

IRSN

INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Faire avancer la sûreté nucléaire

Sûreté des installations nucléaires de base autres que les réacteurs électronucléaires

**Enseignements tirés des
événements significatifs déclarés
en 2011 et 2012**

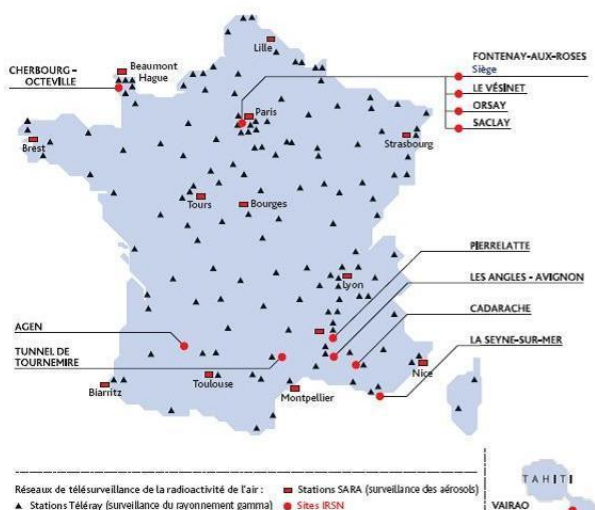
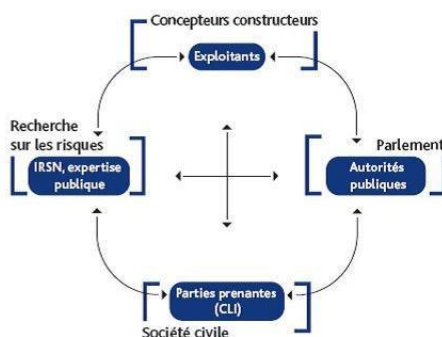
RAPPORT IRSN/DG/2013-00006

Faire avancer la sécurité nucléaire en France et dans le monde

L'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) créé par la loi 2001-398 du 9 mai 2001 est l'expert public national en matière de risques nucléaires et radiologiques. L'IRSN contribue à la mise en œuvre des politiques publiques relatives à la sûreté et la sécurité nucléaires, la protection de la santé et de l'environnement contre les effets des rayonnements ionisants. Organisme de recherche et d'évaluation, l'IRSN agit en concertation avec toutes les parties concernées par ces politiques tout en préservant son indépendance de jugement.

ORGANISME FRANÇAIS DE SÛRETÉ, SÉCURITÉ ET RADIOPROTECTION NUCLÉAIRES

- **Les exploitants** sont responsables de la sûreté de leurs installations. Ils doivent démontrer la pertinence des solutions techniques et organisationnelles retenues à cet effet (dossiers de sûreté et études d'impact des rejets).
- **Les pouvoirs publics** (les ministères, l'Autorité de sûreté nucléaire – ASN, le Délégué à la sûreté nucléaire et à la radioprotection pour les activités et installations intéressant la Défense – DSND) définissent les politiques de sûreté, de sécurité et de radioprotection nucléaires. Ils organisent et mettent en œuvre des contrôles conformément à la loi 2006-686 du 13 juin 2006 relative à la transparence et la sûreté en matière nucléaire.
- **L'IRSN** évalue les dossiers soumis par les exploitants et fournit ses avis et recommandations aux différentes autorités compétentes. Il analyse en permanence les retours d'expérience concernant l'exploitation des installations. Il évalue l'exposition de l'homme et de l'environnement aux rayonnements et propose des mesures pour protéger la population dans l'hypothèse d'un accident. La sûreté nucléaire étant essentiellement basée sur la science, l'IRSN renforce constamment son expertise par des activités de recherche, habituellement dans un cadre international.
- **Les Comités locaux d'information (CLI) et le Haut comité pour la transparence et l'information sur la sûreté nucléaire (HCTISN)** réunissent les acteurs sociétaux concernés par les installations nucléaires. Ils constituent des organes privilégiés pour l'accès à l'information en matière de sûreté, de sécurité, de santé publique et de protection de l'environnement.



DOMAINES DE COMPÉTENCE ESSENTIELS DE L'IRSN – R&D ET EXPERTISE OPÉRATIONNELLE

- **Sûreté et sécurité nucléaire**
 - Réacteurs
 - Cycle du combustible
 - Gestion des déchets
 - Transports des matières radioactives
 - Sources radioactives
- Radioprotection des personnes (y compris les patients) et de l'environnement
- Gestion des urgences nucléaires et radiologiques et capacité d'intervention opérationnelle
- Formation et éducation
- Gestion de l'information et interaction avec les parties prenantes et le public.

Chiffres clés de l'IRSN
1 786 personnes
1 200 chercheurs et experts
321 M€ (budget 2010)

www.irsn.fr

AVANT-PROPOS

Pour la troisième fois, ce rapport périodique présente l'analyse de l'IRSN concernant les événements significatifs déclarés par les exploitants d'installations nucléaires de base françaises autres que le parc électronucléaire d'EDF. Le présent rapport traite des événements significatifs déclarés au cours des années 2011 et 2012 dans ces installations, qui comprennent à la fois des usines, des laboratoires, des réacteurs de recherche ainsi que des installations de traitement, d'entreposage ou de stockage de déchets.



Jacques REPUSSARD
Directeur Général de l'IRSN

Ce rapport ainsi que celui présentant l'appréciation de l'IRSN de la sûreté du parc électronucléaire d'EDF en 2012 ont le même objectif général. Ils visent, en dehors de tout contexte de médiatisation de la sûreté nucléaire lié à l'actualité et avec le temps de recul nécessaire, à contribuer à une meilleure compréhension par les parties prenantes - et plus largement par le public - des enjeux concrets de sûreté et de radioprotection associés à l'exploitation d'installations nucléaires, des progrès réalisés comme des insuffisances identifiées.

L'IRSN consacre des ressources importantes à une veille technique permanente de l'état de la sûreté de l'ensemble des installations nucléaires de base. Bien que la diversité des installations autres que les réacteurs électronucléaires d'EDF puisse apparaître comme un facteur limitant pour l'identification d'enseignements génériques, un examen d'ensemble des événements survenus dans ces installations est néanmoins nécessaire pour s'assurer que les leçons du retour d'expérience ont été tirées et partagées.

L'analyse réalisée montre à nouveau la prépondérance des facteurs organisationnels et humains à l'origine des événements significatifs survenus en 2011 et 2012, dont la très grande majorité reste toutefois sans conséquences notables. Les tendances observées à ce sujet lors du précédent examen de l'IRSN se confirment, soulignant en particulier l'importance à accorder aux dispositions organisationnelles qui doivent permettre aux équipes d'exploitation et de maintenance de remplir de façon sûre leurs missions dans les installations. Les mécanismes de vieillissement constituent également un sujet méritant une attention particulière, ceux-ci restant une cause majeure de défaillance des équipements.

Le rapport présente également l'analyse de l'Institut concernant quelques événements riches d'enseignements pour la sûreté de ces installations ainsi qu'une synthèse d'expertises menées par l'IRSN sur des sujets importants pour la sûreté et la radioprotection. L'Institut y présente notamment une synthèse de son analyse des dispositions proposées par les exploitants pour le renforcement de leurs installations à la suite de l'accident survenu en mars 2011 à la centrale japonaise de Fukushima Daiichi, de telle sorte que celles-ci disposent d'un « noyau dur » permettant de faire face à des situations extrêmes (séisme, inondation...), improbables mais plausibles, pouvant générer des niveaux d'aléa supérieurs à ceux pris en compte pour le dimensionnement de ces installations.

Je vous souhaite une bonne lecture de ce rapport, en espérant qu'il réponde à votre attente.

SOMMAIRE

INTRODUCTION ET SYNTHESE	6
PRESENTATION DES INSTALLATIONS NUCLEAIRES DE BASE AUTRES QUE LES REACTEURS ELECTRONUCLEAIRES DU PARC EDF	10
LES INSTALLATIONS DU CYCLE DU COMBUSTIBLE NUCLEAIRE.....	10
LES INSTALLATIONS INDUSTRIELLES HORS DU CYCLE DU COMBUSTIBLE NUCLEAIRE.....	11
LES INSTALLATIONS DE RECHERCHE ET DE SUPPORT ASSOCIEES	12
LES INSTALLATIONS A L'ARRET DEFINITIF OU EN COURS DE DEMANTELEMENT	13
LES INSTALLATIONS DE STOCKAGE DE DECHETS RADIOACTIFS	13
PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DES INB AUTRES QUE LES REP	13
PRINCIPALES TENDANCES OBSERVEES	16
ANALYSE TRANSVERSE DES EVENEMENTS SURVENUS DANS LES INB AUTRES QUE LES REP	20
EVENEMENTS RELATIFS AUX RISQUES DE DISSEMINATION DE MATIERES RADIOACTIVES	22
EVENEMENTS RELATIFS AUX RISQUES d'EXPOSITION AUX RAYONNEMENTS IONISANTS	27
EVENEMENTS RELATIFS AUX RISQUES DE CRITICITE	29
EVENEMENTS RELATIFS AUX RISQUES D'INCENDIE ET D'EXPLOSION	32
EVENEMENTS RELATIFS AUX RISQUES ASSOCIES AUX OPERATIONS DE MANUTENTION.....	35
EVENEMENTS RELATIFS AUX RISQUES DE PERTE D'ALIMENTATIONS ELECTRIQUES OU DE FLUIDES	38
EVENEMENTS RELATIFS AUX RISQUES D'AGRESSION D'ORIGINE EXTERNE	38
EVENEMENTS SIGNIFICATIFS POUR L'ENVIRONNEMENT AYANT UNE COMPOSANTE RADIOLOGIQUE	40
EVENEMENTS RELATIFS AUX CONTROLES ET ESSAIS PERIODIQUES	41
ANALYSE DES CAUSES DES EVENEMENTS.....	44
EVENEMENTS ET INCIDENTS	46
EVENEMENT SURVENU LE 28 JUIN 2011 DANS L'USINE MELOX.....	47
EVENEMENT SURVENU LE 26 SEPTEMBRE 2011 DANS L'ATELIER STE3 DE L'ETABLISSEMENT AREVA NC DE LA HAGUE.....	51
EVENEMENT SURVENU LE 14 FEVRIER 2012 DANS L'INSTALLATION URE DU SITE AREVA NC DE PIERRELATTE	54

EVENEMENT SURVENU LE 5 MARS 2012 DANS L'INSTALLATION PEGASE DU CENTRE CEA de CADARACHE	59
EVENEMENT SURVENU LE 20 JUIN 2012 DANS LE REACTEUR ORPHEE DU CENTRE CEA DE SACLAY .	63
EVENEMENT SURVENU LE 24 SEPTEMBRE 2012 DANS L'USINE DE FABRICATION DE COMBUSTIBLES POUR LES REP SITUÉE A ROMANS SUR ISERE	66
SUJETS TRANSVERSES	70
RENFORCEMENTS DES USINES ET DES REACTEURS DE RECHERCHE A LA SUITE DE L'ACCIDENT DE FUKUSHIMA	71
SYSTEMES DE MANAGEMENT DE LA SURETE ET DE LA RADIOPROTECTION DU CEA ET D'AREVA	75
DEMANTELEMENT DES INSTALLATIONS NUCLEAIRES	80
ANNEXE.....	86
CRITERES DE DECLARATION DES EVENEMENTS SIGNIFICATIFS AU TITRE DE LA SURETE, DE LA RADIOPROTECTION ET DE L'ENVIRONNEMENT, PRESENTES DANS LE GUIDE ASN DU 21 OCTOBRE 2005.....	86

Les mots écrits en [bleu et soulignés](#) renvoient à des liens. Ces liens sont actifs sur www.irs.fr.

INTRODUCTION ET SYNTHESE

Ce rapport présente les principaux enseignements tirés de l'analyse par l'IRSN des événements significatifs survenus dans les installations nucléaires de base (INB) françaises autres que les réacteurs électronucléaires d'EDF et déclarés à l'ASN au cours des années 2011 et 2012. Ces installations comprennent à la fois les INB de type LUDD (« Laboratoires, Usines, installations en Démantèlement et installations de traitement, d'entreposage ou de stockage de Déchets ») ainsi que les réacteurs de recherche. Ce rapport vient à la suite de deux précédents rapports de l'IRSN sur le même sujet - consultable sur le site internet de l'IRSN - qui traitaient uniquement des INB de type LUDD ([rapport DSU n° 215](#) présentant les enseignements tirés des événements déclarés au cours des années 2005 à 2008 et [rapport DSU n° 248](#) présentant les enseignements tirés des événements déclarés au cours des années 2009 et 2010). Les réacteurs de recherche ont été traités dans le présent rapport dans un souci d'élargir l'exploitation du retour d'expérience.

Sans objectif d'exhaustivité, le présent rapport vise à mettre en relief les principaux points jugés significatifs par l'IRSN, en soulignant les principales évolutions constatées par rapport aux précédentes analyses réalisées, de façon à mettre en exergue les améliorations constatées et les axes de progrès à retenir. Il vise à favoriser la diffusion la plus large du retour d'expérience dans les INB autres que les réacteurs électronucléaires, pour faire avancer la sûreté.

A la fin de l'année 2012, la France comptait 82 installations nucléaires de base (INB) autres que les réacteurs électronucléaires en exploitation. Il s'agit de 72 installations de type « Laboratoires, Usines, installations en Démantèlement et installations de traitement, d'entreposage ou de stockage de Déchets » (LUDD) et de 10 réacteurs de recherche. Ces INB sont exploitées par des exploitants différents dont les principaux sont AREVA, le CEA, EDF et l'ANDRA.

Ce rapport comporte quatre parties. Dans la première partie, l'IRSN présente succinctement les différentes familles d'INB autres que les réacteurs électronucléaires permettant d'apprécier la diversité de ces installations et des principaux risques associés. La deuxième partie présente les principales tendances qui se dégagent de l'analyse transverse des événements déclarés à l'ASN au cours des années 2011 et 2012. Dans une troisième partie, l'IRSN présente l'analyse d'une sélection d'événements survenus au cours des années 2011 et 2012 jugés riches d'enseignements pour la sûreté des installations autres que les réacteurs électronucléaires. Enfin, la dernière partie traite, sous le vocable « sujets transverses », de trois sujets ayant conduit à des évaluations approfondies de l'IRSN : il s'agit notamment de l'évaluation par l'IRSN des actions proposées par les exploitants pour le renforcement des installations LUDD et des réacteurs de recherche à la suite de l'accident qui a frappé les réacteurs de la centrale japonaise de Fukushima-Daiichi le 11 mars 2011.

La sûreté et la radioprotection exigent une vigilance permanente de toutes les personnes concernées et tout particulièrement des exploitants qui en sont les premiers responsables. Elles ne sont jamais définitivement acquises et doivent rester une priorité afin de toujours progresser. Pour l'IRSN, cet objectif passe par l'examen attentif du retour d'expérience national et international ainsi que des connaissances nouvelles issues de la recherche ou d'études.

La démarche d'amélioration de la sûreté et de la radioprotection évoquée ci-dessus implique qu'une analyse suffisamment approfondie des événements soit effectuée par les exploitants concernés afin d'identifier tous les enseignements utiles. A cet égard, l'IRSN observe toujours des disparités, parfois importantes, dans le contenu des analyses présentées par les exploitants dans les comptes rendus d'événements transmis à l'ASN, même si une tendance à l'amélioration est constatée depuis plusieurs années pour certaines INB. Dans un certain nombre de cas, ces documents ne comprennent qu'une simple identification des causes « premières » en termes de défaillances d'équipements ou d'erreurs humaines et ne présentent pas les causes plus fondamentales ou causes « profondes » (causes de nature organisationnelle notamment). Cette profondeur d'analyse est pourtant nécessaire pour l'identification d'actions correctives contribuant de façon pertinente et durable à l'amélioration de la sûreté et de la radioprotection. Un effort reste donc à mener par les exploitants pour présenter dans les comptes rendus d'événements une analyse des causes profondes des défaillances à l'origine des événements déclarés à l'ASN.

De l'examen global des événements déclarés au cours des années 2011 et 2012, il ressort que la baisse du nombre d'événements constatée en 2010 par rapport à 2009 ne s'est pas poursuivie ; la tendance s'est même inversée en 2011 au point que le nombre d'événements déclarés en 2012 est le plus important jamais déclaré à l'ASN pour le type d'installations examinés. Même s'il convient d'être prudent quant à l'interprétation à donner à cette constatation (compte tenu notamment des disparités entre les installations), elle ne semble pas traduire une dégradation d'ensemble de la sûreté des INB concernées mais plutôt une amélioration de la détection des événements par les exploitants, notamment de ceux correspondant à des écarts à des exigences fixées dans les documents de sûreté ou dans les documents opérationnels des installations.

L'IRSN note qu'aucun événement déclaré à l'ASN au cours des années 2011 ou 2012 n'a eu de conséquences radiologiques importantes pour les travailleurs, la population ou l'environnement ; en particulier, aucun dépassement des limites réglementaires de dose pour les travailleurs ou les personnes du public n'a été déclaré au cours de cette période. Il convient cependant de rappeler qu'un événement a eu des conséquences graves pour plusieurs travailleurs ; il s'agit de l'explosion survenue le 12 septembre 2011 dans le four de métallurgie de l'installation CENTRACO servant à fondre des déchets métalliques de très faible activité, qui a conduit à un mort et quatre blessés dont un grave.

L'analyse transverse réalisée ne met pas en évidence de tendance forte pour la majorité des types d'événements (dissémination de matières radioactives, incendie...), par rapport aux constats formulés lors de l'analyse relative aux événements déclarés au cours des années 2009 et 2010. En particulier, aucune dégradation globale n'a été mise en évidence, même s'il a pu être constaté, selon les risques considérés (criticité notamment), des disparités fortes entre les installations. Toutefois, des hausses du nombre d'événements sont survenues au cours des années 2011 et 2012 pour quelques catégories d'événements, dont les trois principales sont présentées ci-après :

- le nombre d'événements de manutention a presque doublé par rapport aux deux années précédentes. Même si ce nombre reste faible en regard du nombre très important d'opérations de manutention effectuées dans les installations, l'IRSN constate une répétition de causes à l'origine de ces événements, qui restent très majoritairement de nature organisationnelle et humaine. Pour l'IRSN, ce retour d'expérience souligne la nécessité que les exploitants renforcent les dispositions qu'ils ont retenues, notamment en matière de préparation des opérations de manutention et de suivi de l'exécution de ces opérations ;
- le nombre d'événements significatifs pour l'environnement présentant une composante radiologique a augmenté d'environ 50 % en 2012 par rapport aux années précédentes. Cette hausse est principalement due à des événements relatifs aux dispositifs de mesure ou de surveillance des effluents radioactifs rejetés par les INB. Si les défauts à l'origine de ces événements apparaissent de natures diverses, ce retour d'expérience souligne néanmoins l'attention que tout exploitant doit accorder à l'adéquation des dispositions techniques de surveillance des rejets d'effluents gazeux de son INB de façon à respecter l'ensemble des exigences fixées dans les autorisations de rejets ;
- le nombre d'événements de non-respects de la périodicité de contrôles et essais périodiques (CEP) d'équipements participant à la sûreté des installations continue à augmenter par rapport aux années précédentes. L'analyse réalisée montre que ces événements révèlent principalement des dysfonctionnements organisationnels, dont une part non négligeable correspond à des difficultés de maîtrise par les exploitants des documents de sûreté ou d'exploitation sur la base desquels ces CEP sont planifiés et réalisés. Pour l'IRSN, ces événements méritent une attention particulière des exploitants dans la mesure où les dysfonctionnements organisationnels qui en sont à l'origine peuvent concerner d'autres aspects de l'exploitation et de la maintenance. Par ailleurs, le retour d'expérience souligne l'attention que les exploitants doivent accorder à l'adéquation et à la suffisance des CEP réalisés pour vérifier le bon fonctionnement et la disponibilité d'équipements (équipements de manutention, dispositifs d'extinction...), plusieurs événements ayant révélé des insuffisances à ce sujet.

Par ailleurs, l'analyse globale des causes techniques, humaines ou organisationnelles des événements significatifs déclarés à l'ASN au cours des années 2011 et 2012 ne met pas en évidence d'évolutions fortes par rapport aux deux années précédentes. Les défaillances imputables aux hommes et aux organisations restent largement prépondérantes dans les événements déclarés à l'ASN, constat qui apparaît cohérent avec l'importance des actions humaines dans ces installations. Toutefois, l'IRSN a identifié une tendance à la hausse du nombre d'événements pour lesquels une défaillance de nature technique est identifiée par les exploitants comme principale origine de l'événement. L'Institut souligne qu'il convient de rester prudent sur l'interprétation à donner à cette tendance globale, le nombre d'événements concernés dépendant de la profondeur de l'analyse présentée par les exploitants dans les comptes rendus d'événements significatifs transmis à l'ASN.

S'agissant des causes techniques, l'IRSN constate que le vieillissement constitue toujours la cause la plus importante de défaillance de matériels pour les événements déclarés au cours des années 2011 et 2012. De même que les années précédentes, les mécanismes de vieillissement (corrosion, usure, fatigue...) à l'origine de ces événements sont de natures très diverses. Pour l'IRSN, un axe majeur d'amélioration de la sûreté réside dans une meilleure prise en considération par les exploitants des mécanismes de vieillissement des équipements de leurs installations.

S'agissant des causes organisationnelles et humaines, l'analyse réalisée a permis de confirmer les enseignements généraux dégagés lors de la précédente analyse. Les principales défaillances à l'origine des événements déclarés à l'ASN sont, en effet, très similaires à celles des années précédentes : insuffisances dans la préparation des activités ou dans les analyses de risques préalables à la réalisation de ces activités, défauts liés à la documentation, défauts d'organisation divers (planification, organisation des tâches...). Ce retour d'expérience rappelle l'importance à accorder aux dispositions organisationnelles qui doivent permettre, au regard des procédés techniques et de l'état réel des installations, de donner aux hommes les moyens d'intervenir de façon sûre dans les installations.

PRESENTATION DES INSTALLATIONS NUCLEAIRES DE BASE AUTRES QUE LES REACTEURS ELECTRONUCLEAIRES DU PARC EDF

Les critères de classement des installations en tant qu'installations nucléaires de base (INB) 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. A la fin de l'année 2012, la France comptait **124** installations nucléaires répondant à ces critères, comprenant le parc de réacteurs électronucléaires à eau sous pression (REP) exploité par EDF, 10 réacteurs de recherche en exploitation et 72 installations nucléaires de type « Laboratoires, Usines, installations en Démantèlement et installations de traitement, d'entreposage ou de stockage de Déchets » (ci-après dénommées LUDD).

Le présent rapport concerne toutes les INB autres que les réacteurs électronucléaires en exploitation ou en construction (dénommées ci-après « **INB autres que les REP** »), c'est-à-dire **82 INB**. Soulignons que les installations de type LUDD comprennent les réacteurs nucléaires arrêtés définitivement et ne contenant plus de combustible nucléaire, dans la mesure où les risques présentés par ces installations sont proches de ceux d'une installation de type « laboratoire » ou « usine » (suppression des risques liés à la réactivité et à la puissance résiduelle du combustible après son utilisation en réacteur).

Les INB autres que les REP sont de natures très diverses (en termes d'activité et de risques) et sont exploitées par divers exploitants différents (AREVA, CEA, EDF, ANDRA, IONISOS...), ce qui constitue une différence majeure par rapport au parc de réacteurs électronucléaires en exploitation, de conception similaire et exploités par le même exploitant EDF.

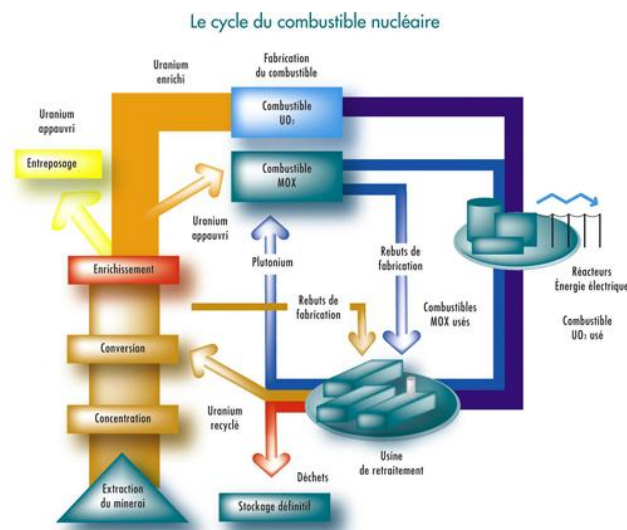
Dans le cadre du présent rapport, les INB autres que les REP ont été regroupées en cinq grandes familles d'installations. Par souci de cohérence, cette catégorisation est identique à celle présentée dans le précédent [rapport public](#) relatif aux installations de type LUDD pour les années 2009 et 2010 consultable sur le site internet de l'IRSN à laquelle les réacteurs de recherche ont été ajoutés. Une présentation succincte de ces cinq familles d'INB est effectuée ci-dessous ; les quelques évolutions survenues au sein de ces familles au cours des années 2011 et 2012 sont soulignées.

LES INSTALLATIONS DU CYCLE DU COMBUSTIBLE NUCLEAIRE

Cette famille comprend les 13 installations nucléaires de base exploitées par le groupe AREVA où sont réalisées les opérations de préparation du combustible nucléaire destiné à être utilisé dans les réacteurs nucléaires ainsi que celles de traitement du combustible usé après utilisation. Elle comprend également les deux magasins d'entreposage de combustibles neufs à base d'oxyde d'uranium, exploités par EDF (l'un sur le site du Bugey, l'autre sur le site de Chinon).

Les 13 installations du groupe AREVA sont :

- ❑ les usines d'enrichissement de l'uranium (Georges Besse 1 et 2) implantées sur le site du Tricastin ; l'usine Georges Besse 1 a été arrêtée en 2012 et fait actuellement l'objet de travaux préparatoires à son démantèlement ;
- ❑ les usines TU5 et COMURHEX de transformation de l'uranium issu du traitement de combustibles usés, implantées sur le site AREVA de Pierrelatte ;
- ❑ les installations FBFC de fabrication d'assemblages combustibles pour les 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 (UP3-A et UP2-800) en exploitation, implantées sur le site de La Hague ainsi que l'ancienne usine UP2-400 qui est arrêtée et fait l'objet de travaux préparatoires à son démantèlement (à l'exception de l'atelier HAO qui a déjà fait l'objet d'un décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement (MAD DEM)).



LES INSTALLATIONS INDUSTRIELLES HORS DU CYCLE DU COMBUSTIBLE NUCLEAIRE

Cette famille d'installations n'a pas connu d'évolution depuis la fin 2010. Elle comprend 13 INB :

- ❑ 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 le CEA ;
- ❑ 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 de matériaux provenant de réacteurs de puissance, exploité par EDF sur le site de Chinon ;



Vue aérienne du site du Tricastin

l'Installation d'entreposage de décroissance sous eau de combustibles irradiés provenant du réacteur SUPERPHENIX, exploitée par EDF sur le site de Creys-Malville.

LES INSTALLATIONS DE RECHERCHE ET DE SUPPORT ASSOCIEES

Cette famille de 27 INB, dénommée dans le présent rapport « installations de recherche », 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) ainsi que des installations de support dédiées, les unes à la gestion des déchets et des effluents liquides radioactifs, les autres à l'entreposage de matières fissiles ou de combustibles irradiés ;
- ❑ le Grand accélérateur d'ions lourds (GANIL), exploité par le GIE GANIL (regroupant le CEA et le CNRS), implanté à proximité de Caen ;
- ❑ l'installation expérimentale ITER, dont le décret d'autorisation de création est paru au Journal Officiel en novembre 2012 ; cette installation expérimentale, qui vise à montrer la faisabilité de la maîtrise de l'énergie de fusion nucléaire, est en cours de construction à proximité du centre CEA de Cadarache ;
- ❑ des réacteurs dédiés à la recherche scientifique et technologique et à l'accompagnement de l'exploitation du parc nucléaire. Neuf réacteurs sont exploités par le CEA sur les centres de Saclay (OSIRIS et ISIS, ORPHEE), Marcoule (PHENIX) et Cadarache (MASURCA, EOLE, MINERVE, RJH, CABRI, PHEBUS) et le réacteur RHF est exploité par l'Institut Laue Langevin (ILL) sur le centre de Grenoble.



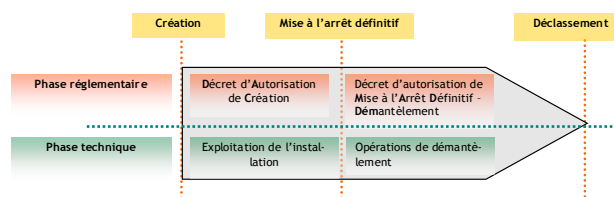
Construction des appuis parasismiques du complexe Tokamak de l'installation ITER (avril 2012)

Les 10 réacteurs de recherche ou d'expérimentation en exploitation ou en cours de construction

- le réacteur **MASURCA** est utilisé pour des études neutroniques, principalement concernant les cœurs des réacteurs de la filière des réacteurs à neutrons rapides, et au développement de techniques de mesures neutroniques ;
- le réacteur **ÉOLE** permet des études neutroniques de cœurs de réacteurs à eau légère ;
- le réacteur **MINERVE**, implanté dans le même hall que le réacteur EOLE, est utilisé pour la mesure de grandeurs neutroniques ;
- le réacteur **OSIRIS** et sa maquette critique **ISIS** permettent de réaliser des irradiations de matériaux de structure et de combustibles pour différentes filières de réacteurs de puissance ;
- le réacteur **RJH** en cours de construction permettra de réaliser des activités similaires à celles effectuées actuellement dans le réacteur OSIRIS ;
- le réacteur **ORPHEE** permet de fournir des faisceaux de neutrons qui sont utilisés par des physiciens pour effectuer des travaux de recherche fondamentale ;
- le réacteur **CABRI** est utilisé principalement pour la réalisation de programmes expérimentaux conçus par l'IRSN visant à une meilleure compréhension du comportement du combustible ;
- le réacteur **PHEBUS** permet de réaliser des études sur le comportement du combustible lors d'accidents pouvant affecter les réacteurs à eau sous pression ;
- le réacteur **PHENIX** est un réacteur à neutrons rapides qui est maintenant à l'arrêt et fait l'objet de travaux préalables à son démantèlement ;
- le réacteur **RHF** permet de fournir des faisceaux de neutrons pour des expériences dans le domaine de la physique du solide, de la physique nucléaire et de la biologie moléculaire.

LES INSTALLATIONS A L'ARRET DEFINITIF OU EN COURS DE DEMANTELEMENT

Depuis la fin de l'année 2010, le réacteur de recherche MELUSINE implanté sur le site du CEA à Grenoble et le réacteur universitaire de Strasbourg (RUS) ont été rayés de la liste des INB à la fin des travaux de démantèlement correspondant, le premier fin 2011, le second fin 2012. Ils ne font donc plus partie de cette famille d'INB.



Principales étapes de la vie d'une INB

Depuis la fin 2012, cette famille d'installations comprend :

- ❑ **11 réacteurs nucléaires de puissance ou de recherche arrêtés définitivement et ne contenant plus de combustible** ; ces installations de caractéristiques très diverses sont implantés sur les centres CEA de Cadarache, de Grenoble et de Saclay, sur les sites EDF de Brennilis, du Bugey, de Chinon, de Chooz, de Creys-Malville et de Saint-Laurent-des-Eaux ;
- ❑ **14 installations de type LUDD ayant fait l'objet d'un décret d'autorisation de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement (MAD-DEM)** : elles sont implantées sur les centres CEA de Fontenay-aux-Roses, de Saclay, de Grenoble, de Cadarache ainsi que sur le site SICN de Veurey-Voroize et sur le site EDF de Saint-Laurent-des-Eaux.

LES INSTALLATIONS DE STOCKAGE DE DECHETS RADIOACTIFS

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 Soullaines-Dhuys.

PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DES INB AUTRES QUE LES REP

A l'inverse du parc électronucléaire exploité en France par EDF et constitué de réacteurs de conception similaire, les autres installations nucléaires classées INB sont très diverses et sont exploitées par divers exploitants. La nature et l'importance des risques présentés par ces installations ainsi que les conséquences pouvant résulter de leur exploitation diffèrent, parfois sensiblement, d'une installation à l'autre.

Pour les installations en exploitation, la diversité des risques et des conséquences en cas d'incident ou d'accident est fortement corrélée aux caractéristiques des matières radioactives mises en œuvre (radionucléides présents et formes physico-chimiques associées) dans ces installations ainsi qu'aux activités qui y sont menées (procédés utilisés, nature des réactifs...). Si les conséquences radiologiques envisageables pour la population ou l'environnement en cas d'incident ou d'accident seraient réduites pour certaines INB (cas des installations d'irradiation industrielles ou des installations de maintenance par exemple), les conséquences en cas d'accident pourraient être très importantes pour d'autres installations (accident de réactivité pour certains réacteurs de recherche, ébullition d'une cuve de produits de fission pour une installation de traitement du combustible usé du

site de La Hague à la suite d'une perte prolongée du refroidissement, incendie important dans une INB mettant en œuvre du plutonium ...).

Cette diversité se traduit également par le fait que certaines INB présentent des risques particuliers qui ne se retrouvent pas dans l'ensemble des autres installations. Citons, à titre d'exemple, les usines mettant en œuvre de l'uranium sous forme d' UF_6 , qui présentent des risques spécifiques liés à la toxicité des réactifs utilisés, de l'uranium et de l'acide fluorhydrique résultant de la décomposition de l' UF_6 en cas de fuite.

Par ailleurs, les installations en démantèlement présentent des risques souvent très différents de ceux qu'elles présentaient lorsqu'elles étaient en exploitation. En règle générale, les risques pour l'environnement des installations en démantèlement sont plus faibles du fait de l'évacuation d'une grande partie des matières radioactives présentes ; en revanche, les risques d'exposition des travailleurs aux rayonnements ionisants sont plus importants en raison de la nature des opérations qui nécessitent des interventions à proximité des matières radioactives encore présentes ou d'équipements irradiants (démontage ou découpe d'équipements...). En outre, 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 travaux de découpe...).

Il convient également de souligner l'importance des facteurs organisationnels et humains dans l'exploitation des INB autres que les REP. En effet, les procédés mis en œuvre ou les activités réalisées dans celles-ci nécessitent généralement des opérations humaines à proximité des matières radioactives. L'importance des facteurs organisationnels et humains est d'ailleurs confirmée par le retour d'expérience des événements significatifs déclarés à l'ASN, qui présentent souvent une ou plusieurs défaillances humaines ou organisationnelles.

Les risques présentés par les INB autres que les REP sont habituellement regroupés selon les trois grandes catégories suivantes :

- **les risques liés aux matières radioactives présentes dans l'INB** : il s'agit des risques de dissémination de ces matières dans l'INB et en dehors de celle-ci, des risques d'exposition interne et externe aux rayonnements ionisants, des risques de criticité ou de réactivité (uniquement pour les réacteurs de recherche), des risques de surpression ou d'explosion liés aux gaz produits par la radiolyse et des risques dus aux dégagements thermiques induits par la radioactivité ;
- **les risques d'origine interne à une INB pouvant conduire à une dissémination de matières radioactives, à une exposition aux rayonnements ionisants ou à un accident de criticité** : il s'agit notamment des risques d'incendie, d'explosion, de chute de charge, de perte d'alimentation électrique ou de fluide ;
- **les risques d'origine externe à une INB**, qu'ils soient liés à des activités humaines (risques dus aux installations avoisinantes, aux transports de matières dangereuses à proximité (conduites de gaz, camions-citernes...), aux chutes d'avions...) ou d'origine naturelle (séisme, inondation, conditions climatiques extrêmes...).

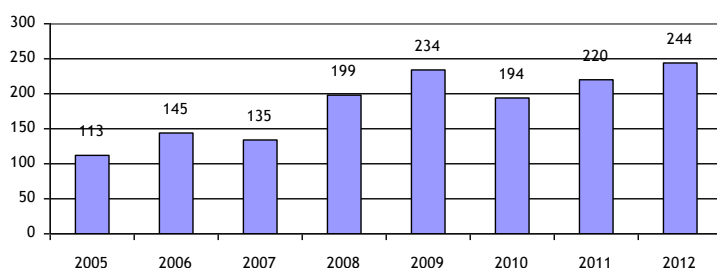
PRINCIPALES TENDANCES OBSERVEES

Cette partie présente les principaux enseignements tirés de l'évolution du nombre et de la nature des événements significatifs déclarés à l'ASN. Elle comprend également un bilan global des conséquences des événements survenus en 2011 et 2012 pour les travailleurs, l'environnement et la population.

LES EVENEMENTS SIGNIFICATIFS DECLARES A L'ASN

Lorsqu'un événement survient dans une installation nucléaire et répond à l'un des critères édictés par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), l'exploitant est tenu de le déclarer à cette dernière dans un délai maximal de deux jours après sa détection. Il doit ensuite fournir sous deux mois son analyse de l'événement dans un compte rendu d'événement significatif (CRES). Trois domaines de déclaration des événements significatifs ont été définis par l'ASN : 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* ». Ces critères sont rappelés dans l'annexe au présent rapport. Certains événements peuvent être classés comme significatifs au regard de critères définis pour un ou plusieurs domaines d'événements significatifs.

EVOLUTION DU NOMBRE D'EVENEMENTS SIGNIFICATIFS DECLARES A L'ASN

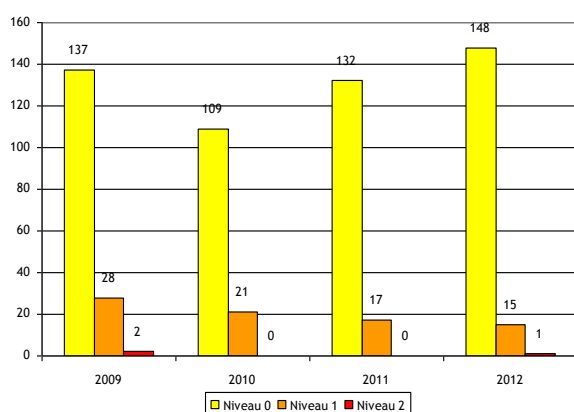


Evolution du nombre d'événements significatifs déclarés à l'ASN de 2005 à 2012

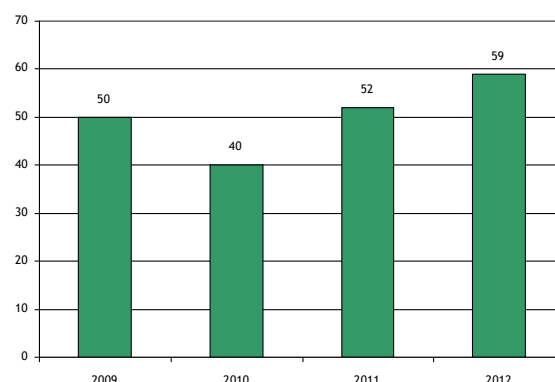
La baisse du nombre d'événements significatifs déclarés observée en 2010 par rapport à 2009 ne s'est pas poursuivie ; la tendance s'est en effet inversée en 2011 (augmentation d'environ 13 %) et l'augmentation s'est poursuivie en 2012 à un rythme similaire (10 % environ).

244 événements significatifs ont ainsi été déclarés en 2012 à l'ASN pour les INB autres que les REP ; il s'agit du nombre d'événements déclarés à l'ASN le plus élevé jamais constaté pour ce type d'installations. Ce nombre est toutefois proche de celui qui correspondait à l'année 2009. Depuis l'augmentation notable des déclarations constatée en 2008 et 2009, une certaine « stabilisation » du nombre d'événements déclarés semble se dessiner.

L'évolution générale concernant l'ensemble des événements significatifs déclarés à l'ASN se retrouve en particulier pour les événements déclarés au titre de la sûreté ainsi que pour les événements déclarés au titre de l'environnement (voir les diagrammes ci-après).



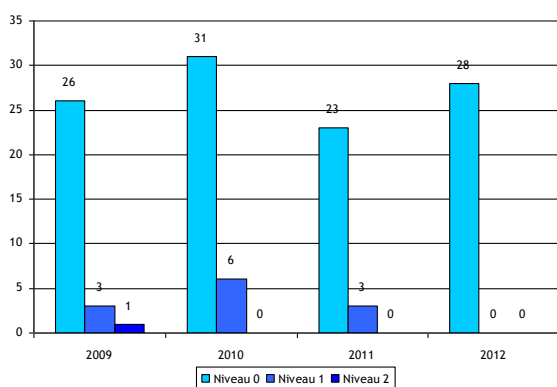
Evolution du nombre d'événements significatifs pour la sûreté déclarés à l'ASN de 2009 à 2012



Evolution du nombre d'événements significatifs pour l'environnement déclarés à l'ASN de 2009 à 2012

Il est à noter que les événements déclarés au titre de la sûreté restent les plus nombreux pour les années 2011 et 2012 : environ les deux tiers de l'ensemble des événements significatifs déclarés le sont au titre de la sûreté.

L'augmentation du nombre d'événements déclarés au titre de l'environnement, observée en 2011 mais surtout en 2012, concerne uniquement ceux ayant une composante radiologique. En effet, le nombre d'événements relatifs à des rejets de produits toxiques ou chimiques (événements « non radiologiques ») est identique en 2009, 2011 et 2012 : 35 événements significatifs ont été déclarés pour chacune de ces années.



Evolution du nombre d'événements significatifs pour la radioprotection déclarés à l'ASN de 2009 à 2012

Le nombre d'événements déclarés au titre de la radioprotection en 2011 et 2012 reste faible (moins de trente événements par an), en comparaison de celui des événements déclarés au titre de la sûreté. Une tendance à la baisse est observée, en particulier par rapport à l'année 2010 (année « record » pour ce type d'événements). Il est à noter que le nombre d'événements déclarés en 2012 est en fait très proche de celui des événements déclarés en 2009.

L'analyse détaillée montre une baisse notable des événements relatifs à la « propreté radiologique » (contamination surfacique de locaux supérieure à des seuils définis) en 2011 et 2012 par rapport aux années 2009 et 2010, au cours desquelles une forte augmentation de ce type d'événements avait été constatée.

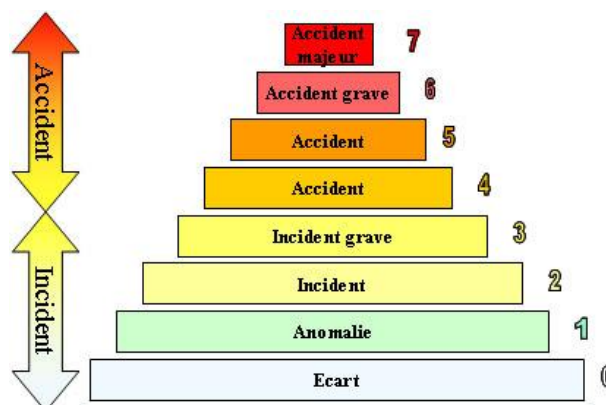
Le nombre annuel d'événements significatifs pour la sûreté ou pour la radioprotection classés par l'ASN au niveau 1 sur l'échelle INES a diminué au cours des années 2011 et 2012 par rapport à l'année 2010.

Pour les événements significatifs relatifs à la sûreté, cette tendance à la baisse s'observe même depuis 2009. Ainsi, le nombre d'événements significatifs pour la sûreté classés au niveau 1 sur l'échelle INES en 2012 est environ la moitié de celui de 2009, alors que les nombres d'événements déclarés au cours de ces deux années sont proches.

En outre, il est remarquable qu'en 2012 aucun événement relatif à la radioprotection n'a été classé par l'ASN au niveau 1 sur l'échelle INES.

Un seul événement a été classé par l'ASN au niveau 2 sur l'échelle INES au cours des années 2011 et 2012. Il s'agit de l'événement du 24 septembre 2012 survenu dans l'installation FBFC de Romans-sur-Isère relatif au non-respect de plusieurs règles retenues pour la prévention des risques de criticité ; une présentation de cet événement est effectuée dans la suite du rapport.

Il convient de rappeler que depuis 2007, seuls trois autres événements (tous survenus au cours de l'année 2009) ont été classés par l'ASN à ce niveau de l'échelle INES.



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, déclarés au titre de la « sûreté » et de la « radioprotection ». Ils sont classés selon 7 niveaux selon leur importance. Les événements « environnement » sont classés en dehors de l'échelle INES.

COMMENTAIRE SUR LES EVOLUTIONS DES NOMBRES D'EVENEMENTS

De l'analyse globale des évolutions concernant les événements déclarés à l'ASN, l'IRSN retient que les inflexions constatées en 2010 (nombre et nature des événements) n'ont pas été confirmées au cours des deux années suivantes. En particulier, les augmentations du nombre d'événements constatées en 2011 et 2012 par rapport à 2010 semblent s'expliquer principalement par les efforts entrepris depuis plusieurs années par certains exploitants pour améliorer la détection de tels événements et favoriser en particulier la déclaration d'écarts aux exigences fixées dans les documents de sûreté ou les documents opérationnels des installations. L'examen des tendances observées au cours des dernières années

concernant l'origine de la détection des événements significatifs par les exploitants permet d'étayer ce point. En effet, depuis plusieurs années, est observée une augmentation du nombre des événements significatifs détectés « directement » par des opérateurs dans les installations (c'est-à-dire en dehors des contrôles prévus dans les

Comment interpréter les évolutions des nombres d'événements significatifs ?

Pour l'IRSN, les évolutions des nombres d'événements d'une année à l'autre sont à interpréter avec prudence. En effet, le nombre d'événements significatifs déclarés ne constitue pas un indicateur « quantifié » dont les variations seraient directement liées au « niveau de sûreté » des installations nucléaires. En revanche, ces événements sont le reflet de difficultés qu'il s'agit d'analyser et de comprendre en tant qu'alertes pour trouver les pistes pertinentes d'amélioration de la sûreté des installations et de leur exploitation.

procédures) ainsi que des événements détectés lors d'inspections ou d'audits internes des exploitants et également lors des contrôles, essais périodiques et opérations de maintenance.

Cette tendance générale à l'amélioration des déclarations d'événements « mineurs » par les exploitants est à rapprocher des actions entreprises par l'ASN depuis plusieurs années pour que les exploitants appliquent de façon rigoureuse les critères de déclaration des événements significatifs. A titre d'illustration de cette tendance générale, il peut être citée l'augmentation continue depuis plusieurs années du nombre des déclarations de non-respect de la périodicité de réalisation de contrôles et essais périodiques (CEP) définis dans les documents de sûreté (environ 10 % des événements déclarés à l'ASN en 2011 et en 2012) ; à cet égard, l'impulsion forte de l'ASN dans ce domaine a certainement incité les exploitants à déclarer plus systématiquement ces événements, qui étaient traités précédemment comme des écarts internes.

BILAN GLOBAL DES CONSEQUENCES DES EVENEMENTS SIGNIFICATIFS

La très grande majorité des événements déclarés à l'ASN au cours des années 2011 et 2012 n'ont eu aucune conséquence radiologique pour les travailleurs, la population ou l'environnement.

Une proportion faible (environ 4 %) des événements ont conduit à des rejets de matières radioactives à l'extérieur des sites des installations, proportion similaire à celle constatée les années précédentes. Les conséquences radiologiques pour l'environnement ou la population de cette dizaine d'événements en deux ans ont été négligeables.

Le nombre d'événements ayant conduit à des conséquences radiologiques pour les travailleurs a été également très faible pour les années 2011 et 2012. Aucun événement n'a conduit un travailleur à recevoir une dose efficace supérieure au quart de la limite annuelle réglementaire qui est fixée à 20 mSv.

En dehors des aspects radiologiques, un événement en particulier a eu des conséquences très importantes pour plusieurs travailleurs ; il s'agit de l'explosion survenue le 12 septembre 2011 dans le four de fusion de l'installation CENTRACO utilisé pour fondre des déchets métalliques de très faible activité. Cette explosion a fait un mort et quatre blessés dont un grave. Rappelons que l'enquête judiciaire ouverte à la suite de cet accident est toujours en cours. En dehors de cet événement, les autres événements n'ont conduit qu'à des conséquences très limitées pour les travailleurs.

ANALYSE TRANSVERSE DES EVENEMENTS SURVENUS DANS LES INB AUTRES QUE LES REP

Ce chapitre présente une analyse transverse des événements significatifs déclarés à l'ASN au cours des années 2011 et 2012. Son principal objectif est de dégager les évolutions intervenues par rapport aux conclusions de l'analyse présentée dans le précédent rapport public relatif aux années 2009 et 2010. L'IRSN a ainsi cherché à mettre en évidence les améliorations constatées et les axes de progrès à retenir.

L'analyse a été structurée, comme celle présentée dans les précédents rapports, par type de risques (criticité, incendie...), en se concentrant sur ceux présentant le plus d'importance pour la sûreté et la radioprotection des installations autres que les REP. En outre, une analyse globale des causes des événements a été réalisée en vue de dégager d'éventuelles tendances générales.

En complément de cette analyse, l'Institut a également réalisé une analyse sur les deux sujets suivants :

- les événements déclarés au titre de l'environnement, ayant une composante radiologique (c'est-à-dire que sont exclus les événements relatifs à des rejets de produits toxiques ou chimiques) ; en effet, une augmentation notable de ces événements a été constatée en 2012 par rapport aux années précédentes ;
- les événements relatifs aux contrôles et essais périodiques (CEP) dont le nombre déclaré à l'ASN croît depuis plusieurs années.



Vue aérienne du site CEA de Marcoule

PREAMBULE

L'analyse transverse des événements vise à mettre en évidence des enseignements génériques à partir des défaillances observées. Ce travail est fortement dépendant de la profondeur des analyses des événements présentées par les exploitants dans les comptes rendus d'événements significatifs transmis à l'ASN. En effet, excepté pour un faible nombre d'événements pour lesquels des informations complémentaires sont disponibles (par exemple à la suite d'inspections de l'ASN ou d'expertises de l'IRSN), ces comptes rendus constituent la seule source d'information de l'IRSN.

A cet égard, l'IRSN observe des disparités, parfois importantes, dans le contenu des analyses présentées par les exploitants des INB autres que les REP dans ces comptes rendus d'événements significatifs, même si une tendance à l'amélioration est constatée depuis plusieurs années pour certaines INB. Dans un certain nombre de cas, les comptes rendus ne présentent qu'une simple identification des causes « premières » en s'arrêtant souvent aux défaillances d'équipements ou aux erreurs humaines sans rechercher les causes plus fondamentales ou causes « profondes » (causes de nature organisationnelle notamment). Ceci est constaté en particulier pour les événements considérés comme étant de moindre importance pour la sûreté, tels que des écarts aux documents de sûreté.

Importance de la recherche des causes « profondes » des événements significatifs

Rares sont les événements significatifs qui ne résultent pas d'un enchaînement plus ou moins complexe de dysfonctionnements techniques, organisationnels ou humains. Les interactions de ces différents aspects font que l'analyse d'un événement significatif ne peut être limitée à la recherche d'une erreur humaine (éventuellement collective) ou d'une défaillance technique, qui expliquerait l'apparition de l'écart ayant motivé la déclaration. A titre d'illustration, la défaillance d'un équipement liée à un phénomène de vieillissement - présenté quelquefois dans les comptes rendus d'événements comme la cause de l'événement - trouve toujours son origine dans des dysfonctionnements plus « profonds », tels que des défaillances dans la phase de conception ou de dimensionnement de l'équipement, des défaillances dans sa mise en place dans l'installation ou des défaillances dans les opérations de surveillance et de maintien en conformité (maintenance, contrôles périodiques...).

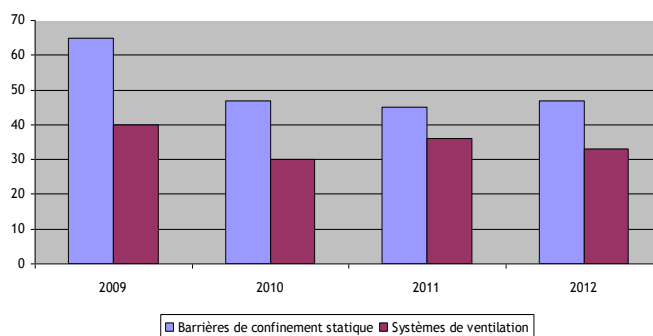
Pour l'IRSN, la recherche des causes « profondes » des événements est nécessaire pour déterminer des dysfonctionnements organisationnels récurrents ou génériques et, en tout état de cause, pour définir des actions correctives pertinentes s'appuyant sur une compréhension des dysfonctionnements, permettant ainsi d'améliorer la sûreté en exploitation de manière durable. Dans ce cadre, l'IRSN estime qu'un axe majeur d'amélioration des analyses des exploitants réside dans la mise en œuvre d'une approche intégrée d'identification des contributeurs techniques, organisationnels et humains à l'origine des événements significatifs.

L'insuffisance voire l'absence d'identification précise des causes « profondes » dans certains comptes rendus d'événements ne permet pas toujours de bien comprendre les différents types de défaillances à l'origine des événements (techniques, organisationnels ou humains) et, par conséquent, les aspects génériques ou récurrents. Cette difficulté se trouve renforcée par la grande diversité des installations autres que les REP et des risques associés ainsi que des organisations et des dispositions d'exploitation qui diffèrent, parfois sensiblement, d'un exploitant à l'autre. Enfin, l'analyse transverse de certains types d'événements (événements relatifs aux risques de dissémination de matières radioactives notamment) est rendue également difficile en raison d'une certaine variabilité dans l'application des critères de déclaration par les différents exploitants.

Tous les aspects évoqués ci-dessus ont un impact sur l'analyse transverse réalisée et les enseignements qui peuvent en être dégagés.

EVENEMENTS RELATIFS AUX RISQUES DE DISSEMINATION DE MATIERES RADIOACTIVES

Environ 160 événements significatifs relatifs aux risques de dissémination de matières radioactives ont été déclarés à l'ASN au cours des années 2011 et 2012 pour ce qui concerne les INB autres que les REP. Ce nombre est similaire à celui observé au cours des années 2009 et 2010. Ces événements impliquent les « barrières » de confinement statique et les systèmes de ventilation qui permettent d'assurer la maîtrise des risques de dissémination de matières radioactives dans les installations.

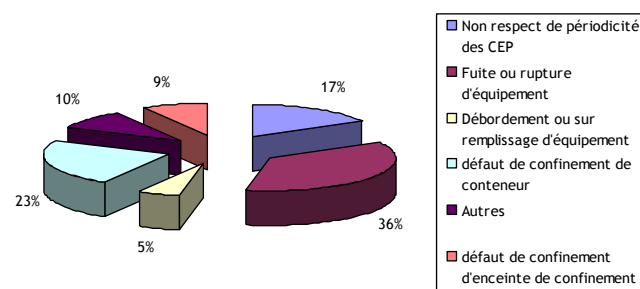


Nombre d'événements significatifs déclarés à l'ASN relatifs aux « barrières » de confinement statique et aux systèmes de ventilation pour les années 2009 à 2012

En effet, la maîtrise de ces risques est assurée par un ou plusieurs systèmes de confinement, chacun étant constitué d'une ou de plusieurs « barrières » de confinement statique, généralement associées à une cascade de dépressions générés par des systèmes de ventilation, visant à pallier les éventuelles faiblesses ou discontinuités des « barrières » de confinement statique. Par ailleurs, afin de limiter les rejets de matières radioactives dans l'environnement, les systèmes de ventilation sont équipés de dispositifs d'épuration adaptés aux substances à traiter (filtres à particules, pièges à iode, colonnes de lavage...).

Sur les 160 événements relatifs aux risques de dissémination de matières radioactives déclarés à l'ASN au cours des années 2011 et 2012, environ 90 événements concernent des « barrières » de confinement statique.

Ces événements concernent, dans leur très grande majorité, la première « barrière » de confinement, c'est-à-dire celle située au plus près des matières radioactives. De même que pour les années précédentes, ces événements ont concerné des équipements divers : équipements de procédé (four, évaporateur...), équipements de traitement des effluents radioactifs liquides (cuves, tuyauteries...), conteneurs (fûts, cylindres...) et enceintes de confinement (boîtes à gants, enceintes blindées...).



Répartition des types de défauts relatifs aux « barrières » de confinement statique pour les années 2011 et 2012

Environ 40 % des événements relatifs aux « barrières » de confinement statique sont des fuites ou des ruptures d'équipements de natures diverses, des débordements (de cuve notamment) ou des remplissages excessifs d'équipements (cristalliseur d'UF₆ par exemple). Les types d'événements constatés sont très similaires à ceux qui ont été observés les années précédentes. Il peut toutefois être noté, pour les installations à l'arrêt définitif ou en cours de démantèlement, plusieurs événements de fuite de liquides radioactifs survenus lors d'opérations programmées de vidange ou de transfert, qui ont mis en évidence des défauts de connaissance de l'état réel des équipements (vanne ouverte alors qu'elle était supposée fermée, contenu de cuve mal connu...). Ce retour

d'expérience rappelle l'importance à accorder aux dispositions permettant de s'assurer de l'état des équipements (consignations, étiquetages, maintenance...), notamment lorsque ces équipements n'ont pas été utilisés sur une longue période, en préalable à la réalisation d'opérations les concernant.

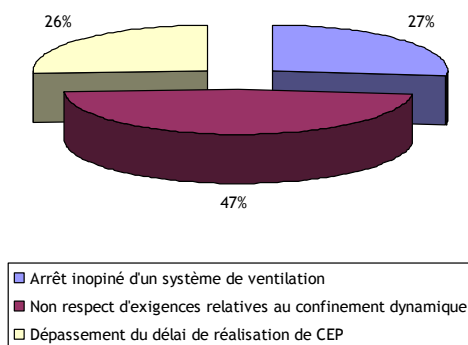
Un événement à souligner au titre du retour d'expérience est la rupture de quatre crayons combustibles MOX dans l'usine MELOX en juin 2011 lors de la constitution d'un assemblage combustible. Cet événement, qui a conduit à la contamination de trois locaux, est présenté en détail dans la suite du présent rapport. Il a résulté de défaillances au cours de l'utilisation d'un mode de conduite du banc de tirage des crayons autre que le mode automatique utilisé en fonctionnement normal. Des défaillances liées à l'utilisation de modes de conduite d'équipements autres que le mode automatique (mode « manuel » sous le contrôle des opérateurs) ont été constatées lors d'autres événements survenus dans des INB pour lesquelles de nombreuses opérations sont automatisées (usines du cycle du combustible). Ces événements soulignent notamment l'attention qu'il convient d'apporter au caractère adapté et suffisant des sécurités existantes pour les modes de conduite autres que le mode automatique et à la suffisance des dispositions organisationnelles retenues pour encadrer les opérations réalisées avec ces autres modes de conduite (en matière de documentation opérationnelle, d'organisation des opérations et de formation des opérateurs chargés de la réalisation de ces opérations).

Environ 20 % des événements relatifs aux « barrières » de confinement statique sont des défauts de confinement de conteneurs. L'IRSN n'a pas mis en évidence d'évolution particulière concernant ces événements qui résultent, dans la majorité des cas, de dégradations lors de chutes ou de manutentions, ainsi que de mécanismes de vieillissement (corrosion notamment).

Environ 10 % des événements relatifs aux « barrières » de confinement statique sont des défauts de confinement de boîtes à gants (BàG) ou d'enceintes de confinement. Si la très grande majorité de ces événements résultent, comme les années précédentes, de défaillances des éléments les plus fragiles des BàG (gants de manipulation et sacs pour les transferts), un événement survenu en 2012 est lié à la dégradation des joints d'étanchéité de plusieurs BàG d'une INB, dont l'origine présumée est leur mauvaise résistance à un solvant utilisé pour la réalisation d'opérations d'assainissement. Ce type d'événement - très peu fréquent - rappelle l'attention qu'il convient d'apporter à l'utilisation de produits chimiques en BàG, en particulier pour des activités annexes des activités usuelles d'exploitation.

Sur les 160 événements relatifs aux risques de dissémination de matières radioactives déclarés à l'ASN au cours des années 2011 et 2012, environ 70 concernent des systèmes de ventilation. Le nombre d'événements est globalement stable par rapport aux deux années précédentes.

Environ 50 % des événements relatifs aux systèmes de ventilation sont des manquements à des exigences de sûreté diverses ; cette proportion est voisine de celle observée au cours des années 2009 et 2010. Les événements correspondants, qui ne sont pas liés à l'arrêt d'un système de ventilation, concernent des exigences fixées dans les documents de sûreté des installations concernées (différence de dépression à observer entre



Répartition des types d'événements relatifs aux systèmes de ventilation pour les années 2011 et 2012

deux zones à risques différents, efficacité minimale requise pour des filtres à très haute efficacité ou des pièges à iode...). En dehors des non-respects relatifs à l'efficacité des filtres à très haute efficacité (THE) évoqués ci-après, aucun élément notable n'a été mis en évidence.

Pour ce qui concerne les non-respects relatifs à l'efficacité des filtres THE, l'IRSN note une diminution du nombre d'événements en 2012 (2 événements) par rapport aux années précédente (6 événements en 2011 par exemple). Dans le précédent rapport public, l'IRSN avait souligné qu'une part notable de ces événements était liée aux difficultés rencontrées par les exploitants pour la réalisation des tests d'efficacité des filtres selon la norme en vigueur (tests effectués à l'aide d'un traceur non radioactif (uranine)). A cet égard, l'ASN a transmis, en juillet 2011, une lettre à l'ensemble des exploitants d'INB leur demandant de présenter leur retour d'expérience des difficultés rencontrées lors de la réalisation des tests d'efficacité des filtres THE. La diminution du nombre d'événements observée en 2012, qui semble se confirmer en 2013, ainsi que les causes de ces événements suggèrent que les exploitants concernés ont bien tiré parti du retour d'expérience des événements pour améliorer les conditions techniques de réalisation de ces tests et les dispositions organisationnelles associées (suivi des entreprises extérieures chargées de ces opérations notamment). Toutefois, il convient de rester prudent au sujet de cette amélioration dont le caractère durable mérite d'être confirmé.

30% environ des événements relatifs aux systèmes de ventilation correspondent à un arrêt fortuit d'un système de ventilation. Ces événements concernent principalement les familles des installations de « recherche » ou « industrielles hors cycle du combustible » pour lesquelles les exigences concernant les durées d'arrêt toléré des systèmes de ventilation sont plus contraignantes. Les arrêts des systèmes de ventilation résultent de défaillances techniques diverses ou de défaillances organisationnelles ou humaines lors d'interventions. Il peut être noté que les défaillances des automates de régulation de la ventilation interviennent dans un tiers des arrêts de ventilation ; ce type de défaillance est en hausse par rapport aux années précédentes.

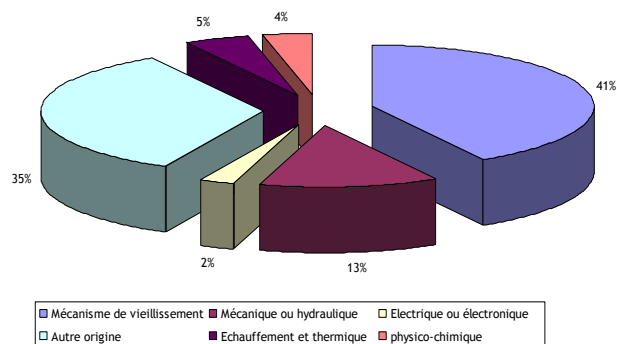
En dernier lieu, il apparaît que les non-respects de la périodicité de contrôles ou essais périodiques d'équipements participant au confinement statique ou d'équipements associés aux systèmes de ventilation représentent une part non négligeable des événements significatifs déclarés à l'ASN au cours des années 2011 et 2012 (**environ 20 %**). Les causes de ce type d'événements, plus nombreux que les années précédentes, sont analysées dans une partie spécifique du présent rapport.

L'analyse menée par l'IRSN quant aux causes des événements relatifs aux risques de dissémination de matières radioactives fait ressortir l'importance des mécanismes de vieillissement dans la défaillance des équipements ainsi que des facteurs organisationnels et humains.

Les mécanismes de vieillissement

Environ 40 % de l'ensemble des événements relatifs aux risques de dissémination de matières radioactives qui ont pour origine une défaillance matérielle, sont liés à des mécanismes de vieillissement (corrosion, érosion, fatigue mécanique, obsolescence...). Ils concernent globalement plutôt les « barrières » de confinement statique que les systèmes de ventilation. Pour l'IRSN, la proportion due aux mécanismes de vieillissement pourrait être plus importante dans la mesure où une part non négligeable des défaillances (**35 % environ**) dont l'origine n'est pas clairement identifiée dans les comptes rendus d'événements significatifs transmis par les exploitants, est certainement due, au moins en partie, à de tels mécanismes.

L'analyse réalisée par l'IRSN n'a pas mis en évidence d'équipement plus particulièrement concerné par ces défaillances. Les mécanismes de vieillissement sont de natures très diverses. La corrosion est le mécanisme de vieillissement principal identifié par les exploitants (plus du tiers des événements recensés). Les mécanismes de corrosion se développent, soit à l'intérieur de l'équipement lorsque celui-ci est exposé à des substances corrosives (acide nitrique, acide fluorhydrique, eau...), soit à l'extérieur de celui-ci (exemple d'un fût de déchets entreposé dans des conditions inappropriées ou inadapté à l'environnement ambiant). Plusieurs types de corrosion ont été mis en évidence (corrosion galvanique entre deux pièces métalliques de natures différentes en contact ou au niveau de jonctions entre matériaux différents dans une atmosphère humide, corrosion par piqûres sous l'effet de solutions agressives (ions chlorure par exemple), corrosion sous contrainte...).



Répartition des types de défaillances matérielles pour les années 2011 et 2012

L'examen des événements montre que les causes des mécanismes de corrosion sont très diverses ; eu égard au nombre d'événements et aux informations disponibles dans les comptes rendus d'événements significatifs, il n'est pas possible de hiérarchiser précisément ces causes. On peut néanmoins constater qu'une part non négligeable des événements correspondent à de mauvais choix à la conception pour le matériau d'équipements (nature, épaisseur...). La corrosion peut se manifester rapidement si le matériau retenu est inadapté aux substances corrosives environnantes : c'est le cas, par exemple, de l'événement dont une description succincte apparaît ci contre. Pour une part notable également, les mécanismes de corrosion à l'origine des événements résultent d'une maintenance préventive insuffisante des équipements et, dans certains cas, d'une maintenance corrective inappropriée (utilisation de pièces de rechange non adaptées aux atmosphères corrosives par exemple). Enfin, des conditions d'exploitation inappropriées sont également à l'origine de phénomènes de corrosion (conditionnement inadapté de déchets à l'intérieur de fûts par exemple).

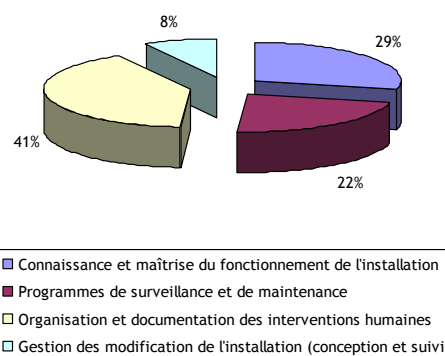
En juillet 2012, dans une INB « récente » de la famille des installations de recherche, une fuite a été constatée sur des tuyauteries en acier noir (acier au carbone) alimentant en air comprimé les cannes de bullage utilisées pour les mesures de densité et de niveau d'un évaporateur. Ces tuyauteries n'ont pas résisté à la corrosion provoquée par la solution d'acide nitrique de rinçage que l'exploitant utilise pour nettoyer l'évaporateur à la fin de chaque campagne d'évaporation.

Pour l'IRSN, un axe d'amélioration de la sûreté des INB autres que les REP réside dans une meilleure prise en compte des mécanismes de corrosion, et plus largement des mécanismes de vieillissement, dans la conception et l'exploitation des équipements assurant le confinement des matières radioactives. Cela suppose une analyse détaillée de ces mécanismes et la définition de dispositions « robustes », fondées sur le concept de défense en profondeur, visant à prévenir les défaillances envisageables, détecter tout événement anormal et en réduire les conséquences. A cet égard, l'IRSN souligne l'importance que les exploitants doivent accorder aux programmes de maintenance préventive et de contrôles périodiques des équipements de leurs installations, qui sont un élément

essentiel en matière de prévention du vieillissement. L'IRSN estime également que les exploitants doivent tirer parti des réexamens de sûreté périodiques des installations, requis par la réglementation en vigueur, pour s'assurer de la suffisance des dispositions qu'ils ont retenues à l'égard des mécanismes de vieillissement.

Les facteurs organisationnels et humains

L'analyse relative aux aspects organisationnels et humains fait apparaître que les difficultés liées à l'organisation et à la documentation des interventions contribuent le plus fréquemment (dans environ 40 % des cas) aux événements relatifs aux risques de dissémination de matières radioactives. Il s'agit de dysfonctionnements organisationnels (planification d'activités ou de contrôles, coopération entre opérateurs, circuit décisionnel, requalification...) ou de lacunes en matière de documentation (procédure manquante ou erronée ou non appliquée...).



Répartition des types de défaillances organisationnelles pour les années 2011 et 2012

Cette proportion majoritaire des dysfonctionnements organisationnels se retrouve à la fois pour les événements concernant les « barrières » de confinement statique et les systèmes de ventilation. L'analyse montre également que les défauts relatifs aux moyens de surveillance apparaissent comme la deuxième cause des événements relatifs aux « barrières » de confinement statique alors que ce sont les défauts dans la connaissance des installations qui sont la deuxième origine des défauts organisationnels concernant les systèmes de ventilation. Cette répartition est cohérente avec le fait que les événements ayant pour origine une défaillance matérielle liée à un mécanisme de vieillissement - qui résultent pour une part substantielle de défauts relatifs aux moyens de surveillance ou de maintenance des équipements - concernent majoritairement des équipements participant au confinement statique.

Pour l'IRSN, les informations disponibles dans les comptes rendus d'événements transmis par les exploitants au sujet des défaillances organisationnelles à l'origine des événements ne sont, en règle générale, pas suffisantes pour permettre de faire ressortir, sur la base d'une analyse globale, des éléments plus précis que ceux évoqués ci-dessus.

EVENEMENTS RELATIFS AUX RISQUES D'EXPOSITION AUX RAYONNEMENTS IONISANTS

Environ 70 événements relatifs aux risques d'exposition interne ou externe des travailleurs aux rayonnements ionisants ont été déclarés à l'ASN au cours des années 2011 et 2012. Ce nombre est similaire à celui observé au cours des années 2009 et 2010. Les risques d'exposition externe aux rayonnements ionisants sont associés à des sources radioactives situées en dehors de l'organisme et les risques d'exposition interne résultent de substances radioactives ayant pénétré dans l'organisme par inhalation, ingestion ou blessure cutanée.

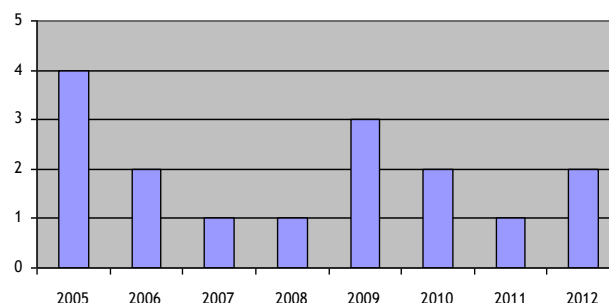
13 événements ont conduit à une exposition externe détectable par les équipements de surveillance individuelle (dosimètres) pour un ou plusieurs travailleurs. Aucun d'entre eux n'a été à l'origine de conséquences radiologiques significatives pour les travailleurs concernés. Deux événements ont conduit à des expositions légèrement supérieures aux évaluations prévisionnelles établies ; les doses reçues ont été au plus égales à 100 µSv.

Rappel réglementaire concernant les évaluations prévisionnelles de doses

Conformément à l'article R4451-11 du code du travail, toute activité en zone contrôlée fait l'objet d'une évaluation prévisionnelle en termes de dose collective et de dose individuelle moyenne par spécialité ou par poste de travail. Les écarts aux prévisions sont identifiés au moyen de dispositifs de mesure dédiés à la radioprotection opérationnelle individuelle ou collective (dosimétrie opérationnelle, appareils de mesure mobiles).

Trois événements significatifs déclarés à l'ASN ont conduit à une exposition interne accidentelle de quelques travailleurs surveillés avec une dose efficace engagée supérieure à 1 mSv. La dose individuelle la plus élevée a été inférieure au quart de la limite annuelle réglementaire qui est de 20 mSv/an.

Toutes les expositions internes survenues en 2011 ou 2012 résultent de l'absorption de substances radioactives dans l'organisme par voie cutanée. Ces événements sont liés à la présence non prévue de contaminations labiles sur des objets lors d'opérations menées par les travailleurs. Aucune exposition interne n'a été déclarée à l'ASN en rapport avec des défaillances d'équipements de protection des voies respiratoires ou des manquements aux règles relatives au port de ces équipements de protection.



Nombre d'événements de contamination interne déclarés pour les années 2005 à 2012

Si les nombres d'événements de contamination interne survenus au cours des années 2011 et 2012 et les conséquences qui en ont résulté sont faibles, le début de l'année 2013 a été marqué par une recrudescence de ce type d'événements dus notamment à des insuffisances dans la préparation des interventions et à des conditions d'intervention compliquant la réalisation par les intervenants. Ce retour d'expérience confirme l'attention que les exploitants doivent porter à la phase préparatoire des interventions (maintenance, travaux d'assainissement ou de démantèlement) dans des ambiances contaminées, qui doit permettre de retenir les dispositions de protection les plus appropriées compte tenu des risques identifiés. Une attention particulière est à porter aux facteurs favorisant le bon déroulement de telles interventions, telles que le contrôle des conditions radiologiques avant l'intervention, les contrôles en cours d'intervention pour détecter des évolutions possibles des conditions

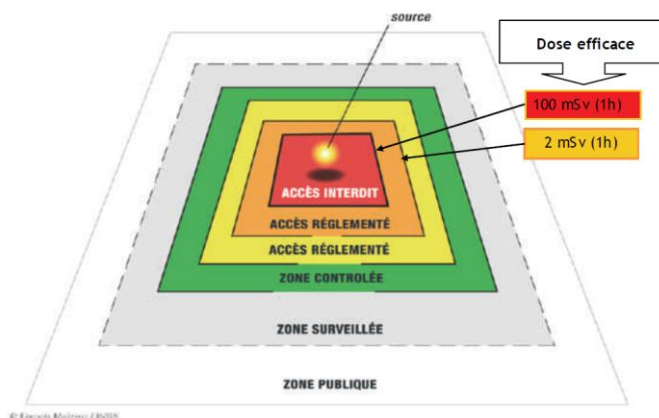
radiologiques, l'information des intervenants sur les risques et les parades associées ainsi que sur les conditions de réalisation (encombrement des zones de travaux, évacuation régulière des déchets...).

L'analyse des différents types d'événements relatifs aux risques d'exposition interne ou externe aux rayonnements ionisants conduit aux observations suivantes de l'IRSN.

Un peu plus de 20 % de l'ensemble de ces événements ont été déclarés par les exploitants au titre de la « propreté radiologique » de leurs INB ; il s'agit de contaminations surfaciques d'origines diverses pour lesquelles aucun aspect générique n'a été mis en évidence. Il est à noter que ce type d'événements est en diminution sensible par rapport aux années 2009 et 2010, sans qu'il soit possible, à ce stade, d'en expliquer les raisons.

Environ 15 % de l'ensemble des événements sont relatifs à des sources radioactives. Le nombre d'événements de ce type est stable par rapport à la période 2009 - 2010. La nature des événements survenus en 2011 et 2012 est similaire à celle des années précédentes. Il s'agit essentiellement de la découverte fortuite de sources de faible activité non répertoriées dans les inventaires tenus par les exploitants ; ces événements présentent essentiellement des causes d'origine organisationnelle ou humaine. Le retour d'expérience montre que la gestion des sources radiologiques doit rester un sujet d'attention pour les exploitants.

Environ 15% de l'ensemble des événements concernent des non-respects dans la définition ou la mise en place du zonage radiologique (défaut de classement ou de signalisation par exemple) ou des conditions d'accès dans les zones contrôlées. Le nombre d'événement de ce type est similaire à celui observé durant la période 2009 - 2010.



Les écarts relatifs aux conditions d'accès dans les zones contrôlées correspondent à la majorité des événements déclarés. Comme les années précédentes, les causes de ces écarts relèvent majoritairement des facteurs organisationnels et humains.

Les tirs gammagraphiques sont réalisés dans le cadre du contrôle non destructif des soudures par émission de rayonnements gamma ou X. Ces tirs sont effectués à l'aide d'appareils mobiles contenant une source radioactive scellée (généralement Iridium 192, Cobalt 60 ou Césium 137). La zone d'opération associée aux tirs est une zone contrôlée au sens du code du travail. C'est un espace de travail, réservé aux opérateurs réalisant les tirs et sous leur contrôle, dans lequel des restrictions d'accès sont prises.

Plusieurs événements survenus lors de tirs gammagraphiques sont à noter. Ces opérations présentent un risque d'irradiation en raison de l'utilisation de sources de fort débit de dose. Les accidents conduisant à des surexpositions significatives résultent généralement de la conjonction du franchissement d'un balisage à proximité d'une source et de la présence de cette source en position d'utilisation au moment de ce franchissement. Les événements déclarés au cours des années 2011 et 2012 sont relatifs à des écarts concernant les zones d'opération délimitant les tirs gammagraphiques et, en particulier, à des non-conformités

du balisage. Pour l'IRSN, la récurrence de ce type d'événements, qui sont constatés également dans les centrales

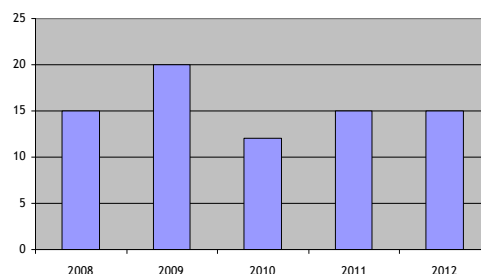
nucléaires de production d'électricité dans lesquelles des opérations similaires sont réalisées, souligne l'attention particulière que les exploitants doivent accorder aux dispositions à retenir en matière d'accès des travailleurs dans les zones d'opération relatives à des tirs gammagraphiques (adéquation des balisages, vérification de la présence du balisage lors des tirs...) et en matière de formation des personnels.

Environ 15 % de l'ensemble des événements sont relatifs aux systèmes de protection et de surveillance collective ou individuelle. La moitié de ces événements est constituée d'écarts aux règles de surveillance de l'exposition des travailleurs surveillés. Il s'agit, pour la majorité d'entre eux, de manques relatifs au port de dosimètres dans les zones réglementées (dosimètres passifs, dosimètres opérationnels). L'événement le plus marquant, survenu en 2012, est l'intervention d'un opérateur dans une zone contrôlée « rouge » sans port de dosimètre passif et opérationnel. **Ces écarts aux règles de surveillance de l'exposition des travailleurs surveillés sont en hausse par rapport aux années précédentes, augmentation qui semble se confirmer en 2013.** Dans un nombre important de cas, l'absence de port d'un dosimètre est détectée par une tierce personne ; ceci est le signe d'insuffisances dans les dispositions de vérification de la présence des dosimètres par les opérateurs avant l'accès des travailleurs dans les zones contrôlées. L'IRSN n'a pas d'explication confirmée sur les raisons de cette augmentation ; à ce stade, on peut supposer qu'elle relève d'une vigilance accrue des exploitants et d'une meilleure remontée de ces écarts. Pour l'IRSN, ces événements soulignent en particulier l'attention que les exploitants doivent porter aux dispositions d'accès dans les zones contrôlées qui doivent permettre de s'assurer du respect des règles de radioprotection par les intervenants.

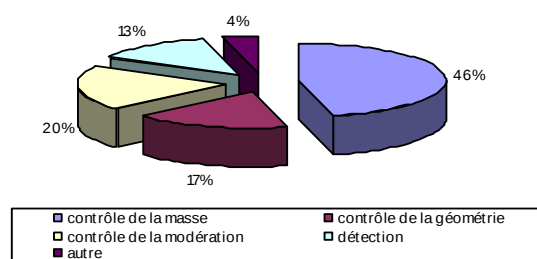
EVENEMENTS RELATIFS AUX RISQUES DE CRITICITE

Trente événements relatifs aux risques de criticité ont été déclarés à l'ASN au cours des années 2011 et 2012. Le nombre d'événements déclarés pour chacune de ces deux années est en légère augmentation par rapport à celui de l'année 2010 et est assez proche de ceux déclarés pour chacune des années 2008 et 2009.

De même que pour les années 2005 à 2010, les événements relatifs aux risques de criticité concernant le mode de contrôle par la masse de matière fissile représentent une part importante (environ 45 % des événements) des événements criticité survenus au cours des années 2011 et 2012. 75 % environ de ces événements ont conduit à un dépassement effectif d'une limite de masse fixée dans les documents de sûreté des INB concernées, dont la moitié a concerné les installations de FBFC, les 25 % environ restants portant sur un défaut de contrôle de la nature de la matière fissile ou des équipements qui la contiennent. Aucun des dépassements d'une limite de masse de matière fissile n'a conduit à réellement mettre en cause la sous-criticité des équipements concernés, compte tenu des marges retenues dans la démonstration de la sous-criticité présentée



Nombre d'événements criticité pour les années 2008 à 2012



Répartition des événements criticité pour les années 2011 et 2012

dans les documents de sûreté, qui tiennent compte de l'analyse de différentes situations anormales. Néanmoins, l'IRSN estime que cette proportion importante d'événements relatifs aux risques de criticité concernant le mode de contrôle par la masse de matière fissile montre la nécessité que les exploitants conservent une attention particulière aux dispositions et pratiques d'exploitation de leurs INB au regard des exigences de sûreté figurant dans les documents de sûreté (déclinaison des exigences dans les documents d'exploitation, connaissance des exigences par les opérateurs...). Cette attention est particulièrement importante pour les opérations non prévues à la conception des installations (modifications, opérations « ponctuelles »).

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, de personnes se trouvant à proximité de l'équipement concerné. La maîtrise des risques de criticité dans une INB consiste à maintenir celle-ci dans une configuration sous critique présentant des marges par rapport aux conditions conduisant au démarrage d'une réaction en chaîne (pour de plus amples informations sur ces risques, le lecteur peut consulter le [guide d'analyse des risques de criticité dans les usines et laboratoires](#) sur le site internet de l'IRSN).

La démarche d'analyse des risques de criticité consiste à retenir le(s) **mode(s) de contrôle de la criticité** le(s) plus approprié(s). Il s'agit de moyens permettant d'assurer la sous-criticité d'une unité fonctionnelle d'une INB (BàG par exemple), qui est défini par une limite supérieure imposée à l'un ou plusieurs des paramètres suivants : masse de matière fissile, dimensions géométriques des appareillages contenant de la matière fissile, concentration en matière fissile pour les solutions, proportion de matières hydrogénées pour les produits secs ou peu humides. En général, le mode de contrôle retenu est lié au procédé mis en œuvre dans une installation, à son dimensionnement (capacité) et à la nécessité de limiter les contraintes d'exploitation. La définition d'un mode de contrôle de la criticité conduit à la mise en place de moyens de contrôle adaptés pour garantir le respect des limites des paramètres associés au mode de contrôle (pesées pour le contrôle de la masse, analyses chimiques pour le contrôle de la concentration ...).

Il est à noter l'absence d'événement d'accumulation de matière fissile dans une unité fonctionnelle (BàG par exemple) ayant pour origine un défaut de suivi des masses de matière fissile. Rappelons que plusieurs événements de ce type sont survenus au cours des années 2009 et 2010 dans les INB LUDD, dont l'événement du 6 octobre 2009 survenu dans l'installation ATPu (voir la description dans le précédent [rapport public](#)). Etant donné que cet événement pouvait s'appliquer à d'autres installations, l'ASN avait demandé à tous les exploitants d'INB de vérifier l'absence d'accumulation de matière fissile dans les postes de travail relevant d'un mode de contrôle par la masse et de présenter les dispositions permettant de prévenir, de détecter ou de limiter une éventuelle accumulation de matière fissile. Pour répondre à cette demande, les exploitants concernés ont analysé la suffisance des principes et des pratiques qu'ils mettent en œuvre à l'égard d'éventuelles accumulations dans leurs installations ; cela a conduit, dans certains cas, à mettre en place des améliorations, telles que la formalisation de pratiques ou la réalisation à intervalles réguliers de contrôles adaptés permettant de détecter d'éventuelles accumulations. L'absence d'événement d'accumulation de matière fissile pour les années 2011 et 2012 est à rapprocher de l'attention portée par les exploitants au retour d'expérience de l'événement survenu à l'ATPu. Toutefois, l'IRSN souligne l'importance que les exploitants maintiennent une grande vigilance quant au respect des dispositions de gestion et de suivi de la matière fissile dans leurs INB, tant au niveau des pratiques d'exploitation (nettoyage régulier des unités) que des dispositions techniques (suivi, mesures), afin d'assurer la maîtrise des accumulations de matière fissile dans les unités de leurs installations.

20 % des événements déclarés au cours des années 2011 et 2012 sont liés au mode de contrôle par la limitation de la modération de la matière fissile ; ils sont relatifs à la présence de matières modératrices dans des conditions non prévues (dépassement d'une limite, erreur d'étiquetage...), la moitié concernant les installations de FBFC, ou de fuites dans les échangeurs de chaleur du procédé d'enrichissement de l'usine Georges Besse I dont l'exploitation a été arrêtée en 2012. **Le retour d'expérience de ces événements montre en particulier que les interventions sur les équipements pour lesquels le mode de contrôle relève de la limitation de la modération de la matière fissile doivent**

Matières modératrices

Lors de leur déplacement dans la matière, les neutrons cèdent progressivement leur énergie lors de collisions avec des noyaux des molécules de cette matière, augmentant leur probabilité de provoquer des fissions lorsque de la matière fissile est présente. Les matières conduisant au ralentissement des neutrons (modération) sont dénommées modératrices. L'énergie cédée est d'autant plus grande que les noyaux sont légers tels que celui de l'hydrogène (H_2). Cela explique l'importance de l'eau (H_2O) pour la prévention des risques de criticité.

faire l'objet de la part des exploitants d'une attention aussi importante que les interventions concernant des postes relevant du mode de contrôle par une limitation de la masse de matière fissile.

17 % des événements déclarés au cours des années 2011 et 2012 sont relatifs au mode de contrôle par la géométrie, ce qui constitue une augmentation de ce type d'événements par rapport aux années précédentes. La très grande majorité de ces événements ont concerné les installations de FBFC et sont des non-respects d'exigences associées aux conditions d'entreposage de la matière fissile, tels que des défauts de positionnement d'équipements contenant des matières fissiles (bouteillons...).

13 % des événements déclarés au cours des années 2011 et 2012 concernent le système de détection et d'alarme de criticité ; il s'agit de fausses alarmes de natures diverses ou de défauts de fonctionnement à la suite d'interventions (contrôles ou essais périodiques, maintenance...) sur les équipements de ces systèmes. Ces événements rappellent que les tests et les interventions sur les équipements doivent être préparés et suivis avec la plus grande attention, en particulier pour ce qui concerne la vérification du bon fonctionnement des équipements après intervention.

Pour ce qui concerne la répartition des événements relatifs aux risques de criticité par famille d'INB, l'IRSN constate que ces événements sont survenus majoritairement dans les installations du cycle du combustible, ce qui était déjà le cas les années précédentes. **Il est à noter que la moitié de ces événements ont concerné les deux installations FBFC de fabrication de combustibles situées à Romans-sur-Isère.**

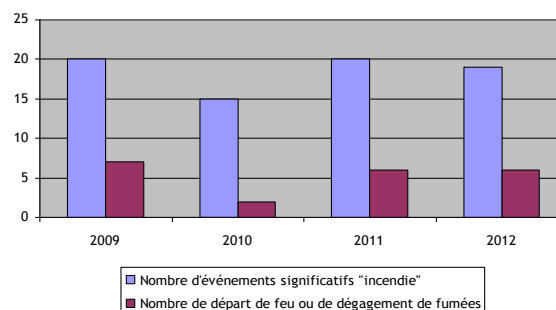
La très grande majorité des événements survenus dans les installations de FBFC ont été induits par des défaillances de nature organisationnelle ou humaine. Ces événements ont notamment mis en évidence des défauts relatifs à l'organisation du travail (en matière de contrôle des activités par exemple), des insuffisances en matière de documentation d'exploitation (absence de document, document incomplet...) ainsi que des méconnaissances de règles par les opérateurs. De telles défaillances sont notamment à l'origine de l'événement survenu le 24 septembre 2012, classé par l'ASN au niveau 2 sur l'échelle INES, dont une description est présentée dans la suite du présent rapport. Dans ces conditions, l'exploitant FBFC a lancé un plan d'améliorations de la prévention des risques de criticité dans ses INB, du même type que celui mis en place dans l'usine MELOX à la suite des nombreux événements relatifs aux risques de criticité survenus en 2007 et 2008. Ce plan repose sur une démarche consistant notamment à rechercher de façon approfondie les situations et les causes associées pouvant conduire à un

événement relatif aux risques de criticité (défaillance matérielle, erreur humaine, situation non prévue dans la documentation de sûreté...). Pour l'IRSN, la démarche entreprise par l'exploitant des installations de FBFC était effectivement nécessaire et s'inscrit clairement dans le sens de la recherche d'une amélioration de la sûreté de ces installations. L'IRSN estime important que cette démarche soit menée avec toute la rigueur nécessaire, afin que l'exploitant prenne les dispositions les plus appropriées. Dans le cadre de ses missions d'expertise de la sûreté des INB, l'IRSN effectue un suivi des actions menées par l'exploitant des installations de FBFC.

Enfin, l'analyse globale des causes des événements relatif aux risques de criticité montre que celles-ci sont de natures très similaires à celles des événements survenus au cours des années 2005 à 2010, à savoir une proportion de l'ordre de 30 % relevant prioritairement de défauts de conception ou de défaillances matérielles. Ainsi, l'origine principale des événements relatifs aux risques de criticité reste liée à des facteurs organisationnels et humains (documents d'exploitation insuffisants, manquements à des procédures, confusions dans le repérage d'équipements...). L'IRSN note en particulier qu'une part importante des défaillances organisationnelles ou humaines se retrouve dans des événements survenus lors d'opérations réalisées ponctuellement ou non prévues à la conception de l'installation concernée, qui ont nécessité la mise en place d'une procédure particulière. Pour l'IRSN, ces constats confirment de nouveau qu'une grande attention doit être portée aux dispositions organisationnelles encadrant les opérations d'exploitation, aux dispositions d'accompagnement des opérateurs dans la connaissance des procédures ainsi qu'en matière de contrôles réguliers de cette connaissance et de l'application des procédures, notamment lorsque celles-ci sont « nouvelles ».

EVENEMENTS RELATIFS AUX RISQUES D'INCENDIE ET D'EXPLOSION

Le nombre d'événements significatifs relatifs aux risques d'incendie survenus dans les INB autres que les REP est globalement stable depuis 2009 ; entre 15 et 20 événements par an sont déclarés par les exploitants. Environ 30 % des événements survenus au cours des années 2011 et 2012 correspondent à des départs effectifs de feu ou à des échauffements ayant conduit à des dégagements de fumée.



Nombre d'événements « incendie »
de 2009 à 2012

Aucun des événements survenus au cours des années 2011 et 2012 n'a conduit à un développement de feu important. Les quelques feux déclarés ont été rapidement maîtrisés et n'ont conduit à aucune conséquence pour le personnel ou l'environnement.

Aucune tendance forte ne se dégage sur les origines des départs de feu ou des dégagements de fumées déclarés au cours des deux dernières années. Les événements survenus en 2011 et 2012 sont de natures très diverses et concernent toutes les familles d'INB ; il s'agit de quelques départs de feu liés à des travaux avec points chauds, d'échauffements divers d'équipements (d'origine mécanique ou électrique), de deux inflammations de matériaux pyrophoriques et de deux départs de feu à la suite d'explosions.

Le nombre annuel des départs de feu résultant de travaux avec points chauds est faible depuis 2009. Dans une très grande majorité des cas, ces événements résultent d'une préparation insuffisante des travaux, liée notamment à

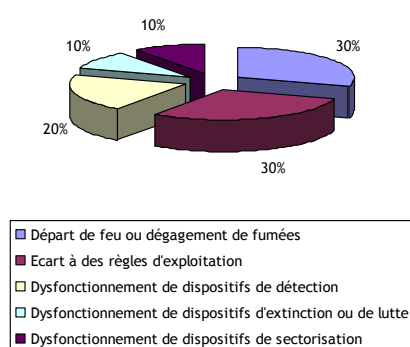
une mauvaise appréciation des risques dans le cadre de l'analyse de risques préalable réalisée. A titre d'exemple, un départ de feu est survenu dans une installation ancienne en juin 2011 lors de travaux de découpe d'une tuyauterie pour lesquels les risques liés à la présence de matières combustibles situées à proximité n'avaient pas été identifiés. Pour l'IRSN, ces événements, ainsi que d'autres survenus au tout début de l'année 2013 dans des installations en cours d'assainissement ou de démantèlement, montrent toute l'importance qu'il convient de porter à la phase préparatoire à ces travaux, pour laquelle des moyens suffisants doivent être mis en œuvre par les exploitants pour identifier au mieux les risques possibles de départs de feu (analyse de risques, vérifications poussées sur le terrain...) et pour définir les moyens de protection les plus appropriés. Le retour d'expérience rappelle à cet égard l'importance d'une bonne application de la démarche de défense en profondeur dans le choix des dispositions de protection, qui doit notamment considérer un éventuel échec des moyens de prévention retenus ou une mauvaise détermination des risques en particulier dans les installations anciennes du fait d'éventuelles pertes des connaissances (défauts de traçabilité...).

L'IRSN souligne également l'importance à porter aux dispositifs de protection, qui doivent être adaptés aux travaux prévus (techniques de découpe...), que ce soit en matière de performance ou de facilité de mise en œuvre par les intervenants. L'Institut note les efforts de recherche entrepris en la matière par certains exploitants particulièrement concernés par les travaux de démantèlement (nouveaux matériaux de protection, pare étincelles...). L'Institut estime que de tels efforts sont effectivement essentiels pour continuer à progresser dans la maîtrise des risques d'incendie lors d'interventions, en particulier dans un contexte d'accroissement de travaux d'assainissement ou de démantèlement au cours des prochaines années.

Environ 40 % des événements relatifs aux risques d'incendie survenus au cours des années 2011 et 2012 concernent des dysfonctionnements de dispositifs de protection contre l'incendie (détection, extinction et sectorisation). Le nombre d'événements de ce type est en hausse par rapport aux deux années précédentes.

La moitié environ de ces événements concerne les systèmes de détection et d'alarme d'incendie. Plusieurs d'entre eux ont conduit à des pertes prolongées (de plusieurs jours à quelques mois dans un cas) de la détection d'incendie dans des locaux d'installations nucléaires ou de reports d'alarme. Il est à noter en particulier plusieurs défaillances lors d'opérations d'inhibition du

système de détection d'incendie ou du report d'alarme. Ces événements présentent des causes similaires potentiellement génériques, notamment l'ergonomie inadaptée de l'interface homme-machine de systèmes utilisés pour les opérations d'inhibition ou de remise en service de la détection d'incendie. A la suite de l'avis de l'IRSN sur un événement de ce type, l'ASN a demandé, en mai 2012, à tous les exploitants d'INB de tirer tous les enseignements de ces événements, et en particulier de vérifier la suffisance des dispositions permettant la réalisation des opérations précitées dans leurs installations. Pour certaines INB, des rénovations des systèmes de détection d'incendie sont prévues, qui devraient être de nature à limiter les risques d'inhibition involontaire. Toutefois, pour l'IRSN, quels que soient les systèmes mis en place, des dispositions organisationnelles (rondes, vérifications périodiques...) sont nécessaires pour détecter rapidement des oublis ou des erreurs lors de la réalisation de ces opérations.



Répartition des types d'événements pour les années 2011 et 2012

Par ailleurs, le retour d'expérience des autres événements de perte prolongée de la détection d'incendie ou de reports d'alarme ainsi que des événements ayant conduit à des dysfonctionnements de dispositifs participant à la sectorisation incendie (en particulier la non-fermeture de clapets coupe-feu implantés dans des conduits de ventilation de locaux) mettent notamment en évidence des insuffisances de vérification du bon fonctionnement de ces dispositifs à la suite de travaux ou d'interventions. Pour l'IRSN, ces événements rappellent le soin qu'il convient d'apporter à cette phase de vérification qui doit être systématique dès lors qu'elle concerne des équipements participant à la sûreté.

Pour ce qui concerne les dysfonctionnements de dispositifs d'extinction ou de lutte contre l'incendie survenus au cours des années 2011 et 2012 (10 % des événements relatifs aux risques d'incendie), aucune tendance n'a été mise en évidence quant aux causes de ces événements qui sont de natures diverses. Toutefois, un événement est à souligner en raison de son caractère générique ; il s'agit du bouchage partiel de systèmes d'extinction de type sprinkler de halls d'entreposage d'un atelier du site AREVA NC de La Hague, qui était de nature à dégrader son efficacité en cas d'incendie. Une description détaillée de cet événement est présentée dans la suite de ce rapport. L'IRSN a transmis à l'ASN un avis sur cet événement en février 2012, suggérant notamment de demander aux exploitants d'INB de tirer des enseignements de cet événement. Cette demande a été transmise par l'ASN en février 2012 à l'ensemble des exploitants d'INB.

Environ 30 % des événements relatifs aux risques d'incendie survenus au cours des années 2011 et 2012 correspondent à des manquements à des règles d'exploitation. Le nombre annuel des événements de ce type est globalement identique à ceux des deux années précédentes. Soulignons que deux tiers d'entre eux environ sont relatifs à des retards dans la réalisation de contrôles et essais périodiques ou de réalisations incomplètes de tels contrôles et essais pour des systèmes de protection contre l'incendie. Une analyse transverse de ce type d'événements est présentée dans la suite du rapport.

Deux explosions sont à déplorer au cours des années 2011 et 2012 dans les INB autres que les REP. L'événement ayant conduit aux conséquences les plus graves est l'explosion survenue le 12 septembre 2011 dans l'installation CENTRACO dédiée au traitement et au conditionnement de déchets radioactifs de faible ou très faible activité. Cette explosion s'est produite dans le four servant à fondre des déchets métalliques ; elle a entraîné la mort d'un opérateur et fait quatre blessés, dont un grave. Cet accident n'a pas conduit à des conséquences radiologiques pour les personnes ou pour l'environnement. L'unité de fusion, qui a été arrêtée à la suite de l'explosion, n'a pas redémarré ; l'enquête judiciaire ouverte à la suite de l'accident est toujours en cours.

Une explosion de vapeurs d'alcool déclenchée par une décharge d'électricité statique est survenue en février 2012 dans une boîte à gants (BàG) d'une installation de recherche. L'alcool était utilisé pour la décontamination de matériels dans la BàG. L'explosion a été rendue possible par le faible taux de renouvellement de l'air dans la BàG ayant conduit à une concentration des vapeurs d'alcool. Cette explosion, qui a conduit à une forte dégradation de la BàG, n'a entraîné qu'une blessure légère d'un opérateur. Les investigations menées ont montré que l'alcool, qui avait été interdit à la suite d'une explosion similaire

Les limites d'explosivité d'un gaz (ou d'une vapeur) combustibles sont les valeurs de concentration de ce gaz dans l'air entre lesquelles son inflammation et son explosion sont possibles. L'intervalle d'explosivité est caractérisé par une limite inférieure (LIE) et une limite supérieure (LSE) d'explosivité.

survenue en 2001 dans la même INB, avait de nouveau été utilisé à partir de 2009 en raison de l'indisponibilité du produit non inflammable de remplacement. Pour l'IRSN, le retour d'expérience de cet événement rappelle que les opérations « annexes » (décontamination, assainissement...) aux activités d'exploitation normale ne sont pas sans danger et qu'elles peuvent présenter des risques qui doivent également être traités. Il est essentiel que la préparation de telles opérations intègre correctement les enseignements du retour d'expérience disponible, pour déterminer les dispositions de protection à retenir (utilisation de préférence de produits non inflammables, ventilation par des gaz inertes...).

EVENEMENTS RELATIFS AUX RISQUES ASSOCIES AUX OPERATIONS DE MANUTENTION

Une augmentation notable du nombre d'événements significatifs relatifs aux risques liés aux opérations de manutention a été constatée sur la période 2011 - 2012 (28 événements) par rapport à ce qui avait été observé lors des années précédentes (15 événements pour les années 2009 et 2010). Il convient toutefois de relativiser cette augmentation dans la mesure où le nombre d'événements déclarés à l'ASN reste faible en regard du nombre très important d'opérations de manutention effectuées dans les INB autres que les REP.

Dans les installations autres que les REP, de très nombreuses opérations de manutention sont effectuées dans le cadre de l'exploitation courante ou de la maintenance ainsi qu'au cours du démantèlement. Ces opérations sont effectuées au moyen d'équipements très divers (ponts roulants, chariots de levage...) dont la conduite peut être totalement manuelle ou entièrement automatisée. Les défaillances lors de ces opérations peuvent entraîner la chute de la charge manutentionnée ou une collision avec un équipement, pouvant conduire à des endommagements de la charge ou de l'installation.

Concernant l'augmentation constatée du nombre d'événements, l'IRSN relève les principaux points suivants :

- l'augmentation du nombre d'événements concernant le site de La Hague qui avait été constatée pour la période 2009-2010 (7 événements) par rapport aux quatre années précédentes (9 événements en tout), s'est poursuivie en 2011 (8 événements) ; puis, la tendance s'est inversée en 2012 (3 événements). Les événements survenus en 2011 et 2012 ont concerné des opérations liées aux activités de procédé, dus en particulier à des défaillances des systèmes de conduite des équipements de manutention et à des utilisations inappropriées de modes de conduite de ces équipements autres que le mode automatique utilisé en fonctionnement normal. Le retour d'expérience de ces événements a été analysé par l'IRSN, dans le cadre du réexamen de sûreté de l'usine UP3-A du site de La Hague. Ce dossier de réexamen a fait l'objet d'un examen par l'IRSN dont les conclusions ont été présentées, en juin 2013, au groupe permanent d'experts pour les laboratoires et usines (GPU) placé auprès du directeur général de l'ASN. L'IRSN a estimé que l'exploitant devrait proposer un plan d'action visant à caractériser les situations nécessitant le recours aux modes de conduite autres que le mode automatique, afin d'identifier des cas récurrents et des axes d'amélioration. Dans son avis, le groupe permanent a suivi la position de l'Institut et a recommandé que l'exploitant s'assure de la maîtrise de la sûreté lors des opérations nécessitant la sortie du mode de conduite automatique et du retour au mode automatique et prenne, le cas échéant, des dispositions complémentaires (la synthèse du rapport de l'IRSN relatif au retour d'expérience de l'usine UP3-A du site de La Hague, l'avis du GPU correspondant et la position de l'ASN sont consultables sur http://www.irsn.fr/FR/expertise/rapports_gp/gp-usines/Pages/Synthese-rapport-IRSN-retour-experience-UP3-A-areva.aspx)

- une augmentation du nombre d'événements survenus dans la famille des installations de recherche exploitées par le CEA a été constatée pour la période 2011 - 2012 (9 événements) par rapport aux années 2009 et 2010 (4 événements en tout). Les événements survenus en 2011 et 2012 ont concerné en particulier des installations d'entreposage de déchets radioactifs où sont manutentionnés des fûts ou des colis de déchets en vue de leur entreposage ou de leur reprise. A la suite de l'analyse par l'IRSN de plusieurs événements survenus dans une INB de ce type, ayant conduit au dessertissage de couvercles de fûts de déchets lors de leur manutention, l'ASN a demandé au CEA que les dispositions retenues pour la manutention de ces fûts soient réexaminées à la lumière du retour d'expérience disponible des opérations de manutention effectuées dans ses autres installations ;
- cinq événements ont été déclarés sur la période 2011-2012 pour le site du Tricastin, alors que deux événements seulement sont survenus au cours des deux années précédentes (aucun événement en 2010). Les comptes rendus de ces événements font tous état d'une cause humaine ou organisationnelle, associée, dans certains cas, à une cause technique. L'IRSN observe que certains de ces événements sont analogues (type d'engin ou d'équipement de manutention utilisé, nature de l'opération effectuée) à des événements plus anciens survenus sur ce site et pour lesquels l'exploitant avait pris des mesures correctives. Pour l'IRSN, ceci souligne que, en parallèle de la mise en œuvre de dispositions de nature technique de prévention (fiabilisation des engins de manutention, restrictions des déplacements de charges...) et de limitation des conséquences (limitation des hauteurs de manutention des charges, dimensionnement des structures pouvant être agressées en cas de chute...), les exploitants doivent poursuivre les efforts relatifs à la préparation de ces opérations afin de déterminer les risques associés et de prévoir des moyens de limitation des conséquences.

Au cours des années 2011 et 2012, deux événements marquants ayant affecté des ponts de manutention sont survenus, l'un dans une INB du site CEA de Cadarache, l'autre dans le réacteur RHF exploité par l'Institut Laue-Langevin (ILL) à Grenoble.

L'évènement survenu le 18 juillet 2012 dans le réacteur RHF (voir la description ci-contre) est lié à une intervention inappropriée du personnel d'une entreprise extérieure. Il met notamment en évidence des insuffisances dans le suivi et le contrôle des interventions réalisées par cette entreprise extérieure. Cet événement illustre l'attention particulière qui doit être portée par les exploitants aux dispositions mises en œuvre pour maîtriser les activités sous-traitées.

Le 18 juillet 2012, lors d'un essai de bon fonctionnement des sécurités d'un palan du portique de manutention du réacteur RHF, les agents de la société sous-traitante chargée de l'opération ont constaté un dysfonctionnement d'une sécurité. Alors qu'aucun dépannage n'était prévu, les agents sont intervenus, sans information préalable de l'exploitant, dans le coffret électrique de commande du palan et ont inversé deux fils qu'ils pensaient être à l'origine du dysfonctionnement.

Lors de l'essai du palan pour valider la réparation, le crochet est monté alors que les agents avaient actionné le bouton « descente » ; la sécurité ne fonctionnant pas, le câble du palan s'est rompu et le crochet est tombé sur la margelle du canal d'entreposage des éléments combustibles irradiés.

L'évènement survenu le 5 mars 2012 dans l'installation Pégase, implantée sur le site CEA de Cadarache, a conduit à la chute de plusieurs mètres d'un des palans équipant un pont roulant, dans un bassin d'entreposage sous eau d'éléments combustibles irradiés. L'analyse réalisée a mis en évidence des insuffisances dans les contrôles périodiques et la maintenance du pont, pouvant présenter un caractère générique pour toutes les INB

équipées d'équipements similaires de manutention. Une description détaillée de cet événement est présentée dans la suite de ce rapport.

L'analyse globale de l'ensemble des événements liés aux manutentions survenus au cours des années 2011 et 2012 montre que ces événements ont tous eu lieu lors d'opérations effectuées habituellement dans les installations (exploitation normale, maintenance ou démantèlement) ; ils ont concerné les équipements de manutention ordinairement utilisés lors de ces opérations.

50 % environ des événements liés aux manutentions correspondent à des chutes effectives de charges manutentionnées (fûts ou colis de déchets radioactifs en particulier) ou d'équipements de manutention. Ces chutes ont eu des conséquences faibles pour les charges manutentionnées, sans impact radiologique significatif sur les travailleurs et l'environnement.

20 % environ des événements correspondent à des écarts à des exigences de sûreté, tels que le dépassement des capacités de levage d'équipements de manutention ou le non-respect de la périodicité des contrôles réglementaires d'engins de manutention. **Les 30 % restants** sont des événements de natures très diverses, comprenant notamment des dégradations d'équipements sans chute lors d'opérations de manutention ou des dysfonctionnements d'équipements lors de telles opérations.

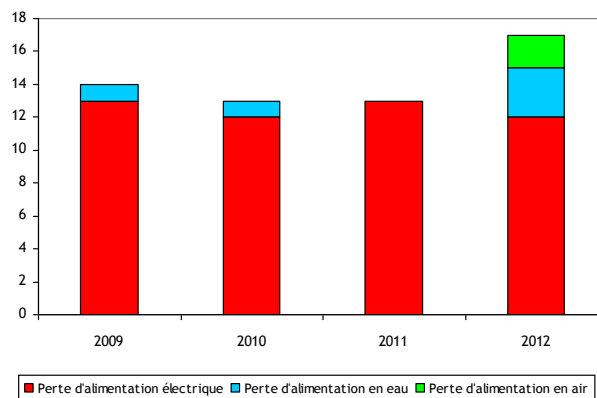
Sur la base des informations présentées dans les comptes rendus d'événements, il apparaît que des défaillances techniques d'équipements de manutention sont à l'origine principale des événements, **dans seulement 20 % environ des cas**. Ces défaillances concernent notamment les systèmes de préhension des charges ou des systèmes liés à la conduite de ces équipements (anomalies logicielles, défauts de capteurs...).

La très grande majorité des événements met en évidence des défaillances organisationnelles ou humaines. Dans environ 30 % des événements, les comptes rendus présentent des défaillances matérielles d'équipements résultant d'une défaillance organisationnelle (défaillances de matériels liées à un phénomène de vieillissement en raison d'un défaut de maintenance ou d'un contrôle inapproprié). Dans 50 % des événements, les exploitants présentent uniquement des défaillances humaines ou organisationnelles liées principalement à une insuffisance de préparation des opérations de manutention (absence de visite préalable sur le terrain...), à une utilisation inappropriée des moyens de manutention (utilisation d'un équipement en dehors de son domaine autorisé, changement non maîtrisé du mode de conduite d'un équipement utilisé en dehors du mode automatique normal, défaut de maîtrise d'un équipement dont la conduite est complexe...) ou à un non-respect d'exigences de sûreté.

L'IRSN souligne que ces constats sont très similaires à ceux fait au sujet des événements survenus au cours de la période 2005-2010. **A cet égard, l'IRSN relève notamment que le retour d'expérience fait ressortir la nécessité que les exploitants renforcent les dispositions qu'ils ont retenues, notamment en matière de préparation des opérations de manutention et de suivi de l'exécution des interventions.** Le retour d'expérience souligne également l'importance qu'il convient d'accorder à la réalisation des contrôles et essais périodiques qui doivent être adaptés et suffisants pour permettre de vérifier le bon fonctionnement des équipements de manutention ainsi qu'aux opérations de maintenance pour prévenir les défaillances entraînées notamment par des mécanismes de vieillissement.

EVENEMENTS RELATIFS AUX RISQUES DE PERTE D'ALIMENTATIONS ELECTRIQUES OU DE FLUIDES

Une installation nucléaire a besoin pour fonctionner d'être alimentée en électricité et en fluides. Ces alimentations sont nécessaires pour conduire de nombreuses phases d'exploitation, y compris celles d'arrêt, de redémarrage et de maintenance. Les fluides utilisés dépendent des activités menées dans l'installation et peuvent comprendre en particulier des fluides de refroidissement (eau froide, eau glacée...), de chauffage (eau chaude, eau surchauffée, vapeur...), des réactifs chimiques (soude, acide nitrique, formol...), de l'air (comprimé, respirable...) ou des gaz (oxygène, azote...). Il est important de noter que l'impact sur les installations nucléaires de la perte d'une alimentation est variable ; aussi, les exigences de sûreté relatives à ces alimentations sont différentes d'une installation à une autre.



Répartition des types d'événements pour les années 2009 à 2012

Le nombre annuel d'événements relatifs aux équipements d'alimentation en électricité ou en fluides est globalement stable depuis plusieurs années. Une quinzaine d'événements sont déclarés chaque année à l'ASN, dont la très grande majorité concerne les alimentations électriques. Une grande partie de ces événements a conduit à des pertes partielles ou totales de l'alimentation électrique des INB.

Les pertes d'alimentation électrique sont en majorité dues à des défaillances de composants électriques (court-circuit, vieillissement...) ou sont liées à des agressions externes (orages notamment). Pour les années 2011 et 2012, ces pertes d'alimentation électriques ont entraîné, comme les années précédentes, des défaillances de systèmes de ventilation ou de moyens de surveillance ou de contrôle radiologique des installations. Ces événements n'ont cependant conduit à aucune conséquence pour la sûreté des INB ; les moyens prévus pour pallier une défaillance du système normal d'alimentation en électricité (groupes électrogènes notamment) ont fonctionné.

Il est à souligner par ailleurs que les quelques événements de perte d'alimentation en eau observés en 2012 sont liés à la période de froid de février 2012 qui a conduit au gel d'équipements des réseaux d'alimentation d'installations du site du Tricastin.

Pour l'IRSN, ce retour d'expérience suggère que les exploitants doivent poursuivre leurs efforts pour prévenir les pertes d'alimentation en électricité et en fluides de leurs INB, maintenir en bon état les équipements correspondants et s'assurer de la suffisance des dispositions prévues pour gérer des situations dégradées (procédures accidentelles).

EVENEMENTS RELATIFS AUX RISQUES D'AGRESSIONS D'ORIGINE EXTERNE

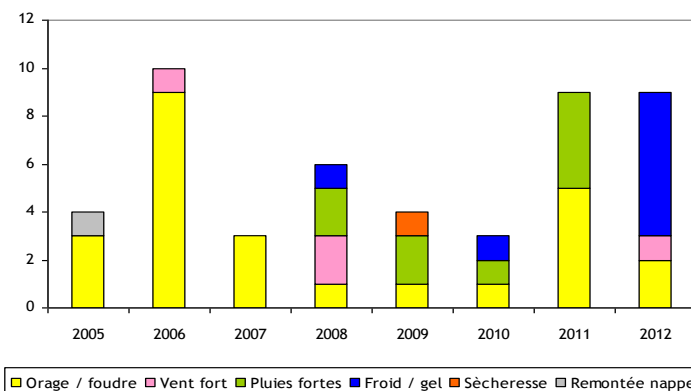
Les risques d'agressions d'origine externe comprennent les risques liés aux activités humaines (risques liés aux installations avoisinantes, aux transports de matières dangereuses à proximité des installations, aux chutes d'avions...) ainsi que les risques d'origine naturelle (séisme, inondation, conditions météorologiques...).

Depuis plusieurs années, une dizaine au plus d'événements significatifs présentant une cause d'origine externe liée à des événements météorologiques (orage, foudre, froid, gel, pluies, inondations ou vent) sont déclarés chaque année à l'ASN.

Même si le faible nombre d'événements ne permet pas de dégager des tendances, il apparaît que les événements liés aux orages sont globalement les plus fréquents. Ils conduisent en règle générale à des défaillances de systèmes électriques ou électroniques des INB.

S'agissant des années 2011 et 2012, quelques événements déclarés à l'ASN sont liés à un épisode pluvieux intense au mois de novembre 2011 sur le Sud de la France et plusieurs événements sont liés à un épisode de froid

important au mois de février 2012. L'événement le plus marquant de cette période de froid de février 2012 est présenté dans la suite du présent rapport.



Répartition des types d'agressions pour les années 2005 à 2012

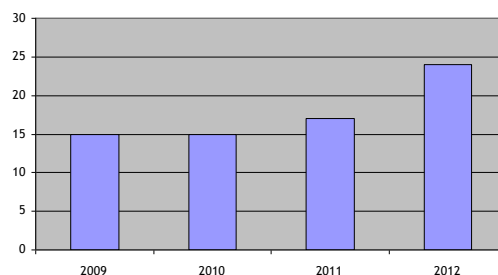
L'épisode pluvieux de novembre 2011 dans le sud-est de la France a affecté principalement le centre CEA de Cadarache ainsi que le site de Pierrelatte. Les samedi 5 et dimanche 6 novembre 2011, le centre CEA de Cadarache a connu un épisode pluvieux important qui a entraîné une montée rapide de la nappe d'eau souterraine. Plus de 220 mm d'eau sont tombés en 72 h (pour une valeur annuelle moyenne d'environ 700 mm d'eau), dépassant le débit pluviométrique de la pluie « centennale ». Sous l'effet de la saturation des terrains, une nappe d'eau souterraine est montée en quelques heures de plus de 20 mètres. Des infiltrations se sont alors produites dans certains sous-sols d'installations nucléaires, où la présence d'eau a été constatée.

La méthode d'évaluation des niveaux extrêmes de nappe utilisée en 2007, qui a conduit au débit pluviométrique de la pluie « centennale », repose sur l'analyse statistique des crues majeures observées par le passé. Depuis la réalisation de l'étude correspondante, le CEA a dû faire face à deux épisodes pluvieux majeurs : celui de décembre 2008, à l'issue duquel un premier retour d'expérience avait été réalisé, ainsi que celui de novembre 2011 évoqué ci-dessus. A la suite de ce dernier épisode, l'ASN a demandé au CEA notamment de réactualiser l'aléa de référence retenu en matière de remontée de nappe.

Pour l'IRSN, le retour d'expérience des épisodes de pluies intenses et de froid montre l'attention que les exploitants doivent accorder à l'adéquation et à la suffisance des dispositions techniques ou organisationnelles (procédures « grands froids » par exemple) visant à prévenir, détecter ou réduire les conséquences d'un événement météorologique inhabituel. Plus globalement, l'IRSN souligne le soin qui est également à accorder à la définition des niveaux d'aléas des événements météorologiques (froid, canicule, pluies, neiges, vents forts...) retenus dans les démonstrations de sûreté de leurs installations ainsi qu'à l'identification des équipements de ces INB qui pourraient être affectés.

EVENEMENTS SIGNIFICATIFS POUR L'ENVIRONNEMENT AYANT UNE COMPOSANTE RADIOLOGIQUE

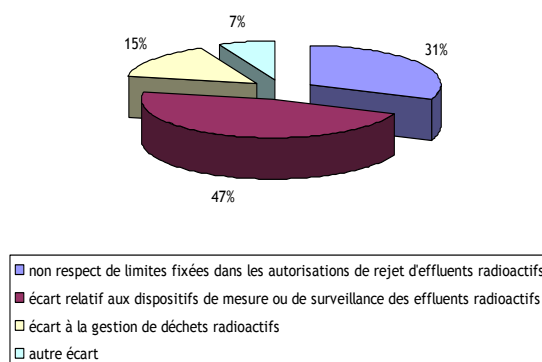
Le nombre d'événements significatifs pour l'environnement avec une composante radiologique a augmenté d'environ 50 % en 2012 par rapport aux années précédentes. Les événements significatifs déclarés à l'ASN au cours des années 2011 et 2012 ont conduit à des conséquences radiologiques négligeables pour le public ou l'environnement. L'augmentation constatée en 2012 concerne en premier lieu la famille des installations de recherche et, à un degré moindre, les familles des installations du cycle et des installations industrielles hors cycle du combustible.



Nombre d'événements environnement ayant une composante radiologique

A ce jour, l'IRSN n'a pas identifié les raisons de l'augmentation observée en 2012. Elle pourrait éventuellement s'expliquer par une meilleure détection et une meilleure remontée de ce type d'événements par les exploitants. Un suivi spécifique de ces événements sera effectué par l'IRSN, afin de vérifier si la tendance constatée perdure et d'alerter l'ASN en cas de dérives pouvant traduire une dégradation de la sûreté.

Environ 50 % des événements déclarés à l'ASN au cours des années 2011 et 2012 concernent des dispositifs de mesure ou de surveillance des effluents radioactifs rejetés par les INB. Ils comprennent, par ordre d'importance, des arrêts fortuits ou des indisponibilités de dispositifs de surveillance des effluents, des défauts de mesure des effluents ou des mesures non réalisées bien que prescrites.



Répartition des types d'événements pour les années 2011 et 2012

Ces événements présentent des causes très diverses, incluant des défauts de conception, des défaillances fortuites d'équipements ainsi que des défaillances de nature organisationnelle ou humaine lors d'opérations d'exploitation et, en particulier, lors d'interventions (maintenance...). Les principaux défauts de conception observés, similaires à ceux constatés les années précédentes, sont liés à :

- des modes communs de défaillance d'équipements de mesure assurant la même fonction, notamment des équipements d'alimentation électrique et de contrôle-commande, pouvant entraîner la perte temporaire de la surveillance en continu des rejets ;
- des dispositifs de mesure de radionucléides inappropriés à la surveillance prescrite dans les autorisations de rejets ;
- une connaissance ou une appropriation insuffisante d'exigences fixées dans les autorisations de rejets.

Pour l'IRSN, ces événements soulignent notamment l'attention qui doit être portée par tout exploitant à l'adéquation des dispositions techniques de surveillance des rejets de son INB pour respecter l'ensemble des exigences fixées dans les autorisations correspondantes.

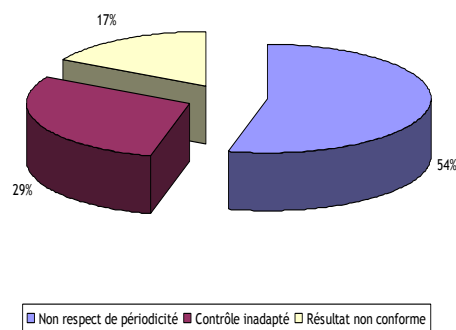
Plusieurs événements survenus au cours de l'année 2012 ont mis en évidence, ou conduit à suspecter, l'existence de mesures non représentatives des rejets d'effluents gazeux radioactifs. S'ils devaient conduire à sous-estimer les rejets, de tels écarts sont susceptibles de retarder la détection de rejets anormaux d'effluents radioactifs. Ces événements résultent, selon les cas, de défauts de conception des dispositifs de mesure implantés dans les cheminées ou de dispositions d'exploitation inadaptées ou insuffisantes pouvant conduire à des mesures incorrectes. Eu égard au caractère potentiellement générique de ce type d'événements, l'ASN a, en octobre 2012, demandé à tous les exploitants d'INB de vérifier le bon positionnement des points de prélèvements et la suffisance des dispositions retenues pour leurs INB en vue de vérifier le maintien dans le temps de la bonne représentativité des mesures réalisées.

Environ 30 % des événements survenus au cours des années 2011 et 2012 correspondent à des non-respects de limites fixées dans les autorisations de rejets d'effluents radioactifs des INB. Ces événements ont eu des conséquences radiologiques négligeables pour le public ou l'environnement. Le nombre d'événements de ce type est en légère hausse par rapport aux deux années précédentes ; il concerne plusieurs familles d'INB. Environ deux tiers de ces événements sont relatifs aux rejets d'effluents gazeux radioactifs (notamment des rejets de tritium ou de carbone 14) et un tiers concerne les rejets d'effluents liquides. L'IRSN n'a pas mis en évidence de cause générique pour ces événements qui sont, pour la grande majorité d'entre eux, fortement liés aux procédés ou activités menées dans les INB concernées (qui appartiennent principalement aux familles des INB industrielles hors cycle du combustible et des INB de recherche).

Environ 15 % des événements correspondent à des non-respects de dispositions présentées dans des « études déchets » d'INB ou de site, qui ont conduit au transfert de « déchets radioactifs » dans une filière de « déchets conventionnels ». Le nombre d'événements de ce type est globalement constant par rapport aux deux années précédentes ; le faible nombre d'événements déclarés ne permet pas d'en tirer des enseignements génériques. Ces événements montrent néanmoins l'importance que les exploitants doivent accorder aux dispositions permettant de limiter les risques d'erreurs relatives aux filières d'évacuation des déchets (formalisation des processus organisationnels, formation des opérateurs sur les règles de gestion à appliquer, vérification de l'absence de radioactivité ajoutée dans les déchets conventionnels résultant notamment de travaux, en particulier dans des INB « anciennes »...).

EVENEMENTS RELATIFS AUX CONTROLES ET ESSAIS PERIODIQUES

Les contrôles et essais périodiques (CEP) sont réalisés pour s'assurer, au cours du fonctionnement des installations, de la disponibilité et du bon fonctionnement des équipements participant à la sûreté. La nature des CEP et leur périodicité sont définies et justifiées dans les documents de sûreté des INB. En tant que maillon essentiel de la surveillance technique des installations, les CEP contribuent au maintien en conformité d'une INB aux exigences de sûreté qui lui sont associées.



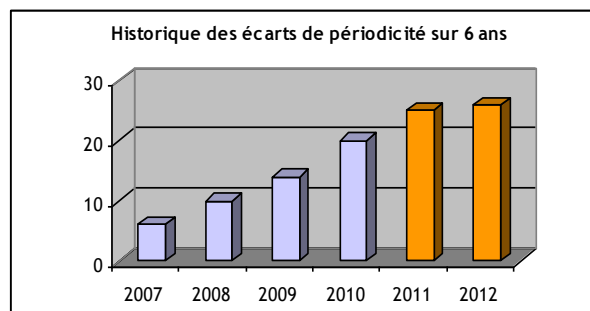
Répartition des types d'écarts pour les années 2011 et 2012

Pour les années 2011 et 2012, l'IRSN a recensé environ 40 événements par an qui constituent des écarts relatifs aux CEP, ce qui représente environ 20 % de l'ensemble des événements. Le nombre de ces écarts reste relativement stable au cours des cinq dernières années.

Les événements relatifs aux CEP concernent les types d'écart suivants :

- **le résultat du contrôle réalisé n'est pas conforme à l'attendu.** Dans ce cas, l'écart est déclaré à l'ASN et le matériel correspondant est réparé ou remplacé par l'exploitant. Les écarts de ce type - en tant que signaux d'une anomalie non anticipée - peuvent amener l'exploitant à reconsidérer la périodicité des contrôles ou à s'interroger sur les processus de maintenance appliqués aux équipements ;
- **le contrôle réalisé s'avère inapproprié à ce qu'il est censé vérifier :** certains CEP doivent, par exemple, être effectués dans des conditions spécifiques pour être représentatifs. Le non-respect de ces conditions peut rendre le contrôle réalisé inadapté, ce qui est redevable d'une déclaration à l'ASN quand l'exploitant détecte l'erreur. Ces défaillances révèlent parfois des erreurs de conception ou des pratiques d'exploitation qui ont dérivé au cours du temps ;
- **un non-respect de la périodicité :** la périodicité d'un contrôle, définie dans les documents de sûreté, est déclinée dans les documents d'exploitation qui en découlent. Pour un équipement donné, la périodicité dépend des caractéristiques intrinsèques de l'équipement (données de fiabilité), de ses conditions d'usage (solllicitations, usure, vieillissement...) et de la fonction de sûreté qu'il doit assurer.

Plus de la moitié des événements relatifs aux contrôles et essais périodiques déclarés au cours des années 2011 et 2012 correspondent à des non-respects de périodicité. Ces événements concernent tous les types d'INB. L'IRSN note un effort des exploitants pour détecter et déclarer ce type d'événements, parfois en réponse à la démarche engagée par l'ASN depuis plusieurs années visant à une application plus rigoureuse des critères de



déclaration des événements significatifs pour ces installations. Le nombre de ces événements sont en augmentation constante ces dernières années, même si ce nombre est faible par rapport au nombre global des CEP effectués chaque année dans les installations. Soulignons qu'une part notable des événements déclarés de ce type résulte d'écarts reclassés en événements significatifs par l'ASN à la suite d'inspections des installations.

Par ailleurs, dans la majorité des cas, les CEP réalisés « hors délai » s'avèrent satisfaisants, ce qui pourrait conduire les exploitants à relativiser l'importance de ces événements. Pourtant, **ces événements révèlent souvent des dysfonctionnements organisationnels** pouvant affecter d'autres aspects de l'exploitation et de la maintenance :

- **des dysfonctionnements liés aux processus et aux procédures :** la réalisation correcte des CEP nécessite de tenir compte à la fois d'exigences gestionnaires (programmation des dates anniversaires, gestion et traçabilité des interventions...) et d'exigences techniques (état requis de l'installation pour la réalisation des contrôles, procédure de réalisation...). Certains événements montrent des dysfonctionnements liés à la définition de ces processus et procédures, à leur applicabilité en situation réelle, mais aussi à la connaissance que les

intervenants ont de ces processus et procédures. Parmi les processus concernés, ceux relatifs aux modifications des installations sont particulièrement sensibles. En effet, la connaissance de l'état d'une installation repose sur des dispositions de traçabilité et de partage d'informations écrites au sujet desquelles le retour d'expérience montre qu'elles ne sont pas toujours mises en œuvre de manière correcte ;

- **des dysfonctionnements liés aux systèmes d'information** : des logiciels de type GMAO (gestion de la maintenance assistée par ordinateur) sont généralement utilisés pour la planification des CEP. Les dysfonctionnements constatés sont variés : mauvaise ergonomie, saisie incorrecte ou obsolescence des données initiales, incohérences des données par rapport aux référentiels techniques, absence de fonction d'alerte... ;
- **des dysfonctionnements liés à l'organisation du travail, à la définition des responsabilités et à la coopération entre les intervenants** : ces difficultés concernent la planification des activités, l'allocation des ressources (adéquation entre tâches, ressources humaines et temps), la gestion des interfaces entre deux entités impliquées dans un CEP, notamment celles chargées de la planification et de la réalisation. De plus, la réalisation ou la programmation de nombreux CEP sont sous-traités. Les événements font fréquemment apparaître des problèmes d'accès à l'information pour le prestataire ou de remontée d'informations du sous-traitant vers l'exploitant ;
- **des difficultés de maîtrise des référentiels de conception et d'exploitation** : certains écarts de périodicité recensés montrant une maîtrise imparfaite des prescriptions techniques qui régissent la définition et la réalisation des CEP. La mise à jour de ces documents (plans mécaniques, spécifications techniques, règles générales d'exploitation...), leur inadéquation à l'état réel de l'installation (notamment après modifications) et la connaissance qu'en ont les intervenants sont souvent à l'origine de non-respects de la périodicité des CEP.

Événement de juin 2012 survenu sur le site CEA de Cadarache

A la fin de l'année 2011, l'ASN a constaté de nombreux défauts relatifs aux CEP pour les INB du Centre de Cadarache. Dans le cadre d'une action générique d'amélioration de la maîtrise des CEP, la direction du centre a demandé aux INB de réaliser un diagnostic sur la conformité de la réalisation des CEP prescrits dans les documents de sûreté. Cette revue a conduit à vérifier la réalisation de plusieurs milliers de CEP (respect des périodicités, réalisation des contrôles, traçabilité des résultats) et a mis en évidence, environ 90 non-conformités pouvant être redevables chacune d'une déclaration d'événements significatifs à l'ASN.

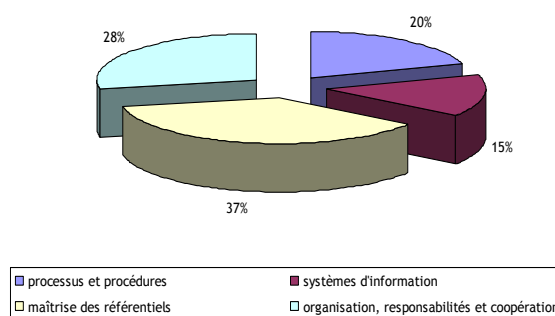
L'analyse de l'ensemble des écarts détectés a mis en évidence des causes propres pour chaque INB mais également des causes plus génériques affectant la gestion des CEP par les unités de support technique du centre et la gestion des interfaces entre celles-ci et les INB du centre. Cela s'était traduit, par exemple, par des retards dans la transmission des écarts constatés lors des contrôles effectués par les prestataires des unités de support. Inversement, les modifications d'équipements ou les nouveaux équipements n'étaient pas intégrées dans la liste des équipements gérés par les unités de support. Les outils logiciels de gestion étaient également mentionnés par l'exploitant comme sources de difficultés.

Pour l'IRSN, ceci montre l'existence de difficultés concernant la maîtrise des documents de sûreté, la maîtrise des activités sous-traitées, le suivi des modifications et la connaissance de l'état réel des installations.

L'analyse réalisée montre que **40 % environ des non-respects de périodicité de CEP sont liés à des difficultés de maîtrise des référentiels**. Par ailleurs, bon nombre d'événements de cette catégorie relèvent d'écarts reclassés par l'ASN en événements significatifs à la suite d'inspections. Pour l'IRSN, il est essentiel que les exploitants mettent en œuvre des actions visant à renforcer la maîtrise des référentiels documentaires de leurs installations, notamment des documents de sûreté sur lesquels repose la démonstration de la sûreté.

A cet égard, l'IRSN constate que les analyses présentées par les exploitants dans les comptes rendus d'événements significatifs se limitent souvent aux causes premières des non-respects de périodicité. Il est donc rare d'y trouver des actions correctives visant à remédier en profondeur aux défaillances organisationnelles mentionnées ci-dessus, qui dépassent le cadre strict des CEP réalisés hors délais.

Pour l'IRSN, une attention particulière doit être portée par les exploitants aux processus de gestion des CEP et à leurs interactions avec les processus connexes tels que ceux relatifs à la sous-traitance, aux modifications, aux révisions des référentiels techniques. Une telle réflexion mérite d'être effectuée tout au long de la vie des installations (mise en exploitation, réexamen de sûreté...) ou de manière plus opportuniste lors de la déclaration d'un événement de non-respect de périodicité afin de garantir la pertinence des CEP prévus aussi bien sur le plan technique que sur le plan des dispositions d'exploitation (organisation du travail, pilotage des processus, dispositions de traçabilité, logiciels de gestion...).



Répartition des types de difficultés pour les années 2011 et 2012

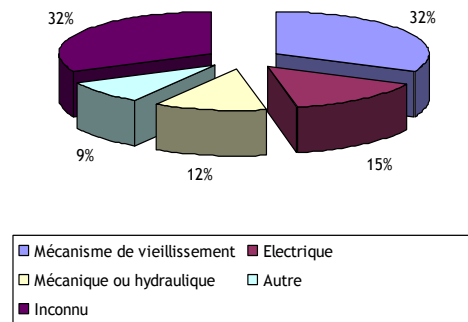
ANALYSE DES CAUSES DES EVENEMENTS

L'analyse présentée ci-après a pour objectif de mettre en évidence les principales évolutions constatées concernant les causes des événements significatifs. Comme l'analyse transverse des événements, cette analyse dépend fortement des éléments contenus dans les comptes rendus d'événements, notamment en matière de recherche des causes profondes.

Sur la base des informations disponibles à l'IRSN, il apparaît que des défaillances imputables aux hommes et aux organisations détectées par les exploitants constituent une proportion prépondérante des causes des événements significatifs déclarés au cours des années 2011 et 2012. Toutefois, l'IRSN constate une tendance à la hausse des événements pour lesquels une défaillance de nature technique est indiquée dans les comptes rendus comme en étant l'origine principale.

Il apparaît en effet qu'en 2012, la proportion des défaillances matérielles présentées comme constituant l'origine principale des événements a été la plus élevée de la période 2005 - 2012. L'analyse de cette augmentation montre que ces défaillances matérielles ont concerné en premier lieu des équipements assurant la maîtrise des risques de dissémination de matières radioactives (« barrières » de confinement statique notamment) et des équipements de contrôle-commande (capteurs ou organes de régulation par exemple). En revanche, l'analyse réalisée n'a pas mis en évidence d'équipements plus particulièrement concernés par ces défaillances. L'IRSN n'a pas davantage observé d'évolution notable concernant la nature de ces défaillances par rapport aux années 2009 et 2010.

Les mécanismes de vieillissement associés à des phénomènes à évolution lente (corrosion, fatigue mécanique, abrasion...) sont, comme pour la période 2009 - 2010, cités dans environ 30 % des défaillances matérielles présentées dans les comptes rendus d'événements. Une très grande diversité des mécanismes est observée, la corrosion étant indiquée dans environ 30 % des cas. Pour l'IRSN, la part réelle des mécanismes de vieillissement devrait en fait être plus élevée car une proportion des défaillances dont l'origine n'est clairement pas déterminée dans les comptes rendus d'événements (de l'ordre de 30 % environ) semble, au moins en partie, liée à de tels mécanismes. Ces éléments confirment le constat effectué dans les deux précédents rapports publics concernant les INB de type LUDD. **Pour l'IRSN, un axe majeur d'amélioration de la sûreté de ces installations réside dans une meilleure prise en considération par les exploitants des mécanismes de vieillissement des équipements de leurs installations**



Répartition des types de défaillances matérielles pour les années 2011 et 2012

S'agissant des aspects organisationnels ou humains des événements significatifs déclarés à l'ASN, aucune évolution particulière n'a été mise en évidence ; les années 2011 et 2012 apparaissent globalement dans la continuité des années précédentes. Les constats formulés dans le précédent rapport public se confirment, à savoir que les principales défaillances sont :

- **des défauts liés à la documentation** (documents inadaptés ou insuffisants en particulier) ;
- **des insuffisances dans la préparation des activités ou des analyses de risques préalables à la réalisation de ces dernières**, en particulier pour ce qui concerne les interventions (travaux, maintenance...) ;
- **des défauts d'organisation divers**, concernant notamment la planification et l'organisation des tâches (dans une équipe ou entre équipes différentes), les actions de contrôle des opérations ou la maîtrise et le suivi des sociétés extérieures ;
- **des manquements involontaires ou délibérés à des règles ou à des prescriptions**, manquements dont les raisons profondes sont peu analysées dans les comptes rendus.

En règle générale, les comptes rendus d'événements présentent très rarement des éléments d'analyse sur les origines profondes de ces défaillances. C'est le cas, par exemple, pour les défauts relatifs à la documentation (procédure insuffisante...) au sujet desquels les lacunes du processus de gestion documentaire sont très rarement indiquées. Il en est de même pour les défauts d'ergonomie, rarement mis en évidence et analysés alors qu'ils datent quelquefois de la conception initiale ou de modifications anciennes dont les effets étaient compensés par des pratiques d'exploitation qui se sont perdues avec le renouvellement des générations.

En raison de l'importance des aspects organisationnels et humains relatifs à l'exploitation des INB, il apparaît à l'IRSN qu'une source d'amélioration de la sûreté réside dans une meilleure détermination des causes profondes des défaillances observées pour les événements déclarés à l'ASN. La compréhension détaillée des aspects organisationnels et techniques et de leurs interactions lors de l'exploitation constitue une étape indispensable à la définition d'actions correctives pertinentes.

EVENEMENTS ET INCIDENTS

Ce chapitre présente une sélection de six événements survenus au cours des années 2011 et 2012 que l'IRSN a estimé riches d'enseignements pour la sûreté des installations autres que les REP.

- Le procédé industriel de certaines installations du cycle du combustible est fortement automatisé. Le retour d'expérience d'exploitation des installations concernées fait apparaître des défaillances lors de l'utilisation des modes « manuel » prévus pour faire face à des difficultés rencontrées lors de l'exploitation normale en mode de conduite automatique d'équipements de procédé. A titre d'illustration, l'IRSN présente un événement de ce type survenu dans l'installation MELOX en 2011, qui souligne l'attention particulière qu'il convient de porter à l'utilisation de ces modes « manuels » et aux sécurités encadrant leur utilisation.
- Les contrôles et essais périodiques (CEP) jouent un rôle particulièrement important dans la surveillance technique des installations nucléaires. Plusieurs événements trouvent leur origine dans des insuffisances des CEP réalisés ou dans des défaillances lors de la réalisation de ceux-ci. Les deux événements décrits dans ce chapitre, survenus, l'un dans un atelier du site de La Hague, l'autre dans une INB du centre CEA de Cadarache, illustrent ce sujet. L'analyse de ces événements a conduit l'IRSN à dégager des enseignements qui pourraient s'appliquer à d'autres INB.
- De nombreux événements ont été déclarés lors de la période de froid intense du mois de février 2012 qui a affecté toute la France ; est décrit dans ce chapitre l'événement concernant l'installation URE de Pierrelatte. Le retour d'expérience de ces événements souligne l'importance que les exploitants doivent accorder aux dispositions techniques et organisationnelles de gestion d'un épisode météorologique.
- Le nombre d'événements relatifs aux risques de criticité déclarés pour les installations de FBFC a augmenté significativement au cours des années 2011 et 2012, mettant en évidence des défaillances organisationnelles et humaines similaires. L'événement décrit dans ce chapitre, classé au niveau 2 sur l'échelle INES, en est un exemple illustratif. Pour faire face aux difficultés constatées, FBFC a lancé un plan d'actions destiné à réexaminer la robustesse des dispositions de maîtrise des risques de criticité dans ses installations et à les améliorer si nécessaire.
- Plusieurs arrêts automatiques de réacteur à la suite de la détection d'un fonctionnement anormal sont déclarés chaque année à l'ASN. A titre d'illustration, l'IRSN présente un événement de ce type, survenu en 2012 dans le réacteur Orphée du centre CEA de Saclay.

Evénement survenu le 28 juin 2011 dans l'usine MELOX

Lors de la conception de certaines usines du cycle du combustible (notamment les usines de traitement des combustibles irradiés du site de La Hague et l'usine de fabrication de combustibles MOX à MELOX), les exploitants correspondants ont retenu une forte automatisation du procédé industriel. Ainsi, en fonctionnement normal, la conduite d'une grande partie des opérations industrielles est effectuée de façon automatique. Toutefois, des modes de conduite « dégradés » sont utilisés pour faire face à des difficultés d'exploitation avec le mode automatique. Chaque année, des événements significatifs relatifs à des défaillances associées au passage du mode de conduite automatique à un autre mode sont déclarés à l'ASN. L'événement survenu le 28 juin 2011 dans l'usine MELOX, classé par l'ASN au niveau 1 sur l'échelle INES, permet d'illustrer ce sujet.

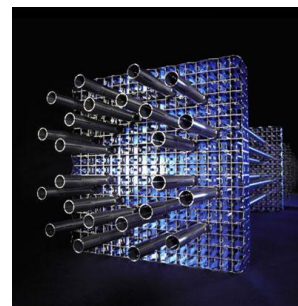
L'usine MELOX

L'usine MELOX, implantée sur le site de Marcoule dans le Gard, fabrique des assemblages combustibles MOX (mélange d'oxyde d'uranium et d'oxyde de plutonium) utilisés dans des réacteurs à eau sous pression (REP) et dans des réacteurs à eau bouillante (REB) de différents pays (France, Allemagne, Belgique, Suisse, Japon, Etats-Unis).



Les étapes de la fabrication des assemblages combustibles MOX sont effectuées dans différents ateliers du bâtiment 500 de l'usine MELOX et de son extension. Elles comprennent la réception des matières, l'élaboration de mélanges de poudres, la fabrication de pastilles, la constitution des crayons et des assemblages, les contrôles de fabrication, les entreposages des matières ainsi que l'expédition des éléments combustibles (assemblages et crayons).

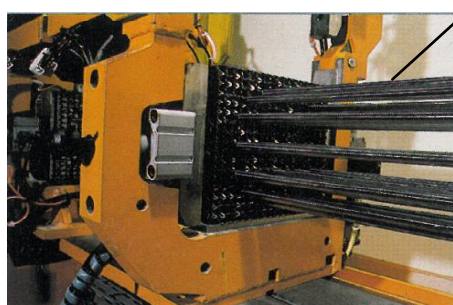
Un assemblage combustible MOX destiné à un réacteur de type REP est constitué d'un faisceau de 264 crayons d'environ 1 cm de diamètre et de 4 m de longueur contenant les pastilles de combustible. Ces crayons sont disposés dans une armature rigide dénommée « squelette métallique » selon un réseau carré (17 emplacements pour chaque côté) ; certains emplacements sont réservés à des tubes-guides (voir photographie ci-contre d'un « squelette » sur laquelle apparaissent les tubes-guides). Chaque crayon est pressurisé à l'hélium à une pression supérieure ou égale à 25 bars.



Squelette métallique

Description du déroulement de l'événement et de ses conséquences

Le 28 juin 2011, en salle de conduite « assemblages », deux opérateurs engagent la réalisation de la constitution d'un assemblage de crayons combustibles au poste dénommé TGM (voir les photographies ci-dessous). Cette opération consiste à introduire les crayons combustibles dans le squelette métallique de l'assemblage par nappes successives à l'aide d'un banc tireur motorisé. En fonctionnement normal, cette opération est effectuée selon un processus automatisé.



Vue d'une partie du squelette (grille et tirants maintenus) sur le banc TGM



Vue locale d'un montage des crayons

L'opération de tirage des crayons débute avec le tirage d'une première nappe constituée de 12 crayons combustibles, les cinq autres emplacements étant occupés par quatre tubes-guides et un tube d'instrumentation. Le tirage automatique des 12 crayons constituant la première nappe se déroulant normalement, le tirage de la deuxième nappe comportant 17 crayons est ensuite engagé. A la fin de la séquence, une alarme « crayons manquants dans la nappe en cours » apparaît en salle de conduite. Cette alarme conduit à arrêter les opérations de tirage des crayons.

Les opérateurs vont dans le local où est implanté le poste TGM pour vérifier visuellement l'état de l'assemblage en cours de montage ; ils constatent que cinq crayons manquent dans la dernière nappe tirée. Pour remédier à cet écart et ainsi compléter la deuxième nappe de crayons, deux opérateurs utilisent le poste de conduite situé dans le local pour réaliser le tirage des cinq crayons manquants selon le mode de conduite dit « manuel asservi ».

Les opérateurs enclenchent le mouvement de tirage des cinq crayons en utilisant (maintien en position enfoncée) la commande « marche » du moteur. Ils entendent alors un grincement inhabituel au niveau du moteur et arrêtent le mouvement. Après investigations concernant l'origine de ce grincement, les opérateurs reprennent l'opération de tirage des crayons. Un des deux opérateurs reste toutefois à proximité du moteur, l'autre opérateur maintenant la

Dans l'usine MELOX, le mode manuel asservi est prévu pour permettre à un opérateur d'effectuer des opérations élémentaires sous le contrôle du système de conduite normale en conservant les sécurités de ce mode. Il est utilisé notamment pour sortir d'une situation où un dysfonctionnement a interrompu un cycle ou un sous-cycle d'un mode automatique.

commande « marche » enfoncée depuis le poste de conduite local en surveillant l'avancée des crayons. Malgré cette surveillance des opérations, les crayons sont tirés trop loin et s'encastrent dans une plaque dite « plaque à capuchons » située au-delà du squelette métallique, ce qui entraîne la rupture de quatre crayons et une dispersion de matières radioactives dans le local.

L'opération de tirage des crayons est arrêtée par l'opérateur au poste de conduite local. Les appareils de surveillance de la contamination de l'air du local abritant le poste TGM déclenchent alors une alarme. Les deux opérateurs en charge du pilotage de l'opération de constitution de l'assemblage et cinq autres opérateurs présents dans la salle du banc de montage évacuent les locaux et sont pris en charge par des agents du service de radioprotection. Ces derniers constatent une très faible contamination, supérieure au seuil de détection des appareils de mesure, des chaussures de deux opérateurs.

En termes de conséquences, la rupture des quatre crayons a conduit à la contamination de la salle où est installé le banc de montage et, à un degré moindre, de deux locaux contigus, dont le local d'entreposage des assemblages MOX. Les analyses réalisées ont permis de conclure que les doses efficaces engagées par contamination interne des opérateurs concernés par l'événement sont inférieures à 1 mSv. Par ailleurs, cet événement n'a conduit à aucun rejet radioactif dans l'environnement. En revanche, cet événement a eu des conséquences fonctionnelles liées à la contamination des locaux, en particulier un arrêt de la production d'assemblages combustibles pendant une durée d'environ trois mois, durée nécessaire à la décontamination des locaux contaminés. En outre, l'expédition d'assemblages combustibles vers les centrales nucléaires d'EDF a été interrompue pendant une durée d'un mois environ, en raison de la contamination du local d'entreposage des assemblages MOX.

Analyse de l'exploitant

Les investigations menées par l'exploitant ont montré qu'un ensemble de défaillances techniques, organisationnelles ou humaines étaient à l'origine de l'événement ; les principales sont :

- un défaut de conception du mode « manuel asservi » du poste TGM qui, contrairement au mode automatique, ne disposait pas d'une sécurité empêchant un tirage excessif des crayons combustibles ;

- une connaissance insuffisante par les opérateurs du fonctionnement du poste en mode « manuel asservi » ; l'exploitant a indiqué que l'équipe en charge de l'opération le jour de l'événement n'avait pas mis en œuvre récemment ce mode de conduite du poste TGM ;
- une documentation opérationnelle du poste TGM insuffisante, notamment pour ce qui concerne le pilotage de ce poste en mode « manuel asservi » ;
- des défauts d'organisation, en particulier concernant l'organisation des tâches et la transmission d'informations à l'intérieur de l'équipe chargée de ces opérations.

Sur la base de l'analyse détaillée qu'il a réalisée, l'exploitant a retenu de nombreuses dispositions correctives visant à remédier aux défaillances constatées. En particulier, l'exploitant a modifié la programmation de l'automate associé au poste TGM en ajoutant des sécurités dont l'une permet l'arrêt, en mode « manuel asservi », du moteur afin d'éviter un tirage excessif des crayons. De plus, l'exploitant a pris des dispositions pour pallier les insuffisances en matière organisationnelle et humaine observées, notamment pour ce qui concerne la documentation opérationnelle du poste TGM et la formation des opérateurs.

Par ailleurs, en réponse à une demande de l'ASN consécutive à une inspection menée à la suite de cet événement, l'exploitant s'est engagé à mener une étude de l'ensemble des postes de travail pilotés normalement en mode automatique mais qui peuvent également être pilotés selon un mode « dégradé », afin de vérifier la suffisance des sécurités existantes dans ces modes « dégradés ». Cette étude concerne environ 80 automates de l'installation MELOX.

Analyse de l'IRSN

Le dossier de réexamen de sûreté de l'usine MELOX a fait l'objet d'un examen par l'IRSN dont les conclusions ont été présentées, en mai 2013, au groupe permanent d'experts pour les laboratoires et usines placé auprès du directeur général de l'ASN. Dans ce cadre, l'IRSN a analysé les événements déclarés à l'ASN liés à des changements de mode de conduite, dont l'événement du 28 juin 2011. De cette analyse, l'IRSN a recommandé que l'étude entreprise concernant l'ensemble des postes de travail potentiellement concernés permette de déterminer les améliorations de nature technique à mettre en place pour les postes de travail de l'installation, les modifications et compléments à apporter à la documentation opérationnelle et aux dispositions retenues en matière de formation des opérateurs en charge d'opérations mettant en œuvre des modes de conduite « dégradés ». L'exploitant s'est engagé à présenter les éléments correspondants dans le bilan de son étude, qui sera transmis à l'ASN.

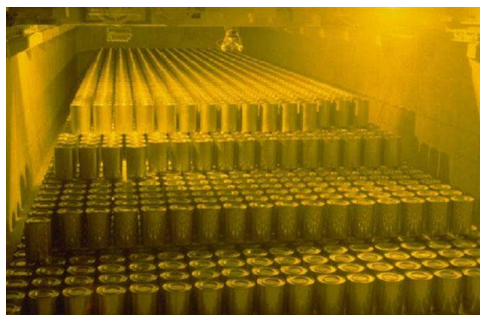
Événement survenu le 26 septembre 2011 dans l'atelier STE3 de l'établissement AREVA NC de La Hague

Lors de contrôles de l'intérieur des tuyauteries des systèmes fixes d'extinction d'incendie des halls d'entreposage des fûts de déchets bitumés de l'atelier STE3, l'exploitant a mis en évidence une présence inattendue d'eau et de particules, une corrosion interne des tuyauteries ainsi qu'un bouchage d'une partie des buses d'aspersion. En raison de ses conséquences potentielles sur la sûreté, cet événement a été classé par l'ASN au niveau 1 sur l'échelle INES. L'IRSN a mené une analyse approfondie de cet événement dont la conclusion souligne notamment l'importance que l'exploitant prenne des dispositions pour rétablir rapidement l'efficacité du système d'extinction. De plus, considérant que cet événement présentait des caractéristiques pouvant s'appliquer à l'ensemble des installations nucléaires de base équipées d'un tel système d'extinction, l'IRSN a recommandé que le retour d'expérience de cet événement soit pris en considération par les exploitants d'INB concernés.

Atelier STE3 de l'établissement AREVA NC de La Hague

Au sein de l'établissement AREVA NC de La Hague qui assure le traitement de combustibles irradiés, l'installation de traitement des effluents liquides et déchets solides, dénommée atelier STE3, permet notamment :

- le traitement par voie chimique des effluents aqueux produits par les installations de l'établissement permettant de précipiter les éléments radioactifs présents dans ces effluents sous forme de sels chimiques. En fin de traitement chimique, les produits obtenus sont décantés et constituent un mélange dénommé boues ;
- l'enrobage à chaud (jusqu'à une température de 135 °C) des boues dans du bitume, puis la coulée de l'enrobé bitumé dans des fûts de 200 litres en acier inoxydable ;
- l'entreposage des fûts dans des halls dédiés, après une période de refroidissement des enrobés d'au moins 24 heures. Quatre halls sont dédiés à l'entreposage de fûts de déchets bitumés dans l'atelier STE3. Chacun d'eux peut contenir jusqu'à 5 000 fûts environ (voir la photographie ci-contre).



Risques spécifiques à l'atelier STE3

Cet atelier est particulièrement sensible au risque d'incendie du fait de la mise en œuvre d'un procédé thermique d'enrobage, dans une matrice combustible (le bitume), de boues contenant des sels chimiques pouvant réagir entre eux en cas d'élévation de température. En effet, un accroissement excessif de la température de l'enrobé bitumé pourrait conduire à l'incendie de celui-ci. En outre, l'entreposage d'un nombre important de fûts de déchets bitumés dans un hall augmente l'importance du risque.

Nature de l'événement constaté dans les halls d'entreposage de l'atelier STE3

Chaque hall d'entreposage de l'atelier STE3 est équipé d'un système fixe d'extinction d'incendie, composé d'un réseau de tuyauteries et de 56 buses d'aspersion, afin de permettre l'injection d'un mélange d'eau et d'agent émulseur en cas d'incendie.

L'agent émulseur utilisé dans l'atelier STE3 permet, après un mélange avec de l'eau, d'obtenir une solution moussante qui améliore le pouvoir extincteur en isolant les vapeurs produites par l'incendie de l'oxygène de l'air.



Des contrôles ont été réalisés par l'exploitant, principalement en 2011, pour vérifier l'absence de bouchage des tuyauteries des systèmes fixes d'extinction des halls d'entreposage de l'atelier STE3. Les contrôles réalisés ont montré que de nombreuses buses d'aspersion (voir la photographie ci-contre), disposées à l'extrémité des tuyauteries et destinées à diffuser le liquide d'extinction dans les halls, étaient en fait bouchées.

Par la suite, les contrôles réalisés par endoscopie, c'est-à-dire en introduisant une petite caméra à l'intérieur des tuyauteries, ont mis en évidence la présence, selon les halls, d'eau, d'agent émulseur (sous forme liquide et sous forme de dépôts durcis) et de résidus de corrosion (voir la photographie ci-contre).

Ces agents ou résidus sont susceptibles de boucher les buses des systèmes fixes d'extinction, rendant ceux-ci inefficaces pour éteindre rapidement un incendie dans un hall d'entreposage. A la suite de ces constats, l'exploitant a déclaré, le 26 septembre 2011, un événement significatif à l'ASN. Cet événement a été classé au niveau 1 sur l'échelle INES.



Analyse de l'événement et évaluation de l'IRSN

L'exploitant a déterminé plusieurs causes pouvant expliquer la présence des matières (eau, émulseur, résidus de corrosion) dans les tuyauteries des systèmes d'extinction. Pour ce qui concerne deux des quatre halls d'entreposage, l'exploitant a indiqué que la réalisation d'essais périodiques des équipements de protection contre l'incendie, selon une procédure en vigueur depuis 2007, est à l'origine du transfert d'une petite quantité d'eau dans les tuyauteries de distribution situées dans les halls d'entreposage, où elle stagne conduisant à la corrosion des tuyauteries. En effet, les essais de la détection d'incendie des cellules d'enfûtage de l'atelier entraînaient la mise en eau du circuit d'extinction d'incendie jusqu'à une vanne d'isolement de ce circuit. Ensuite, la réalisation des essais périodiques des vannes du système d'extinction d'incendie des halls d'entreposage conduisait à l'ouverture de ces dernières, entraînant le transfert d'eau vers les portions des tuyauteries du système d'extinction en aval.

Pour ce qui concerne les deux autres halls, l'exploitant a indiqué que la présence d'eau et d'agent d'émulseur durci dans les tuyauteries était liée à un transfert d'eau dans la cuve renfermant l'agent émulseur, du fait d'un fonctionnement automatique des pompes d'alimentation de cette cuve lors d'un essai périodique du circuit d'extinction d'incendie en 2008. Dans la mesure où la cuve n'était pas isolée des tuyauteries, en raison de deux vannes restées ouvertes par erreur et d'un clapet anti-retour défectueux, l'eau a pu atteindre les tuyauteries du système d'extinction. De plus, l'exploitant a indiqué que les procédures en vigueur dans l'installation ne prévoyaient ni la vidange périodique des tuyauteries des systèmes fixes d'extinction d'incendie des halls d'entreposage, ni la vérification de l'absence de liquide dans celles-ci après la réalisation des essais périodiques.

Dans un premier temps, l'exploitant a retenu des dispositions visant à réduire autant que possible les sources d'ignition d'un incendie dans les halls d'entreposage, notamment en limitant l'utilisation des équipements électriques sous tension (ponts de manutention, éclairage et caméra). Par ailleurs, l'exploitant a indiqué que la remise en état des circuits d'extinction d'incendie partiellement bouchés n'était pas réalisable ; en conséquence, il prévoyait de remplacer l'ensemble du système fixe d'extinction incendie des halls, sans fixer d'échéance précise.

Sur la base de son analyse, l'IRSN a conclu que, compte tenu des risques particuliers d'incendie liés aux fûts de déchets bitumés dans les halls d'entreposage (nombre de fûts entreposés, production d'imbrûlés et de gaz de pyrolyse liés à la combustion du bitume...), il était indispensable que ces halls soient équipés d'un système d'extinction précoce d'un départ d'incendie. Aussi, l'IRSN a recommandé à l'ASN de demander à l'exploitant de rétablir au plus tôt le système d'extinction d'incendie des halls d'entreposage et, dans l'attente, de mettre en place sans délai des mesures compensatoires adaptées de lutte contre un éventuel incendie dans les halls d'entreposage.

Caractère générique de l'événement

L'analyse par l'IRSN du retour d'expérience des installations nucléaires françaises et étrangères a mis en évidence dans diverses installations des événements de bouchage similaires à celui survenu dans les halls d'entreposage de l'atelier STE3. En particulier, deux événements récents de bouchage de systèmes d'extinction d'incendie dus à des résidus de corrosion ont fait l'objet de déclarations d'événements, dans un laboratoire implanté sur le site CEA de Marcoule et dans un réacteur du centre nucléaire de production d'électricité de Civaux. Dans les deux cas, la présence de résidus de corrosion résultait de défaillances lors de la réalisation d'essais périodiques des systèmes d'extinction d'incendie, ayant conduit à la présence et à la stagnation de liquide dans les tuyauteries. Aussi, l'IRSN a recommandé à l'ASN de demander à l'ensemble des exploitants d'INB de tirer des enseignements de l'événement survenu dans l'atelier STE3.

Dans ces conditions, en février 2012, l'ASN a demandé à l'ensemble des exploitants nucléaires français dont les installations disposent d'un système fixe d'extinction d'incendie par injection d'eau seule ou de mousse composée d'un mélange d'eau et d'émulseur, de :

- vérifier les procédures d'essais périodiques de ces systèmes afin de s'assurer que tout risque d'injection intempestive d'eau ou d'émulseur dans le circuit d'extinction est exclu,
- préciser si les contrôles réalisés dans leurs installations permettent bien de s'assurer que les réseaux d'extinction sont opérationnels et que les tuyauteries et les buses d'aspersion ne sont pas obstruées,
- préciser, le cas échéant, les actions correctives envisagées.

Événement survenu le 14 février 2012 dans l'installation URE du Site AREVA NC de Pierrelatte

En février 2012, un épisode de froid durable avec des températures particulièrement basses a affecté l'ensemble du territoire français métropolitain. Au cours de cette période, une quinzaine d'événements sont survenus dans diverses installations nucléaires, dont un des plus marquants a concerné l'installation URE. Pendant la nuit du 13 au 14 février 2012, la rupture d'un échangeur eau - air d'un système de conditionnement d'air de la ventilation d'un bâtiment de l'installation URE a entraîné une fuite d'eau sous forme de gouttelettes qui ont été entraînées par le flux d'air de la ventilation dans plusieurs locaux. La quantité d'eau accumulée dans deux de ces locaux a dépassé la valeur maximale définie pour la prévention des risques de criticité. Les investigations menées ont montré que la fuite de l'échangeur avait été causée par le gel de l'eau contenue dans celui-ci. Une telle situation incidentelle n'avait pas été retenue dans l'analyse des risques de criticité de l'installation. Compte tenu de son caractère potentiellement générique, l'Autorité de sûreté nucléaire de Défense (ASND) a demandé aux exploitants relevant de son autorité de prendre en compte le retour d'expérience de cet événement. De l'analyse approfondie de l'événement ainsi que du retour d'expérience de l'ensemble des événements survenus dans les installations nucléaires pendant la période de froid de février 2012, l'IRSN a dégagé des enseignements généraux relatifs à la maîtrise des risques liés à un épisode météorologique inhabituel.

Préambule

L'installation URE fait partie de l'installation nucléaire de base classée secrète (INBS) d'AREVA NC à Pierrelatte. Bien que l'événement ait eu lieu dans une partie d'une INBS qui ne relève pas du champ du présent rapport, l'IRSN a estimé important de le présenter ici compte tenu des enseignements à caractère générique qu'il convient d'en tirer pour l'ensemble des installations nucléaires.

Installation URE

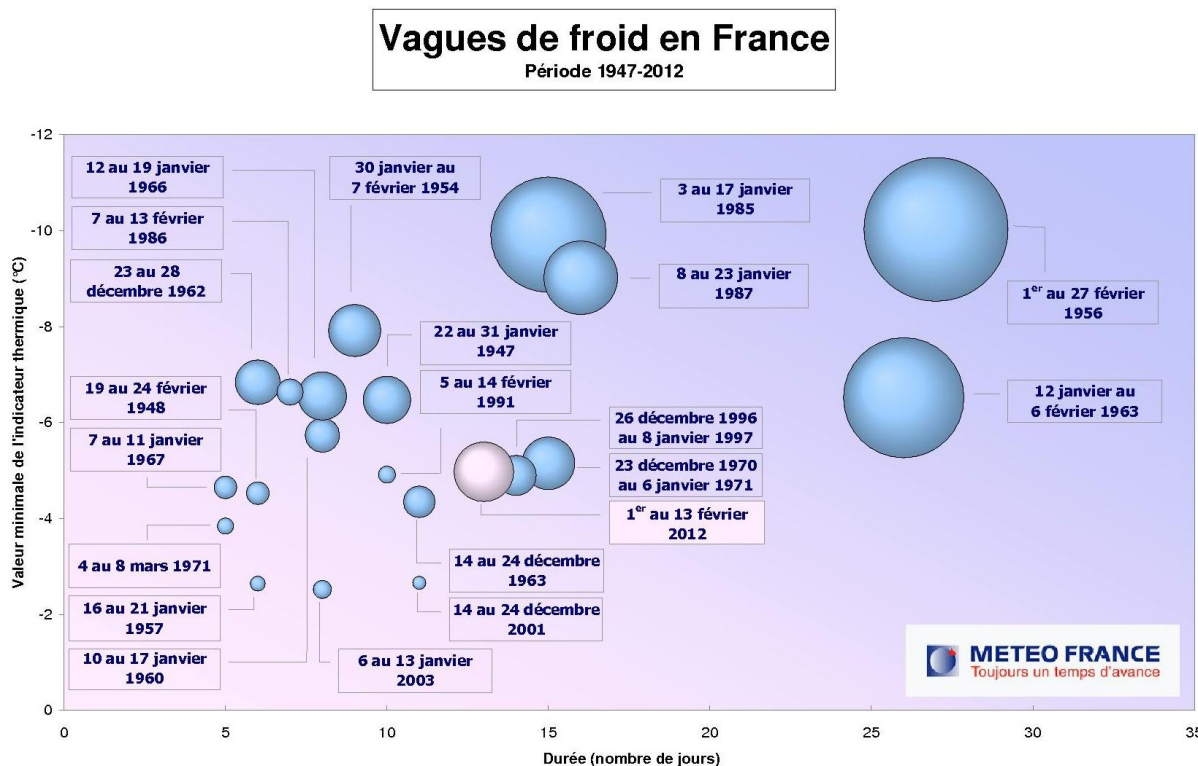
L'usine de recyclage et d'élaboration (URE) de Pierrelatte a pour missions la transformation chimique d'uranium très enrichi et le recyclage de matières uranifères. Elle comprend plusieurs bâtiments dont le bâtiment dénommé « UO2 » constitué de trois locaux : un local d'entreposage de matières fissiles et deux ateliers comprenant des équipements de procédé, la majorité d'entre eux implantés dans des boîtes à gants. Ces ateliers sont à l'arrêt depuis mi-2011 à la suite de l'arrêt de la production d'oxyde d'uranium (UO2) dans l'installation URE.

Description de l'événement survenu le 14 février 2012 dans l'installation URE

Durant la dizaine de jours qui a précédé l'événement du 14 février 2012, le site de Pierrelatte a été soumis à une période de froid intense, exceptionnelle pour la région, avec des températures très basses la nuit sans dégel le jour, accompagnée de vents forts. Cette période a été marquée par la défaillance, à deux reprises, du réseau d'alimentation en eau chaude du site : le 4 février 2012 pendant une durée de près de 7 heures et le 6 février 2012 pendant une durée de près de 5 heures.

Période de froid de février 2012

La première quinzaine du mois de février 2012 a été marquée par des températures extérieures particulièrement basses. Un tel épisode est inhabituel en ce sens que le froid a affecté l'ensemble du territoire français métropolitain avec des températures significativement plus basses qu'habituellement et de durées plus longues qu'en moyenne pluriannuelle. Cet épisode, d'une sévérité inédite en France depuis 25 ans (voir le schéma ci-dessous), a été à l'origine de la déclaration d'une quinzaine d'événements dans diverses installations nucléaires (réacteurs de puissance, réacteurs de recherche, installations de type LUDD).



Le diamètre des sphères symbolise l'intensité globale des vagues de froid, les sphères les plus grandes correspondant aux vagues de froid les plus sévères

Lors de rondes de surveillance effectuées le 6 février, l'exploitant a détecté la présence de flaques d'eau sous les batteries chaudes et froides (échangeurs eau - air) de plusieurs centrales de conditionnement d'air équipant les systèmes de ventilation de bâtiments de l'installation URE. L'exploitant a déterminé que ces flaques étaient liées au gel de l'eau contenue dans les échangeurs. Les vannes placées sur les tuyauteries d'alimentation des batteries fuyardes ont été fermées afin d'arrêter les fuites. Aucune fuite n'a été détectée à l'extérieur des batteries de la centrale de conditionnement d'air du bâtiment UO2. Dans la nuit du 8 au 9 février ainsi que dans la journée du 9 février, de nouvelles fuites ont été détectées concernant des batteries d'une centrale de conditionnement d'air

d'un des bâtiments de l'installation URE. Chaque fois, des dispositions ont été prises pour « isoler » les batteries (fermeture des vannes placées sur les tuyauteries raccordées aux batteries).

Dans la nuit du 13 au 14 février, un report d'alarme « incendie » s'est déclenché au poste centralisé (PC) de la Formation Locale de Sécurité (FLS) du site de Pierrelatte, correspondant au local d'entreposage du bâtiment UO2. Les agents de la FLS n'ont rien détecté d'anormal, à la fois lors de leur première ronde dans ce local et lors des rondes périodiques ultérieures effectuées dans la mesure où l'alarme « incendie » ne pouvait pas être arrêtée. Un peu plus tard dans la nuit, une alarme « incendie », correspondant au local contenant la centrale de conditionnement d'air du bâtiment UO2 s'est déclenchée au PC de la FLS. Lors de la première ronde qu'ils ont effectuée dans ce local, les agents de la FLS n'ont rien détecté d'anormal. Lors des rondes suivantes, une faible présence de vapeur d'eau dans le local d'entreposage ainsi que des traces d'humidité sur les murs ont été constatées. Enfin, au cours d'une ronde effectuée à l'extérieur du bâtiment UO2, les agents de la FLS ont observé un très fort dégagement de vapeur d'eau sortant d'une traversée du local dans lequel est implantée la centrale de conditionnement d'air. Lors de leur intervention dans ce local, ils ont découvert une fuite importante d'eau provenant d'un échangeur de la centrale de conditionnement d'air et ont effectué les actions nécessaires pour isoler cette fuite.



Photographie de la batterie chaude « fuyarde » du bâtiment UO2

Des dispositions ont été rapidement prises à la suite de cet événement, telles que la récupération par pompage de l'eau présente sur le sol des locaux du bâtiment et la mise hors tension des armoires électriques implantées dans ces locaux.

L'exploitant a déclaré l'événement au Délégué à la sûreté nucléaire et à la radioprotection pour les activités et installations intéressant la défense (DSND), la quantité d'eau récupérée dans chacun des deux ateliers (au moins 8 litres dans l'un et 6 litres dans l'autre) était supérieure à la valeur limite retenue dans les documents de sûreté pour la démonstration de la prévention des risques de criticité (fixée à 5 litres). Le DSND a classé cet événement au niveau 1 sur l'échelle INES.

Dans le compte rendu d'événement significatif transmis par l'exploitant, celui-ci a indiqué que l'événement n'était pas susceptible d'entraîner un accident de criticité en raison des faibles quantités de matières fissiles présentes dans les ateliers au moment de l'événement. L'exploitant a également indiqué que, si cet événement avait eu lieu antérieurement à l'arrêt de production des ateliers, la présence requise de personnel dans les ateliers lorsque des matières fissiles étaient présentes aurait permis de détecter rapidement l'arrivée d'air fortement chargé d'humidité dans les ateliers et de prendre des dispositions pour en limiter les conséquences.

Etant donné le caractère potentiellement générique de cet événement, l'ASND a demandé à tous les exploitants d'INBS d'examiner le retour d'expérience de celui-ci et de vérifier la suffisance des dispositions prévues pour éviter une telle situation. L'ASND a également informé l'ASN du retour d'expérience de cet événement.

Analyse des causes de l'événement

Des investigations qu'il a menées, l'exploitant a déduit que les fuites des batteries chaudes des centrales de conditionnement d'air de l'installation URE, dont celle du bâtiment UO2, étaient liées à la rupture de tuyauteries de ces batteries sous l'action des contraintes mécaniques dues à la formation de glace. L'exploitant a indiqué que le gel de l'eau contenu dans ces batteries s'explique notamment par le maintien en fonctionnement des réseaux de soufflage d'air durant les pertes d'alimentation en eau chaude du site, cette alimentation assurant le chauffage de l'eau des batteries. En effet, cela a conduit à exposer pendant plusieurs heures les batteries d'eau non chauffée à un flux d'air froid provenant de l'extérieur (température négative). Les fuites des batteries sont survenues quelque temps après la remise en service du réseau d'alimentation en eau chaude du site, qui a conduit à faire fondre progressivement les bouchons de glace (au moment du dégel des batteries).

Par ailleurs, l'entraînement d'eau dans les locaux du bâtiment UO2 s'expliquerait par les deux raisons suivantes :

- la fuite a eu lieu sur une partie de la batterie chaude située directement dans le flux d'air de la ventilation ;
- la fuite a eu lieu sous forme de gouttelettes ; en effet, lors de la fuite, la pression du réseau d'alimentation en eau chaude du site a peu varié, ce qui a permis de maintenir une vitesse importante au niveau de la fuite, favorisant ainsi la « brumisation » de l'eau.

L'exploitant a précisé que les fuites des autres batteries des centrales de conditionnement d'air de l'installation URE n'ont pas conduit aux mêmes conséquences en raison de leur conception différente de celle de la centrale du bâtiment UO2. En effet, l'alimentation en eau chaude de ces autres batteries est effectuée par un réseau d'eau spécifique (dit « boucle secondaire »), lui-même chauffé par l'intermédiaire d'un échangeur eau - eau alimenté par le réseau d'eau chaude du site. De ce fait, lors de la fuite d'une batterie, la pression de l'eau a rapidement baissé en raison du volume d'eau réduit de la boucle secondaire, ce qui explique que la fuite ait eu lieu sous la forme d'un écoulement de liquide. En outre, les fuites sont survenues dans des parties des batteries situées en dehors des flux d'air des systèmes de ventilation.

Enseignements tirés de cet événement

AREVA a rédigé une note de partage d'expérience présentant les principaux enseignements et recommandations résultant de son analyse de l'ensemble des événements ayant affecté ses installations durant la période de froid de février 2012, dont celui survenu dans l'installation URE. Cette analyse a mis en évidence des différences notables selon les sites en matière de préparation et de gestion d'un épisode de froid. AREVA a dégagé de cette analyse des bonnes pratiques à mettre en œuvre pour prévenir les risques associés à une période de froid inhabituelle : identification des éléments sensibles au froid, actions préventives à mettre en œuvre en cas de température basse (mise hors gel, rondes...) et actions à réaliser à l'issue de l'épisode de froid (période de dégel).

Dans le cas de l'installation URE, l'exploitant a décliné les recommandations de cette note dans une procédure « grand froid ». En outre, l'exploitant a mis en place un système de détection de fuites d'eau des batteries des centrales de conditionnement d'air du bâtiment UO2, qui provoque en cas de dépassement d'un seuil d'humidité relative de l'air soufflé dans les locaux, un arrêt automatique des ventilateurs de soufflage. De plus, une alarme a été mise en place pour le cas de températures trop basses en aval des batteries.

De son analyse approfondie de l'événement, l'IRSN a conclu que les dispositions retenues par l'exploitant de l'installation URE étaient globalement adaptées pour éviter le renouvellement d'un tel événement. Toutefois, l'IRSN a recommandé au DSND de demander à l'exploitant de compléter la procédure « grand froid » sur quelques points pour mieux tenir compte du retour d'expérience (modalités d'information de l'URE en cas de perte du réseau d'alimentation en eau chaude du site, notamment). L'IRSN a également souligné l'importance que le retour d'expérience de cet événement soit pris en compte dans la conception des installations nucléaires, notamment par la mise en œuvre de dispositions visant à arrêter les ventilateurs de soufflage des unités de ventilation en cas de situation anormale (température extérieure trop basse, humidité importante de l'air soufflé...).

D'un point de vue global, l'IRSN partage les enseignements généraux dégagés par AREVA dans sa note de partage d'expérience. En effet, lors de sa propre analyse de tous les événements survenus au cours de la période de froid du mois de février 2012, l'IRSN a mis en évidence des insuffisances dans la préparation et la gestion d'une telle période de froid pour plusieurs exploitants d'installations nucléaires. Ces insuffisances concernent principalement l'absence de procédures spécifiques formalisées indiquant les actions préventives à mener (mise hors gel, vidange de canalisations...), les vérifications à effectuer lors de l'épisode de froid (rondes...) et les précautions à prendre à la fin de l'épisode de froid. L'analyse a également mis en évidence l'importance de tenir compte des éventuels effets « domino » (effets en cascade de la perte du réseau d'eau chaude du site) pour la définition de ces actions. Pour l'IRSN, le retour d'expérience montre l'importance que les exploitants doivent accorder à la formalisation dans des procédures ad hoc des actions à réaliser pour limiter les effets d'un événement météorologique inhabituel. Au-delà d'un épisode de froid, de telles procédures sont également à prévoir pour tous les événements météorologiques inhabituels : canicule, pluie forte, neige...

Par ailleurs, l'analyse réalisée a mis en lumière des écarts dans les caractéristiques de l'agression « grand froid » (températures retenues, vitesse de vent...) retenues par les exploitants des diverses installations implantées sur un même site ou dans une zone géographique proche. Ces écarts trouvent leur origine dans les démarches différentes, plus ou moins structurées, retenues par les exploitants pour définir ces caractéristiques. A cet égard, l'IRSN souligne l'importance que les exploitants doivent accorder à la définition des caractéristiques de l'agression (température, durée de la période de froid, vitesse du vent...) qui sont des données essentielles à la définition de dispositions pertinentes de maîtrise des conséquences de cette agression pour la sûreté de leurs installations.

Événement survenu le 5 mars 2012 dans l'installation PEGASE du centre CEA de Cadarache

Lors d'une opération de manutention, un palan du pont qui était utilisé pour effectuer cette opération, d'une masse de 670 kg, s'est détaché et est tombé d'une hauteur d'environ 10 m dans le bassin d'entreposage sous eau de combustibles irradiés de l'installation PEGASE. Cet événement, classé par l'ASN au niveau 1 sur l'échelle INES, n'a eu aucune conséquence pour les opérateurs, l'installation ou l'environnement. Les investigations menées ont mis en évidence des défaillances d'équipements du pont résultant de mécanismes de vieillissement, non détectées par les contrôles périodiques effectués par l'exploitant. Compte tenu des conséquences qu'auraient pu avoir une telle chute, l'IRSN a mené une analyse approfondie de cet événement qui a conclu à son caractère générique, ce qui a conduit l'Institut à recommander à l'ASN que le retour d'expérience de cet événement soit pris en compte par tous les exploitants d'INB.

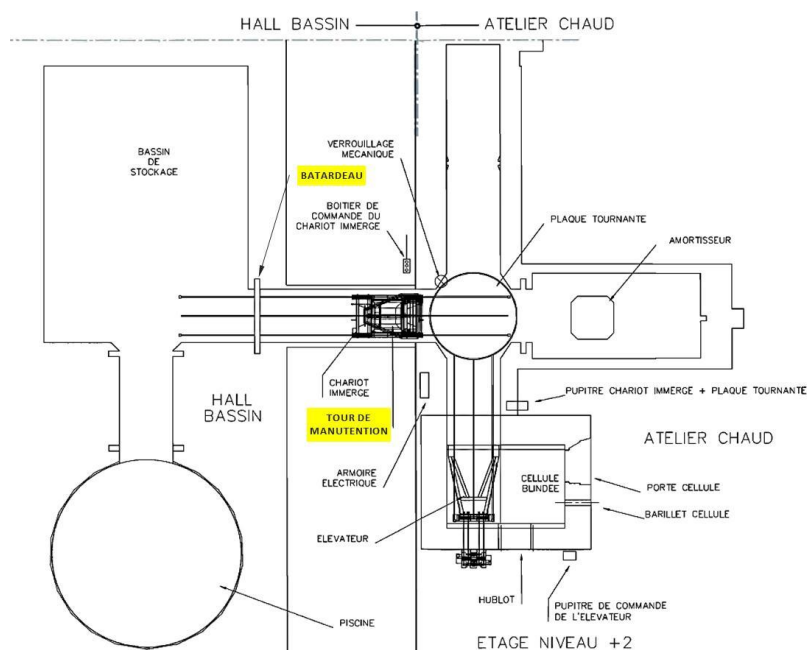
Installation PEGASE du centre CEA de CADARACHE

L'installation PEGASE, implantée sur le centre CEA de Cadarache, était initialement constituée du réacteur PEGASE qui avait pour rôle de tester des éléments combustibles de réacteurs refroidis au gaz, et d'entreposages sous eau de combustibles irradiés. Compte tenu de l'abandon de la filière graphite-gaz, le réacteur PEGASE a été mis à l'arrêt définitif le 19 décembre 1975.

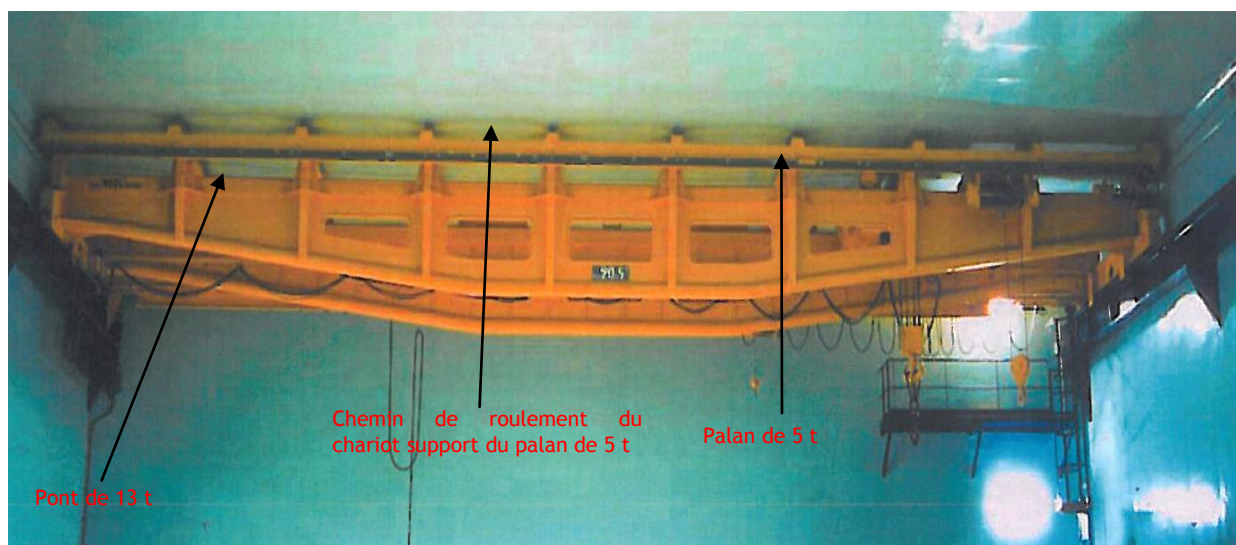
Depuis 1980, l'installation PEGASE assure :

- l'entreposage sous eau d'éléments combustibles irradiés sous différentes formes physiques (crayons, aiguilles, plaques, pastilles, tronçons de crayons ou de perches...). Les éléments combustibles irradiés sont entreposés sous eau dans des casiers disposés dans la piscine du réacteur PEGASE. Ces éléments combustibles sont actuellement en cours d'évacuation vers l'installation CASCAD située également sur le centre CEA de Cadarache ;
- l'entreposage à sec de fûts contenant des déchets technologiques issus de la fabrication d'éléments combustibles à base de plutonium.

La piscine du réacteur PEGASE est en communication, via un canal de liaison, avec un bassin de stockage, actuellement inutilisé, et avec le bassin de transfert vers la cellule blindée située dans une zone de l'installation dénommée « atelier chaud » (cf. le schéma ci-après).



Pour la manutention des éléments combustibles irradiés entreposés dans l'installation, l'exploitant utilise un pont roulant (voir la photographie ci-dessous) muni de trois chariots motorisés indépendants équipés, l'un d'un palan double d'une capacité de levage de 13 tonnes, le deuxième d'un palan d'une capacité de levage de cinq tonnes et le troisième d'un palan d'une capacité de levage de 500 kg.



Le palan de 500 kg du pont roulant est utilisé pour sortir les éléments combustibles de leurs casiers d'entreposage et les transférer vers la tour de manutention implantée dans le bassin de stockage. Cette tour est utilisée pour le transfert d'éléments combustibles vers la cellule blindée de l'atelier « chaud » où ils sont chargés dans un emballage de transport en vue de leur évacuation ; le transfert des éléments combustibles s'effectue sous eau depuis leur sortie des casiers jusqu'à leur arrivée dans la cellule blindée.

Le déplacement de la tour de manutention entre le bassin de stockage et la cellule blindée nécessite le retrait préalable du batardeau du canal de liaison au moyen du palan de 5 tonnes du pont roulant.

Déroulement de l'événement

Le 5 mars 2012, l'exploitant a prévu de réaliser une opération de vérification du bon fonctionnement de la tour de manutention. De telles opérations sont effectuées périodiquement pour l'ensemble des équipements nécessaires à l'évacuation des éléments combustibles irradiés entreposés dans la piscine du réacteur PEGASE.

Lors de la levée du batardeau, le chariot moteur du crochet du palan de 5 tonnes s'est détaché du pont et est tombé dans le bassin de stockage (d'une hauteur de 10 mètres dans l'air et de 7 mètres dans l'eau). Cet événement de chute de charge a été déclaré le 7 mars 2012 par l'exploitant à l'ASN, qui a l'a classé au niveau 1 sur l'échelle INES.

Un batardeau est un équipement destiné à la retenue provisoire d'eau en un lieu donné. Dans l'installation PEGASE, le batardeau est prévu pour éviter une vidange du bassin de stockage du hall « bassin » en cas de perte de l'étanchéité des bassins de l'atelier « chaud ». Il est enserré dans des glissières qui permettent d'assurer l'étanchéité.

Cet événement n'a conduit à aucune conséquence radiologique et n'a pas eu d'impact sur la sûreté de l'installation, en raison notamment de l'absence d'élément combustible dans le bassin de stockage ; en outre, aucune perte d'étanchéité du fond du bassin due à l'impact n'a été mise en évidence. Toutefois, un des opérateurs présents lors de la manutention du batardeau est tombé en reculant et a été légèrement blessé.

Analyse des causes de l'événement

L'exploitant a transmis à l'ASN un compte rendu d'évènement significatif dans lequel il a présenté le déroulement de l'événement, ses causes ainsi que les dispositions qu'il a retenues pour poursuivre l'évacuation des éléments combustibles irradiés. Ces éléments sont fondés sur une expertise réalisée par un organisme indépendant à la demande de l'exploitant.

Sur la base des investigations menées, l'exploitant a indiqué que les efforts nécessaires à l'extraction du batardeau de ses glissières (mesuré à 7,2 tonnes au dynamomètre) étaient supérieurs à la capacité de levage du palan (5 tonnes), ce qui a provoqué la déformation du chemin de roulement du chariot de ce palan. Cette déformation est à l'origine de la chute du chariot moteur.

Le CEA a précisé que cette déformation résulte d'une fatigue mécanique du chemin de roulement du chariot du palan utilisé, consécutive à une longue période de cycles de déformations et de mises en contrainte ; en effet, depuis 1962, la manutention du batardeau s'effectue toujours au même emplacement du chemin de roulement.

La fatigue mécanique est un mécanisme de vieillissement conduisant à la détérioration d'un matériau soumis à des efforts répétés supérieurs à sa limite d'endurance mais inférieurs à sa limite d'élasticité.

Le CEA a souligné que les contrôles réglementaires du pont roulant principal et des palans auxiliaires, réalisés en février 2012, n'avaient conduit à aucune observation de la part de l'organisme agréé chargé de ces contrôles. Toutefois, l'exploitant a précisé qu'un contrôle plus approfondi du pont aurait certainement pu permettre de détecter l'usure et d'effectuer une maintenance préventive des équipements concernés.

Enseignements tirés de l'incident

A la suite de cet événement, l'exploitant a immédiatement condamné administrativement le pont et interdit son utilisation. En vue de remettre l'installation dans un état conforme à son référentiel de sûreté, l'exploitant s'est assuré de l'absence de dégradation des structures et de la peau d'étanchéité du bassin de stockage du hall « bassin » et a également évacué le palan qui avait chuté. Il a réalisé une expertise complète du pont roulant de 13 tonnes du hall bassin qui n'a montré aucune anomalie pouvant empêcher son utilisation future. Par ailleurs, le CEA a indiqué prendre des dispositions pour tenir compte du retour d'expérience de l'événement dans l'ensemble des INB du site CEA de Cadarache.

En conclusion de son analyse de l'événement, l'IRSN a conclu que les dispositions retenues par le CEA en vue de la poursuite de l'évacuation des éléments combustibles irradiés présents dans l'installation PEGASE étaient globalement adaptées. Toutefois, l'Institut a recommandé à l'ASN de demander au CEA, préalablement à la remise en exploitation du pont roulant de 13 tonnes, d'une part de compléter les procédures de contrôle des équipements du pont de manutention par les vérifications à réaliser et les critères associés, d'autre part de réviser l'étude des risques de manutention liés à l'utilisation de ce pont par une analyse des risques et des conséquences de la chute du palan ou de son chariot dans la piscine où sont entreposés les éléments combustibles irradiés.

Par ailleurs, l'IRSN a recommandé à l'ASN d'informer tous les exploitants d'INB des éléments de retour d'expérience de l'événement et de leur demander :

- de répertorier les équipements de levage de leurs installations et de vérifier que les dispositions mises en place permettent bien de limiter les risques de chute de ces équipements ou de leurs éléments ;
- de préciser les vérifications effectuées sur les équipements de levage au titre des contrôles et essais périodiques, notamment ceux à caractère réglementaire¹, les critères d'acceptation retenus, les conditions de leur réalisation ainsi que les dispositions de maintenance préventive ou curative ;
- d'analyser les risques liés à la chute d'équipements de levage.

Pour l'IRSN, plus globalement, le retour d'expérience de cet événement souligne :

- l'attention que les exploitants doivent accorder au caractère adapté et suffisant des contrôles et essais périodiques des équipements de leurs installations ;
- le rôle essentiel de ces contrôles et essais pour s'assurer du bon fonctionnement de ces équipements et pour réaliser à temps les opérations de maintenance préventive adaptées.

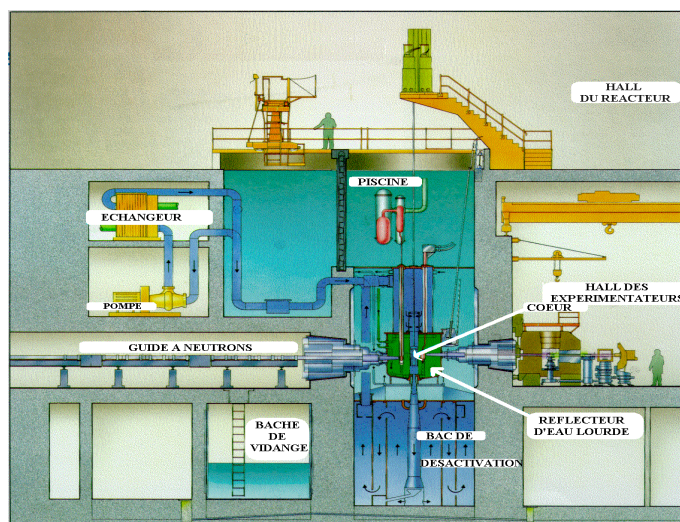
¹ Les appareils de levage sont soumis à des contrôles réglementaires conformément à l'arrêté du 1^{er} mars 2004. Cet arrêté requiert un examen de l'état de conservation de l'appareil et des essais de fonctionnement.

Événement survenu le 20 juin 2012 dans le réacteur ORPHEE du centre CEA de Saclay

Lors d'une intervention pour maintenance sur une pompe du circuit de refroidissement secondaire du réacteur de recherche ORPHEE, une pompe du circuit de refroidissement primaire a été involontairement arrêtée, ce qui a entraîné l'arrêt automatique du réacteur. Cet événement, sans conséquence pour la sûreté du réacteur et son environnement, met en lumière l'attention qui doit être portée à l'ergonomie des dispositifs d'information et de commande des réacteurs afin de réduire autant que possible les risques d'erreur des opérateurs.

Le réacteur de recherche ORPHEE

Le réacteur de recherche ORPHEE, implanté dans le centre CEA de Saclay, a divergé pour la première fois en décembre 1980. Il a été conçu pour répondre aux besoins de la recherche fondamentale sur la matière condensée en fournissant des faisceaux de neutrons à des physiciens expérimentateurs. Ces neutrons sont produits par des réactions de fission en chaîne dans le cœur du réacteur où ils sont collectés par des guides à neutrons puis dirigés vers des aires expérimentales.



Le cœur du réacteur, d'une puissance thermique de 14 MW, est très compact ; il est refroidi par une circulation d'eau déminéralisée dans le circuit de refroidissement primaire. Le cœur est par ailleurs entouré d'une cuve remplie d'eau lourde qui permet de renvoyer les neutrons vers le cœur afin d'en limiter les fuites (rôle de réflecteur neutronique). Le cœur, le circuit de refroidissement primaire ainsi que la cuve d'eau lourde sont immergés dans une piscine d'eau déminéralisée. Cette disposition générale de conception (réacteur de type « piscine ») facilite l'accès au cœur pour la manutention des éléments combustibles et des dispositifs d'irradiation, la hauteur d'eau au-dessus du cœur du réacteur assurant la protection des opérateurs contre les rayonnements ionisants émis par celui-ci. L'eau de la piscine et l'eau du circuit de refroidissement primaire sont refroidies par des circuits de refroidissement dits secondaires, l'eau de ces derniers circuits étant elle-même refroidie par contact avec l'air ambiant extérieur. L'eau de la piscine permet également de refroidir le cœur du réacteur après son arrêt (évacuation de la puissance résiduelle du cœur) sans qu'il soit nécessaire de maintenir les pompes du circuit primaire en fonctionnement.

La molécule d'eau lourde, D_2O , est une molécule d'eau dans laquelle chaque noyau d'hydrogène est remplacé par un atome de deutérium qui contient un neutron supplémentaire.

Déroulement de l'événement

Du fait du constat d'une fuite d'eau au niveau d'une des deux pompes du circuit de refroidissement secondaire du cœur, l'arrêt de cette pompe a été programmé pour pouvoir effectuer les réparations nécessaires. En préalable, la puissance du réacteur a été réduite pour tenir compte de la perte d'efficacité du refroidissement due à l'arrêt de la pompe ; dans ces conditions, une pompe du circuit de refroidissement secondaire reste en fonctionnement et le circuit de refroidissement primaire fonctionne normalement.



Salle de commande du réacteur ORPHEE

Une fois l'intervention réalisée par un mécanicien, le chef de quart présent en salle de commande du réacteur effectue la remise en service de la pompe du circuit de refroidissement secondaire réparée. Cette opération nécessite d'agir sur le bouton « marche-arrêt » associé à cette pompe (bouton de type TPL « Tourner Pousser Lumineux ») et de visualiser des informations sur un galvanomètre (instrument de mesure de l'intensité d'un courant électrique) situé à une certaine distance du bouton TPL. Le chef de quart a donc dû se déplacer pour effectuer les deux actions. Il a alors constaté, en consultant les voyants du pupitre de la salle de commande, que la pompe n'avait pas redémarré.

Le chef de quart a alors agi de nouveau sur le bouton pour redémarrer la pompe mais s'est trompé de bouton et a agi sur le bouton « marche-arrêt » associé à une pompe du circuit primaire de refroidissement, ce qui a conduit à l'arrêt de cette pompe qui était en fonctionnement. La diminution du débit du circuit de refroidissement primaire du cœur, détectée par le système de protection du réacteur, a déclenché automatiquement l'arrêt du réacteur par l'insertion des barres de commande dans le cœur.

Barres de commande

Les barres de commande sont constituées de matériaux qui absorbent les neutrons. Elles sont notamment utilisées pour faire varier la puissance du réacteur : leur insertion dans le cœur fait diminuer le nombre de neutrons et donc la puissance du réacteur.

Cet événement, classé par l'ASN au niveau 0 sur l'échelle INES, n'a eu aucune conséquence sur la sûreté du réacteur.

Les investigations menées par l'exploitant pour identifier les causes de l'événement ont montré que l'absence de démarrage de la pompe lors de la première tentative résultait du fait que la pompe était restée consignée.

Par la suite, les pompes des circuits primaire et secondaire de refroidissement ont été remises en service sans difficulté particulière. L'exploitant a néanmoins dû attendre la décroissance du xénon 133 (élément radioactif absorbant de neutrons, de période radioactive de 5,2 jours) durant 48 heures avant de pouvoir redémarrer le réacteur.

Système de protection d'un réacteur de recherche

La sûreté d'un réacteur de recherche repose en particulier sur la maîtrise des trois fonctions de sûreté suivantes :

- la maîtrise du nombre de neutrons produits par les réactions de fission (réactivité),
- l'évacuation de la chaleur produite par ces fissions (refroidissement),
- le maintien de la matière radioactive dans le combustible (confinement).

Pour vérifier que ces fonctions sont bien assurées en permanence, des grandeurs physiques sont mesurées en continu :

- le nombre de neutrons produits dans le cœur (réactivité),
- la pression et la température de l'eau du circuit primaire à l'entrée et à la sortie du cœur (refroidissement)
- la radioactivité de l'eau et de l'air au-dessus de la piscine (confinement).

Pour chacun de ces paramètres, une plage de valeurs « autorisées » est définie, qui caractérise le domaine de fonctionnement normal du réacteur. Dès que la valeur d'un de ces paramètres sort du domaine autorisé, l'arrêt du réacteur est automatiquement déclenché, permettant d'assurer la maîtrise des trois fonctions de sûreté précitées.

Enseignements tirés

En réponse à une question de l'ASN, l'exploitant du réacteur ORPHEE a indiqué que la confusion commise par le chef de quart ne s'était jamais produite au cours des 30 années d'exploitation du réacteur. Il a également considéré que, si cette erreur ne met pas en cause l'ergonomie générale de présentation des informations et des boutons au pupitre de la salle de commande, des améliorations peuvent néanmoins être apportées aux boutons « marche-arrêt » des pompes des circuits de refroidissement primaire et secondaire, ces boutons étant du même type (boutons « TPL ») et situés à proximité les uns des autres. Aussi, afin de réduire les risques de confusion par l'opérateur, l'exploitant a modifié les boutons du circuit de refroidissement primaire de manière qu'ils soient plus facilement distingués de ceux du circuit de refroidissement secondaire par l'opérateur.

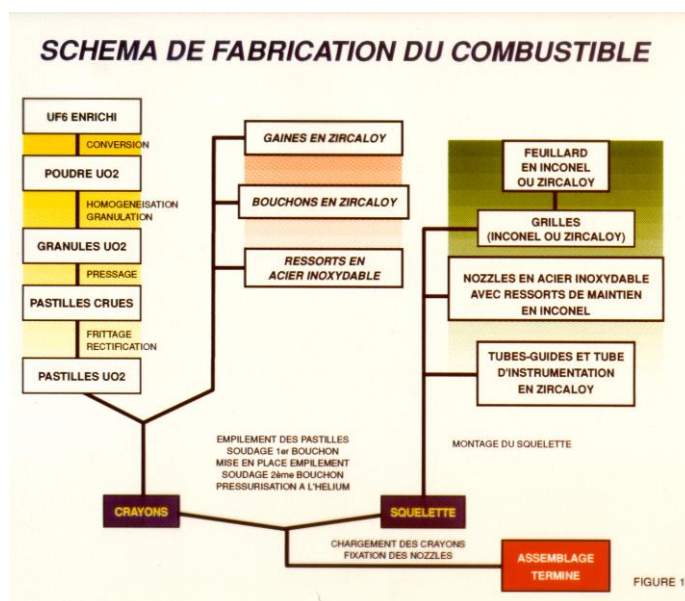
Événement survenu le 24 septembre 2012 dans l'usine de fabrication de combustibles pour les REP située à Romans sur Isère

Deux événements consécutifs ont été déclarés à l'ASN par la société FBFC en septembre 2012, correspondant à des non-respects de règles retenues pour la prévention des risques de criticité relatives à l'entreposage de conteneurs, dénommés « bouteillons », de rebuts de fabrication contenant des matières fissiles. Compte tenu des nombreuses défaillances constatées, l'ASN a décidé de classer le second événement au niveau 2 sur l'échelle INES. Elle a de plus notifié à l'exploitant des prescriptions lui demandant d'améliorer sans délai la gestion des « bouteillons » de matières fissiles concernés par l'événement. L'analyse approfondie effectuée par l'IRSN des améliorations proposées par l'exploitant a permis de conclure que celles-ci sont globalement adaptées. L'IRSN a aussi recommandé que le retour d'expérience de ces événements soit étendu à l'ensemble des « bouteillons » concernés de l'installation.

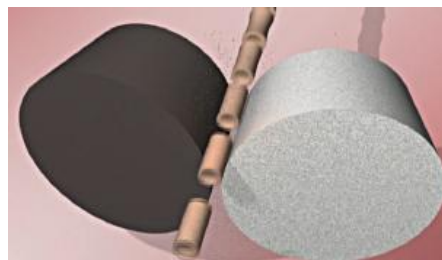
Description du procédé

Sur le site de Romans-sur-Isère, la société FBFC, qui est une filiale du groupe AREVA, exploite deux installations nucléaires de base, l'usine de fabrication d'éléments combustibles pour les réacteurs de recherche et l'usine de fabrication d'assemblages combustibles nucléaires pour les réacteurs à eau sous pression (REP). L'usine de fabrication d'assemblages combustibles pour les REP se compose de plusieurs bâtiments dans lesquels sont réalisées les différentes opérations de fabrication :

- bâtiment C1 : conversion de l'hexafluorure d'uranium (UF_6), provenant de l'usine d'enrichissement Georges Besse II, en poudre d'oxyde d'uranium (UO_2) ;
- bâtiment AP2 : fabrication de pastilles à partir de la poudre d' UO_2 puis fabrication de crayons combustibles constitués à partir de ces pastilles et mise en assemblage de ces crayons ;
- bâtiment R1 : recyclage des rebuts de fabrication provenant des différentes étapes du procédé ;
- station HF : traitement des effluents gazeux provenant du procédé de conversion en vue de récupérer l'acide fluorhydrique (HF).



Dans l'atelier AP2, une des étapes de la fabrication des combustibles consiste à « rectifier » sous eau les pastilles frittées d' UO_2 . Cette opération de « rectification » a pour but d'ajuster le diamètre des pastilles ; elle est réalisée en les faisant passer entre deux meules (rectifieuses) de façon à obtenir le diamètre requis pour leur introduction dans les gaines des crayons combustibles.



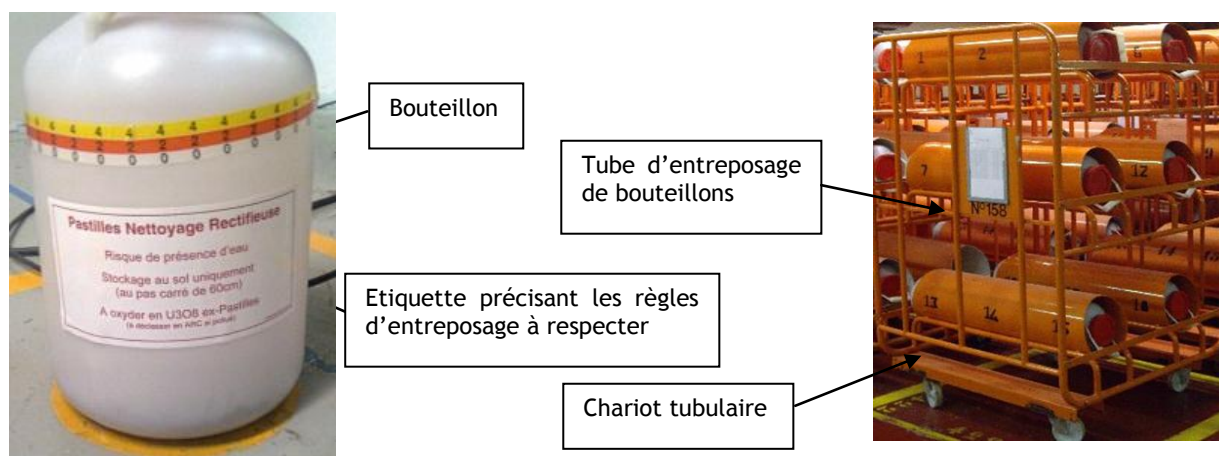
Les opérations de fabrication du combustible produisent :

- des rebuts de fabrication sous forme de pastilles entières ou de morceaux de pastilles, considérés comme des produits « secs », c'est-à-dire contenant une quantité de matières modératrices (eau) très faible : ils sont conditionnés en « bouteillons » de 10 L ;
- des boues résultant du traitement par centrifugation de l'eau du procédé de « rectification », considérées comme des produits « humides » : elles sont conditionnées en nacelles ;
- des rebuts de nettoyage des rectifieuses (pastilles, éclats, poussières, boues...) qui sont considérés comme des produits « humides » ; ils sont conditionnés en « bouteillons » de 10 L.

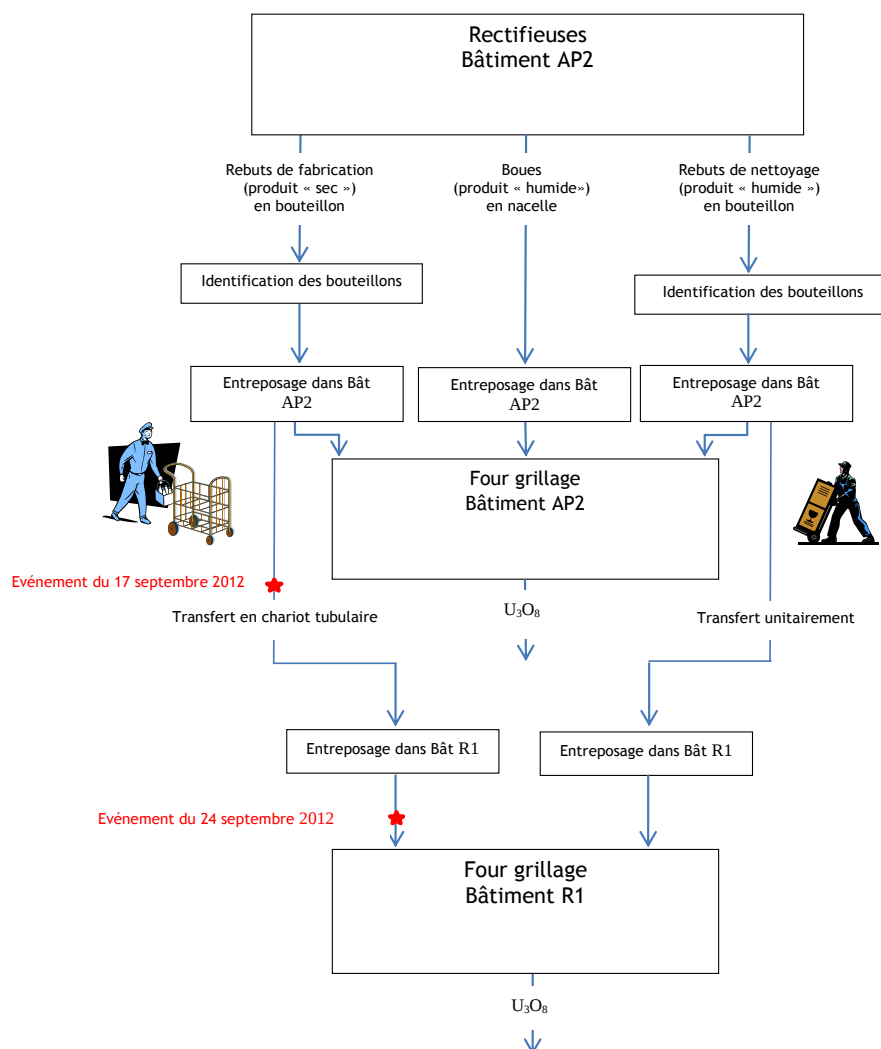
Tous ces rebuts sont traités par grillage dans un four où l'uranium est oxydé sous forme d' U_3O_8 ; recyclé dans le procédé de fabrication des pastilles. L'exploitant dispose de deux fours de grillage : l'un dans le bâtiment AP2, l'autre dans le bâtiment R1.

Des règles d'exploitation définissent, pour la prévention des risques de criticité, les conditions d'utilisation des « bouteillons ». Elles fixent, selon la nature de la matière fissile qui est conditionnée dans un « bouteillon » (poudre ou pastille, produit « sec » ou « humide »), la valeur maximale de la masse d'oxyde d'uranium par « bouteillon » ainsi que les conditions d'identification (« sec » ou « humide »), de transport et d'entreposage des « bouteillons » à respecter. Ces règles sont plus strictes pour les produits humides dans la mesure où ils contiennent des matières modératrices.

Le transfert des rebuts de fabrication entre les bâtiments AP2 et R1 est effectué dans des bouteillons de 10 litres, transportés, selon les cas, soit individuellement (produits « humides »), soit dans un chariot « tubulaire » (jusqu'à 18 bouteillons par chariot). Il s'agit d'opérations effectuées par des opérateurs.



Les flux de rebuts de fabrication provenant des rectifieuses sont présentés sur le schéma ci-dessous. Les opérations au cours desquelles ont eu lieu les non-respects des règles de criticité, qui ont conduit à la déclaration des événements du 17 et du 24 septembre 2012, sont indiquées sur le schéma.



Détection des événements

Le 17 septembre 2012, l'exploitant a découvert dans le bâtiment AP2 un chariot tubulaire de transfert contenant trois « bouteillons » identifiés par une étiquette comme contenant des produits humides alors que ces chariots ne doivent contenir que des produits secs. Ces « bouteillons » ont été retirés du chariot. Les investigations de l'exploitant n'ont pas mis en évidence d'autre anomalie. L'exploitant a déclaré cet événement à l'ASN, qui l'a classé au niveau 1 sur l'échelle INES.

Le 24 septembre 2012, dans le bâtiment R1, l'exploitant a découvert, lors de l'ouverture d'un « bouteillon » identifié par une étiquette comme contenant des produits secs, la présence de produits humides. L'exploitant a suspendu les opérations de production dans les unités de rectification des pastilles ainsi que les transferts des « bouteillons » et a lancé une vérification de l'ensemble des « bouteillons » susceptibles de contenir des produits humides. Cette vérification a mis en évidence six autres anomalies relatives aux règles de gestion des

« bouteillons ». L'exploitant a déclaré cet événement à l'ASN et a proposé de le classer au niveau 1 sur l'échelle INES.

Le 28 septembre 2012, l'ASN a diligenté une inspection « réactive » qui a mis en évidence que plusieurs « bouteillons » étaient concernés par des manquements aux règles de prévention des risques de criticité, ce qui l'a conduit à reclasser l'événement du 24 septembre 2012 au niveau 2 sur l'échelle INES ; de plus, l'ASN a notifié à l'exploitant des prescriptions lui demandant d'améliorer la gestion des « bouteillons » contenant des matières fissiles en provenance du procédé de rectification (la décision ASN est consultable sur le site internet de l'ASN www.asn.fr). En particulier, l'ASN a demandé à l'exploitant de mettre en place des dispositions « pérennes » sur la base d'une analyse du retour d'expérience des événements et, dans l'attente, de prendre des dispositions transitoires, permettant de prévenir les risques de criticité associés à la gestion des « bouteillons » de matières fissiles en provenance du procédé de rectification.

Enseignements tirés des événements

L'exploitant a, pour chaque événement, transmis un compte rendu d'événement significatif dans lequel il précise les circonstances et les causes de l'événement ainsi que les dispositions prévues pour en éviter le renouvellement et poursuivre les opérations de traitement des rebuts en provenance du procédé de rectification.

Sur la base de l'analyse qu'il a effectuée, l'exploitant a conclu que les événements précités sont liés à des insuffisances de prise en compte des actions humaines dans l'analyse des risques de criticité effectuée à la conception de l'installation. Cette analyse a révélé des défaillances organisationnelles et humaines (modes opératoires peu explicites ou incomplets, absence de contrôle de l'étiquetage des « bouteillons » et de leur entreposage, méconnaissance des règles de maîtrise des risques de criticité par les opérateurs, notamment concernant les conditions d'entreposage des « bouteillons » de produits « humides » en chariot tubulaire). De plus, il s'est avéré que, à la suite de l'arrêt d'un des anciens fours de « grillage » du bâtiment AP2 et de son remplacement par le four du bâtiment R1, les flux de matières au sein de l'établissement avaient été modifiés sans que les conséquences de cette évolution des flux aient été suffisamment analysées, notamment en matière de contraintes d'exploitation supplémentaires pour les opérateurs.

Les mesures immédiates mises en œuvre par l'exploitant après les événements précités ont consisté à améliorer l'identification des « bouteillons » contenant des matières humides, les règles d'utilisation et d'entreposage de ces « bouteillons » et à mettre en place des contrôles sur l'utilisation de ces « bouteillons ». L'exploitant a, en outre, proposé d'utiliser un nouveau type de « bouteille » pour les matières humides, dont la forme empêcherait son chargement dans les chariots tubulaires prévus pour les produits secs, ainsi qu'un nouveau chariot de transfert réservé aux « bouteillons » de matières humides.

L'IRSN a estimé que les dispositions proposées étaient globalement adaptées pour éviter le renouvellement de ce type d'événements mais a formulé à l'ASN plusieurs recommandations, dans le but de faire améliorer par l'exploitant la documentation de sûreté de l'installation. De plus, l'IRSN a estimé nécessaire que l'exploitant étende le retour d'expérience de ces événements aux « bouteillons » de matières provenant d'autres équipements que les rectifieuses. Les enseignements tirés de ce retour d'expérience seront analysés par l'IRSN lors du prochain réexamen de sûreté de l'installation, prévu en 2014.

SUJETS TRANSVERSES

L'exploitation du retour d'expérience ne se limite pas aux événements déclarés par les exploitants français. En particulier, les incidents et accidents survenant dans des installations étrangères sont également à examiner afin d'en tirer des enseignements utiles pour améliorer la sûreté des installations françaises. Cette démarche est particulièrement illustrée par l'accident ayant affecté les installations de la centrale japonaise de Fukushima-Daiichi le 11 mars 2011. Ce chapitre présente l'évaluation effectuée par l'IRSN des dispositions proposées par les exploitants des usines et des réacteurs de recherche présentant les enjeux de sûreté les plus importants ou la plus grande sensibilité aux agressions à l'origine de l'accident de Fukushima, pour améliorer la sûreté de leurs installations.

Le retour d'expérience relatif à l'exploitation des installations nucléaires françaises met régulièrement en évidence que des insuffisances imputables au système de management de la sûreté et de la radioprotection des exploitants contribuent en tant que « causes profondes » à la plupart des événements significatifs déclarés à l'ASN. Ce chapitre présente l'évaluation effectuée par l'IRSN des systèmes mis en œuvre par le CEA et AREVA pour gérer la sûreté et la radioprotection de leurs INB.

En dehors des événements, incidents et accidents, le retour d'expérience comprend aussi les enseignements tirés d'évaluations de dossiers de sûreté (bonnes pratiques, problèmes récurrents...) que l'IRSN capitalise et exploite lors d'autres évaluations. Pour illustrer ce point, ce chapitre présente une synthèse des principaux enseignements tirés par l'IRSN d'évaluations réalisées concernant des opérations de démantèlement d'installations nucléaires.

Renforcements des usines et des réacteurs de recherche à la suite de l'accident de Fukushima

A la suite de la catastrophe qui a frappé les réacteurs de la centrale japonaise de Fukushima-Daiichi le 11 mars 2011, de nombreuses actions ont été entreprises de par le monde pour s'assurer de la robustesse des installations nucléaires et des organisations en place pour faire face à des situations extrêmes non prises en compte dans le dimensionnement de ces installations. En France, les études effectuées par les exploitants des usines et des réacteurs de recherche dits du lot 1 - c'est-à-dire des installations présentant les risques les plus importants ou la plus grande sensibilité aux agressions à l'origine de l'accident de Fukushima - dans le cadre des évaluations complémentaires de sûreté ont permis de confirmer que ces installations étaient globalement robustes pour les agressions naturelles envisagées pour les sites. Toutefois, l'analyse de l'IRSN a montré l'intérêt de compléter les dispositions de protection des installations existantes par un ensemble de moyens permettant de faire face à des agressions naturelles d'ampleur supérieure à ce qui était considéré jusqu'à présent : ces moyens constitueront les « noyaux durs » post-Fukushima. Les dispositions proposées par les exploitants des INB du lot 1 ont été évaluées par l'IRSN en 2012.

Contexte

A la suite des événements qui ont touché le Japon le 11 mars 2011, entraînant des défaillances en cascade sur le site de Fukushima-Daiichi, qui ont conduit à des rejets importants de matières radioactives dans l'environnement, le Premier Ministre français a demandé, par lettre du 23 mars 2011, au Président de l'ASN de « *réaliser une étude de sûreté des installations nucléaires, en priorité des centrales nucléaires, au regard de l'accident en cours... Cet audit portera sur cinq points : les risques d'inondation, de séisme, de perte des alimentations électriques et de perte de refroidissement ainsi que la gestion opérationnelle des situations accidentelles* ».

Dans le même temps, le Conseil européen réuni les 24 et 25 mars 2011 a décidé que seraient réalisés des tests de résistance pour toutes les installations nucléaires implantées sur le territoire des Etats membres.

Par une décision en date du 5 mai 2011, l'ASN a prescrit aux exploitants de procéder à des évaluations complémentaires de sûreté (ECS) portant sur le comportement de leurs installations dans les situations extrêmes évoquées ci-dessus. L'ASN a fixé les échéances de remise des dossiers ECS en fonction des risques présentés par les installations autres que les réacteurs électronucléaires ; trois lots ont ainsi été définis. L'ASN a demandé que les dossiers ECS des réacteurs de puissance et des autres INB dites « lot 1 » - c'est-à-dire les installations présentant les risques les plus importants ou la plus grande sensibilité aux agressions à l'origine de l'accident de Fukushima - soient transmis en septembre 2011. L'ASN a de plus demandé la transmission des dossiers ECS pour les INB du « lot 2 » - considérées moins prioritaires - pour septembre 2012. Pour les INB considérées les moins prioritaires, faisant partie du « lot 3 », l'ASN a demandé aux exploitants concernés de transmettre les dossiers ECS à l'occasion de procédures administratives impliquant une enquête publique (articles 7, 31 et 37 du décret 2007-1557 du 2 novembre 2007), ou à l'occasion de la mise en service de l'installation ou, au plus tard, dans le cadre du premier réexamen de sûreté.

Compte tenu des éléments qui précèdent, les informations présentées ci-après concernent uniquement les INB autres que les REP du « lot 1 ».

En septembre 2011, les exploitants (EDF, AREVA, CEA et l'ILL) d'installations nucléaires françaises ont transmis à l'ASN leurs rapports traitant de la robustesse de leurs installations à l'égard des différentes situations évoquées ci-dessus. L'analyse des rapports ECS des réacteurs de puissance et des INB du « lot 1 » a fait l'objet d'un examen par l'IRSN dont les conclusions ont été présentées, en novembre 2011, aux groupes permanents d'experts pour la sûreté des réacteurs nucléaires (GPR) et pour les laboratoires et usines (GPU) placés auprès du directeur général de l'ASN.

Liste des installations du « lot 1 »

- le Réacteur à Haut Flux,
- le Réacteur Jules Horowitz,
- le réacteur OSIRIS,
- le réacteur MASURCA,
- la centrale PHENIX,
- l'Atelier de Technologie du Plutonium,
- l'usine FBFC de Romans-sur-Isère
- les usines et ateliers du site de La Hague
- l'usine MELOX,
- les usines du site du Tricastin (Georges Besse I, Georges Besse II, TU5, SOCATRI et COMURHEX)
- les installations assurant les fonctions supports des sites de La Hague et du Tricastin

L'analyse de l'IRSN a confirmé que les exploitants devaient en premier lieu s'assurer de la conformité de leurs installations aux exigences de sûreté qui leur sont applicables. De plus, l'IRSN a préconisé que les exploitants définissent un ensemble de dispositions complémentaires visant à renforcer la robustesse des installations à l'égard de situations extrêmes pouvant conduire à des rejets importants de substances radioactives ou dangereuses. Ces dispositions constitueraient un « noyau dur ECS ».

Dans leur avis transmis à l'ASN, les groupes permanents ont confirmé qu'il leur paraissait nécessaire que les exploitants disposent de moyens robustes pour faire face à des situations extrêmes, en vue de limiter les possibilités d'accidents graves conduisant à des rejets importants dans l'environnement.

Enfin, les groupes permanents ont souligné l'importance que l'organisation et les moyens de crise puissent rester opérationnels pour des niveaux d'agressions très supérieurs à ceux retenus pour le dimensionnement des installations et pour des conditions d'ambiance radiologique ou toxique résultant d'un accident grave affectant plusieurs installations d'un même site.

Le contenu des « noyaux durs »

A la suite de l'avis des groupes permanents d'experts élaboré sur la base des dossiers des exploitants et de leur analyse par l'IRSN (le rapport de l'IRSN est consultable sur le site internet de l'IRSN (http://www.irsn.fr/FR/expertise/rapports_gp/gp-reacteurs/Pages/Rapport-IRSN-ECS.aspx), l'ASN a prescrit aux exploitants concernés, à savoir EDF, AREVA, le CEA et l'ILL, de lui proposer un « noyau dur de dispositions matérielles et organisationnelles robustes visant, pour les situations extrêmes étudiées dans le cadre des ECS, à :

- *prévenir un accident grave ou en limiter la progression,*
- *limiter les rejets massifs dans un scénario d'accident qui n'aurait pas pu être maîtrisé,*
- *permettre à l'exploitant d'assurer les missions qui lui incombent dans la gestion de crise. »*

L'ASN a également demandé aux exploitants de lui préciser « les exigences applicables à ce « noyau dur ».

L'IRSN a analysé le dossier transmis en juin 2012 par EDF en réponse aux prescriptions de l'ASN et a présenté ses conclusions au groupe permanent d'experts chargé des réacteurs nucléaires en décembre 2012. Pour en savoir plus

sur les conclusions de l'IRSN, consulter l'article « Renforcement des installations nucléaires à la suite de l'accident de Fukushima » du rapport IRSN sur <http://www.irsn.fr/parc-2012/>.

AREVA, le CEA et l'ILL ont, dans le courant du second semestre 2012, transmis les dossiers visant à répondre aux prescriptions de l'ASN pour les installations concernées. L'IRSN a évalué les dispositions relatives aux « noyaux durs » des INB du « lot 1 » ainsi que les exigences associées, qu'il s'agisse des niveaux d'aléas des agressions naturelles extrêmes auxquels ces « noyaux durs » doivent faire face ou des méthodes de justification retenues par les exploitants pour démontrer le caractère opérationnel des « noyaux durs » dans les conditions dans lesquelles ils sont amenés à fonctionner.

Les niveaux d'aléas caractérisent l'intensité des agressions externes d'origine naturelle retenue pour la sûreté des INB, telles que la magnitude d'un séisme, la hauteur d'eau résultant d'une inondation ou la vitesse des vents.

L'IRSN a présenté son analyse aux groupes permanents d'experts pour les réacteurs nucléaires (GPR) et pour les laboratoires et usines (GPU), en avril 2013.

- **Les aléas naturels extrêmes à retenir pour les « noyaux durs »**

S'agissant des séismes extrêmes proposés par les exploitants AREVA, CEA et ILL, l'IRSN a considéré que les niveaux d'aléa proposés étaient insuffisamment justifiés. Pour l'IRSN, des justifications complémentaires, fondées sur des données et éléments scientifiques étayés, apparaissent nécessaires pour conforter techniquement les niveaux de séisme proposés pour les « noyaux durs » des installations.

S'agissant des inondations extrêmes, l'IRSN a considéré que les niveaux d'aléa extrême retenus par les exploitants étaient globalement satisfaisants. Des justifications complémentaires apparaissaient néanmoins nécessaires pour le site du Tricastin, concernant la résistance des digues du canal de Donzère Mondragon à un séisme extrême, hypothèse retenue pour la définition du niveau d'aléa « inondation » de ce site.

S'agissant des phénomènes météorologiques extrêmes, l'IRSN a estimé que AREVA et le CEA devaient compléter leurs dossiers par la prise en compte des phénomènes de type tornades et vents extrêmes afin d'apprécier les risques « d'effet falaise » en cas d'événements météorologiques extrêmes de ce type et de prévoir, si nécessaire, dans les « noyaux durs » des dispositions pour y faire face.

- **Les dispositions des « noyaux durs » et les exigences associées**

A la différence des réacteurs de puissance d'EDF qui sont de conception similaire et qui présentent les mêmes risques, les installations du « lot 1 » d'AREVA, du CEA et de l'ILL présentent des comportements ou risques différents en cas d'aléa extrême, de perte d'alimentation électrique ou de perte de systèmes de refroidissement. A titre d'exemple, si certaines installations nécessitent d'être alimentées en électricité pour pouvoir maintenir la fonction de refroidissement, d'autres INB peuvent faire face à une perte totale des alimentations électriques sans conséquences notables pour la sûreté. Aussi, selon les cas, les exploitants ont proposé l'ajout de dispositions pour prévenir les situations accidentelles considérées ou en limiter les conséquences ainsi que de nouveaux moyens de gestion de crise.

A titre d'illustration des dispositions de renforcement proposées par les exploitants, AREVA a prévu la mise en place de systèmes additionnels d'appoint d'eau dans les piscines d'entreposage des combustibles irradiés pour les usines de traitement des combustibles usés du site de La Hague et des dispositions complémentaires pour le refroidissement des entreposages de solutions de produits de fission de ces usines. Par ailleurs, dans le cadre du renforcement des moyens de gestion de crise, AREVA a prévu la construction de nouveaux centres de gestion de crise et le déploiement de la FINA (voir encart ci-contre) permettant d'assurer la mise en œuvre de moyens d'intervention rapide sur site en cas de situation extrême.

FINA ou Force d'Intervention Nationale AREVA

Dans le cadre du retour d'expérience de l'accident de Fukushima, AREVA a prévu une Force d'Intervention Nationale conçue pour répondre à un accident majeur au sein des sites ou des installations AREVA. La FINA a pour mission de venir en aide à tout site qui serait accidenté en lui fournissant, dans un délai de 48 heures, des moyens humains et matériels (compresseurs d'air, éclairage, pompes, groupes électrogènes etc.), complémentaires aux moyens déjà présents sur le site, permettant de limiter les conséquences de l'accident, notamment en termes de rejets de substances chimiques ou radioactives dans l'environnement.

En conclusion de son analyse des dossiers relatifs aux différentes installations du « lot 1 », l'IRSN a estimé que les « noyaux durs » proposés par AREVA, le CEA et l'ILL pour les installations du « lot 1 » permettront d'accroître la capacité de ces installations à faire face à des agressions naturelles extrêmes ou à des pertes de longue durée de fonctions supports (alimentation en électricité en particulier). Toutefois, l'IRSN a considéré que les « noyaux durs » devraient être ponctuellement complétés ou renforcés sur certains aspects. Ainsi, à titre d'exemples, l'IRSN a estimé que des dispositions complémentaires devaient être proposées par les exploitants pour faire face à :

- une perte d'étanchéité de piscines d'entreposage de combustibles usés du site de La Hague après un séisme extrême, dans la mesure où les éléments présentés ne permettent pas d'écarter de telle perte ;
- des incendies survenant en plusieurs endroits d'une installation à la suite d'une situation extrême (séisme, inondation...), un tel cas ne pouvant pas être totalement éliminé ;
- des rejets de matières radioactives dans l'environnement induits par une agression naturelle extrême.

Enfin, l'IRSN a insisté sur le fait que les matériels des « noyaux durs » des installations devraient faire l'objet d'exigences élevées en termes de méthodes et de critères de dimensionnement (ou de vérification pour les matériels existants), de réalisation et de suivi en exploitation. Pour l'IRSN, ces exigences élevées sont essentielles pour justifier le haut niveau de confiance attendu pour les « noyaux durs » des installations, qui devront pouvoir assurer la maîtrise de la sûreté de celles-ci en cas de situation extrême.

Tenant compte de cette instruction, l'ASN a prévu de rédiger des prescriptions applicables à chacune des installations du « lot 1 ».

Il est à noter enfin que l'IRSN a présenté aux groupes permanents d'experts, en juillet 2013, son analyse des dossiers ECS des installations du « lot 2 ».

Pour approfondir, consulter le dossier IRSN sur les ECS :

http://www.irsn.fr/FR/connaissances/Installations_nucleaires/La_surete_Nucleaire/evaluations-complementaires-surete/Pages/sommaire.aspx

Systèmes de management de la sûreté et de la radioprotection du CEA et d'AREVA

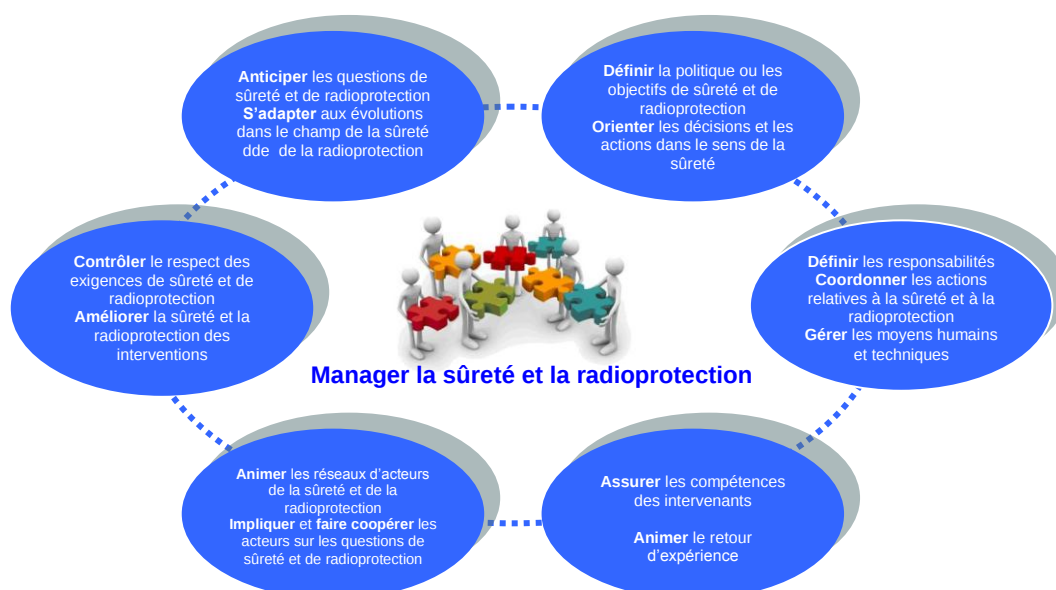
Le retour d'expérience relatif à l'exploitation des installations nucléaires met régulièrement en évidence des insuffisances en matière de management de la sûreté et de la radioprotection. L'IRSN a procédé à l'évaluation des systèmes mis en œuvre par le CEA et AREVA à cette fin. Ces évaluations ont conduit à dégager plusieurs axes d'amélioration, en particulier pour ce qui concerne la conception de nouvelles installations ou les modifications d'installations existantes, la gestion des compétences des personnels de l'exploitant et la maîtrise des activités sous-traitées.

Éléments de définition du management de la sûreté

Selon le rapport n°13 de l'INSAG², diffusé par l'Agence Internationale de l'Énergie Atomique (AIEA), un système de management de la sûreté a deux objectifs principaux :

- *améliorer les résultats de sûreté de l'entreprise grâce à la programmation, au pilotage et au contrôle des activités importantes pour la sûreté en situation normale, de transitoires et d'urgence ;*
- *alimenter et appuyer une solide culture de sûreté en développant et renforçant une bonne attitude et un bon comportement vis-à-vis de la sûreté, tant chez les individus que dans les équipes, de façon à leur permettre de réaliser leurs tâches en toute sûreté.*

Sur cette base, les fonctions d'un système de management de la sûreté et de la radioprotection peuvent être représentées comme suit :



² Management of Operational Safety in Nuclear Power Plants, AIEA, rapport INSAG n°13, 1999.

Management de la sûreté et de la radioprotection et retour d'expérience

L'analyse du retour d'expérience des installations de type LUDD et des réacteurs de recherche, menée par l'IRSN, met en évidence que des insuffisances imputables au système de management de la sûreté et de la radioprotection des exploitants contribuent en tant que « causes profondes » à la plupart des événements significatifs déclarés à l'ASN. Cependant, dans de nombreux cas, les analyses d'événements transmises par les exploitants rendent compte de manière très lacunaire du rôle joué par ces insuffisances. Ces analyses s'arrêtent encore trop souvent aux causes premières liées au comportement des opérateurs. L'IRSN a évalué les systèmes de management de la sûreté et de la radioprotection mis en œuvre par AREVA et le CEA, qui exploitent de nombreuses installations nucléaires. Cette évaluation présente l'intérêt d'aborder l'ensemble des installations nucléaires qui sont couvertes par le système de management de la sûreté d'un exploitant, ce qui permet de traiter des questions spécifiques concernant l'ensemble des installations d'un exploitant (politique de gestion des compétences en sûreté et radioprotection par exemple).

Démarche d'évaluation du management de la sûreté et de la radioprotection

L'IRSN a évalué la pertinence du référentiel de management (notes de politique générale, notes d'organisation, descriptions de processus de gestion, procédures) en regard de l'état de l'art dans ce domaine. Pour ce faire, l'IRSN a examiné la manière dont les différentes entités de l'organisation s'approprient ce référentiel et le déclinent au plan opérationnel, en s'assurant que les personnels disposent des moyens pour prendre en considération la sûreté et la radioprotection dans l'exercice de leurs missions.

Les champs couverts par les systèmes de management de la sûreté et de la radioprotection du CEA et d'AREVA sont très étendus et hétérogènes. La nature des risques, les types d'activité réalisés, les organisations mises en place, les effectifs mobilisés peuvent être très différents selon les installations ou les sites. Par conséquent, l'IRSN a concentré ses évaluations sur quelques questions spécifiques dont plusieurs étaient communes à la fois au CEA et à AREVA. Ainsi, l'IRSN a notamment examiné la capacité des systèmes de management de la sûreté et de la radioprotection du CEA et d'AREVA à encadrer, piloter et animer la gestion des projets de conception, la gestion des emplois et des compétences, la gestion des prestations sous-traitées.

Le management de la sûreté et de la radioprotection dans les projets de conception

Les évaluations réalisées par l'IRSN ont concerné plus particulièrement la gestion des projets de conception de nouvelles installations ou de modifications d'installations. Elles ont montré qu'AREVA, comme le CEA, avait récemment modifié son organisation de la maîtrise d'œuvre afin de favoriser la mutualisation des moyens et des compétences et l'harmonisation

Un projet met en relation un **maître d'ouvrage** qui définit le besoin auquel le projet doit répondre, commande et finance le projet, avec un **maître d'œuvre** qui assure la réalisation du projet jusqu'à sa réception qui clôt le projet.

des pratiques, notamment dans le domaine de la sûreté et de la radioprotection. Les évaluations de l'IRSN ont également mis en évidence que les entités en charge de la maîtrise d'ouvrage - qui assurent le plus souvent l'exploitation des installations et ont du mal à dégager le temps nécessaire au suivi d'un ou de plusieurs projets de modification - peuvent éprouver des difficultés à réaliser leurs missions face à une maîtrise d'œuvre dont la compétence et la légitimité ont été renforcées par la modification de l'organisation évoquée ci-dessus. Ces difficultés peuvent conduire à une prise en compte insuffisante des contraintes réelles ou des pratiques courantes

d'exploitation et entraîner l'implantation de modifications qui complexifient fortement le respect au quotidien des exigences de sûreté ou de radioprotection par les exploitants.

Pour ce qui concerne plus précisément l'intégration des exigences de sûreté dans les projets, l'IRSN a observé qu'AREVA et le CEA poursuivent leurs efforts principalement dans deux directions. En premier lieu, ils ont renforcé les compétences en sûreté des équipes en charge des projets. Ainsi, un ingénieur de sûreté est dorénavant présent au sein des équipes en charge des projets du CEA pour assurer cette tâche tout au long du projet, notamment en participant à l'élaboration des documents de sûreté (rapport de sûreté, règles générales d'exploitation...). S'agissant d'AREVA, l'IRSN a noté la mise en place d'équipes en charge de la sûreté au sein de la maîtrise d'ouvrage et de la maîtrise d'œuvre. Par ailleurs, les principes de conduite de projet et d'intégration des exigences de sûreté ont été progressivement formalisés dans des documents de référence. Malgré ces améliorations, des efforts restent à mener pour mieux formaliser dans ces documents de référence, les modalités de constitution du retour d'expérience relatif à la prise en compte des exigences de sûreté dans les projets.

Le management des compétences en sûreté et en radioprotection

Les besoins en compétences des exploitants évoluent en permanence du fait de l'évolution des compétences disponibles au sein du personnel (mobilités internes, démissions, départs à la retraite...) et de l'évolution des compétences requises pour exploiter les installations (mise en service de nouvelles installations, introduction de nouveaux procédés, démantèlement d'installations, développement de nouveaux métiers...). Compte tenu des délais nécessaires à la professionnalisation des personnels, AREVA et le CEA doivent disposer d'une organisation et d'outils leur permettant de prévoir leurs besoins futurs en compétences. Ils doivent également se doter de moyens pour répondre à ces besoins : recrutement, politique de mobilité interne, parcours de professionnalisation. Le contexte général de renouvellement massif de personnels lié aux nombreux départs à la retraite rend cette anticipation particulièrement importante.

AREVA et le CEA ont progressivement mis en place des démarches de gestion prévisionnelle des emplois et des compétences. Les structures globales des démarches des deux exploitants sont relativement proches. Chaque poste ou fonction fait l'objet d'une description relativement détaillée en termes de missions et de responsabilités, d'activités à réaliser, de compétences requises, voire de formations nécessaires. Ces démarches permettent d'identifier des besoins individuels de formation et de faire apparaître notamment des besoins en effectifs.

L'IRSN a constaté que les exploitants connaissaient des difficultés lorsqu'ils devaient prévoir sur le moyen terme l'impact des évolutions de stratégie industrielle, de technologies et de population, sur les besoins de compétences en sûreté et en radioprotection. En effet, ces prévisions sont construites le plus souvent en termes d'effectifs, comme c'est le cas pour la prévision à 3 ans de l'évolution des effectifs des métiers produite par l'Observatoire des métiers d'AREVA. Elles n'abordent que rarement les évolutions des compétences elles-mêmes et contribuent de manière insuffisante à l'anticipation des changements affectant le contenu des métiers. Il convient cependant de souligner qu'AREVA et le CEA ont développé localement ce type de prévisions dans le cadre de projets spécifiques. Le CEA a ainsi mené le projet PASSAGE pour gérer les compétences nécessaires à l'assainissement et au démantèlement des six installations du site de Grenoble tout en organisant la baisse des effectifs CEA du site. Pour sa part, AREVA a mis en place le projet TRANSITION afin de gérer les évolutions combinées des besoins en compétences liés à la mise à l'arrêt et au démantèlement de l'usine Georges Besse I et au démarrage de l'usine Georges Besse II.

Le management de la sûreté et de la radioprotection dans les activités sous-traitées

L'IRSN a examiné les différentes étapes du processus de recours à des entreprises prestataires, depuis la décision de sous-traiter, jusqu'à la sélection des entreprises, le suivi des prestations et la constitution du retour d'expérience.

Pour ce qui concerne la décision de sous-traiter une activité, l'IRSN a estimé que le CEA devait progresser dans l'analyse préalable des impacts possibles de la sous-traitance sur la maîtrise de la sûreté et de la radioprotection de ses INB. S'agissant d'AREVA, les entités « Achats » recommandent la réalisation d'une analyse de risques mais celle-ci est plutôt orientée vers les risques financiers et apparaît peu adaptée à l'identification des impacts d'un projet de sous-traitance sur la sûreté et la radioprotection des INB. Soulignons néanmoins qu'un guide d'analyse des risques liés aux projets d'externalisation d'activités d'exploitation à des entreprises extérieures a été élaboré par le site de La Hague.

AREVA et le CEA disposent de processus de qualification et de sélection des entreprises extérieures qui reposent sur une évaluation de leur savoir-faire technique et de leurs compétences et intègrent des critères relatifs à la sûreté et la radioprotection. L'intégration des exigences de sûreté et de radioprotection dans les cahiers des charges rédigés en vue de la sélection de sociétés prestataires pour une activité sous-traitée ne fait pas l'objet d'une directive nationale tant à AREVA qu'au CEA. Toutefois, l'IRSN a constaté qu'il existe dans certains établissements des guides de rédaction des cahiers des charges qui sont de nature à favoriser cette intégration. Par ailleurs, l'IRSN a noté que les critères d'évaluation des offres techniques des entreprises prestataires mériteraient d'être adaptés pour mieux prendre en compte la capacité des entreprises à respecter les exigences de sûreté et de radioprotection associées aux prestations à réaliser.

Pour ce qui concerne le suivi des activités réalisées par des prestataires, l'IRSN a plus particulièrement examiné les capacités d'AREVA et du CEA à satisfaire les exigences réglementaires de surveillance des prestataires. La surveillance doit notamment permettre à chaque exploitant d'INB de s'assurer que les prestataires connaissent et appliquent les dispositions qui leur ont été notifiées, notamment en matière de sûreté et de radioprotection. A l'issue des évaluations menées par l'IRSN, AREVA et le CEA se sont engagés à améliorer la programmation et la traçabilité des actions de surveillance, en lien avec les risques associés aux activités réalisées. De même, ils ont prévu de clarifier les missions des personnels chargés de la surveillance des prestataires et de renforcer leur formation.

AREVA et le CEA ont mis en place des dispositions pour formaliser leurs appréciations à l'issue d'une prestation (fiches d'appréciation des prestataires au CEA, fiches d'appréciation de marché chez AREVA). Par ailleurs, les visites de chantier, les revues mensuelles de contrats ou les audits des fournisseurs sont autant d'occasions d'évaluer les entreprises au cours de la réalisation des prestations. L'IRSN a estimé que ces dispositions étaient globalement satisfaisantes, en soulignant toutefois que l'évaluation du respect des exigences de sûreté et de radioprotection pourrait être tracée de manière plus explicite. L'IRSN a également estimé nécessaire que soit mieux utilisé le retour d'expérience ainsi recueilli, lors de l'analyse des offres techniques des sociétés prestataires.

Conclusion

Les évaluations réalisées ont permis de conclure que les systèmes de management de la sûreté et la radioprotection mis en œuvre par AREVA et le CEA sont globalement pertinents et concourent à la maîtrise des risques dans les installations. Toutefois, le développement de la professionnalisation des acteurs de la sûreté et de la radioprotection et un renforcement de l'animation du retour d'expérience sont de nature à améliorer la robustesse de ces systèmes de management de la sûreté de la radioprotection.

Les conclusions de l'analyse de l'IRSN ont été présentées aux groupes permanents d'experts, placés auprès du directeur général de l'ASN, en novembre 2010 pour le CEA, en décembre 2011 pour AREVA.

Au-delà de ces résultats, l'IRSN souligne l'intérêt de mener des instructions transverses à plusieurs installations. Celles-ci permettent d'aller au-delà des particularismes propres aux différents sites nucléaires et de traiter d'éventuels « modes communs organisationnels et managériaux ». Ceux-ci peuvent fragiliser l'exploitation des installations et le retour d'expérience événementiel fourni des traces visibles de ces fragilités. Les identifier et les traiter permet de faire progresser durablement la sûreté en exploitation.

Pour approfondir, les synthèses des deux rapports de l'IRSN, l'avis des groupes permanents d'experts et les prises de position de l'ASN sont consultables sur http://www.irsn.fr/FR/expertise/rapports_gp/gp-usines/Pages/Usines.aspx

Démantèlement des installations nucléaires

Une trentaine d'INB de natures très diverses sont actuellement en cours de démantèlement ou font l'objet de travaux préparatoires à leur démantèlement ; il s'agit, pour la plupart, d'installations industrielles de « première génération » conçues dans les années 1960 (réacteurs de puissance, usine UP2 - 400 de traitement de combustibles usés de La Hague, usine ATPu de fabrication de combustibles MOX de Cadarache...) ou d'installations de recherche du CEA (réacteurs d'expérimentation, laboratoires...). L'IRSN expertise les dossiers transmis par les exploitants, notamment ceux associés aux demandes de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement d'INB, ainsi que les dispositions prévues par les exploitants lors de la conception des nouvelles INB en vue de faciliter leur démantèlement futur. Pour réaliser l'ensemble de ces expertises, l'IRSN s'appuie tout particulièrement sur sa connaissance des installations nucléaires et sur le retour d'expérience des opérations de démantèlement déjà réalisées. Les principaux enseignements dégagés par l'IRSN des expertises qu'il a réalisées sont présentés ci-après et illustrés par des exemples, provenant notamment de l'analyse des dossiers relatifs au démantèlement des réacteurs électronucléaires d'EDF.

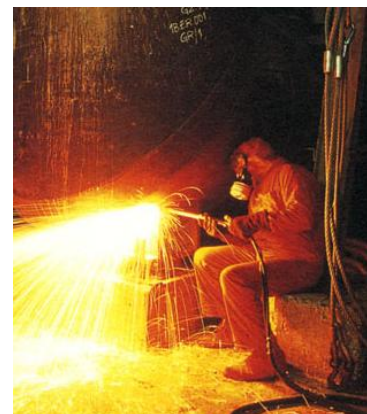
Principales caractéristiques des opérations de démantèlement

Comparativement à la phase d'exploitation, les risques associés aux opérations de démantèlement sont plus faibles pour l'environnement, alors que les risques d'exposition des travailleurs aux rayonnements ionisants deviennent plus importants en raison de la nature des opérations réalisées qui peuvent nécessiter l'intervention de travailleurs à proximité ou « au contact » d'équipements contenant des matières radioactives. L'IRSN examine en particulier les dispositions mises en œuvre par les exploitants pour limiter l'exposition radiologique des travailleurs (tenues de protection des travailleurs, outils d'intervention à distance, ajouts de protections radiologiques...). La dissémination de matières radioactives est également un risque important, notamment lors des opérations de récupération des matières radioactives présentes dans les équipements ou lors du démontage ou des découpes de ces équipements. A cet égard, l'IRSN examine les dispositions retenues en matière de confinement des zones d'intervention, en s'assurant qu'elles sont appropriées pour les travaux prévus. Cet examen tient compte du retour d'expérience disponible, tant en termes d'événements déclarés (dispersions de matières radioactives en dehors des zones de confinement par exemple), que de bonnes pratiques identifiées (systèmes de confinement spécifiques, sas de chantier...).

Par ailleurs, si certains risques peuvent disparaître, comme le risque de criticité du fait de l'évacuation des matières fissiles, d'autres risques que ceux rencontrés lors de l'exploitation peuvent apparaître ou devenir prépondérants du fait des techniques mises en œuvre (risques d'incendie liés aux opérations de découpe avec point chaud par exemple). A cet égard, l'IRSN porte une attention particulière aux dispositions retenues par les exploitants pour la maîtrise des risques d'incendie et d'explosion. L'IRSN tient compte dans ses évaluations du retour d'expérience disponible concernant les départs de feu survenus lors d'opérations de découpe (départ de feu

dans un filtre d'un système de ventilation, lié à des étincelles produites lors d'une opération de découpe...) et des explosions survenues dans le passé (explosion survenue en 1995 dans le réacteur Rapsodie implanté au centre CEA de Cadarache lors du nettoyage d'une cuve ayant contenu du sodium...).

En outre, les aspects relatifs aux facteurs organisationnels et humains prennent une importance toute particulière du fait que les opérations de démantèlement d'une INB nécessitent de nombreuses interventions humaines. Dans le cadre de ses évaluations, l'IRSN examine les dispositions organisationnelles retenues pour la réalisation des travaux, par exemple celles retenues pour la réalisation d'opérations simultanées dans différentes zones de l'installation ou le suivi des intervenants d'entreprises extérieures spécialisées.



Principales étapes du démantèlement des INB

La mise à l'arrêt définitif et le démantèlement d'une INB (MAD - DEM) comprend généralement trois étapes successives.

La première étape consiste à évacuer les matières radioactives (combustibles nucléaires par exemple) et les déchets radioactifs encore présents dans l'installation.

La deuxième étape consiste à démonter les équipements qui servaient au fonctionnement de l'installation (les générateurs de vapeur et la cuve du réacteur, les circuits de ventilation...). Ces équipements sont conditionnés en colis de déchets pour être ensuite évacués dans des filières de déchets adaptées. Ces opérations peuvent nécessiter la création d'installations nouvelles pour traiter, conditionner et caractériser ces déchets. Ainsi, le démantèlement du réacteur Superphénix a nécessité la construction d'une installation de traitement du sodium contaminé.

La dernière étape concerne les bâtiments. Il est procédé à leur assainissement, c'est-à-dire à l'élimination de la radioactivité restante par des traitements spécifiques des structures (enlèvement d'une épaisseur de béton, dépoussiérage...). A l'issue de ces opérations, les bâtiments de l'installation peuvent être, selon les cas, réutilisés ou démolis.

Le démantèlement d'une INB entraîne la production de déchets et d'effluents pouvant être très différents de ceux produits pendant la phase d'exploitation et en quantités pouvant être notablement plus importantes, notamment pour ce qui concerne les déchets de très faible activité. La gestion de ces déchets et effluents doit viser à minimiser leur volume, déterminer les traitements à mettre en œuvre et à définir leur devenir, compte tenu de leurs caractéristiques radioactives et chimiques. L'IRSN évalue la caractérisation prévisionnelle des déchets produits, leurs conditionnements et l'adéquation des colis de déchets ainsi réalisés aux spécifications des filières d'élimination associées. A cet égard, l'existence de filières d'élimination pour les déchets présents dans l'installation ou produits par le démantèlement constitue un sujet spécifique du démantèlement. En effet, l'absence de disponibilité d'une filière peut conduire l'exploitant, soit à créer un entreposage intermédiaire pour les déchets produits, soit à différer la production des déchets en question dans l'attente de la mise en place de la filière correspondante ; ceci peut conduire à des reports d'opérations de démantèlement, reports qui peuvent avoir des conséquences sur la sûreté de l'installation (vieillesse des structures...). A titre d'exemple, l'absence de centre de stockage de déchets de faible activité à vie longue, exutoire envisagé pour les déchets de graphite, entraîne des retards significatifs dans la réalisation du démantèlement des réacteurs UNGG. Pour l'IRSN, ces

retards nécessitent qu'EDF s'assure de l'absence de risque d'effondrement des structures internes de ces réacteurs jusqu'à leur démantèlement (voir encart ci-dessous).

Démantèlement des réacteurs d'EDF

Entre 1973 et 1996, EDF a arrêté ses premiers réacteurs électronucléaires implantés en France : un réacteur à eau lourde implanté sur le site de Brennilis, un réacteur à eau sous pression implanté sur le site de Chooz, un réacteur à neutrons rapides implanté sur le site de Creys-Malville ainsi que les six réacteurs de la filière uranium naturel graphite-gaz (UNGG) implantés sur les sites de Chinon, Saint-Laurent des Eaux et Bugey. Dans un premier temps, EDF avait prévu de différer le démantèlement de ces réacteurs. Des travaux de démantèlement partiel des réacteurs arrêtés avaient alors été entrepris, visant à créer des installations d'entreposage pour une durée de plusieurs décennies dans l'attente du démantèlement complet. En 2001, EDF a changé de stratégie, retenant désormais un démantèlement immédiat des installations précitées. Dans ce cadre, EDF a transmis à l'ASN, en 2003, un dossier présentant la stratégie de démantèlement de ces réacteurs. Une mise à jour de ce dossier a été transmise par EDF en 2009. Ces dossiers ont été évalués par l'IRSN.

√ Cas des réacteurs UNGG

Les réacteurs électrogènes à uranium naturel, utilisant le graphite comme modérateur et le gaz carbonique comme fluide caloporteur (UNGG), comprennent un caisson cylindrique qui abrite ses structures internes. Constituées de charpentes métalliques, ces structures supportent un empilement de briques de graphite qui peut atteindre 2 000 tonnes. Dans le cas des réacteurs du Bugey et de Saint-Laurent des Eaux, l'empilement de graphite est situé au-dessus des échangeurs de chaleur, à une hauteur de 20 m par rapport au bas du caisson du réacteur. Lors de l'évaluation du dossier présentant la stratégie de démantèlement transmis par EDF en 2003, l'IRSN a relevé que l'état actuel des structures internes de ces réacteurs, était mal connu, ne permettant pas d'exclure leur rupture au cours de la période prévue pour le démantèlement. Une telle rupture, qui entraînerait l'effondrement de l'empilement de graphite, serait imputable à la perte de résistance des structures, soit par la fragilisation des aciers due au vieillissement thermique et à l'irradiation, soit par la corrosion des aciers, sous l'effet, non seulement du gaz carbonique pendant la durée de fonctionnement des réacteurs, mais aussi de l'air contenu dans les caissons depuis l'arrêt définitif du réacteur. En outre, l'IRSN a conclu que le risque d'explosion de poussières de graphite ne pouvait pas être totalement exclu en cas d'effondrement de ces structures. Depuis cette période, EDF a entrepris des actions pour améliorer sa connaissance de l'état des structures des réacteurs UNGG pour lesquels un risque d'effondrement des structures internes et d'explosion de poussières de graphite est envisageable. En 2013, l'IRSN a évalué les éléments présentés par EDF à ce sujet concernant le démantèlement du réacteur UNGG du Bugey.

Des enseignements dégagés de l'expertise des dossiers de MAD - DEM par l'IRSN

• Importance de la conception

Les conditions du démantèlement d'une INB sont fortement contraintes par les choix qui ont été effectués à sa conception. Or, de nombreuses installations anciennes n'ont pas été conçues en s'interrogeant sur leur démantèlement. Pour l'IRSN, cette absence de prise en compte des opérations de démantèlement à la conception peut entraîner :

- des difficultés pour le démontage des équipements, susceptibles d'augmenter certains risques, notamment les risques d'exposition des travailleurs aux rayonnements ionisants. A titre d'exemple, les revêtements à base de cobalt de certaines structures internes du réacteur Superphénix ont été rendus fortement radioactifs par les rayonnements neutroniques émis lors du fonctionnement de celui-ci. Les débits de dose très importants mesurés au contact de ces structures ont nécessité la mise en œuvre de dispositions

spécifiques pour limiter l'exposition des personnels aux rayonnements ionisants (mise en œuvre d'une protection radiologique par la mise en eau de la cuve ainsi que de procédés de découpe spécifiques) ;

- des difficultés de gestion des déchets radioactifs, en termes de quantités de déchets ou en termes de filières d'évacuation de ces déchets. A titre d'exemple, le choix des matériaux fait lors de la conception des réacteurs influe directement sur les caractéristiques des déchets de démantèlement, du fait de l'activation des impuretés contenues dans les matériaux. Ainsi, dans le cas des réacteurs UNGG, certaines impuretés présentes dans le graphite ont été rendues radioactives par les rayonnements neutroniques émis lors du fonctionnement des réacteurs, entraînant notamment la production de l'isotope 36 du chlore. En raison de la présence de cet isotope et de ses caractéristiques (le chlore 36, dont la période radioactive est de l'ordre de 300 000 ans, est peu retenu par le graphite en présence d'eau et est très mobile), le graphite contenu dans les réacteurs UNGG ne peut pas être envoyé dans les stockages de déchets existants et nécessite donc la création d'une installation de stockage adaptée.

Tenant compte de ce retour d'expérience, la réglementation actuelle applicable aux INB impose que, dès la demande d'autorisation de création d'une INB, le pétitionnaire présente un plan de démantèlement. L'IRSN expertise les dossiers correspondants, en examinant notamment les dispositions retenues par l'exploitant à la conception pour limiter les quantités de déchets radioactifs produits lors du démantèlement, pour faciliter les opérations de décontamination ainsi que le démontage et le retrait des équipements et pour limiter l'exposition des opérateurs durant les opérations de démantèlement. A titre d'illustration, l'IRSN a évalué les dispositions retenues à la conception du réacteur EPR en cours de construction sur le site de Flamanville ; l'IRSN s'est notamment assuré de la prise en compte par EDF du retour d'expérience des opérations de maintenance réalisées sur les réacteurs du parc en exploitation (démontage de composants...) et a vérifié que les options de conception retenues étaient effectivement favorables à la réalisation des futures opérations de démantèlement (par exemple, agencement de l'installation permettant le démontage et l'évacuation des gros composants tels que les générateurs de vapeur en une seule pièce).

- **Importance d'une bonne connaissance de l'installation**

L'exploitation d'une INB peut s'étendre sur une période assez longue (plusieurs dizaines d'années dans certains cas), au cours de laquelle son état évolue, en raison, par exemple, de mécanismes de vieillissement (corrosion des structures ou des équipements par exemple), d'événements particuliers (événements ayant conduit à des contaminations radioactives localisées dans des zones non accessibles en exploitation...) ou de modifications des équipements ou des bâtiments. L'IRSN a relevé que des défauts de connaissance de l'état « réel » des installations en démantèlement ont été à l'origine de plusieurs événements significatifs déclarés à l'ASN au cours des années récentes.

Par ailleurs, une bonne connaissance des quantités résiduelles de matières radioactives présentes dans les installations (notamment dues à l'activation neutronique) est nécessaire pour la définition des dispositions de maîtrise des risques et pour la gestion des déchets (évaluation des quantités, définition des filières d'évacuation...). Le cas du démantèlement du réacteur universitaire de Strasbourg permet d'illustrer ce propos. En effet, lors du démantèlement de ce réacteur, le débit de dose dans la cavité du réacteur s'est avéré notablement supérieur aux prévisions. Les investigations menées ont montré que des équipements métalliques ayant servi de coffrage avaient été laissés en place lors de la construction et avaient été rendus radioactifs lors du

fonctionnement du réacteur. Ceci a conduit l'exploitant à revoir les dispositions initialement prévues pour le démantèlement. Le retour d'expérience des opérations de démantèlement déjà réalisées montre l'importance que les exploitants doivent accorder à l'évaluation des quantités résiduelles de matières radioactives présentes dans les installations, ce qui nécessite souvent la réalisation d'investigations poussées.

Par ailleurs, un défaut de connaissance de l'état réel de l'INB peut également être à l'origine d'incertitudes sur certains risques et donc sur la définition des parades associées. Un exemple illustratif concerne les risques d'explosion de poussières de graphite des réacteurs UNGG (voir l'encart ci-dessus) en raison des incertitudes sur l'état réel des structures internes supportant les chemises de graphite.

En conclusion, pour l'IRSN, une attention particulière doit être accordée par les exploitants aux dispositions organisationnelles permettant de recueillir, tout au long de l'exploitation d'une installation, l'ensemble des informations utiles à la connaissance de l'état de celle-ci, notamment les écarts et les événements, les opérations de maintenance et les modifications réalisées.

ANNEXE

CRITERES DE DECLARATION DES EVENEMENTS SIGNIFICATIFS AU TITRE DE LA SURETE, DE LA RADIOPROTECTION ET DE L'ENVIRONNEMENT, PRESENTES 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 événement 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.

<i>Critères de déclaration des événements significatifs impliquant la radioprotection pour les INB :</i>
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.

<i>Critères de déclaration des événements significatifs impliquant l'environnement pour les INB :</i>
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

Pages 11, 47, 48, 51, 52, 56, 67 : photographies AREVA NC
Pages 66 et 67 : illustrations FBFC
Pages 20, 60, 64, 81 : photographies CEA
Pages 60 et 63 : illustrations CEA
Page 12 : photographie ITER organization
Page 55 : illustration Météo France
Pages 11, 13, 18, 28, 68 et 75 : illustrations IRSN