir les moyens d'intervention et de réduire les délais d'intervention.

- Le PMR visant à faciliter l'intervention des services de secours extérieurs consiste à organiser, planifier et conduire de manière efficace et concertée la lutte contre l'ensemble des effets d'un incendie qui n'aurait pas pu être maîtrisé par les équipes locales d'intervention, de manière à en limiter les conséquences. Il repose sur la qualité, l'adéquation et la rapidité de l'engagement de moyens de secours externes au site.

Il nécessite une planification concertée avec les services départementaux d'incendie et de secours, associée à des actions d'information de ces services sur les particularités et risques des interventions à réaliser.

- Le PMR visant à maintenir le niveau de performance des dispositions de protection contre l'incendie durant la durée de vie de l'installation consiste à s'assurer du maintien dans le temps des exigences fonctionnelles* associées aux éléments concourant à la protection de l'installation contre les risques d'incendie.

3.1.4 CRITERES DE PERFORMANCE A SATISFAIRE

L'exploitant d'une installation nucléaire de base doit justifier (cf. 3.2) que les dispositions retenues pour maîtriser les risques liés aux incendies permettent de respecter les exigences fonctionnelles* de sûreté. La démarche nécessite que l'efficacité de ces dispositions soit confrontée à des critères de performance* quantitatifs. Ces critères techniques peuvent être des valeurs seuils résultant par exemple de données sur les défaillances des équipements nécessaires à l'accomplissement de fonctions de sûreté* (températures et flux thermiques de dysfonctionnement, concentrations maximales en particules de suies ou toxiques...); ils doivent, autant que possible, comporter des marges par rapport aux données de base expérimentales ou théoriques, comme indiqué au paragraphe 3.1.6.

Ces critères de performance* sont de nature variée selon l'objectif recherché dans la démonstration. Quelques exemples sont présentés ci-après.

- Si l'objectif recherché par l'exploitant est de montrer que le compartimentage mis en place permet de circonscire l'incendie dans un volume donné, les critères de performance à retenir peuvent être :
 - une température maximale de la face non exposée à l'incendie des parois du volume,
 - des valeurs extrêmes de pression dans le local considéré inférieures à la pression de rupture des singularités des parois du local siège de l'incendie, que cette pression résulte de l'incendie lui-même (surpression à l'allumage, dépression à l'extinction) ou du système d'extinction mis en œuvre,
 - un débit et une température des gaz s'échappant du volume non susceptibles de propager l'incendie,
 - des caractéristiques des parois du volume permettant d'éviter les transferts de feu.

- Si l'exploitant cherche à montrer le maintien de la capacité de filtration des rejets, les critères de performance* peuvent par exemple être définis au regard des critères de défaillance* du système de filtration en situation d'incendie (notamment les valeurs limites de température et de différence de pression aux bornes des filtres...).

- Si l'exploitant cherche à montrer que l'incendie postulé n'engendre pas de dysfonctionnement d'un équipement électrique, les critères peuvent être :
 - les températures et les flux thermiques au-delà desquels un dysfonctionnement de l'équipement est redouté,
 - une quantité maximale de suies à ne pas dépasser, en fonction de la vulnérabilité des équipements à celles-ci.

- Si l'exploitant cherche à montrer que seule une fraction de la matière radioactive présente dans le local peut être impliquée par l'incendie, les critères de performance* à satisfaire peuvent correspondre aux niveaux de température et de flux thermique au-delà desquels peut survenir une perte d'intégrité de contenants de matières, à un délai d'extinction inférieur à la durée de résistance au feu des contenants...

En outre, une attention particulière doit être portée à l'exigence de stabilité des structures abritant ou supportant des cibles de sûreté, et aux critères de performance* associés, dans la mesure où cette exigence fonctionnelle conditionne généralement le respect de toutes les autres.

3.1.5 PRISE EN COMPTE DE COMBINAISONS D'ÉVÈNEMENTS POUR LA CONCEPTION ET LE DIMENSIONNEMENT DES DISPOSITIONS DE PROTECTION CONTRE L'INCENDIE (DPCI)

On désigne par combinaison d'évènements l'occurrence de plusieurs évènements* qui affectent une même installation dans un même intervalle de temps. Si ces évènements* ne présentent pas de liens entre eux, ils sont dits indépendants. Dans le cas contraire, ils présentent un lien de dépendance qui peut être avéré ou simplement potentiel suivant qu'ils sont liés par une corrélation plus ou moins forte.

Ce paragraphe traite des combinaisons d'un incendie avec d'autres évènements* à considérer pour la conception et le dimensionnement des DPCI*. Ces évènements* peuvent être des évènements* internes ayant pour origine

des défaillances d'équipements assurant une fonction de sûreté* ou des agressions (d'origine interne ou externe).

En règle générale, les combinaisons doivent être explicitement considérées chaque fois qu'il existe un lien de dépendance avérée et qu'aucune disposition de conception ne permet de l'exclure. Les combinaisons d'évènements* non retenues doivent être précisées et leur exclusion doit être justifiée au regard de leurs fréquences et de leurs conséquences. L'absence de lien de dépendance doit être tout particulièrement justifiée.

Les combinaisons présentant un lien de dépendance potentiel doivent faire l'objet d'un examen pour déterminer la nécessité de leur prise en compte. Sont notamment à examiner les combinaisons suivantes : foudre et incendie, chute d'avion et incendie, explosion et incendie, séisme et incendie.

Par ailleurs, un incendie indépendant est à postuler :

- en concomitance avec chaque évènement* de fréquence d'occurrence élevée susceptible d'affecter les dispositions de protection contre l'incendie (gel, perte des alimentations électriques externes...),
- après un évènement* dégradant durablement la sûreté de l'installation sans dispositions compensatoires.

Pour l'examen des combinaisons d'évènements* possibles, l'ensemble des effets directs et indirects induits par l'évènement* initial sont à étudier. Ainsi, les effets de cet évènement* sur les DPCI* et les éléments en support associés ainsi que sur les possibilités d'intervention des secours extérieurs doivent être évalués. Si nécessaire, ces DPCI* devront être protégées des agressions associées et qualifiées aux conditions particulières induites.

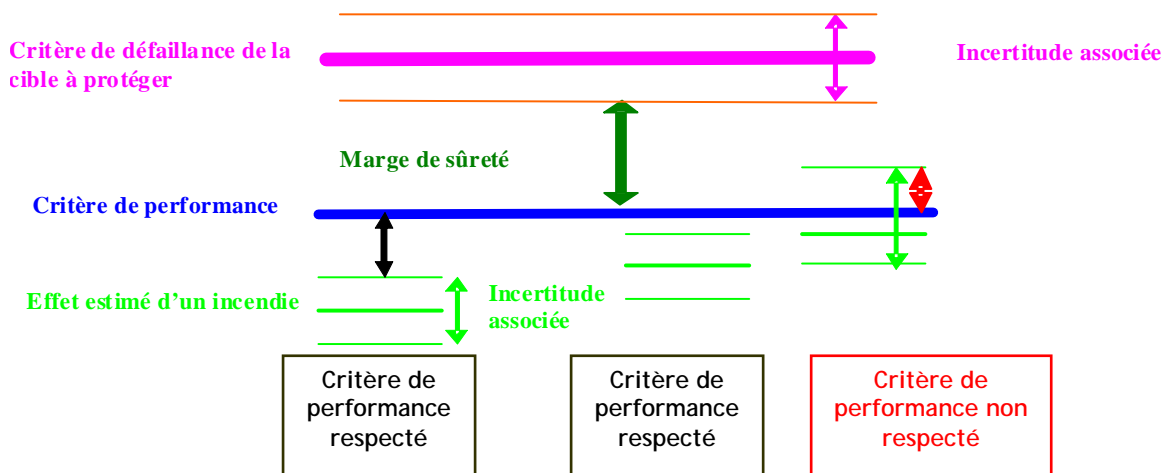
3.1.6 MARGES ET INCERTITUDES

La démarche d'analyse des risques développée au chapitre 3.2 ci-après nécessite d'estimer les effets d'un incendie et de les comparer à des critères de performance* en tenant compte entre autres des conditions de défaillance des cibles à protéger.

La modélisation des scénarios d'incendie* et l'estimation de leurs effets comportent des incertitudes liées aux données d'entrée de la modélisation des scénarios, aux valeurs associées à ces données, aux outils utilisés pour déterminer les effets, aux modèles implantés dans ces outils... Ces incertitudes doivent être évaluées et prises en compte. De plus, les marges prises lors de la définition des critères de performance* des dispositions de protection contre l'incendie doivent permettre de couvrir la variabilité des situations traitées dans l'analyse de sûreté de l'installation, qui sont finalement censées être couvertes par un nombre restreint de scénarios étudiés (cf. 3.2.1.2).

Les marges retenues et les paramètres ayant permis de les déterminer doivent être présentés et justifiés dans l'analyse des risques d'incendie.

L'exploitation des marges et incertitudes dans l'analyse des risques peut être schématisée comme suit :



3.2 ANALYSE DES RISQUES D'INCENDIE

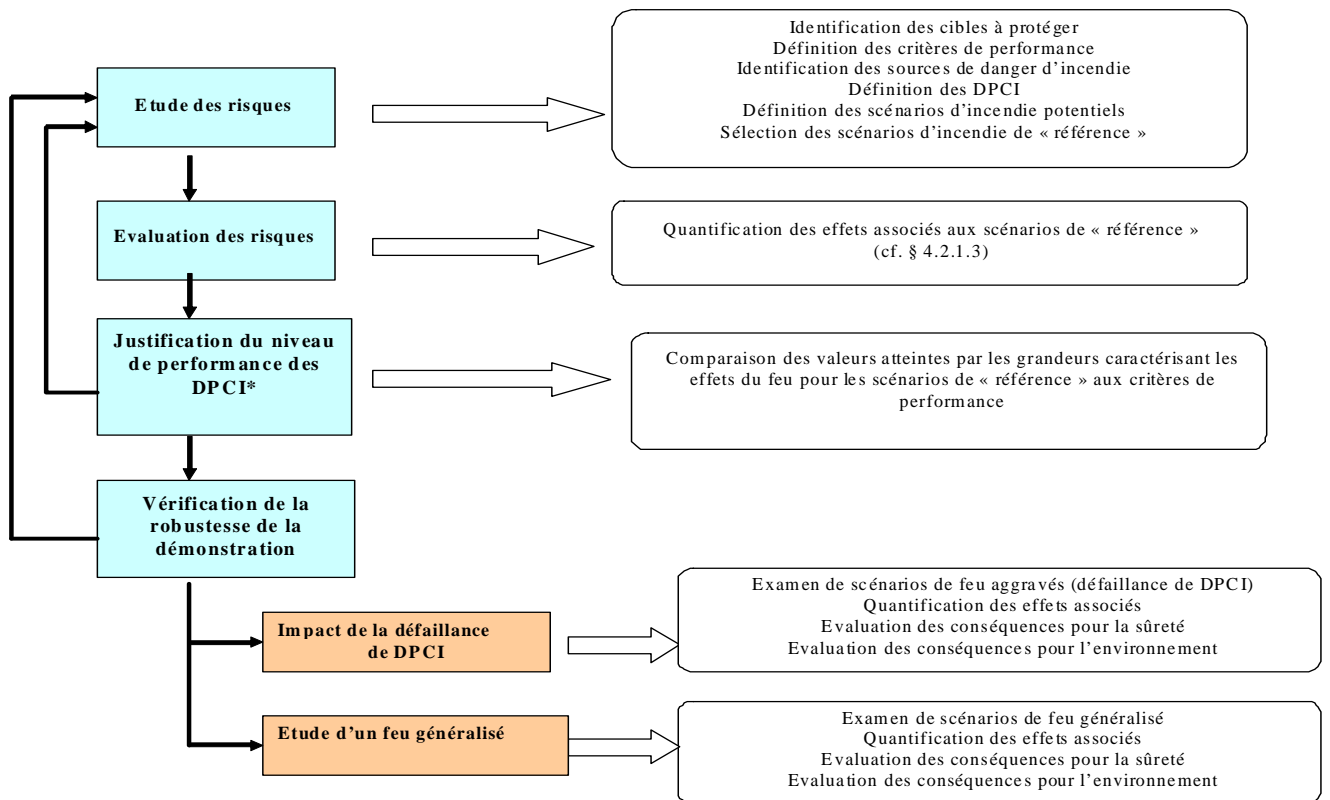
L'analyse des risques d'incendie doit permettre à l'exploitant de justifier le bon niveau de performance des DPCI* proposées, eu égard aux objectifs de sûreté visés, et de démontrer la robustesse de sa démonstration de sûreté. Ceci implique que, pour les scénarios d'incendie* de « référence » (cf. 3.2.1.2.2), l'exploitant montre que :

- les dispositions de protection contre l'incendie (définies en application de la démarche de défense en profondeur) sont adaptées aux risques,
- leur conception et leur dimensionnement permettent d'assurer que, malgré la défaillance de l'une de ces dispositions, les conséquences pour la sûreté de l'installation sont maîtrisées et les conséquences pour les personnes et l'environnement restent acceptables.

Le niveau de performance des dispositions de protection contre l'incendie est défini pour des conditions données. Si ces conditions viennent à changer (modifications de l'installation par exemple), l'analyse des risques doit être révisée. Elle doit être actualisée en fonction des évolutions de l'installation et à l'occasion des réexamens de sûreté imposés par la réglementation.

L'analyse doit mettre en évidence les paramètres clés de la démonstration de sûreté afin de distinguer facilement les modifications mineures et celles susceptibles de mettre en cause de manière notable les conclusions de la démonstration de sûreté.

Au titre d'une vérification finale du dimensionnement, l'exploitant doit montrer que, si un feu venait à se généraliser à un volume donné en dépit des dispositions prises, ce feu ne conduirait qu'à des conséquences qui resteraient acceptables.



3.2.1 DEMONSTRATION DE LA SUFFISANCE DES DPCI

3.2.1.1 Éléments nécessaires à l'analyse

Dans ce chapitre, sont recensés les éléments qu'il est nécessaire de connaître, en plus de la description des caractéristiques de l'installation (dimensions, organisation des locaux, configuration, procédés...), pour l'analyse des risques d'incendie.

3.2.1.1.1 Fonctions à garantir et exigences fonctionnelles associées

L'exploitant identifie les fonctions de sûreté*, et les fonctions de support associées, à maintenir en cas d'incendie, ou à rétablir dans des délais relativement courts, afin que les effets d'un incendie ne soient pas de nature à compromettre la maîtrise des risques associés aux matières radioactives. A ces fonctions, l'exploitant associe les exigences fonctionnelles* qu'il retient afin d'assurer le bon fonctionnement des matériels et systèmes correspondants, pour les différents états d'exploitation, dans des conditions données, pendant une durée donnée.

3.2.1.1.2 Cibles à protéger de l'incendie et de ses effets

L'exploitant identifie les cibles à protéger pour que les fonctions définies au paragraphe précédent soient conservées en cas d'incendie. Ces cibles comprennent notamment les éléments suivants : matières radioactives,

systèmes de confinement des matières, unités de criticité, moyens matériels et humains participant aux fonctions de sûreté* à conserver en situation d'incendie, chemins d'évacuation et d'accès aux équipements dont la manœuvre en local est nécessaire par les agents d'exploitation pour permettre la mise et le maintien en état sûr de l'installation.

Les structures abritant ou supportant ces cibles sont à protéger de l'incendie. Les équipements et structures, autres que ceux définis précédemment, qui pourraient, par effet dominos résultant d'un incendie, avoir un impact sur la sûreté de l'installation sont également à protéger de l'incendie et de ses effets.

3.2.1.1.3 Critères de performance* à satisfaire

Compte tenu de la vulnérabilité des cibles aux effets directs et indirects de l'incendie, l'exploitant définit les critères de performance* auxquels les dispositions de protection contre l'incendie doivent satisfaire.

3.2.1.1.4 Sources de dangers d'incendie

Il est nécessaire d'identifier les sources de dangers d'incendie internes à l'installation susceptibles d'avoir un impact sur les cibles identifiées, pour tous les états d'exploitation de l'installation (fonctionnement normal, maintenance, états d'arrêt). Ces sources de dangers sont liées, d'une part aux produits et matériaux mis en œuvre, d'autre part aux équipements et conditions d'exploitation de l'installation.

Les sources de dangers externes à l'installation, qui relèvent de l'environnement industriel ou naturel, des voies de communication, de la foudre..., doivent également être identifiées afin de définir les éventuelles dispositions de protection contre l'incendie nécessaires pour la maîtrise des risques d'incendie d'origine externe.

3.2.1.1.5 Dispositions de protection contre l'incendie retenues

L'exploitant indique les dispositions de protection contre l'incendie qu'il a retenues et sur lesquelles il s'appuie dans sa démonstration de sûreté ; il justifie l'aptitude de ces dispositions de protection contre l'incendie à assurer leurs fonctions (capacité de détection d'un départ de feu, capacité d'isolation thermique, capacité d'étanchéité aux fumées, capacité d'accès et d'extinction en local...).

Cette justification peut notamment être fondée sur la qualification de ces dispositions selon différents référentiels ou normes sous réserve que les conditions et les critères de qualification associés soient adaptés au cas traité.

Pour l'intervention, qu'elle repose sur des actions humaines ou sur des dispositifs techniques, le délai d'intervention à retenir pour la démonstration de sûreté est la somme de l'ensemble des durées des actions nécessaires avant la mise en œuvre effective des moyens d'intervention (cf. figure en annexe).

3.2.1.2 Scénarios d'incendie de « référence »

La sélection des scénarios d'incendie* de « référence » à considérer est une étape importante de la démonstration de sûreté. Ces scénarios permettent en effet, après la quantification des grandeurs caractéristiques des incendies ainsi postulés, de s'assurer de l'adéquation et de la suffisance des dispositions de protection contre l'incendie retenues, eu égard aux risques identifiés, par une comparaison des niveaux de performance de ces DPCI* aux critères de performance* à respecter.

En pratique, le nombre de scénarios d'incendie* susceptibles de se produire dans une installation peut être élevé. L'analyse des risques pourra toutefois ne concerner qu'un échantillon, ciblé et représentatif, de scénarios, dits scénarios de « référence ».

Deux étapes s'avèrent ainsi nécessaires :

- l'identification des scénarios d'incendie*,
- la sélection des scénarios d'incendie* de « référence » pour la conception et le dimensionnement des dispositions de protection contre l'incendie.

3.2.1.2.1 Définition des scénarios d'incendie

La définition des scénarios d'incendie* par local ou groupe de locaux s'effectue de façon déterministe, au regard des sources de dangers d'incendie identifiées, et s'appuie sur différentes méthodes complémentaires :

- l'analyse de risques,
- l'utilisation de données validées publiées dans la « littérature »,
- le retour d'expérience et les connaissances acquises.

Afin de pouvoir identifier les scénarios d'incendie* susceptibles d'avoir lieu dans un local ou un groupe de locaux, il est important de détailler, à partir de la localisation des sources de dangers d'incendie :

- les possibilités de développement et de propagation susceptibles de se produire, une fois l'incendie initié ;
- les facteurs favorables et aggravants pour chacune de ces séquences (par exemple le comportement humain qui peut influencer le déroulement et les conséquences du sinistre (développement et propagation de l'incendie, conditions d'évacuation et d'intervention, alerte...)) ;
- les modes possibles de propagation du feu (convection, conduction, rayonnement, particules incandescentes, inflammation d'imbrûlés, épandage de liquides enflammés) ;
- la nature et les performances attendues des DPCI* présentes ;
- les conséquences possibles pour les cibles.

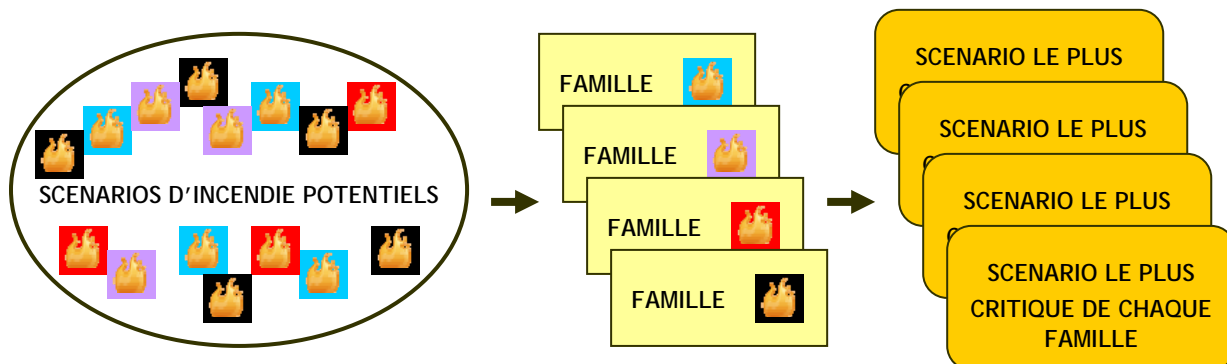
Lors de la définition des scénarios d'incendie*, certaines majorations sont à retenir sur les paramètres intervenant dans leur déroulement (taux de fuite des locaux, délais de diagnostic et d'intervention, etc.) ; dans le cadre d'une démarche déterministe, un départ de feu sera toujours postulé dans le local ou groupe de locaux considéré.

3.2.1.2.2 Sélection des scénarios d'incendie de « référence »

Les scénarios d'incendie* ainsi identifiés peuvent être regroupés par familles en fonction de leurs spécificités et de leurs similitudes dès lors que les sources de dangers d'incendie sont de même nature, que les locaux ou groupes de locaux concernés sont couverts par le même type de DPCI* (nature des DPCI* et performances analogues) et que leurs effets sont similaires.

Pour chaque famille de scénarios d'incendie*, un ou plusieurs scénarios représentatifs sont retenus, qui sont susceptibles de produire les effets directs ou indirects les plus dommageables pour les cibles à protéger de l'incendie et de ses effets. Ils servent de base à la vérification de la conception et du dimensionnement des dispositions de protection contre l'incendie. On les appelle scénarios d'incendie* de « référence ». Chaque

scénario de référence doit être choisi de telle sorte que les DPCI* qui permettent de respecter les objectifs de sûreté pour ce scénario, permettent également le respect de ces objectifs pour tous les autres scénarios du groupe.



La démarche adoptée pour sélectionner les scénarios d'incendie* de « référence » doit accompagner la démonstration de sûreté et être présentée et justifiée dès le stade du rapport préliminaire de sûreté de l'installation à construire ou dans le dossier d'orientation du réexamen pour les installations existantes.

Les conclusions issues de l'étude de chaque scénario de référence s'appliquent à tous les locaux ou groupes de locaux de la famille couverte par ce scénario.

3.2.1.3 Quantification des effets des scénarios d'incendie de « référence »

Pour chaque scénario d'incendie* de « référence », une évaluation quantitative des grandeurs caractéristiques de l'incendie correspondant est nécessaire pour pouvoir estimer les effets que celui-ci peut avoir sur les cibles à protéger de l'incendie et de ses effets et l'efficacité des dispositions de protection contre l'incendie retenues.

Les méthodes et outils utilisés pour cette quantification doivent être adaptés aux scénarios considérés et aux paramètres étudiés. Les paramètres et jeux d'hypothèses retenus doivent être raisonnablement enveloppes.

3.2.1.3.1 Choix des méthodes et des outils

Lorsque l'évaluation des grandeurs caractéristiques recherchées repose sur un outil numérique ou une méthode de calcul analytique, il convient de montrer que l'outil sélectionné est en adéquation avec le degré de complexité du phénomène étudié, la précision recherchée, les grandeurs physiques à caractériser et les critères de performance* visés. Il convient aussi de justifier que ces outils sont utilisés dans leur domaine de validation.

Dans les cas où cette quantification serait faite sur la base de résultats expérimentaux, il convient de s'assurer que les résultats expérimentaux ont été obtenus dans des conditions suffisamment représentatives des scénarios à quantifier. Les résultats des essais doivent être analysés pour s'assurer que les conclusions tirées sont bien applicables aux cas considérés.

Dans certains cas spécifiques (par exemple en l'absence de méthode de calcul adaptée ou de donnée expérimentale), il peut être fait appel au jugement d'experts* en conservant toutefois une approche prudente. Quoi qu'il en soit, le recours au jugement d'experts* doit être explicitement mentionné et justifié.

3.2.1.3.2 Grandeurs caractéristiques recherchées

Les grandeurs caractéristiques à quantifier varient en fonction du (des) scénario(s) d'incendie de « référence » retenu(s) et des exigences à respecter. Outre la température atteinte dans le local siège de l'incendie et la durée supposée du feu, des grandeurs telles que la pression, les flux thermiques reçus par les cibles, les quantités de suies et d'imbrûlés produites, la toxicité des fumées... peuvent être des grandeurs à caractériser ainsi que les incertitudes associées (inhérentes aux données d'entrée, à l'outil...).

3.2.1.3.3 Données d'entrée et jeux d'hypothèses

Quel que soit le nombre des données d'entrée nécessaires à l'estimation des grandeurs caractéristiques de l'incendie recherchées, les données d'entrée susceptibles d'avoir une influence significative sur les résultats doivent être identifiées et leurs valeurs justifiées (paramètres physiques, valeurs de réglage des seuils de déclenchement d'actions automatiques, critères de déclenchement d'actions manuelles, délais d'exécution des actions manuelles...). Les incertitudes associées à ces valeurs doivent être estimées.

3.2.1.4 Vérification du niveau de performance des dispositions de protection contre l'incendie

Il convient de montrer qu'in fine les critères de performance* définis sont respectés.

A cet effet, les grandeurs caractéristiques des effets résultant des scénarios de « référence » doivent être confrontées aux critères retenus. Deux cas de figure peuvent alors se présenter :

- un ou plusieurs critères ne sont pas respectés : des mesures correctives doivent être prises (nouveau dimensionnement des dispositions de protection contre l'incendie, dispositions supplémentaires, modification du projet initial...) et la démonstration doit être reprise ;
- l'ensemble des critères sont respectés : la justification du niveau de performance des dispositions de protection contre l'incendie est apportée pour les scénarios de référence, il convient alors de montrer la robustesse de la démonstration (cf. 3.2.2).

3.2.2 VERIFICATION DE LA ROBUSTESSE DE LA DEMONSTRATION DE SURETE

La robustesse de la démonstration de sûreté, et donc la suffisance des DPCI* et de leur dimensionnement, est éprouvée sur la base de l'étude de scénarios d'incendie* dont les effets pourraient s'avérer plus pénalisants que les scénarios de « référence » retenus dans l'étape du dimensionnement ; il s'agit :

- de scénarios « aggravés » comportant la défaillance de DPCI* ;
- d'un ou plusieurs scénarios de feu « généralisé ».

L'objectif est alors de vérifier que les conséquences pour la sûreté, les personnes et l'environnement restent acceptables.

3.2.2.1 Scénarios aggravés comportant la défaillance de DPCI

La défaillance d'une disposition de protection contre l'incendie peut conduire à des scénarios d'incendie* plus graves que ceux retenus dans l'étape de dimensionnement. Les critères de performance* pourraient de ce fait ne

plus être respectés. Cette étape consiste donc à vérifier la robustesse de la démonstration de sûreté en s'assurant que les conséquences (cf. 3.2.2.3) restent acceptables malgré la défaillance postulée de DPCI*.

L'acceptabilité de la démonstration est appréciée au cas par cas, en tenant compte de l'installation, de ses spécificités et de son environnement. Pour éprouver la robustesse de cette démonstration, deux approches sont possibles :

- une approche déterministe,
- une approche probabiliste.

3.2.2.1.1 Démarche déterministe

Dans le cadre d'une approche déterministe, il convient, sur la base des scénarios d'incendie* de « référence », de déterminer les défaillances plausibles des dispositions de protection contre l'incendie et de s'assurer que ces défaillances, prises isolément, ne permettent pas le développement d'un incendie dont les effets mettraient en cause le respect des critères de performance* et, le cas échéant, conduiraient à des conséquences inacceptables. Il est important de rappeler que, dans certains cas, le manque d'efficacité d'une disposition de protection contre l'incendie peut avoir un impact sur l'efficacité d'une ou plusieurs autres de ces dispositions. Ces cas doivent être clairement identifiés et pris en compte dans la démonstration.

La défaillance peut concerner un matériel pouvant appartenir à un système actif, tel que la détection automatique d'incendie (défaillance d'un détecteur par exemple) ou un système d'extinction fixe (défaillance d'une vanne par exemple), ou à un système passif, tel que des éléments de la sectorisation incendie (portes notamment...).

La défaillance peut également être le fait de facteurs humains, en considérant par exemple l'échec d'une action ou des délais de diagnostic et d'intervention plus importants que ceux retenus dans la démonstration de sûreté (mauvais diagnostic d'un opérateur, délai excessif d'arrivée des équipes d'intervention et de mise en œuvre de moyens).

Si l'exploitant apporte la démonstration de la robustesse « intrinsèque » de certaines dispositions de protection contre l'incendie, leur défaillance peut être exclue. Il devra toutefois apporter la démonstration du maintien du niveau de performance des dispositions concernées et de leur caractère fonctionnel dans les conditions des scénarios d'incendie* retenus et pendant la durée requise.

3.2.2.1.2 Approche probabiliste

L'approche probabiliste permet l'étude de situations comportant des événements complexes et des cumuls d'événements, notamment celles liées à la perte de systèmes redondants et celles liées à l'occurrence d'une agression externe ou interne comme l'incendie. Elle permet d'apprécier le risque en termes de probabilité d'atteinte d'un événement redouté. Elle intègre aussi bien les défaillances d'origine matérielle que celles d'origine humaine ou organisationnelle.

Une méthode couramment utilisée pour la représentation des scénarios d'incendie* est la méthode des arbres d'événements. Elle permet de visualiser le déroulement de chaque scénario, de déterminer les événements à étudier, d'évaluer l'influence des dispositions destinées à limiter les conséquences lors du déroulement du

scénario (dispositions de protection contre l'incendie, systèmes et systèmes en support, procédures de conduite...) et de tenir compte des dépendances temporelles et fonctionnelles entre événements.

La construction des arbres d'événements est menée, soit jusqu'à un état d'échec caractérisé par le franchissement d'un ou plusieurs critères de découplage* assimilé(s) à l'événement redouté, soit jusqu'à un état de succès pour lequel l'événement redouté peut être exclu.

Pour chaque scénario d'incendie* de « référence », un ou plusieurs arbres d'événements sont élaborés. Ils permettent d'évaluer sa fréquence par sommation de l'ensemble des valeurs des fréquences calculées pour chaque - branche - de l'arbre d'événements menant à l'événement redouté.

L'appréciation de la robustesse de la démonstration est menée en tenant compte :

- de la fréquence totale associée à la famille de scénarios considérée,
- de la contribution de la défaillance de chaque disposition de protection contre l'incendie à cette fréquence totale,
- du niveau des conséquences correspondant (cf. 3.2.2.3).

La démarche adoptée pour la construction des arbres et les données d'entrée retenues doivent être présentées et justifiées, la robustesse des résultats de l'approche probabiliste dépendant en grande partie de la qualité des données d'entrée.

Les données nécessaires pour l'approche probabiliste peuvent être réparties en plusieurs catégories :

- les données d'exploitation (durées moyennes des différents états de fonctionnement de l'installation, durées d'indisponibilité des matériels dans ces différents états (pour maintenance corrective, pour maintenance préventive ou pour essai périodique)...),
- les données de fiabilité des matériels,
- les données relatives aux défaillances de cause commune,

- les données spécifiques aux facteurs humains.

3.2.2.2 Scénarios de feu « généralisé »

Cette étape permet d'apprécier la robustesse de la sectorisation contre l'incendie retenue en vérifiant qu'un feu généralisé à un local ou un groupe de locaux ne peut pas conduire à des conséquences inacceptables pour la sûreté, les personnes et l'environnement (cf. 3.2.2.3).

Les locaux ou groupes de locaux concernés par cette étape sont ceux abritant de la matière radioactive mobilisable et contenant des charges calorifiques permanentes ou susceptibles d'en contenir de manière transitoire.

La généralisation d'un feu à l'ensemble des charges présentes est à supposer indépendamment de toute considération en termes de quantité d'air disponible (air présent ou apport d'air possible) et de moyens d'extinction éventuellement présents.

Les frontières des locaux ou groupes de locaux à retenir pour l'étude du (des) feu(x) généralisé(s) sont celles pour lesquelles une résistance au feu et une capacité de confinement des matières radioactives sont justifiées.

3.2.2.3 Evaluation des conséquences pour la sûreté, les personnes et l'environnement

Les conséquences d'un incendie sont à estimer en considérant :

- les dégradations fonctionnelles induites par les défaillances d'équipements,
- l'impact radiologique.

Les défaillances de matériels importants pour la sûreté ou la perte de systèmes en support nécessaires à leur fonctionnement en raison des effets d'un incendie doivent conduire l'exploitant à réaliser une analyse fonctionnelle dans le but de vérifier que les fonctions de sûreté* restent assurées.

Si les délais de rétablissement d'une fonction sont inférieurs aux délais nécessaires à une mise en état sûr de l'installation ou si la possibilité d'une redondance fonctionnelle* existe, la démonstration de sûreté est acceptable.

L'évaluation des conséquences radiologiques d'un incendie associées à la dissémination de matières radioactives ou à l'exposition externe aux rayonnements ionisants concerne aussi bien les travailleurs, le public que l'environnement.

La quantification des effets des scénarios d'incendie* retenus permet d'apprécier les quantités de matières radioactives pouvant être impliquées. Les quantités de ces matières mises en suspension sont estimées en tenant compte de la nature des radionucléides présents, de leurs formes physicochimiques et de leur caractère volatil. Les coefficients de mise en suspension retenus, associés à un radionucléide ou à une famille de radionucléides, doivent être justifiés. S'il est fait appel à des résultats d'expérimentations, il doit être vérifié que les conditions expérimentales sont suffisamment proches du cas considéré.

Les différents modes de transfert et mécanismes de dépôt dans les bâtiments et les circuits de ventilation sont à considérer, une attention particulière étant portée aux fuites vers l'environnement.

Si les conséquences radiologiques ainsi évaluées peuvent être considérées comme tolérables, la démonstration de sûreté en cas d'incendie est achevée.

4 DIMENSIONNEMENT ET MAINTIEN DU NIVEAU DE PERFORMANCE DES DPCI

La mise et le maintien en état sûr de l'installation en cas d'incendie nécessitent que les dispositions techniques et organisationnelles de maîtrise des risques d'incendie soient correctement dimensionnées et installées et qu'elles soient disponibles et opérationnelles le moment venu afin que le niveau de performance visé soit atteint et maintenu.

De plus, en cas de modification de l'installation, l'adéquation aux risques des dispositions de protection contre l'incendie doit être vérifiée en considérant les nouveaux scénarios qui pourraient en résulter.

4.1 DIMENSIONNEMENT ET MISE EN ŒUVRE DES DPCI

Il convient de vérifier que les dispositions de protection contre l'incendie sont conçues de manière à satisfaire aux exigences identifiées dans la démonstration de sûreté, compte tenu des règles de cumul à respecter (cf. 3.1.5). Ainsi, chaque disposition doit être conçue et dimensionnée en accord avec les critères de performance* retenus, en portant une attention particulière au délai d'efficacité requis. Ce dimensionnement doit tenir compte des effets du vieillissement, compte tenu des sollicitations envisagées, des conditions d'ambiance et de la durée de vie de l'installation. La justification du dimensionnement doit faire l'objet d'un dossier de qualification à présenter en même temps que l'analyse des risques d'incendie.

En phase de construction, l'exploitant doit contrôler que la mise en place des dispositions de protection contre l'incendie est conforme aux règles d'installation prévues dans leurs dossiers de qualification.

Des essais de mise en service doivent permettre de vérifier que les exigences associées aux dispositions de protection contre l'incendie sont obtenues avec le niveau de performance requis.

Concernant les dispositions organisationnelles, des contrôles pratiques de mise en œuvre doivent être réalisés en vue de valider leur faisabilité et leur efficacité opérationnelle.

4.2 MAINTIEN DU NIVEAU DE PERFORMANCE

Le respect des exigences associées aux éléments concourant à la protection de l'installation contre les risques d'incendie doit être garanti dans le temps. Cela implique notamment de s'assurer que les performances des dispositions de protection contre l'incendie mises en place sont pérennes (disponibilité, intégrité...). Pour ce faire, l'exploitant doit mettre en place un programme de maintenance des équipements (maintenances préventive et corrective) et de maintien des compétences des personnes (formations, entraînements, exercices...).

Les fréquences et la nature des contrôles, essais périodiques et exercices sont notamment fonction de l'importance des dispositions concernées de protection contre l'incendie dans la démonstration de sûreté, de leur résistance à la sollicitation et de leur vulnérabilité au vieillissement.

Dans le cas de la mise en œuvre de mesures compensatoires lors de l'indisponibilité de dispositions de protection contre l'incendie (défaillance, maintenance...), ces mesures doivent apporter un niveau de sûreté équivalent à celui obtenu lors du fonctionnement normal des dispositions de protection contre l'incendie concernées.

5 FAVORISER L'AMELIORATION DE LA MAITRISE DES RISQUES

L'exploitant doit mettre en place une politique visant une amélioration continue de la sûreté de son installation.

A ce titre, il doit :

- prendre des dispositions pour collecter et analyser les informations disponibles et accessibles, relatives à l'expérience de conception, de construction, d'exploitation, de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement de ses installations, mais aussi d'installations similaires, voire d'autres industries, y compris à l'étranger, et susceptibles de lui permettre de tirer des enseignements pour la sûreté de son installation ;
- assurer une veille sur les activités de recherche et sur le développement de technologies en lien avec la sûreté de son installation.

Dans le domaine de la protection contre les risques d'incendie, cette politique d'amélioration doit être menée en tenant notamment compte :

- de l'évolution des règles et des exigences applicables aux dispositions de protection contre l'incendie,
- de l'analyse des précurseurs d'incendie et des départs de feu,
- de l'expérience acquise au cours de l'exploitation de l'installation ou d'installations similaires,
- de l'évolution des connaissances et des techniques,
- des pratiques d' « ingénierie de la sécurité incendie ».

Elle doit également s'appuyer en tant que de besoin sur des études et des recherches visant à renforcer la connaissance concernant certains éléments importants pour la maîtrise des risques liés à l'incendie.

6 DOSSIER D'ANALYSE DES RISQUES D'INCENDIE

L'analyse des risques d'incendie nécessite que soit constitué un document unique présentant notamment les éléments suivants :

- une description de l'installation,
- les principes de sûreté retenus,
- les exigences de sûreté à respecter,
- la liste des cibles et leurs exigences fonctionnelles*,
- les critères de performance* des dispositions de protection contre l'incendie,
- les sources de dangers d'incendie dans les différents états d'exploitation de l'installation,
- les dispositions organisationnelles (gestion des charges calorifiques...),
- les dispositions de protection contre l'incendie et leurs dossiers de qualification,
- les procédures de conduite de la ventilation en situation d'incendie,
- les justifications de l'organisation sur laquelle s'appuie la démonstration de sûreté en termes d'opérabilité et de délais,
- les scénarios de référence retenus et leur démarche de sélection,
- la présentation des résultats de simulation des scénarios de référence, accompagnés des jeux de données d'entrée et des incertitudes associées (données, résultats), et leur comparaison aux critères de performance* visés,
- la vérification de la robustesse de la démonstration de sûreté par l'étude de feux aggravés et de feux généralisés et le calcul de leurs conséquences pour la sûreté, les personnes et l'environnement,
- la justification de l'adéquation des conditions d'utilisation des outils de calcul aux scénarios considérés,
- les dispositions de maintenance et d'essais périodiques relatives aux dispositions de protection contre l'incendie,
- des schémas de présentation de l'installation, niveau par niveau, sur lesquels sont localisés les cibles, les sources de dangers, les dispositions de protection contre l'incendie (systèmes de détection et d'extinction d'incendie, voies d'accès, hydrants, éléments de sectorisation...)

Une synthèse de ce document doit être présentée par l'exploitant dans le rapport de sûreté de l'installation. Cette synthèse doit rappeler, pour ce qui concerne les scénarios d'incendie* étudiés, les hypothèses et conditions limites utilisées afin d'en permettre la compréhension par des tiers.

GLOSSAIRE

Analyse de risques

Terme générique concernant toute analyse permettant de garantir le bon niveau de sécurité d'une installation.

Les techniques communément utilisées pour une analyse de risques sont les suivantes (liste non limitative) :

- analyse préliminaire de risques,
- analyse par arbre des causes,
- analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité (AMDEC)

Cibles

Ce sont tous les éléments nécessaires pour réaliser une fonction de sûreté ou à protéger des effets d'un incendie. Ceux-ci peuvent être divers : matière radioactive, systèmes de confinement de la matière, unités de criticité, moyens matériels et humains participant aux fonctions de sûreté* à conserver en situation d'incendie, chemins d'évacuation et d'accès aux équipements dont la manœuvre en local par les agents d'exploitation est nécessaire pour permettre la mise et le maintien en état sûr de l'installation.

Les structures abritant ou supportant ces cibles sont à protéger de l'incendie. Les équipements et structures autres que ceux définis précédemment, qui pourraient, par effet dominos résultant d'un incendie, avoir un impact sur la sûreté de l'installation sont également à protéger de l'incendie et de ses effets.

Critère de découplage

Critère physique quantifié dont le franchissement est assimilé à l'atteinte de l'événement redouté.

Critère de défaillance

Élément suivant lequel on peut apprécier l'adéquation d'un système, d'un équipement ou d'une personne à remplir complètement sa fonction.

Critère de performance des dispositions de protection contre l'incendie

Élément suivant lequel on peut apprécier l'adéquation des dispositions de protection contre l'incendie à obtenir le niveau de sûreté visé.

Dispositions de protection contre l'incendie (DPCI*)

Ensemble des dispositions de conception et d'exploitation permettant d'assurer la prévention, la surveillance, le cantonnement et l'intervention de façon à limiter le départ, le développement et les conséquences d'un incendie. Les exigences des DPCI* s'expriment en termes d'efficacité (technologie éprouvée), de fiabilité, de capacité à être testés et maintenus.

Effluents du feu (selon la norme NF EN ISO 13943)

Ensemble des gaz ou aérosols (incluant les particules en suspension) dégagés par combustion ou pyrolyse

Evènement

Toute défaillance interne, agression interne ou agression externe.

Exigences fonctionnelles

Ensemble des missions, performances à garantir ou effets attendus liés à un système, un équipement ou un processus.

Fonction de sûreté

Fonction à assurer pour la sûreté d'une installation

Jugement d'expert (ISO 23932 - édition 2009)

« Avis exprimé par un professionnel ou une équipe de professionnels, qualifié de par sa formation, son expérience et ses compétences reconnues, pour évaluer, compléter, ajouter, accepter ou rejeter des éléments d'une analyse d'ingénierie. »

Redondance fonctionnelle

Il y a redondance fonctionnelle lorsque la réalisation d'une fonction dans une configuration de dégradation déterminée d'un système normalement destiné à assurer la fonction peut être assurée par un autre système non concerné par cette dégradation

Scénario d'incendie

Description détaillée du déroulement prévisible d'un incendie, compte tenu des potentiels de danger identifiés, de l'environnement et des moyens de prévention, de protection et d'intervention. La définition détaillée d'un scénario comporte un enchaînement chronologique et logique d'évènements conditionnant le déroulement de l'incendie. Il démarre à l'évènement initiateur et se poursuit jusqu'au l'atteinte de conditions sûres (température, pression...).

Sectorisation contre l'incendie

Ensemble des dispositions relatives aux parois d'un volume conçues pour qu'un incendie survenant à l'intérieur du volume ne puisse pas s'étendre à l'extérieur ou qu'un incendie survenant à l'extérieur à ce volume ne puisse pas se propager à l'intérieur. Ces dispositions doivent permettre que la manifestation des effets de l'incendie au-delà des limites du volume ne soit pas de nature à porter atteinte aux cibles*.

ANNEXE

