

IRSN

INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Faire avancer la sûreté nucléaire

RAPPORT ANNUEL 2016



FAIRE AVANCER LA SÛRETÉ NUCLÉAIRE, EN FRANCE ET DANS LE MONDE

Depuis la loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour une croissance verte, la partie législative du Code de l'environnement définit les missions de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN), expert public des risques, aux côtés de celles de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) et des Commissions locales d'information (Cli). Traduction de la loi, le décret n° 2016-283 du 10 mars 2016 relatif à l'IRSN place l'établissement sous la tutelle conjointe du ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer, du ministère de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche, du ministère des affaires sociales et de la santé, du ministère de la défense.

Expert public en matière de recherches et d'expertises relatives aux risques nucléaires et radiologiques, l'Institut traite l'ensemble des questions scientifiques et techniques associées à ces risques, en France et à l'international. Ses activités couvrent ainsi de nombreux domaines complémentaires : surveillance de l'environnement, intervention en cas de risque radiologique, radioprotection de l'homme en situation normale et accidentelle, prévention des accidents majeurs, sûreté et sécurité des réacteurs nucléaires, usines, laboratoires, transports et déchets.

L'IRSN est également présent dans le domaine de l'expertise nucléaire de défense. L'Institut concourt aux politiques publiques en matière de sûreté nucléaire, de protection de l'homme et de l'environnement contre les rayonnements ionisants ainsi que de protection des matières nucléaires, installations et transports à l'égard des actes de malveillance. Il interagit, dans ce cadre, avec tous les acteurs concernés par ces risques : pouvoirs publics, et notamment les autorités de sûreté et de sécurité nucléaires, collectivités locales, entreprises, organismes de recherche et associations de parties prenantes.

RESSOURCES HUMAINES

1 770¹

collaborateurs, parmi lesquels de nombreux spécialistes, ingénieurs, médecins, agronomes, vétérinaires, techniciens, experts et chercheurs, dont 48 docteurs d'État ou personnes habilitées à diriger des recherches. L'IRSN accueille également les activités de : **73² doctorants et 19² post-doctorants**.

BUDGET

287 M€

ont été dépensés en 2016, dont :

- **41,4 % du budget** (hors projets immobiliers et Feurs) **consacrés à la recherche ;**
- **49 % du budget** (hors projets immobiliers et Feurs) **consacrés à l'appui technique et aux missions d'intérêt public.**

1. Cet effectif est constitué de 1 627 contrats à durée indéterminée et de 143 contrats à durée déterminée (il inclut 64 mises à disposition et n'inclut pas 21 détachements).

2. Valeur exprimée en équivalents temps plein travaillé.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS

Dominique Le Guludec — p. 6

Jean-Christophe Niel — p. 8

Georges-Henri Mouton — P. 11

p.12 ACTIVITÉ EN CHIFFRES

p.16 STRATÉGIE

Stratégie et gouvernance — p. 18

Management des connaissances — p. 29

Transparence et information — p. 31

PANORAMA 2016

p.34 ACTIVITÉS

SÛRETÉ — p. 36

Sûreté des installations nucléaires civiles — p. 37

Réacteurs d'expérimentation — p. 41

Installations du cycle du combustible — p. 42

Facteurs organisationnels et humains — p. 44

Vieillessement des réacteurs — p. 45

Accidents graves — p. 46

Combustible — p. 48

Criticité — p. 50

Incendie et confinement — p. 51

Risques naturels — p. 53

Installations et activités intéressant la défense — p. 54

Gestion des déchets radioactifs — p. 55

Stockage géologique de déchets radioactifs — p. 57

SÉCURITÉ ET NON-PROLIFÉRATION — p. 59

Sécurité nucléaire — p. 60

Non-prolifération nucléaire — p. 62

Interdiction des armements chimiques — p. 63

RADIOPROTECTION DE L'HOMME ET DE L'ENVIRONNEMENT — p. 64

Surveillance de l'environnement — p. 65

Radon et sites pollués — p. 68

Radioprotection des travailleurs — p. 70

Effets des expositions chroniques — p. 72

Protection dans le domaine médical — p. 74

CRISE ET SITUATIONS POSTACCIDENTELLES — p. 77

Préparation aux situations de crise — p. 78

Travaux sur le postaccidentel — p. 81

p.82

EFFICIENCE

POLITIQUES INTERNES — p. 84

VALORISER LE POTENTIEL HUMAIN — p. 86

UN INSTITUT RESPONSABLE — p. 87

ORGANIGRAMME — p. 90

INSTANCES DE GOUVERNANCE — p. 90

Comité de direction — p. 91

Comité d'état-major — p. 91

Conseil d'administration — p. 92

Comité d'orientation auprès de la direction
de l'expertise nucléaire de défense – CODEND — p. 93

Conseil scientifique — p. 93

Commission d'éthique et de déontologie — p. 94

Comité d'orientation des recherches en sûreté
nucléaire et en radioprotection – COR — p. 94

Glossaire — p. 96



Dominique Le Guldec,
Présidente du conseil d'administration

À l'heure où nous changeons de mandature, **l'Institut se trouve confronté à des choix sociétaux** en matière d'énergie et d'offre de soins, face à des attentes accrues de nos concitoyens en matière de protection contre différentes formes de risques, ainsi que le rapportent les éditions successives du Baromètre IRSN. Ces choix et ces exigences appellent des besoins d'investissements tant humains que financiers qui, dans le contexte actuel de pression économique, génèrent de l'inquiétude à tous les niveaux de la gouvernance de risques, de l'industriel ou du responsable d'activité à la société civile : **qu'en est-il des acteurs publics et en particulier de l'IRSN, expert public du dispositif de contrôle ?**

Il est toujours inconfortable d'être optimiste, en particulier dans un tel contexte économique, néanmoins ma vision de l'année passée et des mois à venir est optimiste quant aux conditions qui sont données à l'Institut pour exercer ses missions.

Un Institut conforté et solide

La loi TECV du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte, transcrite dans le Code de l'environnement, puis le décret du 10 mars 2016 ont donné une vue d'ensemble du dispositif de gouvernance des risques nucléaires et radiologiques, et précisé les missions générales de l'Institut dans ce dispositif.

Au-delà de ces gestes externes qui le confortent, l'Institut a su consolider ses bases scientifiques et techniques, à commencer par ses investissements : tout d'abord dans le domaine foncier, avec de nouveaux bâtiments au Vésinet et à Fontenay-aux-Roses, et surtout des investissements dans ses plateformes expérimentales et instruments de recherche, dont **pas moins d'une dizaine ont marqué des avancées importantes sur trois ans** parmi lesquelles je retiens :

« L'INSTITUT SERA AU RENDEZ-VOUS DE L'EXCELLENCE. »

L'IRSN est ainsi conforté dans le système global de la sûreté nucléaire face aux exploitants et aux responsables d'activités nucléaires pour qu'ils exercent au mieux leurs responsabilités, face à l'ASN qui décide et régule, et face à la société civile dont la vigilance s'accroît.

Dans le domaine budgétaire, malgré un contexte de restriction forte des dépenses de l'État, et en miroir de l'importance de ses missions, la dotation de l'Institut a été globalement préservée, et même confortée en moyens humains. Même s'ils n'ont pas été financés, **20 postes supplémentaires ont été accordés à l'Institut au regard de la charge croissante notamment en matière d'expertise**, charge reconnue après un audit mandaté par le gouvernement. Plus récemment, un amendement parlementaire donne la possibilité de revoir à la hausse l'assiette de la contribution des industriels au budget de l'Institut ; ceci contribue également à envisager plus sereinement l'avenir.

- **dans le domaine de la sûreté :** PEARL (dispositif grande échelle d'étude du comportement d'un cœur dégradé et des moyens de son refroidissement), PERSEE (installation de recherche sur la performance de la filtration et du confinement dynamique), ODE (plateforme expérimentale de recherche sur le comportement et l'auscultation de plots de béton soumis au vieillissement), sans oublier bien sûr le réacteur expérimental CABRI, outil majeur de recherche sur la sûreté des combustibles nucléaires ;

- **dans le domaine de la radioprotection :** Alphée (appareil de radiothérapie destiné à approfondir les connaissances des effets des rayonnements ionisants sur les tissus), MIRCOM (extension de notre accélérateur de neutrons Amande pour permettre l'investigation des effets des rayonnements ionisants au niveau infracellulaire), MICADO-LAB (pour l'étude des

effets des rayonnements gamma sur les écosystèmes, des effets mécanistiques aux études transgénérationnelles) et enfin PARISII (installation de recherche permettant l'étude *in vivo* des effets d'une contamination interne à différents radionucléides.

Enfin, et peut-être surtout, **cette solidité résulte aussi des femmes et hommes qui font l'Institut**, dont la compétence et l'implication ne faiblissent pas, même si comme partout le contexte économique a obligé à ralentir la progression salariale et si des efforts d'efficience restent nécessaires.

Engager résolument des dynamiques nouvelles pour l'avenir

Cet optimisme trouve également écho dans l'aptitude de l'Institut à relever les nombreux défis de ce monde qui change vite. L'IRSN s'inscrit d'ores et déjà dans cette dynamique du renouvellement, de la mise en débat de ses choix stratégiques, de son fonctionnement, de son mode de gestion. **Cette capacité à s'interroger est indispensable pour rester dans la course.**

Le domaine de la recherche est, à ce titre, particulièrement exigeant, et l'Institut doit s'y adapter. Les évolutions conceptuelles et techniques sont très fortes dans le domaine de la biologie ; la recherche ne se fait plus qu'en réseau ; la place de l'informatique bouleverse les données. **La concurrence et l'exigence s'accroissent en même temps que les dotations récurrentes baissent** : il faut de plus en plus aller chercher les financements dans les programmes européens et internationaux.

Les investissements et les équipements d'aujourd'hui sont des atouts pour s'inscrire dans cette dynamique d'innovation, à condition d'être exploités et partagés au mieux, tout en attirant des scientifiques externes. La visibilité de la recherche de l'IRSN doit s'accroître tant au niveau national que dans les réseaux internationaux, en préservant notamment notre positionnement stratégique dans la recherche européenne pour la radioprotection. L'évaluation par le HCERES qui aura lieu en 2017 sera un baromètre de cette dynamique, mais le vrai défi reste la projection à cinq ou dix ans dans les domaines de la sûreté, de la biologie, de la santé, pour la radioprotection.

Je retiendrai deux exemples pour illustrer cette tendance.

D'une part, **l'IRSN consacre une énergie importante à concrétiser l'espace européen de la recherche pour la radioprotection.** Le succès du dispositif de programmation conjointe « Concert » (premier appel en 2016) et d'autres événements marquants, comme les *European Radiation Protection Research Weeks* traduisent des évolutions fondamentales. **L'IRSN est au cœur de ces évolutions, il doit garder cet acquis et veiller à le faire prospérer.**

D'autre part, **l'engagement de l'Institut en matière d'ouverture à la société reflète également la nécessité de développer des actions avec les populations, bénéficiaires *in fine* de notre capacité à relever les défis.** Les séries de « Dialogues de Fukushima », voulues et prises en charge par la société civile japonaise locale mais dans lesquels l'IRSN a été plébiscité, montrent la reconnaissance du savoir-faire de l'Institut en matière de pédagogie, d'écoute et d'adaptation, qu'il s'agisse d'échanges techniques ou avec les populations locales.

Les différents éléments de ce panorama, auxquels s'ajoutent les réalisations dont je vous invite à prendre connaissance dans le rapport, fondent mon optimisme sur la situation actuelle d'un Institut conforté et solide. **Il lui faut maintenant engager avec détermination les dynamiques d'évolution et d'anticipation nécessaires.** Le conseil d'administration les accompagnera résolument, et je sais que l'Institut sera au rendez-vous de l'excellence tant de l'expertise attendue que de la recherche.





Jean-Christophe Niel,
Directeur général

Conforté par le décret du 10 mars 2016, l'IRSN est, comme j'ai pu le vérifier depuis ma prise de fonction en avril 2016, un organisme aux compétences reconnues, **avec des collaborateurs de haut niveau et des équipements de qualité.**

Cette année 2016 a aussi vu **le renforcement du système français de contrôle des activités nucléaires civiles**, reposant sur un dispositif à deux composantes, l'une, l'ASN, en charge des activités régaliennes, l'autre, l'IRSN, en charge des activités de recherche et d'expertise. Les dispositions réglementaires relatives à l'Institut ont aussi consacré l'importance de la recherche et de la mise en débat de l'orientation des travaux scientifiques de l'IRSN avec l'ensemble des parties prenantes au sein du comité d'orientation des recherches. L'année 2016 s'est achevée par trois éléments favorables pour l'avenir : **un budget stable, une augmentation de nos effectifs et enfin une révision du dispositif de la contribution.**

Ces décisions ont traduit l'importance accordée par nos tutelles, le gouvernement et le parlement, à la réalisation de nos missions et la confiance qui nous est témoignée.

Il est vrai que **les attentes sont également à la hauteur de cette confiance qui nous est témoignée** notamment pour répondre aux enjeux liés aux risques nucléaires et radiologiques. **Ces enjeux sont de deux ordres :**

- **la sûreté, la sécurité et la protection contre les rayonnements ionisants** qui doivent être assurées au plus haut niveau ;

« POUR LE FUTUR, LES DÉFIS DANS LE CHAMP DES ACTIVITÉS ET DES MISSIONS DE L'INSTITUT SONT MULTIPLES. »

- **le besoin croissant des citoyens, reconnu par des conventions internationales, de comprendre et de participer à la décision** dès qu'il est question de risque de santé ou environnemental.

Dans les années à venir, ils seront très importants, nécessitant, dans un contexte budgétaire contraint, que **l'IRSN soit toujours en mesure de mobiliser toute sa capacité d'expertise sans obérer sa capacité de recherche**, qui est la garantie d'une expertise de haut niveau. **L'IRSN doit aussi poursuivre sa démarche d'ouverture vers la société civile** dans l'ensemble de ses activités, pour plus de transparence et de participation.

Dans cet objectif, j'ai engagé, pour la décennie à venir, une démarche de mise en perspective de l'Institut et, dans l'immédiat, des actions de rationalisation du fonctionnement de l'Institut.

De cette première année de fonction, **je retiens notamment la richesse des travaux et la diversité des activités de l'Institut** et surtout **l'implication des collaborateurs pour faire avancer la sûreté et la sécurité nucléaires et la radioprotection.** Le panorama des actions 2016 en témoigne et vous pourrez les retrouver à travers les pages de ce rapport annuel ou des rapports scientifiques et techniques qui en constituent le prolongement sur notre site Internet.

Auparavant, je souhaite revenir sur quelques éléments marquants de cette année qui illustrent le déploiement de la stratégie de l'Institut.

Déployer la stratégie scientifique

En premier lieu, **la stratégie scientifique de l'IRSN doit poursuivre son déploiement dans un cadre national et européen** en favorisant les partenariats en France et à l'étranger, avec ses homologues, avec les organismes et les équipes académiques de recherche et avec les industriels, en veillant à l'indépendance de l'Institut. Cette stratégie s'intègre dans la stratégie de recherche nationale et dans les agendas de recherche européens. En 2016, dans le domaine de la recherche, **de nombreux programmes ont connu des avancées significatives** et l'IRSN s'est impliqué dans 22 projets en réponse au deuxième appel à projets du programme-cadre européen H2020 dans les domaines de la sûreté, de la santé, des déchets. En appui à ces travaux, l'Institut a poursuivi sa politique de développement de plateformes expérimentales.

Par exemple, le dispositif MIRCOM, produisant des microfaisceaux et destiné à explorer l'action des rayonnements ionisants au niveau de la cellule, y compris au niveau intracellulaire, a franchi des étapes décisives.

Dans le domaine de la sûreté nucléaire, l'IRSN est pilote du programme européen sur la rétention du corium en cuve en cas d'accident grave sur un réacteur nucléaire et le séminaire organisé en juin 2016 à Aix-en-Provence a réuni **120 participants de 21 pays représentant 60 organisations, notamment de grands pays comme la Chine, la Russie ou les États-Unis.**

De nouvelles installations expérimentales de recherche en sûreté ont été inaugurées en 2016 : la plateforme ODE de Cadarache, dédiée au vieillissement du béton constitutif des enceintes de réacteurs nucléaires, et le banc PERSEE de Saclay, dédié à l'épuration des effluents gazeux radioactifs, mis en place avec l'aide d'un financement des Investissements d'avenir.

En 2016, le réacteur CABRI a divergé pour la première fois depuis 2003, étape essentielle vers la réalisation, au début de l'année 2018, des **premiers essais pour étudier le comportement du combustible nucléaire** lors d'un accident de perte du contrôle de la réaction nucléaire dans le cadre du programme international piloté par l'Institut.

Prioriser pour se concentrer sur les principaux enjeux de sûreté et de sécurité nucléaires et de protection contre les rayonnements ionisants.

Le deuxième axe concerne le renforcement de la cohérence stratégique avec les autorités publiques, tout en veillant à l'indépendance de l'expertise de l'IRSN. Il s'agit notamment d'élaborer ou de renforcer une programmation stratégique partagée de l'activité d'expertise mobilisant les moyens de l'IRSN pour un appui techniquement incontestable, opérationnel et proportionné aux enjeux.

Dans le domaine de la défense, l'activité a été particulièrement soutenue avec les « commissions de sûreté réacteur » concernant le programme de sous-marin de type « Suffren », le réacteur d'essais RES et l'examen des dossiers d'assainissement et de démantèlement des installations nucléaires de base secrètes du CEA.

Pour la sécurité, l'implication au profit du HFDS du ministère de la transition écologique et solidaire a été forte, par exemple sur le dossier de l'EPR.

Les relations denses avec l'ASN ont conduit à environ 600 avis et rapports techniques. Dans le cadre d'une démarche d'optimisation proportionnée aux risques, l'Institut a notamment porté une attention particulière aux enjeux de sûreté nucléaire, de la prolongation de la durée de fonctionnement de réacteurs d'EDF, du réexamen de sûreté d'installations existantes, de la construction d'installations nouvelles (EPR, RJH, Cigéo...), du démantèlement d'installations arrêtées (réacteurs UNGG d'EDF, usine UP2-400 d'Areva, installations du CEA...), du déploiement des mesures post-Fukushima...

Parallèlement, **l'appui aux pouvoirs publics s'adapte en permanence aux nouveaux enjeux.** La transposition de la directive sur les normes de base, nouveau cadre réglementaire pour la radioprotection en Europe, a naturellement constitué pour l'IRSN une priorité en appui des ministères en charge de cette transposition : Direction générale de la prévention des risques (DGPR) du ministère de l'environnement, Direction générale de la santé (DGS) du ministère de la santé, Direction générale du travail (DGT) du ministère du travail, ASN.



Dans le domaine de la santé, dans le cadre de la convention qui lie l'Institut à la DGS, convention renouvelée en 2016, **nous avons contribué à l'optimisation des doses délivrées lors des examens en imagerie médicale en actualisant les NRD** (niveaux de référence diagnostiques) en radiologie conventionnelle, en scanographie et en médecine nucléaire.

Enfin, l'avis rendu à l'Autorité environnementale en 2016 sur l'étude d'impact environnemental du Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs (PNGMDR) est une première pour l'Institut, qui préfigure **l'introduction des « approches environnementales » dans nos analyses de la sûreté et de la radioprotection des filières déchets.**

Ouverture à la société : innover encore

Troisième axe, **l'ouverture à la société est une action reconnue de l'Institut**, largement partagée en son sein. Je souhaite poursuivre le renforcement de la transparence et la participation en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection et, plus généralement, de gestion du risque.

Cela passe, bien entendu, par le développement du travail déjà engagé par l'IRSN avec les Cli et l'Anccli. Mais **je compte également élargir notre champ d'intervention, au-delà de l'expertise, dans la recherche, et au-delà des installations nucléaires, notamment vers le monde de la santé.** Il est essentiel d'être innovant et de développer l'interaction avec les parties prenantes au cours de nos processus métiers comme nous l'expérimentons pour l'expertise sur le dossier d'options de sûreté (DOS) du projet Cigéo ou en renforçant le travail avec les organismes homologues. Ces actions contribuent à donner du sens à la charte de l'ouverture à la société que nous venons de signer avec six autres établissements d'expertise et de recherche sur le risque intervenant en appui de la décision publique.

Relever des défis multiples

Pour le futur, les défis, dans le champ des activités et des missions de l'Institut, sont multiples.

L'expertise de la sûreté des installations nouvelles, des conditions de la prolongation de l'exploitation des réacteurs ou des opérations de démantèlement va se poursuivre avec des rendez-vous majeurs. La recherche dans ce domaine doit bénéficier de la mise en œuvre de nouveaux programmes auxquels l'Institut apporte sa contribution.

La gestion des déchets radioactifs, dans leur variété, mobilisera aussi les moyens de l'Institut, en appui aux autorités ou en recherche.

Dans un contexte de menace terroriste et cyber, la mobilisation pour la protection des installations et des transports restera durablement forte et devra être menée en lien étroit avec la sûreté et les forces de sécurité publique.

La compréhension de l'action des rayonnements ionisants des cellules aux individus et aux écosystèmes doit permettre de mieux maîtriser les effets de leur utilisation dans le domaine de la santé, en diagnostic comme en thérapeutique, ou leur impact dans le domaine des faibles doses.

Dans un contexte européen en forte évolution, **l'Institut doit continuer à se mobiliser dans les agendas de recherche européens et dans la construction d'une Europe des organismes techniques de sûreté** au travers de l'association ETSON.

Enfin, l'Institut doit à la fois contribuer sans relâche à **réduire le risque d'accident et, en même temps, être prêt à se mobiliser**, à tout instant, pour répondre à une situation d'urgence radiologique en développant sa stratégie et ses outils de gestion de crise.

S'adapter pour être plus efficace

Dans un environnement qui évolue très vite, avec des attentes fortes de nos interlocuteurs, tutelles, autorités, partenaires, citoyens, l'Institut s'adapte.

Ainsi, en 2016, j'ai engagé deux projets pour l'avenir.

La réorganisation du pôle radioprotection de l'Institut concerne les domaines de la santé et de l'environnement. Pour accomplir encore mieux nos missions, au service de tous, **il s'agit de renforcer la place de l'Institut dans la recherche française et européenne**, d'améliorer les synergies entre nos travaux de recherche et d'expertise, d'accroître la visibilité et la lisibilité de nos actions et de conforter notre organisation de crise. **Cette réorganisation est en place depuis le 1^{er} juillet 2017.**

Le projet IRSN 2030 va définir notre ambition stratégique à l'horizon de 2030. Construit de manière collective, en interaction avec nos interlocuteurs, autour des ambitions d'excellence, d'indépendance, de partage et d'anticipation, **il doit nous permettre de nous adapter aux évolutions de notre environnement, de définir les orientations stratégiques correspondantes et les principes de fonctionnement associés.** Il sera décliné de façon opérationnelle dans nos programmes et nos plans d'actions, il alimentera le nouveau contrat d'objectifs et de performance avec nos tutelles.

Je suis confiant dans la capacité des collaborateurs de l'Institut à relever ces défis multiples, à s'adapter pour plus d'efficacité et à exercer notre vigilance au profit de nos concitoyens.



Georges-Henri Mouton,
Directeur général adjoint, délégué
pour les missions relevant de la défense

Comme en 2015, **les enjeux de sécurité et de défense sont restés au premier plan des préoccupations** dans un contexte marqué tant par les attentats sur notre territoire que par le niveau soutenu des opérations militaires extérieures orientées contre cette menace.

Sur notre territoire, il en résulte une mobilisation soutenue pour **garantir un niveau élevé de sécurité des installations nucléaires et des transports** associés car le niveau de menace actuelle ne permet pas d'écarter l'hypothèse d'une agression terroriste sur une cible aussi emblématique qu'une installation nucléaire ou un transport de matières nucléaires.

Contribuant à cet effort, dans la continuité de la réorganisation mise en œuvre en 2015, la Direction de l'expertise nucléaire de défense et de sécurité (DEND) de l'IRSN s'attache à améliorer le soutien qu'elle apporte au HFDS du ministre en charge de l'énergie et à anticiper les évolutions nécessaires de la sécurité nucléaire.

Au-delà de cet engagement, **il apparaît urgent que les opérateurs soient en mesure d'engager les ressources financières nécessaires pour porter les installations et transports au niveau exigé par le HFDS.**

Dans sa contribution à la mise en œuvre de la politique de dissuasion, **l'Institut se mobilise pour donner à l'Autorité de sûreté nucléaire défense l'appui technique dont elle a besoin** dans un contexte marqué notamment par une forte activité en termes d'installations nouvelles, telles que les réacteurs d'essais RES et le nouveau sous-marin d'attaque « Suffren », proches de leur mise en service, ou encore la conception du futur SNLE (SN3G) ayant déjà donné lieu à un avis important concernant son « dossier d'options de sûreté », et marqué également par le suivi des installations actuellement en service.

« LES ENJEUX DE SÉCURITÉ ET DE DÉFENSE SONT RESTÉS AU PREMIER PLAN DES PRÉOCCUPATIONS. »

Par ailleurs, dans le domaine de la lutte contre la prolifération des armes de destruction massive, le second semestre de 2016 a été marqué par un rythme rarement observé d'inspections de l'OIAC sur notre territoire. De même, la DEND a assuré son rôle d'appui technique aux autorités pour la comptabilité des matières nucléaires et se prépare maintenant aux conséquences du Brexit susceptible d'induire la sortie du Royaume-Uni du traité Euratom.

Enfin, l'IRSN s'implique également à **un rythme soutenu dans les dossiers de démantèlement et d'assainissement des installations anciennes** du cycle de fabrication des armes.

Concernant ce dernier point, la DEND s'inscrit dans la réflexion globale menée par l'Institut pour contribuer, en tenant compte du cadre réglementaire actuel ou en influant sur son évolution, à la détermination des solutions les plus appropriées aux risques.

ACTIVITÉ EN CHIFFRES

INTERNATIONAL



212

accords bilatéraux de coopération en vigueur avec des organismes de recherche ou d'expertise (235 en 2015)



42

pays concernés par ces accords (41 en 2015)

61

projets internationaux en cours sous l'égide de l'OCDE-AEN, la Commission européenne ou l'ANR (64 en 2015)

RECHERCHE



41,4 %

du budget (hors projets immobiliers et Feurs) consacrés à la recherche (40,7% en 2015)

231 publications répertoriées dans *JCR (Journal Citation Reports)* (217 en 2015)

407 communications scientifiques dans des congrès (base de données MINERVE) (554 en 2015)

20 thèses soutenues (28 en 2015)

APPUI TECHNIQUE AUX POUVOIRS PUBLICS ET AUX AUTORITÉS



49 %

du budget (hors projets immobiliers et Feurs) consacré à l'appui technique et aux missions d'intérêt public (49,4% en 2015)



104 avis techniques à l'Autorité de sécurité (HFDS MEEM) (194 en 2015)

119 avis techniques à l'Autorité de sécurité en charge de la non-prolifération (HFDS MEEM) (113 en 2015)

77 avis techniques transmis à l'Autorité de sûreté nucléaire de défense (70 en 2015)

531 avis et rapports techniques à l'Autorité de sûreté nucléaire (543 en 2015)

DIFFUSION DES CONNAISSANCES

2 455 336

pages consultées sur le site Internet de l'IRSN
(2 357 915 en 2015)

351

avis et rapports publiés sur le site Internet
de l'IRSN (78 en 2015)

146 189

pages consultées dans la rubrique
« La recherche » (anciennement
« Site scientifique ») du site
de l'IRSN (169 339 en 2015)

24

sollicitations adressées à l'IRSN
par les Commissions locales
d'information (33 en 2015)

1

ouvrage publié par l'IRSN (2 en 2015)

16

interventions de l'IRSN dans les Commissions
locales d'information (15 en 2015)

117

élèves provenant d'établissements français
et étrangers ont participé aux Rencontres
lycéennes de la radioprotection (114 en 2015)

PATRIMOINE INTELLECTUEL



25

brevets français en vigueur
(dont 10 en copropriété)
(23 dont 4 en copropriété en 2015)

42

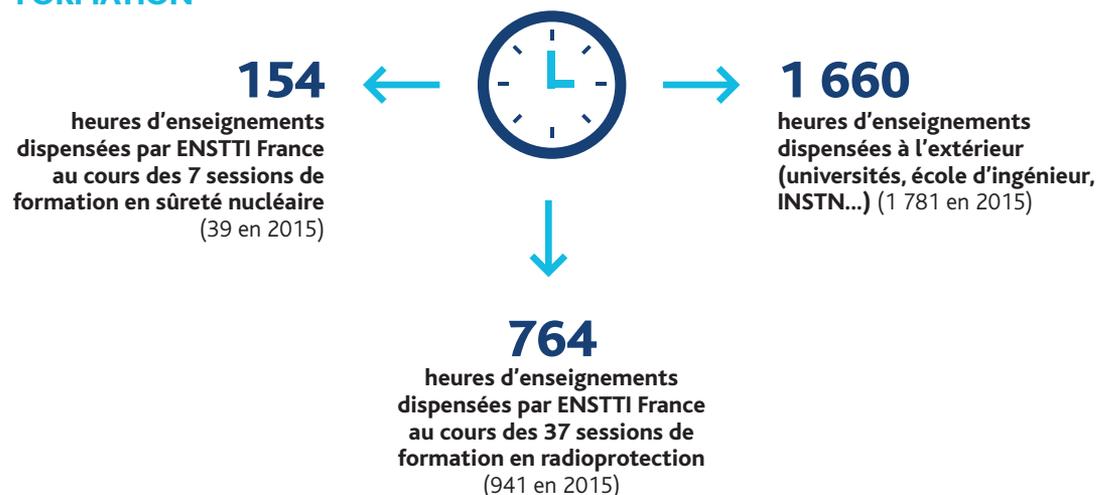
brevets en vigueur
à l'étranger (41 en 2015)



28

logiciels et bases
de données déposés
à l'Agence pour
la protection des
programmes (APP)
(dont 7 en copropriété)
(23 dont 8 en copropriété
en 2015)

FORMATION



43 250

heures de formation dispensées pour
le maintien des compétences des ingénieurs
et des experts (36 323 en 2015)

1,39 M€

alloués aux frais pédagogiques
(1,24 M€ en 2015)

BUDGET ET RÉPARTITION

276 M€

de recettes (279 M€ en 2015)

287 M€

de dépenses, dont 25 M€ d'investissement
en équipements (304 M€, dont 41 M€ en 2015)



Dépenses de fonctionnement et d'investissement

- 91 % Fonctionnement
- 9 % Investissement



Origine du financement total

- 59,4 % Subvention du programme LOLF 190
- 1,3 % Subvention du programme LOLF 212
- 22,7 % Contribution exploitant
- 16,6 % Autres ressources d'origine française ou étrangère (hors LOLF)



Montant des autres ressources

39,48 M€

ressources françaises

6,24 M€

ressources étrangères



Origine du financement étranger

- 38,85 % Riskaudit
- 16,85 % Autres
- 26,6 % Union européenne
- 3,2 % Nuclear Power Joint Venture Co.
- 3,2 % Gesellschaft für Anlagen-und Reaktorsicherheit - GRS (Allemagne)
- 11,3 % NRC



Origine du financement français (hors LOLF)

- 13,6 % État
- 28 % EDF
- 3,7 % Areva
- 5,2 % CEA
- 5,9 % ANR
- 3 % ENSTTI
- 40,6 % Autres

PRESTATIONS

38,9 M€

de chiffre d'affaires (41,1 M€ en 2015)

24 695

clients de l'Institut
(25 256 en 2015)

20,13 M€

prestations commerciales (22,65 M€ en 2015)



10,39 M€

Dosimétrie (10,46 M€ en 2015)

0,80 M€

Analyses biologiques (0,84 M€ en 2015)

1,86 M€

Riskaudit (1,96 M€ en 2015)

2,57 M€

EDF (0,88 M€ en 2015)

0,60 M€

Formation (0,60 M€ en 2015)

3,91 M€

Autres (7,91 M€ en 2015)

Le rapport financier 2016 de l'IRSN est disponible sur le site www.irsn.fr

RESSOURCES HUMAINES

RÉPARTITION DES EFFECTIFS



44
recrutements en CDI
(77 en 2015)

1 627 CDI
(1 650 en 2015) ← **1 770** collaborateurs
(1 827 en 2015) → **143** CDD
(177 en 2015)



■ 54,2% Hommes
■ 45,8% Femmes

73
doctorants
(72 en 2015)

19
post-doctorants
(30 en 2015)

48
docteurs d'État ou personnes
habilitées à diriger des
recherches (44 en 2015)

64
mises à
disposition
(71 en 2015)

21
détachements
(22 en 2015)



■ 76,2% Cadres
■ 23,8% Non-cadres

ÂGE MOYEN

43,3
ans pour les femmes
(42,4 en 2015)

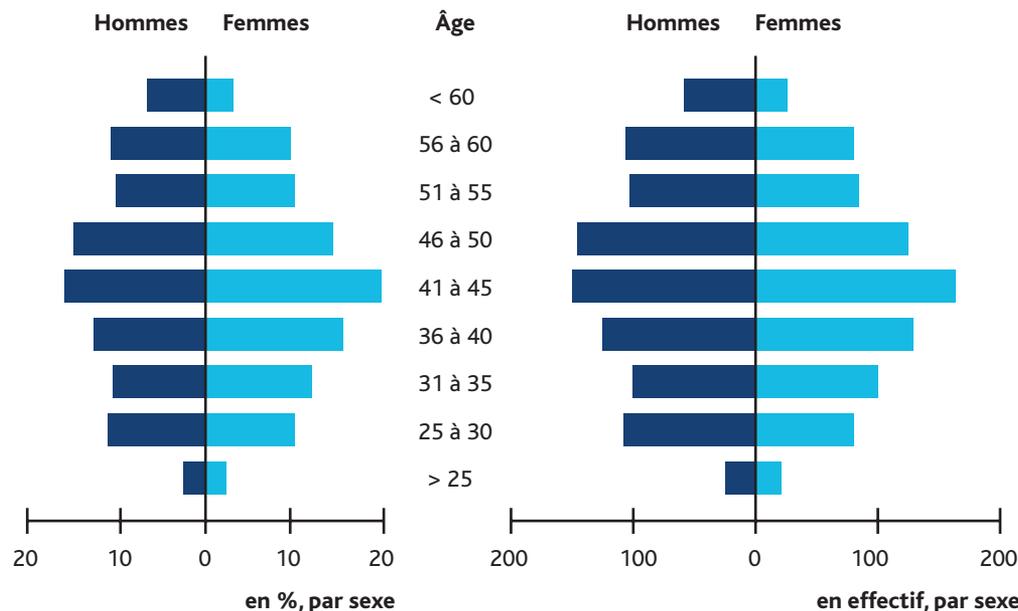
44,6
ans pour les hommes
(44,2 en 2015)

IMPLANTATIONS



■ 80,8%
CDI en
région Nord
■ 19,2%
CDI en
région Sud-Est

RÉPARTITION HOMMES/FEMMES PAR TRANCHE D'ÂGE





LEI - CÉLÉSTIN - SAINT-HILAIRE - DEVER - EMPANG - DE BRANVILLE - BECOUVEREL - B. BRIGNON - G. VILLE - DAVIDE STANARD - BAUDRY
LÉLIE - DE NIPHEL - BÉNEVENT - EN LASSAC - DEVENIS - DE LAURENÇAS - ANNE-EDMOND - JACQ. DUMAS - P. PERNEY
LE P. CHU DE SAINT-PIERRE - HOLLIS - LAURENÇAS - LAURENÇAS - LAURENÇAS - FROST - DUMAS - BARRIET - NADOT - VAN TIEGHEM - VAN SPANDELA
MAGNIAN - ISSI - ROBERT - DUTT - REDOUTE - VALLIN - VAREZ
MANGA - GUERRE - BASSIÈRE - TERNOUT - VAREZ
RÉGIS - SPIEL - BAUSSE - VAN SPANDELA

STRATÉGIE

Expert public, l'IRSN fait progresser la connaissance scientifique, au service de la maîtrise de tous les risques nucléaires et radiologiques.



STRATÉGIE ET GOUVERNANCE

18

MANAGEMENT DES CONNAISSANCES

29

TRANSPARENCE ET INFORMATION

31



STRATÉGIE ET GOUVERNANCE

Expert public, l'IRSN fait progresser la connaissance scientifique, au service de la maîtrise des risques nucléaires et radiologiques. Grâce à sa recherche, ses méthodes et ses interactions avec l'ensemble des parties prenantes, l'IRSN évalue en toute indépendance ces risques et leurs conséquences. Il participe ainsi à leur prévention, à leur détection et à la limitation de leurs éventuels effets, pour protéger la population et l'environnement.

Un nouveau décret pour l'IRSN

En 2016, le décret du 10 mars 2016 (n° 2016-283) a précisé les missions générales de l'Institut réaffirmées par la loi du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte (loi TECV), transcrite dans le Code de l'environnement.

Ce décret conforte le système français de contrôle des activités nucléaires civiles, qui repose sur un dispositif à deux composantes, l'une régalienne, portée par l'ASN, l'autre scientifique et technique, portée par l'IRSN. Le décret consacre également l'importance de la recherche pour la sûreté nucléaire et la radioprotection par la mise en débat de l'orientation des travaux scientifiques de l'IRSN avec l'ensemble des parties prenantes au sein du Comité d'orientation des recherches. Enfin, il élargit la mission en situation d'urgence radiologique de l'Institut qui doit pouvoir apporter son expertise aux autorités de l'État (directions ministérielles, services déconcentrés...) lorsqu'elles le sollicitent lors de situations d'urgence nucléaire ou radiologique.

Le décret renforce également la gouvernance de l'Institut à la mesure de l'importance des missions qui lui sont confiées. Il inscrit un changement dans la désignation des ministères de tutelle (l'énergie remplace l'industrie) et précise la durée des mandats de la direction générale (cinq ans renouvelables). Il renforce la représentation des élus au sein du conseil d'administration avec la présence de deux parlementaires et marque l'entrée, inscrite dans la loi TECV, du président de l'ASN à ce même conseil.

Les cinq objectifs pour l'IRSN du nouveau directeur général

Lors des auditions préalables à sa prise de fonctions, devant le Sénat et l'Assemblée nationale, le nouveau directeur général, Jean-Christophe Niel, a présenté son cap pour répondre aux enjeux à venir. Il a articulé son projet pour l'IRSN autour de cinq objectifs :

- **développer la stratégie scientifique en relation avec les acteurs concernés** en privilégiant les partenariats ;
- **renforcer la cohérence stratégique avec les autorités publiques**, notamment l'ASN, tout en assurant l'indépendance de l'expertise de l'IRSN ;

- **enrichir la contribution de l'IRSN à la transparence et à la participation en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection**, et plus généralement, de gestion du risque ;

- **valoriser le potentiel humain de l'Institut** ;

- **assurer un fonctionnement efficace de l'Institut** et une gestion écologiquement responsable de celui-ci.



RECHERCHE : DÉVELOPPER LA STRATÉGIE SCIENTIFIQUE AVEC LES ACTEURS CONCERNÉS

Disposer des connaissances à l'état de l'art et en acquérir de nouvelles pour mener son expertise, en vue de faire progresser la sûreté, la sécurité et la radioprotection, sont les deux objectifs principaux qui guident la recherche conduite par l'IRSN.

Le déploiement de la stratégie scientifique

En début d'année, l'Institut a publié sa stratégie scientifique qui, pour les 10 prochaines années, pose les principales questions scientifiques en termes de radioprotection, de sûreté et de sécurité, et indique les lignes de force de la recherche qu'il prévoit de mener. Cette formalisation de la stratégie scientifique vient en appui à la programmation de l'Institut qui s'est attaché depuis plusieurs années à adapter les moyens aux différents enjeux dans un cadre de plus en plus exigeant.

La déclinaison de cette stratégie est entreprise avec les équipes de recherche de l'Institut, à travers **la formulation d'une « démarche de recherche » pour chaque thématique**. Après intégration d'avis externes, dont en premier lieu celui du Conseil scientifique conforté par le nouveau décret de l'Institut dans son rôle d'évaluation de la pertinence du programme de recherches, ces démarches permettront de préparer et **d'actualiser plus sûrement et plus finement la programmation de l'Institut**.

Ce travail, débuté en 2016, sera achevé mi-2017.

La poursuite de la construction de la recherche européenne

La coopération européenne en matière de recherche en sûreté et en radioprotection doit contribuer à la fois à l'amélioration des connaissances sur la base d'orientations stratégiques définies de manière commune et à une mutualisation des moyens pour une plus grande efficacité. Depuis plusieurs années, **l'IRSN et ses partenaires s'inscrivent dans une construction en commun encouragée par la Commission européenne**, qui se traduit par un regroupement des acteurs de la recherche au sein de plateformes ou d'associations.

C'est dans le domaine de la radioprotection que la structuration est la plus aboutie, grâce au travail de réflexion mené par des plateformes et associations comme MELODI, l'Alliance pour la radioécologie, NERIS et EURADOS qui alimentent le consortium de programmation conjointe CONCERT. Ce dernier est chargé par la Commission européenne d'assurer l'affectation et la gestion

d'une part importante du budget dédié, au sein du programme-cadre H2020, à la radioprotection de l'homme et de l'environnement ainsi qu'à la préparation aux situations d'urgence. Sur les traces d'OPERRA (mandaté dans le cadre du PCRD7), CONCERT a lancé en 2016 son premier appel à projets, d'un budget total de 30 M€, dont 22 M€ fournis par la Commission européenne. Parmi les trois projets retenus, l'IRSN pilote le projet TERRITORIES (réduction des incertitudes dans la gestion postaccidentelle du long terme des situations existantes) et contribue au projet CONFIDENCE (réduction des incertitudes en appui au processus de prise de décision dans la gestion des phases de transition suite aux accidents).

Dans le même esprit d'intégration des réflexions stratégiques et des recherches à l'échelle européenne, la première *Radiation Protection Week* a rassemblé en septembre 2016 les plateformes de R&D européennes impliquées dans la recherche sur les effets des faibles doses de rayonnements ionisants.

> FOCUS

COR : PUBLICATION DE DEUX AVIS

Le comité d'orientation des recherches en sûreté nucléaire et en radioprotection de l'IRSN (COR) a publié en 2016 deux nouveaux avis. Le premier concerne les recherches sur les accidents graves menées au sein de l'Institut actuellement et dans le futur. Il conforte les approches scientifiques et techniques retenues par l'IRSN et a formulé des recommandations sur les facteurs organisationnels et humains dans ce domaine. Le second avis porte sur l'ouverture à la société dans le champ de la recherche : il identifie des bonnes pratiques existantes dans le dialogue avec les acteurs de la société civile et fait des recommandations pour favoriser l'implication de la société civile dans l'identification des priorités de recherche, pour l'associer au suivi dans la durée des travaux de recherche en cours et accompagner la diffusion des résultats auprès des parties prenantes.

Pour ce qui concerne la sûreté des réacteurs, les partenaires de NUGENIA, association pour la recherche relative aux réacteurs de générations II et III, ont conclu en 2016 le projet NUGENIA+ par une proposition d'organisation destinée à coordonner l'ensemble du processus de gestion de la recherche, notamment en sûreté, dans le cadre du programme-cadre H2020. Cependant, à ce jour, la Commission n'envisage pas de solliciter l'émergence, dans le domaine de la sûreté, d'un consortium de même nature que CONCERT.

Par ailleurs, le Forum NUGENIA a réuni 260 participants début avril à Marseille (Bouches-du-Rhône), dans l'objectif de faire le point sur les projets relatifs aux réacteurs de générations II et III qu'ils entendaient proposer en réponse à l'appel à propositions du programme-cadre de recherche H2020 d'octobre 2016. Ces projets, qui ont été soumis à la Commission européenne en octobre 2016, portent très largement sur la sûreté nucléaire.

Enfin, en matière de gestion des déchets radioactifs, le projet JOPRAD, auquel l'IRSN participe, a pour objectif de préparer la mise en place d'une programmation conjointe européenne de la R&D sur le stockage des déchets de haute activité à vie longue, sur un modèle analogue à celui appliqué pour la radioprotection. L'un des objectifs de ce travail est de mettre en place une gouvernance qui intègre les différents acteurs (opérateurs de gestion des déchets, autorités ou experts de sûreté, recherche académique...). Un séminaire organisé en septembre 2016 à Prague a permis de faire le point sur l'avancement du projet et notamment sur l'agenda stratégique de recherche, la gouvernance et la programmation conjointe des futures actions de recherche.

Appel à projets H2020

Dans le cadre des programmes de recherche Euratom financés par la Commission européenne, le deuxième appel à projets du 8^e PCRD (H2020) a été clos en octobre 2016. 72 projets ont été proposés, qui couvrent les domaines de la sûreté, de la santé, des déchets et des réacteurs de génération IV. L'IRSN s'est impliqué dans 22 projets. 10 projets ont été retenus.

→ **260** participants au Forum NUGENIA
au sujet des réacteurs de générations II et III



LES GRANDS PROJETS DE RECHERCHE 2016

L'année 2016 a été particulièrement riche en étapes franchies, notamment pour les plateformes expérimentales de l'Institut. **Dans le domaine des accidents graves**, la stratégie scientifique de l'IRSN vise à établir les connaissances qui manquent encore pour élaborer des solutions efficaces afin d'éviter des rejets radioactifs ou, à défaut, de les limiter et de les maîtriser en situation d'accident grave. Le projet européen IVMR (*In Vessel Melt Retention*), piloté par l'IRSN et qui rassemble 23 partenaires, est consacré à l'étude des possibilités de stabilisation et de **rétenion du corium dans la cuve d'un réacteur à eau**. Dans ce cadre, l'IRSN a accueilli en juin 2016 un séminaire international réunissant les principaux acteurs mondiaux du domaine pour partager les connaissances et les problématiques relatives à la stratégie de gestion du corium.

Pour ce qui concerne **le vieillissement des matériaux et des installations**, l'inauguration en 2016 de la plateforme expérimentale ODE marque une étape dans la mise en œuvre du projet ODOBA d'étude du vieillissement du béton constitutif des enceintes de confinement des installations nucléaires.

Le banc expérimental PERSEE (Plateforme expérimentale de recherches sur l'épuration des effluents radioactifs) est devenu opérationnel en 2016. Il est destiné à caractériser les performances des dispositifs **d'épuration des effluents gazeux radioactifs** dans les installations nucléaires, dans des domaines de fonctionnement allant des conditions nominales jusqu'aux situations d'accident grave de réacteurs nucléaires. Les premiers travaux concernent l'épuration de l'iode 131 et s'inscrivent notamment dans le cadre de programmes de recherche national (MIRE) et européen (PASSAM).

La divergence fin 2015 du **réacteur CABRI** et la poursuite en 2016 des essais de qualifications constituent des étapes essentielles vers l'aboutissement des travaux de rénovation de ce réacteur d'expérimentation, afin de permettre le déroulement du programme international CIP dédié à l'étude des accidents de réactivité.

De même, le projet DENOPI dédié à l'étude de **la capacité à refroidir le combustible usé entreposé en piscine**, soutenu par le programme d'investissements d'avenir de l'ANR, a vu son financement renforcé compte tenu de l'importance de la thématique et de la complexité de la mise au point de la partie expérimentale.

En matière de radioprotection, l'Institut a développé et rénové plusieurs dispositifs expérimentaux utilisés pour ses travaux de recherche avec, entre autres, la rénovation du système de micro-irradiation guidée par l'image (SARRP), la mise au point du microfaisceau d'ions MIRCOM et l'achèvement de PARISII (Plateforme expérimentale pour les activités de recherche sur l'incorporation de substances radioactives par ingestion ou inhalation).

Dans le domaine des géosciences et de la gestion des déchets, l'IRSN participe au projet européen MODERN 2020 qui vise à développer des stratégies et des technologies de **monitoring des stockages profonds**. Ces travaux s'appuient, pour leur volet expérimental, sur la station expérimentale de Tournemire

(Cantal) et contribuent au développement de l'outil MELODIE qui sert à modéliser **le comportement d'un stockage géologique** dans son ensemble et à en évaluer la performance. Ce projet illustre la flexibilité expérimentale et la complémentarité que peut jouer la station de Tournemire, appréciée des partenaires scientifiques, par rapport à la complexité d'une installation en profondeur moins accessible.

Enfin, dans **le domaine des recherches en sciences humaines et sociales**, l'IRSN poursuit ses travaux sur **les facteurs organisationnels et humains** en développant des projets avec les acteurs de la recherche académique. Dans ce domaine, l'année 2016 aura été marquée par les Journées des risques tenues à Nantes du 16 au 19 novembre, sous l'égide de la chaire RESOH de l'école des mines de Nantes, que l'IRSN soutient. Ces journées ont été l'occasion de faire le point sur les travaux de la chaire, de mesurer tant les difficultés que la pertinence de ces recherches sur les terrains industriels et de partager les résultats avec d'autres équipes scientifiques.

Préparation à l'évaluation par le HCERES

Dans le cadre de la préparation à l'évaluation de sa recherche par le Haut Conseil de l'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur (HCERES) programmée à la fin de 2017, l'IRSN a demandé au HCERES la validation de sa propre instance d'évaluation externe de ses unités de recherche. Cette instance mobilisera autant de commissions spécialisées d'évaluation qu'il y a de groupes thématiques de recherche (15 en tout). Cette instance est placée sous l'autorité du directeur scientifique de l'Institut et s'appuie sur le comité de visite.

Dans cet objectif, le dossier support de la demande de validation de l'instance a été remis au HCERES en septembre 2016. En parallèle, l'IRSN a engagé le travail d'autoévaluation qui va lui permettre de produire le dossier pour l'évaluation de l'établissement qu'il remettra au HCERES en juin 2017.

APPUI AUX POUVOIRS PUBLICS : RENFORCER LA COHÉRENCE STRATÉGIQUE

Au cœur de l'action de l'IRSN, la **mission d'expertise** s'adresse en France **aux autorités de sûreté, de sécurité et à l'ensemble des pouvoirs publics** via les directions ministérielles qui le sollicitent. Elle concerne aussi la mise en œuvre de politiques publiques dans les domaines de la santé, de l'environnement, de la gestion des situations d'urgence et de la protection des travailleurs contre les rayonnements ionisants. Depuis plusieurs années, l'IRSN doit faire face à un accroissement des enjeux en matière de sûreté, de radioprotection et de sécurité nucléaire dans un contexte de difficulté persistante à disposer des ressources ajustées à ses besoins. Dans un contexte contraint du budget de l'État, l'augmentation de 20 ETPT du plafond d'emplois est une décision essentielle pour l'IRSN.

Aussi l'Institut a-t-il mis en œuvre une stratégie visant à renforcer **l'efficacité de son action**, ce qui le conduit à partager avec les autorités une approche de **priorisation des sujets** à évaluer et d'adaptation des moyens mis en œuvre au regard des enjeux de sûreté, de sécurité ou de radioprotection que présentent les dossiers à traiter.

Une cohérence stratégique et opérationnelle

Ainsi, l'ASN et l'IRSN ont mis en place, au-delà des dispositifs de régulation périodique des activités, un **processus de priorisation des dossiers ainsi qu'un calendrier pluriannuel** des instructions techniques concernant les sujets à fort enjeu. Avec l'ASN, la démarche de cohérence couvre à la fois le cadre stratégique et opérationnel.

Sur un plan stratégique, la mise au point du dispositif fixant les priorités à environ 50 sujets (à comparer aux plus de 500 livrables que produit annuellement l'IRSN dans le cadre de son appui à l'ASN) conduit désormais à un taux de réalisation de ces priorités de 88% (à comparer aux 66% il y a quatre ans). Les écarts à la pleine atteinte se limitent à quelques changements concertés de priorité (entre 0 et 2 par an) au vu de l'évolution du contexte et principalement des retards des dossiers ou des réponses fournis par les industriels pour permettre à l'IRSN de mener son action d'expertise.

AUDIT DE LA CONVENTION ASN-IRSN

En juin 2016, un audit de l'IRSN, commandité par l'ASN et portant sur les modalités d'application de la convention qui lie l'ASN et l'IRSN, a été réalisé. L'audit a examiné à la fois les dispositions générales mises en œuvre dans le cadre des travaux d'expertises et des cas concrets d'application relevant du domaine de la sûreté des réacteurs sous pression avec l'examen de sujets « types » (analyse des dossiers de modifications matérielles présentés par les exploitants, examen du retour d'expérience d'exploitation des réacteurs électronucléaires, examen des programmes et travaux prévus lors des arrêts de tranche pour renouvellement de combustible) et de sujets complexes multi-

compétences tels que l'analyse des réexamens de sûreté des réacteurs du palier de 1 300 MWe. Les conclusions de cet audit ne mettent pas en évidence de manque ou d'écart notable avec les textes de référence liant l'IRSN et l'ASN et indiquent que les processus ont atteint un bon niveau de maturité. Elles sont également assorties de recommandations ou de suggestions adressées à l'IRSN et à l'ASN. Parmi les sujets à examiner figurent la question de la déontologie, ainsi que le renforcement des échanges, à tous les niveaux, et la connaissance respective des métiers, des organisations et des personnels des deux entités.

L'ASN et l'IRSN ont, par ailleurs, actualisé et transmis en juin 2016 à la ministre chargée de l'environnement **leur vision partagée des principaux enjeux pour le contrôle du nucléaire civil** initialement établis en avril 2014. Cette actualisation avait également pour but de **réévaluer les besoins en moyens** des deux structures et d'en porter conjointement la demande dans le cadre du cycle budgétaire, demande qui a reçu un **écho favorable dans le projet de loi de finances pour 2017**.

Cette cohérence stratégique se décline également sur des sujets opérationnels : ainsi, les investigations découlant des anomalies constatées sur la cuve de l'EPR de Flamanville 3 ont conduit à identifier un besoin de réévaluation rapide de la sûreté de certains réacteurs en fonctionnement équipés de composants présentant des écarts importants à leurs spécifications (concentrations notablement plus élevées de carbone dans les fonds de générateurs de vapeur). Ce sujet a conduit à décaler certaines priorités établies du protocole ASN/IRSN pour que l'IRSN mobilise en priorité ses équipes sur le sujet. Cette année, ce travail a conduit à plusieurs avis (à l'été pour les fonds de générateurs de vapeur fabriqués par Creusot Forge, en novembre pour ceux de JCFC — Japan Casting and Forging Corporation), permettant à l'ASN de prendre rapidement position. L'ASN et l'IRSN ont choisi de mettre en place une communication commune pour présenter simultanément la décision prise par l'ASN et les résultats de l'évaluation de sûreté par l'IRSN sur lesquels cette décision est fondée.

Cette volonté de cohérence stratégique et opérationnelle se décline de même pour d'autres bénéficiaires de l'appui de l'IRSN.

À cet égard, **la Direction générale de la sécurité civile et de la gestion de crise et l'IRSN ont renouvelé en 2016 la convention-cadre d'appui technique** avec une volonté conjointe de mise en œuvre de synergies nouvelles visant à renforcer leurs actions respectives au sein du dispositif national de réponse à une crise nucléaire ou radiologique.

Dans le domaine de la santé, l'année 2016 aura été une année importante de travail avec la **Direction générale de la santé (DGS), clôturée par le renouvellement, en décembre 2016**, de la convention qui les lie pour une durée de cinq ans. Cette convention vient en complément de la tutelle exercée par le ministère de la santé. Elle prévoit la mise en place d'un protocole annuel identifiant, pour chaque année, les enjeux et priorités de l'expertise à mener au bénéfice de la DGS. Elle rappelle également les modalités **d'implication de l'IRSN dans les instances de coordination des agences sanitaires** et notamment dans le Comité d'animation du système d'agences (CASA) et la réunion hebdomadaire de sécurité sanitaire qui permet des interactions réactives au niveau opérationnel, si nécessaire.



L'année 2016 aura aussi été une année marquante sur le plan des textes et de la gouvernance, dans la suite de la publication de la loi de modernisation du système de santé du 26 janvier 2016, dont l'une des ordonnances d'application a conforté le rôle du CASA et une autre, attendue par l'IRSN, doit sécuriser les conditions dans lesquelles doivent se dérouler les expertises médicales qu'il peut être appelé à mener (de même nature que celle effectuée à l'époque des surirradiations à Épinal). En matière de gouvernance, l'Institut a également contribué à l'élaboration du plan stratégique de la DGS et a participé à l'audit commandité par celle-ci à l'Inspection générale des affaires sociales (IGAS) sur la tutelle des agences et opérateurs.

La transposition de la directive européenne 2013/59 du 5 décembre 2013 fixant les normes de base relatives à la protection sanitaire contre les dangers résultant de l'exposition aux rayonnements ionisants a été un des sujets stratégiques majeurs dans le domaine de **l'appui technique à la Direction générale du travail**. L'IRSN s'est fortement mobilisé dans **les travaux de déclinaison des exigences portées par la directive dans la réglementation**, notamment dans le cadre de l'élaboration du projet de décret modifiant le Code du travail. Le projet de décret a été examiné par le Comité d'orientation sur les conditions de travail (COCT).

Avec la **Direction générale de la prévention des risques (DGPR)**, les activités menées par l'IRSN ont concerné **des sujets tant stratégiques qu'opérationnels**. Pour illustrer ce second aspect, il peut être mentionné le travail de l'Institut en appui à cette direction dans le dossier politiquement sensible de l'évaluation des conséquences pour la santé et l'environnement du stockage sur le site de Mange-Garri de résidus de bauxite issus de la production d'alumine de l'usine Altéo de Gardanne (Bouches-du-Rhône). Cette évaluation s'est appuyée à la fois sur des modélisations et calculs mais également sur des mesures faites par l'Institut. Les résultats ont été présentés à la commission de suivi du site en septembre 2016.

Une organisation nationale de crise éprouvée

L'IRSN a participé à plusieurs exercices en 2016 dont un exercice d'ampleur impliquant les échelons ministériels. Pour l'Institut, l'enjeu était de tester la pertinence de son positionnement au sein de l'organisation du plan national de réponse à une crise nucléaire ou radiologique majeure : au sein de la Cellule interministérielle de crise (CIC), au niveau national en qualité d'expert auprès de l'ensemble des pouvoirs publics (à partir de l'expertise fournie par son centre de crise) et au niveau local (préfectures de département et de zone). Ainsi, la mission de l'IRSN s'est inscrite dans le système de complémentarité des actions des différents acteurs de la gestion de crise nucléaire ou radiologique majeure, tel que défini dans le décret du 10 mars 2016 (n° 2016-283).



LES COOPÉRATIONS BILATÉRALES

Parmi les nombreuses coopérations bilatérales menées par l'IRSN, on peut noter en 2016 le renouveau de la collaboration avec l'autorité japonaise de régulation nucléaire (NRA). Le directeur technique de la NRA a notamment visité, en mars 2016, les installations de recherche de l'IRSN et des experts japonais se sont rendus en septembre à Cadarache (Bouches-du-Rhône) pour une semaine de travail dans le domaine de la gestion des déchets, avec le lancement de deux projets de recherche sur ce thème. Enfin, des séminaires communs ont été organisés en novembre à Tokyo sur la protection contre l'incendie et les accidents graves.

Avec les Émirats arabes unis, un nouvel accord de coopération en matière de recherche a été signé en décembre 2016. Après un premier engagement en 2014, qui portait sur un échange d'informations dans le domaine de la sûreté, cet accord constitue une avancée dans la coopération avec l'autorité de sûreté émirienne et va permettre l'engagement de projets communs de recherche. Une première action prévoit le développement d'une étude conjointe dans le domaine de l'environnement, prenant en compte tenu les spécificités régionales.

INTERNATIONAL : DÉPLOIEMENT DE LA « FONCTION TSO »

Au niveau international, l'IRSN s'attache à promouvoir et conforter l'importance de l'expertise et de la connaissance pour la sûreté et la radioprotection. C'est cette conviction qui guide son action auprès des instances européennes ou internationales, ainsi que dans ses coopérations bilatérales.

Le renforcement du réseau d'ETSON

En Europe, l'IRSN est membre actif d'ETSON, le réseau européen des organismes techniques de sûreté (TSO). Celui-ci continue à se développer et a accueilli en 2016 deux nouveaux membres : l'agence ENEA (Italie) et le TSO roumain RATEN ICN. ETSON a également engagé une réflexion destinée à consolider sa stratégie. Ce travail vise à développer les activités et la reconnaissance d'ETSON ainsi qu'à renforcer l'implication du réseau auprès de l'Union européenne et des groupements d'autorités. En 2016, ETSON a, en particulier, **signé un accord de collaboration avec le FORO**, groupement des régulateurs hispanophones (Espagne et Amérique latine). Cet accord prévoit des échanges d'informations sur les activités de chacun, notamment dans le domaine de la formation.

Le réseau ETSON a également œuvré à la formalisation de sa coopération en cours avec l'AIEA, en vue de la signature d'un accord de collaboration en 2017. Ce rapprochement permettrait de renforcer l'implication des experts du réseau ETSON dans les travaux de l'AIEA, tant pour l'élaboration de documents que pour des missions spécifiques.

La finalisation par l'AIEA d'un document de référence sur la fonction TSO

Au sein de l'AIEA, le Forum des TSO joue un rôle essentiel pour faire reconnaître la place de la science et de la technique afin de faire progresser la sûreté nucléaire.

Dans ce cadre, les experts de l'IRSN ont contribué au **document finalisé en 2016 qui explicite la fonction et les activités des TSO au sein des systèmes nationaux de contrôle**. Ce travail, qui a impliqué différents organismes et pays, notamment l'US NRC, GRS, homologues allemande de l'IRSN, la Russie et le Canada, sera publié en 2017.

De plus, en 2016, le Forum s'est focalisé sur les pays qui s'engagent dans la voie du nucléaire. Il a notamment recommandé le développement de la capacité scientifique et technique de ces pays pour le contrôle de la sûreté. Le Forum a également lancé un groupe de travail sur le partage d'informations et de pratiques en matière de R&D.

L'European and Central Asian Safety Network (EuCAS) a été créé en 2016 sous l'égide de l'AIEA avec la participation active de l'IRSN. Il réunit des TSO et des autorités de sûreté de 11 pays européens et quatre pays d'Asie centrale, dans l'objectif de développer leur coopération en matière de sûreté et de radioprotection. Une première séance de travail a été organisée en 2016 à l'AIEA, avec la participation de l'IRSN, d'ETSON, de l'Association des responsables des autorités compétentes en radioprotection en Europe (HERCA) ainsi que de la Commission européenne.

LES PRESTATIONS À L'INTERNATIONAL

L'année 2016 s'est traduite par une activité intense de l'IRSN en termes de prestations délivrées pour Riskaudit dans le cadre de contrats INSC dont les bénéficiaires sont les autorités des pays suivants : Biélorussie dans le cadre du licensing de deux réacteurs de puissance, Arménie pour la prise en compte de mesures destinées à limiter les conséquences d'un accident grave, Philippines, Vietnam et Égypte dans le cadre de la formation de leur personnel en évaluations de sûreté et en radioprotection, Brésil dans le cadre du développement d'études de sûreté. Par ailleurs, l'IRSN a réalisé en toute transparence, avec l'autorité de sûreté chinoise (NNSA) une campagne d'essais sur la boucle VIKTORIA concernant la qualification d'équipements fournis par la société BERTIN pour les réacteurs du CNPE (concepteur chinois). Enfin, l'Institut a achevé sa contribution à un contrat, piloté par l'ASN et signé en 2014, d'assistance à l'autorité de sûreté chinoise et à son support technique (NSC) pour quatre domaines : les hypothèses relatives aux études d'accidents, les accidents graves, l'évaluation des inondations externes et le traitement de l'expérience d'exploitation.

En 2016, l'IRSN s'est aussi investi, sous le pilotage de Riskaudit, dans la préparation des contrats avec les autorités de sûreté de Chine (effluents, stockage de déchets...), de Mongolie et d'Arménie (capacité de la centrale de Metsamor à poursuivre son fonctionnement en sûreté). Ces propositions ont été soutenues par la Commission européenne.

Le retour d'expérience de ces missions enrichit le capital de compétences et de savoir-faire de l'IRSN.



OUVERTURE À LA SOCIÉTÉ : ENRICHIR LA CONTRIBUTION DE L'IRSN À LA TRANSPARENCE ET À LA PARTICIPATION

Aller vers les territoires et innover dans les modes d'association des parties prenantes à la réflexion et aux questionnements sur les grands dossiers d'expertise sont des orientations majeures prises par l'IRSN en matière d'ouverture à la société. Elles s'inscrivent de plus dans le contexte de la première année de mise en œuvre des prérogatives nouvelles confiées aux commissions locales d'informations (Cli) par la loi TECV du 17 août 2015.

Sur le plan territorial, l'IRSN s'est mobilisé autour de différentes initiatives locales visant à susciter l'intérêt, la mesure, puis le partage d'informations et de solutions de maîtrise des concentrations de **radon dans les bâtiments et les habitations**. Deux projets peuvent être cités : une campagne menée en Haute-Vienne avec un accompagnement des populations allant jusqu'à

la remédiation et un projet transfrontalier franco-suisse, cofinancé par les dispositifs «Interreg» de la Commission européenne, pour développer une plateforme de mise en commun de données et d'outils d'aide à la décision.

La conviction de l'Institut est, en effet, que l'enjeu autour du radon réside dans la sensibilisation des populations et des professionnels du bâtiment à l'importance de mettre en œuvre des mesures du radon, puis de favoriser les actions pour y donner suite, à proportion des niveaux de concentration mesurés.

Croisant les deux orientations – l'implication des territoires et l'innovation dans la participation autour des dossiers de sûreté – **les journées organisées, les 3 et 4 octobre 2016, par l'IRSN avec l'Anccli, la Commission locale d'information des grands équipements énergétiques du Tricastin (Cligeet) et l'ASN** ont permis d'aborder le thème de la «**Poursuite de fonctionnement des réacteurs 900 MWe au-delà de 40 ans : quels enjeux de sûreté**

et quelle participation ?». Destinées aux membres des Cli et des associations, ces journées ont eu pour objectifs une meilleure appréciation des questions de sûreté, des échanges sur l'implication des Cli dans les quatrièmes réexamens de ces réacteurs et sur l'apport pour la sûreté d'une implication de la société sur ces sujets. Ces deux journées ont rassemblé 145 participants à Valence, à proximité du premier site qui sera concerné par ces poursuites de fonctionnement (Tricastin). Cette initiative s'inscrit également dans l'esprit de la loi TECV qui prescrit un acte de participation du public (sous forme d'enquête publique) lors des visites décennales effectuées après 35 ans de fonctionnement des réacteurs.

Un autre domaine d'innovation en matière de participation concerne **l'examen du dossier d'options de sûreté (DOS) du projet Cigéo de stockage de déchets** en formation géologique profonde, remis par l'Andra en 2016 et que l'IRSN évalue, en appui de l'ASN, en amont de l'instruction de la demande d'autorisation. L'IRSN a pris l'initiative d'intégrer dès le début de son travail d'évaluation technique une étape de consultation de la société civile. À cette fin, un groupe d'échanges a été mis en place, composé d'une quinzaine de personnes du Clis de Bure, de l'Ancli et de la conférence de citoyens organisée lors du débat public, ainsi que d'experts non institutionnels. L'objectif de cette consultation dans une phase-clé de l'expertise était de recueillir les préoccupations et les questions qui paraissent particulièrement importantes aux participants afin que l'IRSN en tienne compte dans le cadre de son instruction.

Enfin l'IRSN a œuvré pour que les conditions **d'un dialogue technique** avec les parties prenantes soient réunies et mises en œuvre dans le cadre de l'instruction technique du programme d'essais prévu par Areva à la suite de la détection d'une anomalie affectant **la composition de l'acier dans certaines zones du couvercle et du fond de la cuve destinée à l'EPR** de Flamanville (Manche). Trois réunions, où étaient présents l'Ancli, la Cli de Flamanville, l'IRSN et l'ASN, ont permis de revenir sur la description de l'anomalie, sur le dossier de justification présenté par Areva, sur l'analyse de l'IRSN et de l'ASN et sur l'évolution du programme d'essais à la suite des premiers résultats.

→ 145

participants aux journées d'échanges destinées aux membres des Cli consacrées à la poursuite de fonctionnement des réacteurs 900 MWe au-delà de 40 ans

FOCUS

9^{ES} RENCONTRES INTERNATIONALES LYCÉENNES DE LA RADIOPROTECTION

L'IRSN a participé aux 9^{es} Rencontres internationales lycéennes de la radioprotection, organisées fin mars à Bastia (Corse). Ces rencontres ont réuni des lycéens de 13 établissements français et étrangers dont des lycéens vivant sur les territoires contaminés de Biélorussie, d'Ukraine et du Japon. Ces rencontres ont été l'occasion pour ces élèves de valoriser les travaux qu'ils ont effectués en cours d'année lors d'ateliers animés par leurs enseignants avec le soutien d'experts en radioprotection.

Ces Rencontres ont abordé divers thèmes tels que la médecine nucléaire, la radioprotection en gammagraphie, la gestion des déchets, celle du personnel navigant ou celle d'une situation postaccidentelle. L'opération s'inscrit dans une démarche de diffusion auprès des jeunes de la culture de radioprotection, à partir d'une approche concrète et pluridisciplinaire en favorisant les échanges entre élèves, enseignants et scientifiques.

L'ouverture à la société est également un sujet qui gagne à s'enrichir des pratiques et réflexions d'autres pays. Aussi, sur ce volet international, **l'IRSN a piloté le programme européen PREPARE WP3** dédié à la prise en compte des attentes des parties prenantes relatives à **la gestion des produits contaminés lors d'un accident en phase postaccidentelle**.

Lancé début 2013, PREPARE WP3 a été achevé au début de 2016 et ses résultats ont été présentés à l'occasion du séminaire final de restitution qui s'est déroulé à Bratislava du 20 au 22 janvier 2016. PREPARE WP3 avait pour objectif de contribuer au développement de stratégies pour la gestion de denrées, alimentaires ou non, contaminées lors d'un accident nucléaire ou d'une urgence radiologique. Son originalité était de s'appuyer sur des panels de parties prenantes que les **11 pays européens participants** avaient constitués : **producteurs, distributeurs, consommateurs, experts, associations, autorités, industriels, universitaires...**

La force de l'étude était également de pouvoir s'appuyer sur des témoignages apportés par des acteurs japonais confrontés à la gestion de l'accident de Fukushima. La réflexion engagée dans le cadre de PREPARE WP3 va être poursuivie sous l'égide d'un groupe de travail européen constitué au sein de la plateforme européenne NERIS, plateforme consacrée à la gestion des situations accidentelles et postaccidentelles nucléaires et radiologiques.

Il ressort de l'étude PREPARE qu'il est nécessaire d'impliquer les parties prenantes dans la réflexion sur la gestion des produits contaminés mais aussi de respecter leurs valeurs : l'objectif n'est pas de promouvoir l'acceptabilité de l'accident (les citoyens sont des victimes), mais de favoriser la confiance et la compréhension réciproques entre les parties prenantes, autant que possible en amont, en s'appuyant sur les réseaux existants. Les situations postaccidentelles sont complexes et présentent des intérêts divergents qui supposent d'imaginer de nouveaux modes de gouvernance prenant en compte les considérations sanitaires mais aussi éthiques et économiques.

Nouveaux signataires de la charte inter-institut à l'ouverture à la société

Dans la continuité d'une première **charte inter-institut** à l'ouverture à la société signée en 2008, ce sont désormais sept établissements publics qui affirment ou réaffirment **leur volonté commune de dialogue avec les acteurs de la société civile dans le cadre de leurs activités d'expertise ou de recherche**.

Avec **l'IRSN, l'Anses, le BRGM, l'Ifsttar, l'Ineris, l'Irstea et Santé publique France** se sont engagés, en signant cette charte à la fin de 2016, à poursuivre l'ouverture et à développer la transparence de leurs processus de recherche, d'expertise et/ou d'évaluation des risques, à améliorer le partage des connaissances scientifiques disponibles et des incertitudes afférentes, et à mieux prendre en compte la contribution des acteurs de la société dans les processus de recherche ou d'évaluation des risques.

MANAGEMENT DES CONNAISSANCES

Parce que la connaissance est fondamentale dans le domaine de l'évaluation des risques nucléaires et radiologiques, le management des connaissances vise à doter l'IRSN d'une vision globale des connaissances clés à détenir pour le présent et l'avenir afin de mener à bien ses missions, vision qui est au cœur des métiers de l'Institut (la recherche crée la connaissance, l'expertise mobilise la connaissance, la compétence s'appuie sur la connaissance, l'ouverture et la participation du partage des connaissances). La démarche a notamment abouti en 2016 à l'ouverture d'un portail intranet dédié.

Ce portail a pour ambition de constituer un «point d'accès unique» aux connaissances de l'IRSN et de partager le rôle, les méthodes, le fonctionnement et les livrables du management des connaissances. Il donne accès à l'ensemble des documents de référence publics ainsi qu'aux bases documentaires liées à la production de connaissances de l'IRSN. Concernant cette dernière, un annuaire des experts permet d'accéder aux domaines et thématiques des experts ainsi qu'à leurs contributions.

Afin de faciliter la recherche de connaissances au sein d'une première base rassemblant plus de 40 ans de production d'études et d'expertises dans le domaine de la sûreté, un outil spécifique a été développé. La version actuelle de ce portail a vocation à évoluer au fur et à mesure de son enrichissement sur les thématiques de l'Institut.



CAPITALISER ET PARTAGER

Sept livres de connaissances, réalisés à partir d'interviews dans une démarche de **capitalisation des connaissances de «sachants critiques»** sont accessibles sur le portail. Cinq d'entre eux concernent les réacteurs à eau sous pression (REP) : comportement des composants métalliques ; évaluation de sûreté du génie civil ; contrôle commande ; incidents et accidents liés à l'entreposage et à la maintenance des combustibles usés ; éléments de sûreté pour les accidents graves. Deux autres concernent les aspects de la sûreté des réacteurs à neutrons rapides et les transferts des radionucléides dans l'atmosphère. Des espaces collaboratifs destinés au partage et à l'actualisation des livres de connaissances sont progressivement mis en place.

La rédaction d'ouvrages de référence a été poursuivie. L'ouvrage de la collection «Sciences et techniques» consacré à la recherche sur les réacteurs à eau sous pression sera publié prochainement.

ANALYSER

Les analyses stratégiques des connaissances ont été poursuivies (dans les domaines de la gestion de crise et de l'environnement) et ont abouti à **des plans d'actions de gestion des connaissances**. De nouvelles analyses sont lancées au stade de la construction des objectifs (domaine sûreté des REP réactualisé) ou de la définition d'un plan d'actions pour le domaine «Déchets – géosphère». Ce travail s'est poursuivi, conformément à l'engagement figurant dans le COP, en vue d'achever les analyses stratégiques pour l'ensemble des domaines d'ici la fin de 2018.

Enfin, l'Institut a poursuivi la mise en place d'une organisation dédiée au déploiement du management des connaissances, avec la nomination du coordinateur management des connaissances (CMC) sur ce thème au sein de chaque service ou direction.

TRANSPARENCE ET INFORMATION

En cohérence avec les orientations de la loi relative à la transition énergétique pour une croissance verte en matière de transparence, d'implication et d'information du public, l'IRSN renforce sa mission d'information tant par la mise à disposition de contenus pédagogiques que par la diversification des vecteurs d'information à destination d'un large public.

Une publication des avis élargie

Engagée en 2009, la **publication des avis de l'IRSN à l'Autorité de sûreté nucléaire se généralise à l'ensemble des avis**, lorsqu'ils ne relèvent pas de la défense nationale, et devient bimensuelle. Ces avis présentent la position de l'IRSN au terme de son instruction scientifique et technique en matière d'évaluation et de maîtrise des risques, ainsi que ses éventuelles recommandations. **L'Institut poursuit ainsi sa démarche de transparence.**



UNE PRÉSENCE DIVERSIFIÉE

Informar la population sur les thématiques liées à la radioactivité et sur les résultats de ses travaux figure parmi les actions menées de longue date par l'IRSN dans le cadre de **sa politique de transparence et de pédagogie à travers des médias et des actions diversifiées** : Internet avec le site institutionnel et des sites dédiés, la présence active sur les réseaux sociaux (Facebook, comptes Twitter, LinkedIn...), les publications papier et leurs versions digitales (magazine *Repères* et la revue scientifique *Aktis*), les relations avec la presse et le déploiement de la presse *on line*, les expositions et les actions d'échanges avec le public.

Parmi les actions menées en 2016, figure la participation à **la fête de la science**, avec une mobilisation de l'Institut en région : ateliers pour les scolaires et le grand public à la Vieille Charité (Marseille, Bouches-du-Rhône) ; participation au Village des sciences au collège Yves-Montand de Vinon-sur-Verdon (Var) ; exposition et ateliers à l'institut de formation de manipulateurs d'électroradiologie médicale de Poissy-Saint-Germain-en-Laye (Yvelines).

De même, **l'exposition IRSN/ASN «Radioactivité, des centaines de questions»**, a été présentée dans plus de 35 lieux en 2016, dont Civet (Ardennes) en mai, Nîmes (Gard) et Grainville-la-Teinturière (Seine-Maritime) en mars. Elle a également été mise à la disposition des Cli de Penly/Paluel (Seine-Maritime), de Chooz (Ardennes), de Chinon (Indre-et-Loire) et de Dampierre (Loiret) pour leur réunion publique. L'exposition a été présentée au **Salon des maires**, à la dixième rencontre des personnes compétentes en radioprotection (PCR) organisée par la Société française de radioprotection et à la rencontre des Centres de culture scientifique, technique et industrielle. Enfin, **un partenariat a été conclu avec l'hôpital de Poissy-Saint-Germain-en-Laye** afin d'utiliser cet outil dans le cadre du développement de l'information dans le domaine médical.

PRINCIPAUX CONSTATS DU BAROMÈTRE 2016

Chaque année, l'IRSN recueille l'opinion des Français sur les questions relatives aux préoccupations sociales et environnementales, à l'expertise scientifique, aux situations à risques, incluant l'usage civil du nucléaire. Le Baromètre sur la perception des risques et de la sécurité 2016, réalisé à partir d'une enquête menée fin 2015, montre quatre tendances majeures, au-delà des attentats terroristes, qui ont laissé une marque profonde dans l'esprit des Français. Parmi les sujets environnementaux, les questions liées au bouleversement climatique ont progressé sensiblement. La tenue de la COP21, coïncidant avec la réalisation de l'enquête, peut éclairer cette évolution. La deuxième tendance fait apparaître un regard assez confiant porté par les Français sur la science et les experts intervenant dans le nucléaire. Ils se déclarent en outre favorables à la publication des résultats d'expertise afin de construire leur propre opinion. En troisième lieu ressort la préférence des Français pour les énergies renouvelables : le solaire et l'éolien supplantent le nucléaire au plan économique et progressent par rapport à 2013. Enfin, si 46 % des répondants estiment que « toutes les précautions sont prises pour assurer un très haut niveau de sûreté dans les centrales nucléaires françaises », les accidents graves, comme ceux de Tchernobyl et de Fukushima, restent l'argument le plus fort contre l'énergie nucléaire.

En 2016, l'IRSN a également mis en ligne sur Internet l'intégralité de l'historique des données du Baromètre.

<http://barometre.irsn.fr/>

DE NOUVEAUX FORMATS POUR MIEUX INFORMER

Exposition du public aux rayonnements ionisants : une calculatrice en ligne

Dans le cadre de sa mission nationale de surveillance radiologique, l'IRSN a publié en 2016 **le bilan actualisé de « l'exposition moyenne de la population française »** aux rayonnements ionisants. Parce que chacun est exposé de manière différente aux diverses sources de rayonnements ionisants, qu'elles soient d'origine naturelle ou liées à des actes médicaux, l'Institut a mis en ligne en 2016 **une calculatrice qui permet à chacun d'estimer sa dose individuelle** par une reconstitution de ses pratiques.

Trois minutes pour une thèse

Depuis 2015, **le concours « 3 minutes pour une thèse » organisé par l'IRSN** permet à des doctorants volontaires de se prêter à l'exercice de résumer trois années de thèse en trois minutes, pour présenter leurs travaux de façon pédagogique et accessible à un public de non-initiés. Couvrant des domaines variés – santé, sûreté nucléaire, sismologie... –, les vidéos « 3 minutes pour une thèse » sont disponibles sur le site Internet de l'Institut.

+ de 35

lieux ont accueilli l'exposition IRSN/ASN
« Radioactivité, des centaines de questions »

rotection de l'homme
re les rayonnements

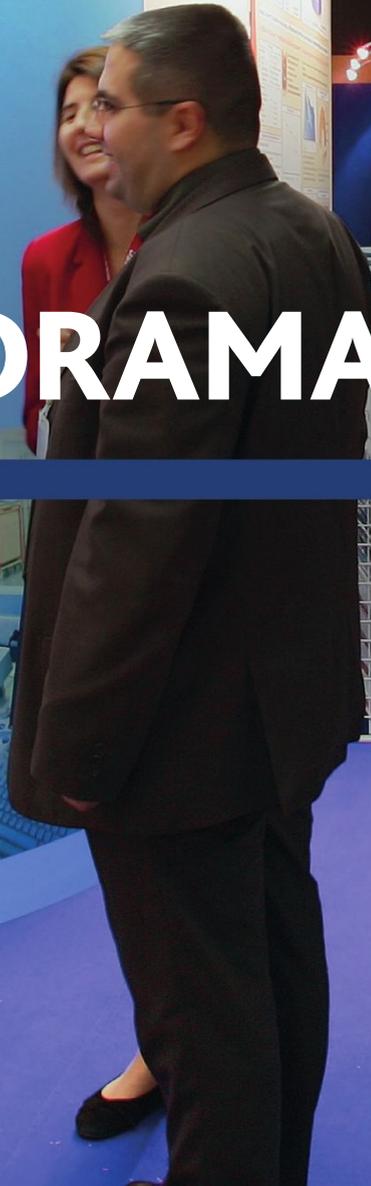
IRSN

INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Faire avancer la sûreté nucléaire



PANORAMA 2016



PANORAMA

JANVIER 2016

SANTÉ

L'IRSN prend la présidence du Conseil scientifique de l'Observatoire de la santé des vétérans (OSV).

14 JANVIER 2016

RECHERCHE EUROPÉENNE

Kick off meeting du projet Cathymara, portant en particulier sur **l'amélioration de la mesure de l'iode131 chez l'enfant**, en cas d'accidents radiologique de grande ampleur et regroupant les efforts de 41 chercheurs issus de 13 organismes européens.



25 & 29 JANVIER 2016

FORMATION

L'IRSN dispense un cours de radioprotection en Chine, dans le cadre d'un contrat européen.



5 FÉVRIER 2016



INSTALLATION DE RECHERCHE

L'installation expérimentale MIRCOM est inaugurée sur le site de Cadarache. Cet équipement est constitué d'un microfaisceau d'une précision micrométrique. **Il contribuera aux recherches en radiobiologie et plus particulièrement aux travaux sur la compréhension de la complication des radiothérapies** dans le cadre du programme de recherche ROSIRIS. Il sera également utilisé dans les recherches sur les effets des faibles doses de rayonnements ionisants.

28 JANVIER & 10 FÉVRIER 2016



NOYAU DUR

Présentation au groupe permanent d'experts pour les réacteurs de l'avis de l'IRSN sur les agressions externes extrêmes retenues pour le **noyau dur des réacteurs** à eau sous pression d'EDF en construction ou en exploitation.

11 FÉVRIER 2016

RADIOPROTECTION

L'IRSN présente devant le groupe permanent d'experts RADE ses **conclusions sur l'utilisation des contraintes de doses pour la protection du public**.

11 FÉVRIER 2016

ACCIDENTS NUCLÉAIRES

Trente ans après Tchernobyl et cinq ans après Fukushima, l'IRSN fait le point lors d'une **conférence de presse sur les conséquences sanitaires de ces accidents**.

■ sûreté - sécurité

■ radioprotection

■ événements - autres



10 MARS 2016

GOVERNANCE

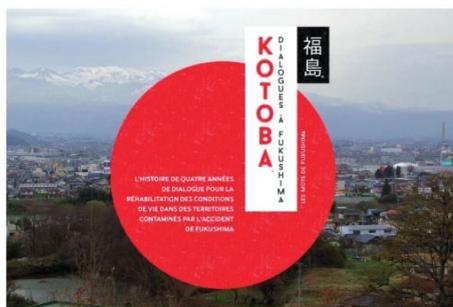
Publication d'un nouveau décret pour l'IRSN (décret n° 2016-283 du 10 mars 2016). Dans la continuité des orientations de la loi TECV (transition énergétique pour une croissance verte du 17 août 2015), **ce décret renforce la gouvernance de l'Institut et réaffirme les missions scientifiques et techniques de l'Institut** dans le système français de contrôle des activités nucléaires civiles.



11 MARS 2016

OUVERTURE À LA SOCIÉTÉ

L'IRSN participe à une réunion publique à Chinon sur le thème « Radioactivité, des centaines de questions » organisée par la Cli de Chinon.



12 MARS 2016



FUKUSHIMA

Mise en ligne du webdocumentaire « Kotoba » consacré à l'**initiative de dialogue dans la préfecture de Fukushima entre populations et experts japonais et internationaux.**

15 MARS 2016



TRANSPARENCE

La publication des avis de l'IRSN à l'ASN devient **bimensuelle et se généralise à l'ensemble des avis** lorsqu'ils ne relèvent pas de la défense nationale. Ces avis sont disponibles sur le site Internet de l'Institut et traduisent la volonté de l'IRSN d'une plus grande transparence autour de ses travaux en matière d'évaluation et de maîtrise des risques.

30 & 31 MARS 2016

EPR FLAMANVILLE 3

Présentation au groupe permanent d'experts pour les réacteurs de l'avis de l'IRSN concernant la sûreté de l'entreposage et de la manutention du combustible du réacteur EPR de Flamanville 3.



DU 4 AU 7 AVRIL 2016

NORMALISATION

L'IRSN préside la 27^e réunion annuelle du sous-comité TC85/SC2 Radioprotection de l'Organisation internationale de normalisation à New Delhi (Inde).

22 AVRIL 2016

IRSN

Jean-Christophe Niel est nommé directeur général de l'IRSN.

MAI 2016

CRITICITÉ

L'IRSN participe à un exercice international d'intercomparaison de dosimétrie d'accident de criticité, dans le cadre de sa collaboration étroite avec ses partenaires américains dans ce domaine. Ainsi, l'Institut collabore au projet PRINCESS et a pris part à la revue technique annuelle du Programme américain de sûreté criticité nucléaire (NCSP).



DU 9 AU 13 MAI 2016

RADIOPROTECTION

L'IRSN participe au congrès de l'IRPA (Association internationale de radioprotection) au Cap, en Afrique du Sud.

10 MAI 2016

NON-PROLIFÉRATION

Mise en ligne du portail de télédéclaration destiné à simplifier, pour les industriels concernés, la saisie et l'envoi des déclarations de leurs activités en lien avec un programme nucléaire.

MAI 2016

DÉCHETS RADIOACTIFS

Mise en ligne d'une nouvelle version du site Internet dédié à la gestion des déchets radioactifs.



31 MAI 2016



TERRITOIRES

L'IRSN participe au Salon des maires, avec un stand commun avec l'ASN.

DU 1^{ER} AU 3 JUIN 2016

INTERNATIONAL

L'IRSN participe à la conférence Ricomet 2016, du 1^{er} au 3 juin, à Bucarest (Roumanie) consacrée à la perception du risque, la communication et l'éthique liées à l'exposition aux rayonnements ionisants.



6 & 7 JUIN 2016



CORIUM

Le séminaire scientifique international, organisé par l'IRSN sur le thème « Stratégie de rétention du corium en cuve : état des connaissances et perspectives », a réuni les principaux acteurs mondiaux du domaine pour partager les connaissances et les problématiques relatives à la stratégie de gestion du corium. Cette thématique essentielle dans le domaine de la recherche sur des accidents graves fait l'objet d'un projet européen IVMR (*In Vessel Melt Retention*), piloté par l'IRSN et qui rassemble 23 partenaires.

DU 7 AU 9 JUIN 2016



RECHERCHE EUROPÉENNE

L'IRSN organise à Kuopio (Finlande) la deuxième revue périodique des 64 partenaires du projet européen OPERRA.

8 JUIN 2016

VIELLISSEMENT

Présentation au groupe permanent d'experts des réacteurs à eau sous pression de l'avis de l'IRSN sur la tenue des aciers austénoferriques utilisés dans les coudes moulés des circuits primaires, élément clé pour l'anticipation du vieillissement.

14 JUIN 2016



OUVERTURE À LA SOCIÉTÉ

L'IRSN participe au colloque, organisé par la Cli de Bure, sur l'évaluation de l'impact sanitaire des installations nucléaires.

14 JUIN 2016

SITES IRSN

Le conseil d'administration de l'IRSN approuve les dernières dispositions relatives à la fermeture des sites IRSN de La Seyne-sur-Mer et d'Agen.



20 JUIN 2016

MATIÈRES NUCLÉAIRES

Dans le cadre de sa mission concernant la comptabilité des matières nucléaires utilisées dans les applications civiles, l'IRSN édite une version révisée du manuel codifiant les règles de la comptabilité des matières nucléaires, dont la précédente édition datait de 1995. Ce document rappelle à chaque acteur du système ses responsabilités et obligations dans ce domaine.



DU 21 AU 24 JUIN 2016

FORMATION

L'IRSN dispense un cours de radioprotection organisé par l'ENSTTI aux autorités et responsables de la radioprotection à Singapour.

24 JUIN 2016

CUVE DE L'EPR

L'IRSN informe le groupe permanent d'experts pour les équipements sous pression nucléaires de l'évolution de la démarche de justification de l'aptitude au service des calottes de fond et de couvercle du réacteur EPR de Flamanville 3 proposée par Areva et de l'avancement des essais.

DU 27 JUIN AU 1^{ER} JUILLET 2016

SÛRETÉ

Présentation au groupe permanent d'experts pour les laboratoires et les usines de l'avis de l'IRSN sur le réexamen de sûreté de l'INB n° 55 (LECA).

DU 27 JUIN AU 1^{ER} JUILLET 2016

INTERNATIONAL

L'IRSN copréside la délégation française à la 63^e session de l'Unsear au cours de laquelle il présente un rapport sur les effets de l'uranium.

sûreté - sécurité

radioprotection

événements - autres

DU 27 JUIN AU 1^{ER} JUILLET 2016

ACCIDENTS GRAVES

L'IRSN présente au groupe permanent d'experts pour les réacteurs son avis sur la maîtrise des accidents graves sur les réacteurs du parc en exploitation, en lien avec le noyau dur post-Fukushima et le projet d'extension de la durée de fonctionnement.

30 JUIN & 1^{ER} JUILLET 2016

EPR FLAMANVILLE 3

Présentation au groupe permanent d'experts pour les réacteurs de l'avis de l'IRSN concernant les études d'accidents du réacteur EPR de Flamanville 3.

1^{ER} JUILLET 2016

COOPÉRATION INTERNATIONALE

L'IRSN participe au lancement d'EuCAS, nouveau réseau de coopération entre l'Europe et l'Asie centrale dans les domaines de la sûreté nucléaire et de la radioprotection.

7 JUILLET 2016



RETOMBÉES DE TCHERNOBYL

L'IRSN intervient devant le CHSCT du parc du Mercantour et à sa demande, pour donner des explications sur la rémanence du césium-137 dans les sols suite aux retombées de l'accident de Tchernobyl.

CALCULETTE

ESTIMEZ VOTRE EXPOSITION ANNUELLE
AUX RAYONNEMENTS IONISANTS

CALCULEZ
VOTRE EXPOSITION ANNUELLE

Estimez votre exposition
aux rayonnements
ionisants



CALCULER



26 AOÛT 2016



EXPOSITION AUX RAYONNEMENTS IONISANTS

Mise à disposition du public d'une calculette permettant d'estimer l'exposition individuelle aux rayonnements ionisants.

6 SEPTEMBRE 2016

TRAVAILLEURS

L'IRSN publie son bilan 2015 de l'exposition professionnelle aux rayonnements ionisants en France. En 2015, les effectifs suivis ont augmenté de 1,7 % par rapport à 2014 pour atteindre 365 830 travailleurs.



7 & 8 SEPTEMBRE 2016



RECHERCHE SUR LES DÉCHETS

Séminaire du projet européen JOPRAD (recherche dans le domaine du stockage des déchets radioactifs en formation géologique profonde) organisé à Prague, pour faire le point sur l'avancement du projet et notamment sur l'agenda stratégique de recherche, la gouvernance et la programmation conjointe des futures actions de recherche.

15 SEPTEMBRE 2016



INSTALLATION

Obtention sur la plateforme AMANDE/MIRCOM d'un microfaisceau de protons de 4 MeV d'un diamètre inférieur à 1 µm sous vide. Cette installation va permettre d'explorer les dysfonctionnements radio-induits au niveau de l'ADN mais également au niveau des communications intra et intercellulaires.

DU 19 AU 23 SEPT 2016



FAIBLES DOSES

L'IRSN participe à la première édition de la «European Radiation Protection Week» à Oxford (Royaume-Uni) qui a rassemblé les plateformes de R&D européennes impliquées dans la recherche sur les effets des faibles doses de rayonnements ionisants : MELODI (effets des faibles doses), EURADOS (dosimétrie), NERIS (préparation aux situations d'urgence et à la gestion de situations postaccidentelles), ALLIANCE (radioécologie) et EURAMED (protection dans le domaine médical).

26 SEPTEMBRE 2016

ALÉA SISMIQUE

L'IRSN coorganise le 1^{er} *workshop* du Réseau sismologique et géodésique française consacré à l'aléa sismique.

26 SEPTEMBRE 2016



ENVIRONNEMENT

L'IRSN présente à la Commission de suivi de site (CSS) du site Altéo de Marseille son expertise sur l'impact radiologique du stockage des boues rouges à proximité de Gardanne.



27 SEPTEMBRE 2016



CABRI

Un premier fonctionnement en puissance du réacteur CABRI a été effectué dans le cadre des travaux de rénovation de ce réacteur.

2 OCTOBRE 2016

SÛRETÉ

Présentation au groupe permanent d'experts pour les laboratoires et les usines de l'avis de l'IRSN sur le réexamen de sûreté de l'INB n° 98 (usine FBFC de Romans-sur-Isère).

3 & 4 OCTOBRE 2016

4^{ES} VISITES DÉCENNALES

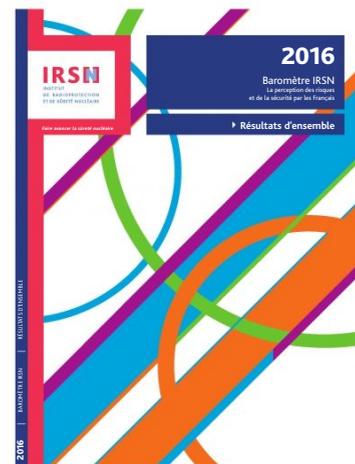
Dans le cadre de sa démarche d'implication des parties prenantes dans les réflexions liées aux grands dossiers d'expertise, l'IRSN a organisé un séminaire « Poursuite de fonctionnement des réacteurs 900 MWe au-delà de 40 ans : quels enjeux de sûreté et quelle participation ? » avec l'Ancli, la Commission locale d'information des grands équipements énergétiques du Tricastin (Cligeet) et l'ASN.

3 & 5 OCTOBRE 2016



RECHERCHE

Évaluation du programme de recherche ROSIRIS par le Comité de visite (CV) constitué d'experts indépendants qui évaluent toutes les activités de recherche de l'Institut. ROSIRIS vise à mieux connaître les mécanismes à l'origine des effets secondaires des radiothérapies.



11 OCTOBRE 2016



PERCEPTION DES RISQUES

Publication du Baromètre IRSN 2016 sur la perception des risques et de la sécurité par les Français.

12 OCTOBRE 2016



VIEILLISSEMENT

Inauguration de la plateforme ODE (Observatoire de la durabilité des enceintes) à Cadarache destinée aux recherches sur le vieillissement du béton des réacteurs nucléaires et des installations de stockage des déchets. Cette nouvelle installation contribuera à la phase expérimentale du projet ODOBA (Observatoire de la durabilité des ouvrages en béton armé).

20 OCTOBRE 2016

SÉCURITÉ NUCLÉAIRE

Exercice de sécurité nucléaire Epées 9, simulant une attaque terroriste sur un réacteur de recherche.



DU 3 & 4 NOVEMBRE 2016

RADIOPROTECTION

L'IRSN participe à la 18^e réunion de l'Association européenne des autorités compétentes de radioprotection (HERCA) à Dublin.



7 & 8 NOVEMBRE 2016

EUROSAFE

300 experts se réunissent à Munich, dans le cadre du Forum EUROSAFE.

24 NOVEMBRE 2016

RADIOPROTECTION DES PATIENTS

Publication du bilan Évaluation et optimisation des doses délivrées aux patients en imagerie médicale pour les années 2013 à 2015.

24 NOVEMBRE 2016

SÉGRÉGATION CARBONE

L'IRSN remet à l'ASN son avis sur les risques de rupture des générateurs de vapeur du parc EDF présentant une teneur anormalement élevée en carbone dans l'acier constitutif de leur fond. Cette analyse a fait suite à l'anomalie similaire détectée sur le couvercle et le fond de cuve du réacteur EPR de Flamanville 3.



9 DÉCEMBRE 2016

ENVIRONNEMENT

Publication du bilan de la surveillance de la radioactivité en Polynésie française en 2015.

9 DÉCEMBRE 2016



INSTALLATION DE RECHERCHE

Inauguration de l'installation PERSEE à Saclay, dédiée à l'étude de systèmes d'épuration des effluents gazeux radioactifs dans les installations nucléaires.



9 DÉCEMBRE 2016

TRANSPORT

Publication du rapport sur la sûreté des transports de matières radioactives surveillés en France en 2014 et 2015.



9 DÉCEMBRE 2016

SÛRETÉ

Publication du rapport public sur la sûreté des réacteurs en 2015.

14 & 15 DÉCEMBRE 2016

EPR FLAMANVILLE 3

Présentation au groupe permanent d'experts pour les réacteurs de l'avis de l'IRSN consacré à la conception des systèmes de sûreté et la protection de l'EPR de Flamanville 3 contre les effets des agressions internes et externes.



PRIX 2016



DISTINCTIONS D'EXCELLENCE

PRIX EUGENE P. WIGNER

décerné à Luiz Leal par l'American Nuclear Society(ANS) le 7 novembre, pour ses nombreuses recherches sur la mesure, l'évaluation et le traitement au niveau applicatif des données nucléaires.



PRIX EXMELIN

décerné à Sarah Baghadi par l'Association Procorad le 17 juin, pour son travail de thèse qui a consisté à développer une méthode de détection et d'analyse rapide dans les urines des actinides susceptibles d'être rejetés lors d'un accident nucléaire (U, Pu, Am, Th...), afin d'identifier rapidement les personnes contaminées.



PRIX JEAN BRICARD

décerné à Anthony Rondeau par l'Asfera le 7 septembre, pour son travail de thèse portant sur l'étude de la mise en suspension aéraulique appliquée à la problématique de la mise en suspension accidentelle de poussières dans le futur tokamak ITER.

POSTERS PRIMÉS

BEST POSTER AWARD

« *Theoretical and Experimental Studies of $S(\alpha, \beta)$ Thermal Scattering Kernel* », Vaibhav Jaiswal, lors d'un ISIS Neutron training course (12-21 avril)



BEST POSTER AWARD

« *Particle entrainment due solely to electrostatic forces* », Samuel Peillon et Mamadou Sow, lors de la 22^e European Aerosol Conference (EAC-2016, 4-9 septembre)



BEST POSTER AWARD

« *Modeling of the human genome with DnaFabric for the calculation of radio-induced DNA damages* » de Sylvain Meylan, lors de la 13^e International Conference on Radiation Shielding (ICRS-13, 3-6 octobre)



PRIX DES POSTERS ÉLECTRONIQUES

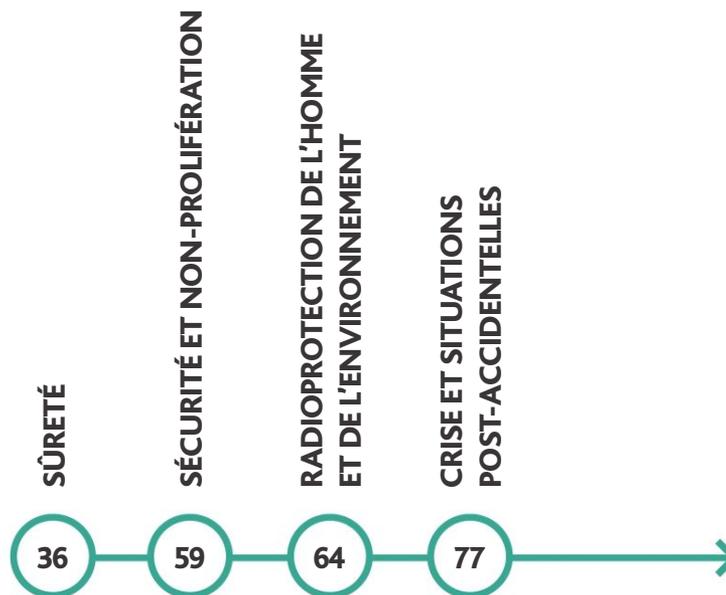
« Tomosynthèse mammaire : dose et contrôle de qualité interne » de Julie Sage et Karen Fezzani, lors des Journées francophones de la radiologie (JFR 2016, 14-17 octobre)





ACTIVITÉS

Grâce à sa recherche, ses méthodes et ses interactions avec l'ensemble des parties prenantes, l'IRSN évalue en toute indépendance les risques nucléaires et radiologiques et leurs conséquences.



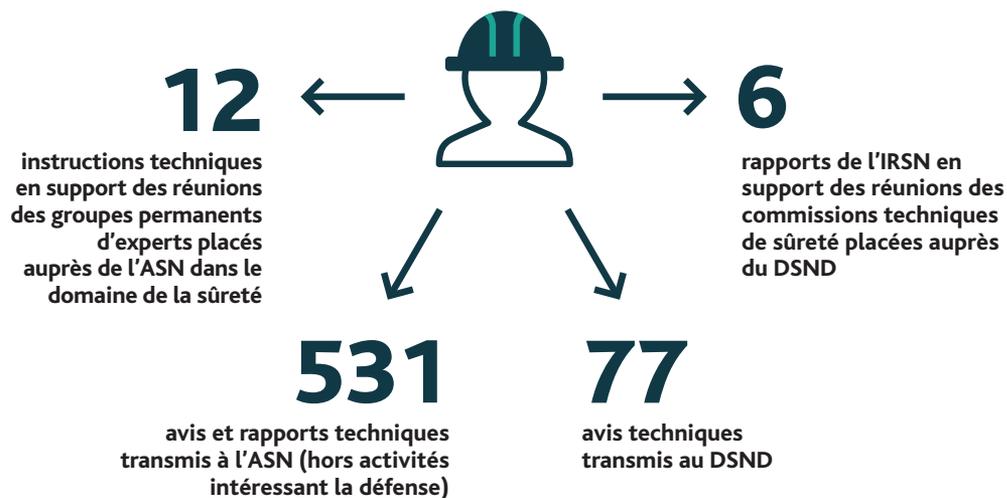
SÛRETÉ

Expert public en charge d'évaluer les risques nucléaires et radiologiques, l'IRSN apporte un appui technique aux autorités et aux pouvoirs publics pour faire progresser la sûreté nucléaire des installations.

Dans ce cadre, l'Institut associe une démarche d'expertise rigoureuse, opérationnelle et proportionnée en termes de sûreté et de radioprotection – depuis la conception jusqu'au démantèlement des installations et équipements – à une politique d'excellence en matière de recherche, conformément aux engagements pris dans son contrat d'objectifs et de performance qui lie l'IRSN à l'État pour la période 2014-2018.

Pour atteindre ces objectifs, l'Institut s'appuie, en particulier, sur le retour d'expérience des événements survenus et sur les résultats de recherches et d'études menées dans des domaines tels que le vieillissement, les accidents graves, les séismes ou le comportement du combustible. Ces travaux concernent l'ensemble des installations nucléaires civiles et de défense ainsi que les transports de matières radioactives ; ils s'insèrent, pour nombre d'entre eux, dans des collaborations aux niveaux européen et international.

QUELQUES CHIFFRES CLÉS



PUBLICATIONS 2016

- Point de vue de l'IRSN sur la sûreté et la radioprotection du parc électronucléaire français en 2015
- Sûreté des transports de substances radioactives à usage civil sur le territoire français en 2014 et 2015
- Appréhender les aspects culturels des organisations dans les industries à risques
- Déchets radioactifs de très faible activité : la doctrine doit-elle évoluer ?
- Éléments de réflexion sur les systèmes de sûreté passifs des réacteurs nucléaires

SÛRETÉ DES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES CIVILES

À la demande de l'Autorité de sûreté nucléaire, l'IRSN mène des instructions avec l'objectif constant d'amélioration de la sûreté des installations nucléaires. En 2016, ces travaux ont plus particulièrement porté sur l'instruction des dispositions retenues par les exploitants à la suite des évaluations complémentaires de sûreté post-Fukushima, sur l'évaluation du risque pour la sûreté, d'anomalies constatées dans des pièces composant le réacteur EPR et dans certains générateurs de vapeur du parc d'EDF ou encore sur la préparation des 4^{es} visites décennales des réacteurs de 900 MWe.

4^E VISITE DÉCENNALE DES RÉACTEURS DE 900 MWE

Dans le cadre de l'évaluation des conditions dans lesquelles un prolongement de la durée de fonctionnement des réacteurs de 900 MWe serait envisageable, l'IRSN a tout d'abord **examiné en 2015 les orientations proposées par EDF** sur la base des objectifs fixés par l'ASN dans le cadre des 4^{es} visites décennales des réacteurs concernés. Cette analyse a montré que **les orientations proposées par EDF répondent globalement aux objectifs définis**, notamment en termes de maintien de la conformité des installations ainsi que d'améliorations de leur sûreté.

Le maintien de la conformité des installations nécessite la maîtrise de leur vieillissement. Cela concerne notamment les éléments qui ne peuvent pas être remplacés sur un réacteur, tels que la cuve et l'enceinte de confinement, ou qui sont difficilement remplaçables, comme certaines

tuyauteries enterrées ou les câbles électriques. Une attention particulière est également apportée aux questions de rénovations significatives de certaines parties de systèmes, tel le contrôle commande.

Les améliorations de sûreté, dont les sujets majeurs visent une meilleure prise en compte des agressions et la maîtrise des accidents graves en visant les objectifs retenus pour le réacteur EPR, seront examinées jusqu'en 2019. **L'avis de l'IRSN sur la phase générique du réexamen de sûreté interviendra à l'issue de l'ensemble de ces instructions.**

Entre-temps, l'IRSN examinera les modifications transmises par EDF à autorisation de l'ASN selon le nouveau régime réglementaire issu de la loi sur la transition énergétique pour la croissance verte. En complément, **l'IRSN contribuera à l'enquête publique requise pour les réacteurs au-delà de 35 ans de fonctionnement.**

INTERNATIONAL : L'IRSN APPUIE LA CHINE DANS L'ÉVALUATION DE L'ALÉA INONDATION

L'IRSN a débuté en février 2014 **une mission d'assistance à l'autorité de sûreté nucléaire chinoise NNSA et à son TSO, le NSC**, dans le domaine de l'expertise des réacteurs nucléaires et notamment de l'évaluation de l'aléa caractérisant une inondation externe et ses conséquences. Cette assistance, formalisée par un contrat piloté par l'ASN signé avec la Commission européenne, dans le cadre de l'Instrument européen de coopération pour la sûreté nucléaire, s'est achevée en octobre 2016.

À la tête d'un groupe d'experts européens de l'inondation, l'Institut a, d'une part, présenté à ses interlocuteurs chinois ses méthodes d'expertise, les leçons tirées de l'inondation partielle du site du Blayais survenue en 1999 et l'ensemble des approches adaptables à leur contexte, d'autre part, proposé un projet de guide détaillé de revue de sûreté ayant vocation après son appropriation à leur permettre de mener leurs propres évaluations.

Au-delà du domaine de l'inondation, la mission confiée à l'IRSN couvrait également les accidents graves, les études d'accidents utilisant des méthodes «best-estimate» et l'expérience d'exploitation.



ANALYSE CONCERNANT LE COUVERCLE ET LE FOND DE LA CUVE DE L'EPR DE FLAMANVILLE 3

En parallèle de l'analyse du dossier transmis par EDF en support à sa demande d'autorisation de mise en service auprès de l'ASN en mars 2015, **l'IRSN s'attache à vérifier la conformité de l'installation aux exigences du rapport de sûreté**, par un examen des écarts constatés lors de la fabrication des équipements ainsi que des programmes et des résultats des essais de qualification de ces équipements aux conditions accidentelles et des essais sur site.

À la suite de la découverte, à la fin de 2014, de concentrations en carbone plus élevées que prévu dans les pièces constituant le fond et le couvercle de la cuve de l'EPR Flamanville pouvant affecter leur ténacité, Areva a proposé un programme d'essais visant à déterminer les caractéristiques mécaniques réelles de ces calottes. Compte tenu des **conclusions de l'IRSN et de l'ASN lors de l'examen en 2015 de ce programme, Areva a, sur la base des premiers résultats obtenus, étendu son programme d'essais** en réalisant des essais sur une troisième calotte présentant des ségrégations plus importantes et a mieux caractérisé le matériau dans l'épaisseur. Areva a de plus complété le dossier relatif aux risques de rupture brutale.

L'IRSN a poursuivi en 2016, l'analyse des scénarios accidentels (notamment avec le simulateur SOFIA) conduisant à des chocs thermiques afin d'évaluer le risque de rupture brutale pour les zones du couvercle et du fond de la cuve présentant une concentration en carbone plus élevée qu'initialement prévu.

Parallèlement, **l'IRSN, l'Anccli, l'ASN et la Cli de Flamanville ont mis en place un dialogue technique sur ces questions** sous la forme de réunions pédagogiques avec les parties prenantes.

ANOMALIES AFFECTANT DES GÉNÉRATEURS DE VAPEUR DU PARC EDF

À la suite de l'anomalie détectée sur le couvercle et le fond de la cuve du réacteur EPR de Flamanville 3 (Manche), EDF a découvert, dans certains fonds de générateurs de vapeur (GV), des excès de carbone affaiblissant les propriétés mécaniques de l'acier qui les constitue. **L'IRSN a été sollicité par l'ASN pour étudier les éléments transmis par EDF pour justifier le maintien en service de chacun des équipements concernés.**

Après une première évaluation qui a conduit l'ASN à se positionner **à l'été 2016 sur le redémarrage des réacteurs équipés de générateurs de vapeur de fabrication Creusot Forge**, l'IRSN a rendu, le 30 novembre, son avis concernant les GV de fabrication *Japan Casting and Forging Corporation* (JCFC). Ces derniers équipent 10 réacteurs de 900 MWe et présentent une anomalie de composition chimique de même nature, avec des teneurs en carbone plus élevées.

La démarche d'analyse retenue par l'IRSN pour le traitement de cette anomalie a visé à acquérir une raisonnable assurance que cette dernière ne remettait pas en cause l'appréciation du risque de rupture brutale des GV concernés. Pour conforter son évaluation des propriétés mécaniques des aciers présentant des teneurs élevées en carbone, l'Institut a sollicité son

homologue belge BEL-V. L'ASN et l'IRSN se sont également rendus au Japon chez le fabricant JCFC pour mieux comprendre l'origine des teneurs excessives en carbone observées.

L'évaluation réalisée par l'IRSN lui a permis de conclure à l'absence de risque de rupture brutale pour les GV de fabrication JCFC équipant les réacteurs de 900 MWe – à l'exception de ceux des réacteurs Bugey 4, Fessenheim 1 et Tricastin 4, pour lesquels l'application de la méthode d'analyse du risque de rupture brutale restait alors à décliner par EDF – ce qui a été fait par la suite, sous réserve des recommandations qu'il a formulées et des résultats des contrôles prescrits par l'ASN.

L'IRSN a ensuite instruit certains éléments du dossier d'EDF concernant les GV de fabrication JCFC équipant les deux réacteurs de Civaux, aboutissant au début de l'année 2017 à un avis favorable assorti des recommandations de même nature que celles formulées pour les GV JCFC équipant les réacteurs de 900 MWe.

FOCUS

SIMULATEUR SOFIA : AMÉLIORATION DES CONFIGURATIONS

Destiné à des simulations de fonctionnement des réacteurs en situation normale ou accidentelle quel que soit le type de réacteur (900 MWe, 1 300 MWe, N4 et EPR de Flamanville), le simulateur SOFIA, développé par l'IRSN en partenariat avec Areva, fait l'objet d'améliorations continues lui permettant de disposer de modélisations physiques à l'état de l'art et de configurations cohérentes avec l'état réel du parc.

Ainsi, en 2016 une modélisation plus physique du dôme des cuves et une nouvelle version du code CATHARE 2 ont été intégrées dans SOFIA pour tous les types de réacteurs. De même, les travaux de mise à jour du simulateur pour intégrer les modifications liées aux visites décennales ont débuté et seront disponibles d'ici la fin du 3^e trimestre 2017.

ÉVALUATIONS COMPLÉMENTAIRES DE SÛRETÉ DES RÉACTEURS

L'IRSN a poursuivi en 2016 l'instruction des réponses d'EDF aux prescriptions techniques de l'ASN à la suite des évaluations complémentaires de sûreté réalisées après l'accident de Fukushima.

L'Institut a notamment présenté devant le groupe permanent d'experts pour les réacteurs (GPR), son analyse des aléas naturels retenus par EDF pour la protection renforcée de son parc nucléaire contre les aléas externes d'origine naturelle – séismes, inondations, événements climatiques... – à des niveaux significativement supérieurs à ceux retenus dans le référentiel utilisé pour leur conception.

Pour l'aléa inondation, la démarche retenue par EDF et les propositions formulées sont jugées satisfaisantes par l'IRSN. S'agissant des aléas climatiques, des compléments restent à apporter concernant, par exemple, la capacité des installations et des organisations à faire face à des températures ambiantes plus sévères que celles du référentiel de dimensionnement. Pour ce qui concerne

l'aléa sismique applicable au noyau dur, il est ressorti de l'analyse de l'IRSN que les propositions d'EDF sont satisfaisantes pour la moitié des sites. Quant à l'autre moitié, les sollicitations proposées sont apparues insuffisantes pour certains ou nécessitent une meilleure caractérisation des séismes historiques, des sols ou des failles environnantes.

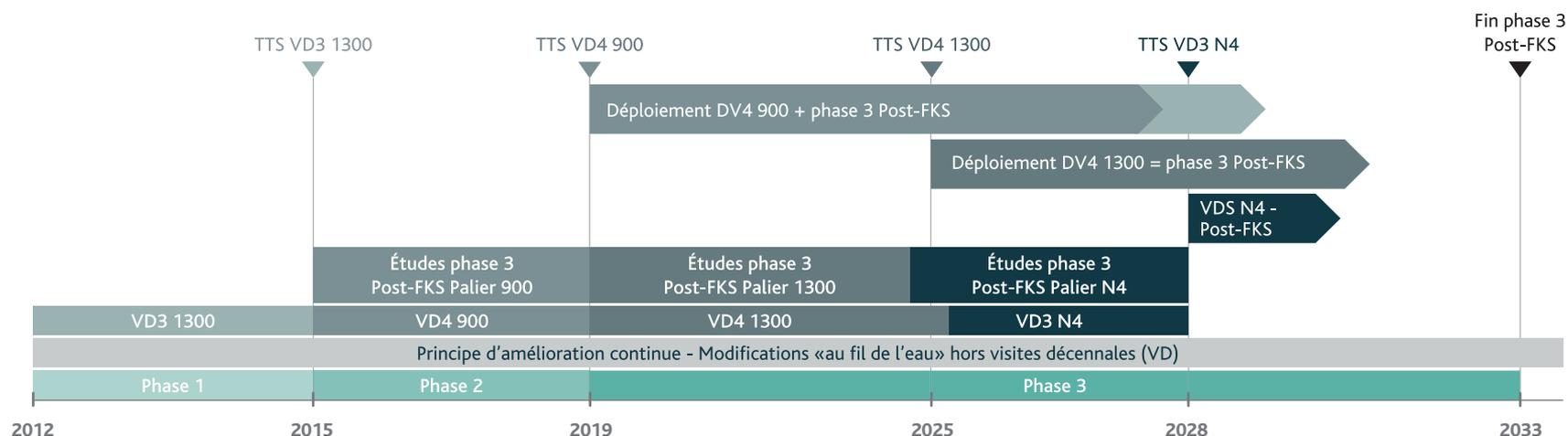
Concernant la maîtrise des accidents graves, l'IRSN a présenté son évaluation des nouvelles dispositions proposées par EDF pour répondre aux objectifs de sûreté fixés dans des situations extrêmes nécessitant la mise en œuvre du noyau dur et en vue des demandes d'extension de la durée de fonctionnement des réacteurs.

Ces dispositions incluent notamment des moyens de stabilisation du corium en cas de défaillance de la cuve et un système additionnel permettant l'évacuation de la puissance résiduelle hors de l'enceinte de confinement.

L'IRSN considère que les principes de ces dispositions apparaissent convenables mais il a précisé certains attendus en vue des dossiers de conception détaillée des dispositions, des stratégies de conduite (avec une instrumentation appropriée) et de la réalisation des études de sûreté associées.

L'IRSN a par ailleurs achevé l'examen de l'ensemble des hypothèses techniques liées aux améliorations de sûreté issues des prescriptions de l'ASN et analysé plusieurs dispositions importantes devant d'ores et déjà être mises en œuvre par EDF, dont les nouveaux groupes électrogènes. L'IRSN a également évalué les stratégies proposées pour les situations accidentelles pouvant résulter de la perte totale de la source froide ou des alimentations électriques à la suite d'une agression extrême. Cette évaluation sera présentée au groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires au début de 2017.

Planning de déploiement des mesures post-Fukushima au rythme des visites décennales, annoncé par EDF.



RÉACTEURS D'EXPÉRIMENTATION

L'IRSN évalue la sûreté des réacteurs d'expérimentation selon la même approche pluridisciplinaire que les autres installations. Ces installations ont également fait l'objet d'évaluations complémentaires de sûreté post-Fukushima et doivent désormais mettre en œuvre des dispositifs de sûreté renforcés.

EXAMEN DU NOYAU DUR DU RÉACTEUR À HAUT FLUX (RHF)

À l'issue de l'évaluation complémentaire de sûreté menée pour le réacteur à haut flux (RHF) implanté à Grenoble (Isère), l'institut Laue-Langevin (ILL), exploitant du RHF, a engagé des évolutions significatives afin de renforcer **la capacité de résistance de l'installation face à des agressions extrêmes, séisme et inondation notamment.**

En 2016, l'IRSN a notamment examiné dans ce cadre :

- **les conditions prévues pour la mise en service d'un nouveau circuit (CDS)**, qui vise à permettre de dépressuriser l'enceinte du bâtiment du réacteur après un accident avec fusion de combustible et ainsi limiter les rejets de substances radioactives. L'IRSN a estimé que la mise en œuvre du CDS renforce la maîtrise du confinement du RHF en situation accidentelle. L'ILL devra toutefois produire des justifications complémentaires concernant le comportement de l'enceinte métallique externe du RHF en cas d'agression extrême ;
- **les exigences de conception du nouveau système d'arrêt d'urgence sismique**, qui permettra de déclencher un arrêt d'urgence du réacteur en cas de séisme extrême. L'IRSN a estimé que les exigences retenues par l'ILL étaient satisfaisantes ;

- **les adaptations définies par l'exploitant pour l'enceinte métallique du réacteur**, à savoir la mise en place de disques de rupture destinés à s'ouvrir en cas d'inondation ainsi que l'installation d'une coursive et d'une passerelle permettant la liaison entre le nouveau poste de contrôle et de secours noyau dur et le bâtiment du réacteur en situation d'inondation extrême. Ces modifications ont été estimées acceptables par l'IRSN.



INSTALLATIONS DU CYCLE DU COMBUSTIBLE

Les installations du cycle du combustible se caractérisent par une très grande diversité d'installations, de matières mises en œuvre et de procédés utilisés. Ces installations sont soumises, depuis la loi TSN, à un réexamen de sûreté décennal dont l'instruction des dossiers mobilise fortement la capacité d'expertise de l'IRSN.

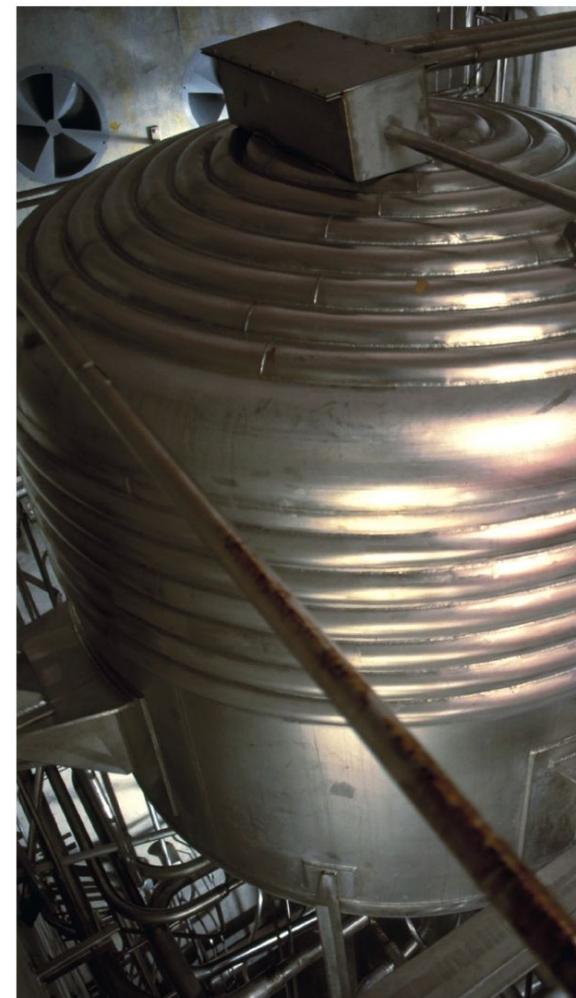
USURE DES ÉVAPORATEURS DES USINES AREVA NC

Les ateliers R2 et T2 des usines de La Hague (Manche) sont destinés à la séparation, d'une part de l'uranium et du plutonium, d'autre part des produits de fission, présents dans les solutions de dissolution des combustibles usés. Dans ces ateliers, les solutions de produits de fission obtenues sont concentrées dans des évaporateurs, en vue de leur transfert dans des cuves d'entreposage avant leur vitrification.

Des mesures d'épaisseur des parois de ces évaporateurs ont montré une corrosion plus importante que prévu de la partie basse des évaporateurs, pouvant réduire leur durée de vie envisageable dans la mesure où le métal qui les constitue doit conserver une épaisseur minimale afin de prévenir tout risque de fuite. L'exploitant a réévalué cette épaisseur minimale en tenant compte des contraintes (chimiques, thermiques, mécaniques...) auxquelles ils sont soumis et a proposé des dispositions compensatoires visant à ralentir leur corrosion.

Par ailleurs, Areva a mis en place une surveillance accrue des évaporateurs et engagé leur remplacement.

Dans son avis rendu en 2016, sur la base des propositions formulées par l'exploitant, **l'IRSN juge importante la mise en place d'un programme de surveillance annuelle de chaque évaporateur** et recommande un renforcement des dispositions de mesure des épaisseurs résiduelles d'acier. **Il considère enfin que les dispositions complémentaires de confinement des ateliers proposées par Areva NC en cas de fuite devraient être mises en place dans les meilleurs délais.**



USINE DE FABRICATION DE COMBUSTIBLES NUCLÉAIRES D'AREVA NP

Le 2 novembre 2016, l'IRSN a présenté au groupe permanent d'experts pour les usines, son évaluation du dossier de réexamen de la sûreté de l'usine de fabrication de combustibles nucléaires d'Areva NP à Romans-sur-Isère, dans la Drôme (INB n°98), récemment rénovée.

L'IRSN considère que cette **rénovation a apporté des avancées en matière de sûreté et de radioprotection**, notamment avec la réduction de la contamination en uranium des locaux en fonctionnement normal, le comportement au séisme des installations et la prévention des risques d'incendie. Dans son expertise, l'IRSN a identifié des points d'optimisation des dispositions déjà mises en place que l'exploitant devrait mettre encore en œuvre à l'occasion de la rénovation des ateliers.

Par ailleurs, l'exploitant a débuté en 2012 un programme d'amélioration de la prévention des risques de criticité. L'IRSN a identifié des compléments à y apporter. Ce programme d'ampleur reste à finaliser.

Enfin, l'exploitant a revu l'organisation de la sûreté du site. L'Institut considère qu'il doit veiller à son efficacité ainsi qu'à la cohérence entre le référentiel de sûreté et les documents opérationnels.

Compte tenu des actions complémentaires définies par l'exploitant lors de l'instruction, **l'IRSN a estimé convenables les dispositions mises en place par l'exploitant** dans le cadre de la poursuite de l'exploitation de cette installation.

LABORATOIRE D'EXAMEN DES COMBUSTIBLES ACTIFS

L'IRSN a présenté, le 12 juillet 2016, au groupe permanent d'experts pour les usines, son évaluation du dossier de réexamen de la sûreté du LECA, laboratoire d'examen des combustibles actifs (INB n°55), situé sur le site de Cadarache et exploité par le CEA.

Mis en service dans les années soixante, le LECA a connu une rénovation importante entre 2001 et 2008, visant notamment à améliorer les dispositions de sûreté (en particulier le confinement des matières radioactives ainsi que la prévention des risques d'incendie et de criticité) et le comportement du bâtiment en cas de séisme dit «maximal historiquement vraisemblable».

Dans le cadre du réexamen de sûreté, le CEA propose un projet de renforcement de ce bâtiment au séisme majoré de sécurité (SMS). Le niveau de séisme est celui déjà retenu pour analyser le comportement des cellules blindées implantées dans le bâtiment du LECA. Il correspond

au niveau à retenir pour une installation «neuve». **L'IRSN a considéré que le renforcement du bâtiment au SMS n'était pas faisable, compte tenu des caractéristiques de ce bâtiment.**

Aussi, **l'IRSN a recommandé des actions visant à limiter les conséquences radiologiques potentielles** en cas de dégradation de ce bâtiment à la suite d'un séisme (réduction importante des quantités de matières radioactives dispersables...) et considéré que le CEA devait engager sans attendre son projet de remplacement de ce laboratoire, annoncé à l'horizon de 2025.

> FOCUS

LE RÉEXAMEN DE SÛRETÉ DES LABORATOIRES ET USINES

De nombreux laboratoires et usines du cycle du combustible nucléaire ont été mis en service dans le courant des années 1960, à une époque où les exigences en matière de sûreté n'étaient pas celles exigées aujourd'hui.

L'enjeu du réexamen de sûreté de ces installations est, pour l'IRSN, d'évaluer le caractère suffisant des mises à niveau effectuées par les exploitants au regard des exigences en vigueur.

FACTEURS ORGANISATIONNELS ET HUMAINS

Depuis 2012, le laboratoire en sciences humaines et sociales de l'IRSN mène des recherches et des études portant sur les facteurs organisationnels et humains dans le cadre de la sûreté des installations, de la gestion des risques et de l'influence des parties prenantes sur les processus d'expertise.

LA CULTURE DE SÛRETÉ DANS LES INDUSTRIES À RISQUES

L'IRSN a publié en septembre 2016 un rapport consacré à la culture de sûreté dans les industries à risques. Ce rapport présente **les résultats d'une étude sur l'usage de cette notion dans le cadre des évaluations de sûreté des installations nucléaires.**

Le concept de culture de sûreté, élaboré par l'AIEA, est apparu à la suite de l'accident de Tchernobyl. Il est aujourd'hui au cœur de nombreuses démarches visant à améliorer la maîtrise des risques. Partant de ce constat, le rapport développe l'idée que la culture de sûreté ne peut pas être considérée comme un simple outil de management des activités humaines.

En effet, la culture est définie comme un ensemble structuré de valeurs, de normes, de croyances partagées par un groupe de personnes et issues de leur expérience. Une action sur la culture suppose donc de s'inscrire dans un temps long, de mobiliser conjointement les leviers que constituent l'organisation, les outils de gestion et les dispositifs de professionnalisation. **Le rapport réaffirme l'importance des aspects culturels dans la définition et la mise en œuvre d'un management de la sûreté et de la radioprotection.** Mais il souligne que l'étude de ces aspects et de l'influence qu'ils peuvent avoir sur la sûreté exige de prendre du temps pour saisir ce qui fonde les collectifs de travail à différents niveaux : équipe, groupe métier, site, entreprise, etc.

CONFÉRENCE DE L'AIEA SUR LES FACTEURS ORGANISATIONNELS ET HUMAINS DANS LA SÛRETÉ NUCLÉAIRE

L'IRSN a participé à la conférence internationale organisée en février 2016 par l'AIEA sur l'utilisation du **concept de culture de sûreté, conférence qui a réuni 400 participants.**

Destinée à faire un point des leçons à tirer du passé, de la situation actuelle et des perspectives en matière de sûreté, la conférence était structurée en quatre grands thèmes : le rôle du leadership et du management, les approches systémiques de la sûreté, l'analyse des organisations « à haute fiabilité » et l'évaluation de la culture de sûreté.

L'IRSN a contribué à la réflexion en intervenant notamment sur les pratiques de management de la sûreté nucléaire. Une analyse de l'accident de Fukushima lui a notamment permis de faire un point sur les dynamiques organisationnelles en situation de crise. Les experts de l'Institut ont également abordé l'importance de l'analyse des pratiques d'exploitation ou encore les enseignements à tirer des grands accidents industriels.

VIEILLISSEMENT DES RÉACTEURS

Pour être en mesure d'examiner dans de bonnes conditions les demandes de prolongation de la durée de fonctionnement des réacteurs nucléaires du parc en exploitation au-delà de 40 ans, l'IRSN mène des études et des recherches en vue de mieux apprécier certains phénomènes liés au vieillissement. À cet effet, il déploie notamment de nouvelles installations qui permettront en particulier d'étudier le comportement de matériaux et de composants essentiels au maintien en bon état des barrières de confinement des réacteurs.

DÉMARRAGE DU PROGRAMME ODOBA

La plateforme expérimentale ODE, construite par l'IRSN sur le site de Cadarache (Bouches-du-Rhône), est composée de blocs de béton instrumentés de façon à suivre leur vieillissement, naturel ou accéléré ; elle a été **inaugurée le 12 octobre 2016**. Cette installation contribuera à la réalisation du **programme ODOBA d'étude du vieillissement du béton constitutif des enceintes des installations nucléaires, pour se prononcer sur la durabilité de ces ouvrages**.

Lancé dans la perspective de la prolongation de la durée de fonctionnement des réacteurs nucléaires en France, le programme ODOBA doit contribuer à la compréhension des phénomènes impliqués dans les pathologies affectant le béton ainsi qu'à la connaissance de leur impact sur les propriétés mécaniques et sur le confinement assuré par les structures en béton, comme l'enceinte de confinement d'un réacteur ou plus généralement des installations de stockage des déchets.

Le programme a également pour objectifs la validation de moyens de contrôle non destructifs et le développement d'outils de calcul prédictifs.

D'une durée de 10 ans, le programme ODOBA est mené en collaboration avec cinq partenaires étrangers et avec le support scientifique et technique d'organismes de recherche nationaux, spécialistes des domaines concernés.

COMPORTEMENT DES MATÉRIAUX : UN NOUVEAU MANDAT POUR LE MIST

L'IRSN, le CNRS et l'université de Montpellier ont prolongé pour cinq ans le mandat de leur laboratoire commun, le laboratoire de micromécanique et intégrité des structures (MIST). Ce laboratoire rassemble les moyens de recherche des partenaires dans l'objectif de comprendre et de prédire le comportement des matériaux et des structures, ainsi que les évolutions microstructurales des matériaux, dans des conditions dégradées liées aux sollicitations thermomécaniques ou au vieillissement.

La recherche réalisée au MIST depuis sa création a permis de renforcer la capacité d'expertise opérationnelle de l'IRSN, par exemple pour approfondir la compréhension de la perméabilité des bétons

fissurés ou proposer des lois plus réalistes de comportement des combustibles nucléaires, lois qui ont été directement utilisées dans les logiciels de simulation d'accident développés par l'Institut.

Les recherches du MIST porteront désormais sur l'acquisition de connaissances nouvelles, en particulier dans le domaine du vieillissement des aciers ou des bétons. Ces travaux contribueront notamment à l'analyse des résultats du programme expérimental ODOBA.

ACCIDENTS GRAVES

Les études et recherches menées par l'IRSN dans le domaine des accidents de réacteurs avec fusion du cœur visent à améliorer les connaissances des phénomènes qui se produisent lors d'un tel accident. Ces connaissances permettent d'apprécier l'opportunité et l'intérêt de dispositions qui ont pour but de réduire la probabilité ou les conséquences de tels accidents. Elles contribuent également au développement de logiciels servant à évaluer les risques de rejets de matières radioactives dans l'environnement pouvant résulter d'un accident grave.

SÉMINAIRE INTERNATIONAL SUR LA RÉTENTION DU CORIUM EN CUVE

L'IRSN et le JRC (*Joint Research Centre* de la Commission européenne) ont organisé en juin 2016 un séminaire international sur la rétention du corium en cuve en cas d'accident de fusion du cœur d'un réacteur nucléaire à eau. Réunissant les principaux acteurs mondiaux de ce domaine – autorités de sûreté, organismes techniques de sûreté et industriels –, ce séminaire a permis de partager les connaissances et les points de vue des **130 participants représentant plus de 60 organismes issus de 20 pays**.

Il a permis de débattre des principales questions que pose spécifiquement la rétention du corium en cuve. Certaines de ces questions sont actuellement traitées dans les travaux menés dans le cadre du programme de recherche européen, IVMR (*In Vessel Melt Retention*). Coordonné par l'IRSN, ce programme vise à développer les connaissances et les outils de calcul permettant de dégager un consensus sur une méthodologie d'évaluation de l'efficacité des mesures de stabilisation et de rétention du corium dans la cuve d'un réacteur à eau. Ce programme, qui a commencé en juin 2015 pour une durée de quatre ans, regroupe 23 partenaires de 14 pays et s'appuie sur différents dispositifs expérimentaux d'essais.

+ de 60

organismes de 20 pays ont participé au séminaire international organisé par l'IRSN et le JRC consacré à la rétention du corium en cuve

R&D POST-FUKUSHIMA : SIMULATION D'ACCIDENT

Concernant la R&D post-Fukushima, l'IRSN contribue au projet OCDE BSAF qui vise à estimer, à l'aide des principaux logiciels de simulation des accidents graves, l'état de dégradation des trois réacteurs endommagés de la centrale de Fukushima-Daiichi.

À l'issue de la première partie de ce projet, l'analyse de la disparité des résultats obtenus en simulant les phases de dégradation du combustible dans la cuve de chacun des réacteurs et de relâchement d'hydrogène a conduit l'Institut à mener avec l'USNRC un exercice spécifique d'intercomparaison détaillé entre le logiciel ASTEC de l'IRSN et le logiciel américain MELCOR. Les comparaisons, publiées à la fin de 2016 dans un rapport public de l'USNRC (NUREG), mettent en avant la cohérence globale des simulations et explicitent les choix des modèles de morphologie du combustible dégradé qui conduisent à leurs principales différences.

Dans le cadre de la seconde partie du projet, l'IRSN a réalisé en 2016 avec le logiciel ASTEC des évaluations détaillées des dépôts dans les installations et des rejets dans l'environnement des principaux radionucléides.

L'Institut a fait le constat que seules les balises placées dans l'environnement ont donné des informations quantitatives sur le transport et le dépôt des radionucléides une fois rejetés des réacteurs. Avec une approche innovante, l'IRSN propose d'utiliser les informations de ces balises pour estimer les rejets des réacteurs en s'appuyant sur des méthodes inverses des codes de dispersion dans l'atmosphère. Les valeurs de rejets obtenues indirectement à partir des données dans l'environnement serviront à conforter le diagnostic de la progression de l'accident et l'état de dégradation du réacteur déduit des résultats de simulations réalisées avec ASTEC.

BILAN DU PROGRAMME EUROPÉEN PASSAM

Lancé en réponse à un appel d'offres européen dans le contexte post-Fukushima, le programme PASSAM s'est achevé en 2016. D'une durée de quatre ans, ce programme a permis des avancées majeures dans la connaissance de l'efficacité des moyens de filtration utilisables en cas d'accident grave pour un réacteur à eau légère. Piloté par l'IRSN, le programme PASSAM a regroupé neuf partenaires de six pays.

Les travaux, essentiellement expérimentaux, ont porté sur les moyens de réduction des rejets atmosphériques en cas d'accident grave sur un réacteur nucléaire qui nécessiterait l'événement de l'enceinte de confinement.

Cette recherche a permis de mieux comprendre les principaux phénomènes physico-chimiques entrant en jeu dans le piégeage des produits de fission, sous forme d'aérosols et de gaz, dans le but d'améliorer certains systèmes existants mais aussi pour pouvoir proposer des systèmes plus innovants.

Grâce à des apports des divers partenaires, le programme a fourni une base de données étendue sur ces systèmes de filtration. Celle-ci devrait être utilisée, d'une part pour améliorer certains modèles dans les outils de calcul d'accidents graves et par conséquent les procédures de conduite accidentelle, d'autre part pour aider les autorités de sûreté dans leurs recommandations et les industriels dans leur choix d'implantation de tels systèmes de filtration.

AVANCEMENT DU PROGRAMME EXPÉRIMENTAL PROGRES

Lancé par l'IRSN en juin 2015, le programme expérimental PROGRES vise à déterminer les conditions dans lesquelles les amas – ou lits de débris – pouvant résulter de la dégradation du cœur d'un réacteur en situation accidentelle peuvent être refroidis de manière suffisamment efficace pour ralentir et arrêter la progression de l'accident. Les configurations d'essais choisies visent à apporter des réponses à cette question, que le lit de débris soit situé dans le cœur du réacteur, au fond de la cuve ou dans le puits de cuve.

La première campagne d'essais du programme expérimental PROGRES, menée dans l'installation PEARL, s'est achevée à la fin de novembre 2016. Elle a permis d'étudier l'effet, sur l'efficacité du renouage, de divers paramètres tels que la température initiale des débris (jusqu'à 700 °C), la puissance de chauffage des débris pendant le renvoi d'eau (jusqu'à 300 W/kg), le débit d'injection d'eau ou encore la pression (jusqu'à 9 bars). Deux modes d'injection d'eau ont également été mis en œuvre, par le haut ou par le bas du lit de débris. L'analyse des premiers résultats a d'ores et déjà permis de proposer un premier outil d'évaluation de l'efficacité du renouage.

La prochaine campagne d'essais sera consacrée aux effets de la géométrie du lit de débris et démarrera en janvier 2017.



COMBUSTIBLE

Les recherches dans le domaine du combustible visent à approfondir les connaissances sur les phénomènes susceptibles d'affecter le combustible au cours de son utilisation en situation normale ou accidentelle. Ces travaux permettent de doter l'Institut des compétences, des connaissances et des outils de simulation nécessaires à une expertise approfondie du comportement du cœur des réacteurs nucléaires en exploitation ou futurs.

CABRI : RÉACTEUR EXPÉRIMENTAL OPÉRATIONNEL POUR DE NOUVEAUX PROGRAMMES DE RECHERCHE

Après la divergence à la fin de 2015 du réacteur de recherche CABRI dans lequel a été installée une boucle à eau représentative des conditions d'un réacteur à eau sous pression, l'année 2016 a vu la réalisation des essais dédiés à la caractérisation neutronique complète du cœur du réacteur à basse puissance puis des essais de fonctionnement en puissance, destinés à valider le fonctionnement de cette nouvelle boucle à eau. L'ensemble de ces essais de qualifications finalisera les travaux de rénovation et de modification engagés par l'IRSN en vue de la réalisation du programme CIP (CABRI International Programme) dédié à l'étude des accidents de réactivité. Piloté par l'IRSN sous l'égide de l'AEN, ce programme associe de multiples partenaires nationaux et étrangers de douze pays afin d'étudier, pour les réacteurs à eau sous pression, le comportement des crayons de combustible nucléaire et de leur gainage, lors d'un accident de réactivité dans les réacteurs à eau sous pression.

Le programme CIP comprend 12 essais destinés à tester différents types de combustibles (UO₂ ou MOX) à différents taux de combustion et avec différents matériaux de gainage. Les deux premiers essais avaient été réalisés en 2002 dans la boucle en sodium qui équipait alors le réacteur CABRI. Les essais reprendront, dans la boucle à eau, après autorisation de l'ASN délivrée au CEA, exploitant de l'installation.

ACCIDENTS DE DÉNOYAGE DES ENTREPOSAGES EN PISCINE

L'IRSN a poursuivi en 2016 le projet DENOPI¹ dédié à l'étude de la refroidissabilité du combustible usé entreposé dans une piscine en cas de défaillance des systèmes de refroidissement. Ce projet, soutenu par le programme d'investissements d'avenir de l'ANR, prévoit la réalisation de maquettes spécifiques, pour étudier :

- les phénomènes thermohydrauliques : l'année 2016 a vu la conception d'une maquette « intégrale » pour l'étude de la thermohydraulique d'une piscine en cas de perte de refroidissement. En parallèle, des avancées significatives ont été obtenues en termes de modélisation et de simulation numérique, permettant une meilleure compréhension des différents phénomènes physiques ;

- l'efficacité du refroidissement des crayons d'un assemblage de combustible par aspersion pour étudier les possibilités de mitigation. Un premier dispositif d'essais à froid a été réceptionné qui

permet d'évaluer la pénétration de l'eau d'aspersion dans l'assemblage en présence d'un flux d'air à contre-courant ; les premiers essais ont été réalisés en 2016. Des études de conception sont en cours pour le deuxième dispositif d'étude à chaud de l'efficacité de l'aspersion en présence d'un flux de vapeur à contre-courant généré par le dénoyage de l'assemblage ;

- les risques de phénomènes d'oxydation pouvant affecter l'intégrité des gaines : mise en évidence de l'effet bénéfique d'une préoxydation avec de la vapeur d'eau et de l'effet délétère de l'azote.

Par ailleurs, la pertinence de DENOPI et le potentiel de l'installation ont permis de recueillir un financement complémentaire de l'organisme belge BelV, qui s'est associé au projet en 2016, une manifestation d'intérêt de l'USNRC, qui devrait cofinancer le programme dès 2017, ainsi qu'un soutien renouvelé du Commissariat général à l'investissement (CGI).

¹. Ce projet bénéficie d'une aide de l'État, gérée par l'ANR au titre du programme d'investissements d'avenir (ANR-RSNR).



ACCIDENTS DE PERTE DE RÉFRIGÉRANT PRIMAIRE

Les travaux liés au projet PERFOI² ont été poursuivis en 2016 en vue de compléter les connaissances sur le refroidissement d'un cœur de réacteur à eau lors d'un accident de perte de réfrigérant primaire (APRP). Ce projet, soutenu par le programme d'investissements d'avenir, par EDF et par l'US NRC comprend plusieurs **programmes expérimentaux** :

- **les essais ELFE**, programme expérimental pour lequel des résultats significatifs ont été obtenus en 2016 sur l'impact de la couche d'oxyde et de l'hydruration sur les lois de fluage du Zircaloy-4. Des essais supplémentaires sont cependant nécessaires sur des échantillons oxydés sur leurs deux faces avec des teneurs en hydrogène représentatives de celles obtenues lors du fonctionnement en réacteur ;
- **les essais COCAGNE**, sur le site de Cadarache, dont l'installation a été réceptionnée par l'IRSN en 2016, dédiés à l'étude de la déformation d'un crayon combustible en simulant un environnement thermique et mécanique représentatif d'un assemblage en réacteur ;
- **les essais COAL**, dont la préparation a été poursuivie en 2016 avec la réalisation de précalculs avec le logiciel DRACCAR, la fabrication des crayons chauffants et la conception du dispositif d'essai visant à étudier le renoyage d'assemblages contenant des crayons déformés. La première campagne expérimentale est prévue en 2018.

Outre un financement supplémentaire accordé par le CGI en 2016, l'IRSN a également pris des contacts avec d'autres partenaires anglais et coréens pour un financement complémentaire.

² Ce projet bénéficie d'une aide de l'État, gérée par l'ANR au titre du programme d'investissements d'avenir (ANR-RSNR).

CRITICITÉ

L'accident de criticité est un risque majeur étudié dans les installations nucléaires, en particulier pour les installations du cycle du combustible et pour les emballages de transport de matières radioactives. Pour conforter sa capacité d'expertise dans la prévention de ce risque, l'IRSN mène des actions de recherche visant à approfondir la compréhension des phénomènes neutroniques mis en jeu, et développe, à cet effet, des partenariats permettant d'accéder à des programmes expérimentaux en criticité.

COLLABORATION RENFORCÉE AVEC LES ÉTATS-UNIS

L'IRSN a participé à la revue technique annuelle du programme de sûreté criticité nucléaire (NCSP) piloté par le ministère américain de l'énergie (US DoE), qui s'est tenue mi-mars 2016 à Albuquerque (États-Unis). Cette participation exceptionnelle d'un organisme non américain témoigne de la relation privilégiée que l'Institut entretient avec ses partenaires américains et de la reconnaissance de ses compétences en matière de recherche en criticité. Elle illustre également la démarche de partenariat développée par l'IRSN avec les meilleurs laboratoires internationaux dans l'objectif d'accéder aux connaissances expérimentales dont il a besoin pour son expertise dans le domaine de la criticité, mais également dans celui de la neutronique des cœurs de réacteur.

Cette stratégie de partenariat international portée par son projet PRINCESS (*Project for IRSN Neutron physics and Criticality Experimental data for Supporting Safety*) a donc amené l'IRSN à s'associer depuis trois ans au NCSP. L'Institut prend une part active à la définition de ce programme et participe aux travaux expérimentaux. Cette collaboration couvre aussi les outils de simulation numérique, les évaluations des données nucléaires et la formation. **L'IRSN apporte au programme NCSP son savoir-faire en matière de recherche en criticité et dispose en retour d'un accès privilégié aux résultats du programme.**

NOUVELLE VERSION DU FORMULAIRE DE CRITICITÉ CRISTAL

Le formulaire CRISTAL, fruit d'un projet associant, depuis les années 1990, Areva, le CEA et l'IRSN, est un outil de calcul dédié à l'évaluation du risque de criticité dans les installations du cycle du combustible mais également lors des transports de matières radioactives. Il comprend des logiciels de neutronique (dont le logiciel MORET, de type Monte-Carlo, développé par l'Institut), une base de données nucléaires, des procédures de calcul et une interface avec l'utilisateur (atelier logiciel LATEC).

La version V2 du formulaire de criticité CRISTAL est disponible depuis le **1^{er} juillet 2016**. Cette nouvelle version comprend notamment la version 1.3 du logiciel LATEC qui intègre les premiers retours d'expérience des utilisateurs. En outre, le formulaire CRISTAL dispose d'une base de qualification riche, aujourd'hui de plus de 3 000 expériences de criticité, et fait l'objet d'une formation appliquée dispensée à l'ENSTTI. La version CRISTAL V2 sera prochainement mise à disposition à la Data Bank de l'OCDE/AEN.

+ de 3 000

expériences de criticité constituent la base de qualification de l'outil de calcul CRISTAL dédié à l'évaluation du risque de criticité

INCENDIE ET CONFINEMENT

Le confinement est une fonction de sûreté majeure pour éviter les rejets de substances radioactives dans l'environnement. À cet égard, l'IRSN mène des travaux de recherche pour mieux comprendre les phénomènes de mise en suspension de particules et évaluer l'efficacité des systèmes de confinement en fonctionnement normal, incidentel ou accidentel, par exemple en cas d'incendie ou d'explosion.

MISE EN SERVICE DU BANC EXPÉRIMENTAL PERSEE

Dans la recherche de dispositions permettant une diminution des rejets et des conséquences d'un accident, l'IRSN poursuit des travaux de R&D sur l'amélioration des procédés existants ou la mise au point de nouveaux dispositifs plus performants.

Ainsi, le programme expérimental de recherche sur l'épuration de l'iode radioactif a pour objectif d'explorer les performances de dispositifs utilisés ou potentiellement utilisables dans l'industrie nucléaire pour l'épuration de l'iode radioactif, dans tous les domaines de fonctionnement d'une installation nucléaire.

La mise en service, à la fin d'octobre 2016, du banc expérimental PERSEE (Plateforme expérimentale de recherches sur l'épuration des effluents radioactifs) constitue une réponse à l'exigence accrue d'épuration des effluents gazeux radioactifs et en particulier de l'iode 131. Ce banc expérimental permet en effet de caractériser les performances de tous types de supports, matériaux absorbants et pièges à iode dans des conditions de fonctionnement normal ou accidentel.

En cas d'accident grave dans un réacteur à eau sous pression, les radio-isotopes de l'iode constituent une part très significative de la radioactivité relâchée. Le savoir-faire développé autour d'une telle installation permettra également d'anticiper les besoins futurs de recherche relatifs à l'épuration du ruthénium, du fluor, des gaz rares, voire du tritium et du carbone 14. Au-delà des programmes de recherche français et européen correspondants, PERSEE a également pour vocation de répondre aux demandes d'exploitants concernant l'efficacité des matériaux constitutifs des pièges à iode équipant les circuits de ventilation de leurs installations.



RÉNOVATION DE LA PLATEFORME EXPÉRIMENTALE GALAXIE

Les travaux de rénovation du réseau de ventilation de la plateforme expérimentale GALAXIE de l'IRSN ont débuté en 2016 sur le site de Cadarache. L'objectif de cette rénovation est d'accroître les capacités et l'attractivité des dispositifs expérimentaux, en améliorant la qualité des mesures, notamment celles du débit de ventilation, de la concentration et de la composition des gaz et aérosols transportés (CO₂, CO, gaz imbrûlés, suies et simulants de particules radioactives qui seraient mises en suspension en cas de feu).

Le Programme d'intérêt commun, mené avec Areva, sur l'étude de la mise en suspension de matières radioactives impliquant des feux de solvants, sera réalisé dans ces installations.

DÉVELOPPEMENT D'OUTILS DE MODÉLISATION

Plusieurs outils développés par l'IRSN ont fait l'objet en 2016 d'avancées importantes. **La version v1.8 du logiciel SYLVIA simulant les phénomènes d'incendie, de ventilation, et d'aérocontamination dans une installation nucléaire a été mise à la disposition des utilisateurs** en juin. Les principales avancées concernent les modèles relatifs d'une part aux feux de chemins de câbles étudiés dans le projet PRISME, et d'autre part à la condensation de vapeur dans un réseau de ventilation en vue d'améliorer l'estimation du colmatage de filtres THE (très haute efficacité) qui peut en résulter.

Un modèle thermique 3D multimatériaux permettant de propager la chaleur au sein d'un milieu hétérogène composé de plusieurs matériaux a permis de simuler, avec le logiciel ISIS, un incendie sur des colis de stockage de fûts de bitume qui seront stockés dans l'installation Cigéo. Plus précisément, le travail réalisé a consisté à étudier les effets du flux de chaleur généré par un feu enveloppant un colis de stockage sur le risque d'emballement thermique de la matrice bitumineuse par réaction exothermique des sels en présence.

La première version de P²REMICS, outil de simulation des explosions de gaz et de poussières dans les installations industrielles, a été mise en service. P²REMICS permet de simuler la formation d'une atmosphère explosive dans un local, et les phénomènes de déflagration associés à l'allumage de ce mélange réactif.

La validation de P²REMICS est étendue aux essais du projet ANR Mithygène, qui vise à améliorer les connaissances sur l'explosion d'hydrogène dans une enceinte de confinement d'un REP, en particulier les essais réalisés dans l'enceinte ENACCEF-2 par le laboratoire ICARE de l'université d'Orléans. Ces essais consistent à étudier la propagation d'une flamme dans un mélange H₂/Air présent dans un tube possédant une série d'obstacles qui peuvent accélérer la flamme. La comparaison calcul-expérience concerne essentiellement l'évolution de la vitesse de flamme et de la pression des gaz atteinte dans l'enceinte de test.

Cet outil est d'ores et déjà utilisé en soutien aux expertises réalisées au sein de l'Institut. Par exemple, dans le cadre de l'examen du dossier en support à la demande d'autorisation de mise en service du réacteur EPR de Flamanville 3, un contre-calcul a été réalisé pour évaluer l'impact d'une explosion d'hydrogène dans un local et les risques de mode commun entre deux divisions séparées du réacteur.

RISQUES NATURELS

Afin d'approfondir les connaissances sur les effets des agressions externes d'origine naturelle susceptibles de porter atteinte à la sûreté des installations nucléaires, l'IRSN est impliqué dans plusieurs programmes d'études et de recherches qui se sont intensifiés à la suite de l'accident de Fukushima.

ÉTUDES ET RECHERCHES SUR LES ALÉAS NATURELS

Les travaux de recherche de l'IRSN sur les risques naturels visent au renforcement de la robustesse des méthodes d'évaluation des aléas extrêmes. **Dans le domaine du séisme, ils s'appuient, d'une part, sur une analyse systématique des incertitudes associées aux données de base utilisées pour caractériser la sismicité des sites nucléaires français** et, d'autre part, sur le test de méthodes probabilistes permettant de compléter l'approche déterministe retenue dans la règle fondamentale de sûreté applicable à ce jour. **En matière d'inondation, les études de l'IRSN se focalisent sur la connaissance des aléas extrêmes répertoriés par l'ASN** dans son guide 2013 *Protection des installations nucléaires de base contre les inondations externes*. Comme pour le séisme, elles explorent plus particulièrement les potentialités liées aux **évaluations probabilistes**. Elles exploitent également **des données historiques**, au travers d'une collaboration avec les historiens de l'université de La Rochelle autour du thème des submersions marines.

Ces recherches se déroulent dans le cadre de plusieurs projets réalisés en associant différents partenaires :

- le projet PIA RSNR SINAPS³ (Séisme et Installations Nucléaires : Assurer et Pérenniser la Sûreté) a démarré début 2014 pour une durée de cinq ans. L'objectif de ce programme est de renforcer le lien entre l'aléa et le comportement des structures. En 2016, l'IRSN a notamment étudié différentes méthodes pour modéliser la propagation des ondes depuis les sources sismiques jusqu'aux sites d'intérêt ;
- le projet TANDEM (Tsunamis en Atlantique et MaNche : Définition des Effets par Modélisation), qui s'inscrit lui aussi dans une action du PIA et dont les résultats sont attendus en 2017-2018. L'IRSN travaille plus particulièrement sur l'évaluation de l'aléa tsunami sur les côtes françaises. En 2016, il a étudié les tsunamis pouvant être générés dans la zone Açores-Gibraltar ;
- une étude menée en collaboration avec le CEA et l'ISTERRE (université de Grenoble) sur la caractérisation des effets de site particuliers, c'est-à-dire la faculté de certaines formations géologiques à amplifier les mouvements sismiques, s'est achevée en 2016.

En complément des actions précédentes, l'IRSN a initié la constitution d'un groupe d'experts internationaux chargé de l'élaboration d'une base de données sur les ruptures de failles en surface (SURE). Il a également proposé à ses partenaires français la constitution d'une base de données sur les tempêtes et les submersions marines historiques.

Dans le domaine des études probabilistes, le projet européen ASAMPSA_E (extension du domaine de couverture des études probabilistes de sûreté, EPS) a permis d'élaborer des guides pour la réalisation d'EPS en intégrant les aléas naturels qui peuvent menacer plusieurs réacteurs d'un même site.

³. Ce projet bénéficie d'une aide de l'État, gérée par l'ANR au titre du programme d'investissements d'avenir (ANR-RSNR).

INSTALLATIONS ET ACTIVITÉS INTÉRESSANT LA DÉFENSE

L'IRSN fournit un appui technique au Délégué à la sûreté nucléaire et à la radioprotection pour les activités et installations intéressant la défense (DSND), autorité placée sous la tutelle des ministres chargés de la défense et de l'industrie. Dans ce cadre, l'IRSN évalue la sûreté et la radioprotection des installations nucléaires et des transports relevant du périmètre du DSND.

ÉVALUATION DU RAPPORT PROVISOIRE DE SÛRETÉ DU SOUS-MARIN LE « SUFFREN »

La Marine nationale a engagé le **programme BARRACUDA de remplacement des sous-marins nucléaires d'attaque (SNA)** actuellement en exploitation. En vue de la mise en service du sous-marin le « Suffren », premier SNA issu du programme, l'IRSN a terminé l'examen du référentiel de sûreté du navire, ainsi que celui du dossier relatif aux installations du port de Cherbourg, lieu de chargement du cœur neuf et des essais. Ce processus d'examen, réalisé dans un délai contraint, a conduit à la tenue d'une quatrième réunion de la Commission de sûreté des réacteurs.

Le « Suffren » capitalise l'expérience acquise par la France depuis la construction de son premier sous-marin nucléaire le « Redoutable » lancé en mars 1967. Sa conception ne constitue pas une rupture technologique mais présente des améliorations notables du niveau de sûreté. Pour réaliser cette évaluation, l'IRSN a développé de nouveaux outils de simulation adaptés aux spécificités d'un réacteur embarqué, ce qui l'a conduit à améliorer ses connaissances en particulier dans les phénomènes mécaniques et thermiques, dans le combustible nucléaire et en matière d'accidents graves.

ENGAGEMENT DE LA DÉMARCHE DE SÛRETÉ SUR LE PROGRAMME SN3G

L'IRSN a procédé à l'examen du **dossier d'options de sûreté (DOS) relatif au futur sous-marin nucléaire lanceur d'engins de troisième génération (SNLE3G)**. Ce dernier est destiné à remplacer, à terme, la deuxième génération de sous-marins du même type (SNLE2G), composée de quatre navires. L'analyse de l'IRSN visait à s'assurer que les options de sûreté présentées étaient de nature à améliorer le niveau de sûreté et qu'elles répondaient aux enjeux de sûreté induits notamment par l'évolution des connaissances. Elle a également consisté, en se projetant dans un contexte futur, à identifier les points à compléter ou ceux qui nécessiteraient une réflexion sur les modalités d'intégration des concepts de sûreté et des doctrines du domaine civil en cours d'évolution, en les adaptant aux spécificités de la propulsion navale.

DÉMANTÈLEMENT ET ASSAINISSEMENT DU SITE DE MORONVILLIERS

Suite à l'arrêt des activités du PEM ou **Polygone d'expérimentation de Moronvilliers (Marne)**, classé « sites et installations d'expérimentations nucléaires intéressant la défense (SIENID) », le CEA a engagé **un programme de démantèlement et d'assainissement du site**. Ce programme soulève des problématiques relevant d'une gestion de sites et sols pollués : caractérisation radiologique et chimique à grande échelle, traitement des pollutions, gestion des déchets induits, surveillance post-assainissement. Pour évaluer la stratégie de démantèlement et de dépollution proposée par le CEA dans le cadre de ce dossier à fort enjeu sociétal, l'IRSN met à profit son expertise sur les aspects environnementaux et en particulier sur la gestion des sites pollués dans le domaine civil. Les conclusions de cette évaluation renforceront certainement la doctrine de l'Institut pour les prochains dossiers d'assainissement d'autres sites.

GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS

La gestion des déchets radioactifs est indissociable de tout projet industriel impliquant la mise en œuvre de matières radioactives. Avec la loi du 28 juin 2006 relative à la gestion durable des matières et déchets radioactifs et la création du Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs (PNGMDR), la France s'est dotée d'un cadre réglementaire pour la mise en œuvre des filières de gestion de l'ensemble des déchets radioactifs de l'industrie nucléaire. Dans ce cadre, l'expertise de l'IRSN a notamment pour but d'évaluer le niveau de sûreté des différentes filières de gestion, mises en œuvre ou envisagées, ainsi que la robustesse des stratégies de gestion déployées.

RÉFLEXIONS SUR LA GESTION DES DÉCHETS DE TRÈS FAIBLE ACTIVITÉ

Faut-il adapter les modes de gestion des déchets de très faible activité (TFA) ? Sur cette question, le rapport de l'IRSN «Déchets radioactifs de très faible activité : la doctrine doit-elle évoluer ?», présenté le 17 février 2016 à l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (OPECST), fait le constat que l'augmentation des flux de déchets produits par les grands programmes de démantèlement qui s'engagent aura des conséquences concrètes sur les filières actuelles de gestion des déchets, compte tenu notamment de la saturation prévisible à court terme du Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage (Cires) de l'Andra.

Des réflexions ont donc été initiées sur l'adaptation possible des filières de gestion actuelles et explorent trois directions principales : **la diversification du stockage** pour limiter les transports, c'est-à-dire le stockage des déchets les moins actifs à proximité des chantiers de démantèlement ou dans le périmètre des sites nucléaires ; **le recyclage par fusion** des matériaux valorisables, en particulier les métaux, une option qui requiert de statuer sur la faisabilité économique et industrielle des différentes filières de recyclage envisageables et de justifier de l'absence d'impact des produits recyclés ; enfin, **l'adaptation des démarches d'assainissement des sites**, comme le propose le guide n°24 récemment publié par l'ASN, lorsque le retrait total des pollutions conduit à des difficultés majeures de mise en œuvre et à la génération de quantités de déchets très peu radioactifs sans commune mesure avec les gains attendus des opérations d'assainissement.

Quelles que soient la ou les solutions retenues, la confiance accordée au système de gestion mis en place reposera sur la capacité à caractériser de manière fiable l'activité des matériaux ou déchets produits et la pollution des sites. **L'IRSN estime à cet égard qu'un effort de recherche doit être fait** pour déterminer et mettre à disposition les meilleures techniques et méthodes de caractérisation radiologique.

L'Institut souligne enfin que les choix d'évolution de doctrine ne pourront être valablement arrêtés qu'en **associant pleinement la société civile** et qu'il y a lieu de créer les conditions permettant de **débattre des enjeux et des voies à explorer en considérant toutes les dimensions du sujet**.

EXAMEN DU RAPPORT D'ÉVALUATION ENVIRONNEMENT DU PNGMDR

L'Autorité environnementale a sollicité l'expertise de l'IRSN avant de rendre l'avis qu'elle a publié, le 20 juillet 2016, sur l'évaluation environnementale du Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs (PNGMDR) 2016-2018, lequel est régulièrement actualisé sous la responsabilité conjointe de l'ASN et de la DGEC. Cette évaluation apprécie en quoi les dispositions préconisées par le PNGMDR permettent de limiter les risques d'atteinte à l'environnement du fait des activités de gestion des déchets de toutes origines. Sont ainsi examinés les efforts consentis pour minimiser les volumes de déchets et prévenir leur dissémination, les risques potentiels de pollution des sols, des eaux et de l'atmosphère, les possibilités d'atteinte à la biodiversité, les nuisances « conventionnelles »...

L'IRSN a conclu de son examen du rapport d'évaluation que les dispositions retenues dans le Plan conduisent globalement à limiter l'impact environnemental que pourraient générer les déchets, eu égard aux critères fondamentaux que sont la protection de la santé et la préservation de la qualité de l'environnement. L'Institut identifie toutefois des pistes d'amélioration. Il préconise en particulier l'étude des conséquences environnementales des filières de gestion des déchets de très faible activité (TFA) et des déchets de faible activité à vie longue (FA-VL).



STOCKAGE GÉOLOGIQUE DE DÉCHETS RADIOACTIFS

La spécificité des projets de stockage géologique impose de combiner des capacités d'expertise, des moyens de recherche et des dispositifs d'implication de la société. L'IRSN intervient sur ces divers champs tant au niveau national qu'au niveau européen. Au travers de quatre projets H2020 en cours, il contribue ainsi à l'émergence d'une stratégie de recherche européenne, œuvre pour définir de nouvelles modalités de gouvernance associant les parties prenantes et des outils favorisant leur montée en compétence (SITEX II et JOPRAD) et, bien sûr, participe aux travaux scientifiques nécessaires au progrès des connaissances et à l'amélioration de la sûreté à long terme (MODERN et CEBAMA).

SITEX II : IMPLIQUER LA SOCIÉTÉ CIVILE DANS LA GOUVERNANCE D'UN STOCKAGE DE DÉCHETS RADIOACTIFS

Dans le cadre du projet européen SITEX II qu'il coordonne depuis juin 2015, l'IRSN a contribué au test d'une méthode destinée à impliquer plus directement la société civile dans la réflexion sur des options de gestion à long terme **des déchets radioactifs de haute et moyenne activités à vie longue. Impliquer la société civile dans la gouvernance d'un stockage géologique de déchets radioactifs constitue l'un des six axes de travail des 18 partenaires du projet SITEX II** dont l'enjeu est de développer un réseau international d'expertise sur la sûreté de tels stockages.

Le test, organisé sous la forme d'un exercice, a été réalisé en juin 2016 à Budapest. Il a consisté à demander à **35 participants, organisés en groupes mixtes d'acteurs institutionnels et de représentants de la société civile et d'ONG, de mettre à l'épreuve plusieurs scénarios de gestion des déchets, en les soumettant à divers événements perturbateurs** : retards importants, arrêt du financement, attaque terroriste...

Puis il leur a été demandé d'en évaluer la robustesse selon une série de critères prédéfinis : flexibilité du stockage, transfert de risque aux générations futures, robustesse en termes d'évolutions technologiques, sécurité... À l'issue de cet exercice d'évaluation collaborative et comparative, les participants ont souligné l'intérêt d'une écoute mutuelle génératrice de remises en question. Ce constat confirme l'apport de l'implication des parties prenantes dans une expertise technique.

FOCUS

REX DES ACCIDENTS SURVENUS AU WIPP, CENTRE AMÉRICAIN DE STOCKAGE DE DÉCHETS RADIOACTIFS

Après 15 années d'exploitation dans des conditions nominales, le WIPP (*Waste Isolation Pilot Plant*), centre de stockage de déchets radioactifs en couche géologique profonde situé au Nouveau-Mexique (États-Unis), a connu deux accidents en février 2014 : un incendie dans la zone nord de l'installation souterraine, puis un relâchement de matières radioactives dans la zone sud. En 2016, l'IRSN a publié sur son site Internet un point de situation actualisé, fondé sur les principales enquêtes diligentées par les pouvoirs publics amé-

ricains afin d'instruire l'origine et les conséquences des événements. Pour l'IRSN, l'analyse de ces événements met en lumière plusieurs conditions essentielles au maintien de la sûreté d'une installation de stockage souterrain : exiger des colis de déchets qu'ils constituent une barrière de confinement robuste ; prévoir des dispositions de surveillance permettant de détecter et de corriger une anomalie avant tout rejet de matières radioactives ; tenir compte, dans la démonstration de sûreté, de dérives possibles dans la maîtrise de l'exploitation ; enfin, envisager, dès la conception de l'installation, des dispositions permettant de limiter les conséquences.

BILAN À MI-ÉTAPE DU PROJET EUROPÉEN JOPRAD

Le projet JOPRAD, (*Towards a European Joint Programming on Radioactive Waste Disposal*) auquel participe l'IRSN, doit favoriser **une meilleure coordination de la recherche européenne dans le domaine du stockage des déchets radioactifs en formation géologique profonde**. Engagé en juin 2015 pour une durée de 30 mois, il réunit des opérateurs de gestion des déchets, des TSO, des institutions académiques de recherche et des groupes d'experts de la société civile. Pour la première fois, ces acteurs travaillent ensemble à la définition d'une vision commune des enjeux de recherche, à la mise en place de réseaux d'échanges entre les différentes communautés et d'une offre de formation.

Un séminaire tenu à Prague, en septembre 2016, a permis aux participants, parmi lesquels des ONG, de prendre connaissance de l'avancement des réflexions sur l'agenda stratégique de recherche, dont la version finale sera présentée au printemps 2017 à Londres, et sur la gouvernance des futures actions européennes de recherche. Cet agenda commun de recherche ainsi que les propositions de gouvernance des activités scientifiques serviront de base de travail pour proposer la mise en œuvre d'un *European Joint Programming* dès 2019 selon le calendrier actuel du programme-cadre H2020 de la Commission européenne.

MODERN 2020 : ANTICIPER LA SURVEILLANCE DES FUTURES INSTALLATIONS DE STOCKAGE GÉOLOGIQUE

Le projet européen Modern 2020 a pour objectif de **développer et de tester des outils et des méthodes pour la mise en œuvre d'un programme opérationnel de surveillance des installations de stockage géologique profond de déchets radioactifs**. Cette surveillance doit permettre de vérifier si l'installation reste effectivement dans le domaine de fonctionnement prévu à sa conception.

Dans le cadre de ce projet, l'IRSN participe plus particulièrement aux travaux relatifs à la définition des stratégies de surveillance ainsi qu'à la démonstration du caractère opérationnel des technologies des capteurs sélectionnées à cet effet. En lien avec ce dernier point, **l'IRSN pilote deux essais *in situ* au sein de sa station expérimentale de Tournemire (Cantal)** ainsi que des tests de performance sous irradiation de différentes technologies de capteurs dans son irradiateur IRMA de Saclay. Le premier essai *in situ*, dédié à l'étude de la performance de système de transmission sans fils, a été installé au printemps 2016. Un second, destiné à l'étude du vieillissement dans des conditions *in situ* d'une grande variété de capteurs, sera déployé sous un an. Les premiers résultats de ces essais devraient être obtenus d'ici deux ans.

CEBAMA : COMPRENDRE LE VIEILLESSEMENT DES BÉTONS DANS LES STOCKAGES GÉOLOGIQUES

Le projet CEBAMA a pour principal objectif **d'étudier l'évolution du comportement physico-chimique de différents matériaux à base de ciment placés dans des conditions représentatives des concepts de stockages géologiques** envisagés en Europe.

De nombreux aspects sont abordés dans ce projet, en particulier l'identification des processus d'interface, d'une part entre les matériaux cimentaires et les roches hôtes (roches argileuses ou granit), d'autre part entre les matériaux cimentaires et l'argile gonflante (bentonite) utilisée dans les dispositifs de scellement. L'identification de ces processus permettra d'évaluer leur impact sur les propriétés physiques des matériaux mis en jeu.

Dans ce cadre, **l'IRSN réalise, dans sa station expérimentale de Tournemire**, une série de trois essais *in situ* dont le but est **d'étudier l'effet de la température (70 °C)** sur des interfaces entre bétons bas pH et roches argileuses. Les dispositifs expérimentaux ont été installés au printemps 2016 et ils seront démantelés pour analyse *post mortem* d'ici la fin de l'année 2019.

SÉCURITÉ NUCLÉAIRE

La publication en 2011 de la réglementation relative à la protection et au contrôle des matières nucléaires, de leurs installations et de leur transport a étendu les exigences à l'égard des actes de malveillance à ceux pouvant conduire à des conséquences radiologiques. Cette réglementation requiert, notamment, des opérateurs de justifier, par une étude du niveau de protection atteint, de la réponse apportée en situation d'agression ainsi que de l'organisation prévue pour gérer celle-ci. L'évaluation par l'IRSN de ces études nécessite une approche transverse qui implique la contribution des experts en sûreté, en radioprotection et en protection contre les actes de malveillance.

NON- PROLIFÉRATION

Le contrôle international des matières nucléaires connaît actuellement des mutations importantes, visant notamment à assurer une efficacité et une efficacité accrues des inspections. L'AIEA et Euratom cherchent en particulier à faire évoluer leurs méthodes afin d'affecter leurs moyens aux activités les plus pertinentes, de réduire le nombre et la durée des missions. Dans un contexte aussi mouvant, le rôle de l'IRSN est de veiller à ce que d'une part la France et ses industriels se conforment aux exigences internationales, d'autre part que l'application de ces exigences ne se fasse pas au détriment des intérêts de la France ou des industriels français.

QUELQUES CHIFFRES CLÉS



4

exercices
nationaux mettant
en jeu la sécurité



64

contrôles techniques
des moyens agréés
pour le transport
de matières nucléaires



104

avis techniques
à l'Autorité
de sécurité
(HFDS MEEM)

119

avis techniques
transmis aux autorités
en charge de la
non-prolifération

31 inspections de transport

170 inspections nationales relatives
à la protection et au contrôle
des matières nucléaires

54 missions d'accompagnement
des inspections internationales
relatives au contrôle
des matières nucléaires

11 missions d'accompagnement
des inspections internationales
relatives à l'interdiction
des armes chimiques

75 inspections chez les détenteurs
de matières nucléaires

PUBLICATION 2016



Manuel de codification comptable des matières nucléaires

SÉCURITÉ NUCLÉAIRE

EXAMEN DES ÉVOLUTIONS DES CENTRALES NUCLÉAIRES

EDF doit mettre ses centres nucléaires de production électrique en conformité avec la réglementation relative à la protection contre les actes de malveillance parue en 2011. Dans ce cadre, l'exploitant a réalisé en 2012 un état des lieux de ses installations, qui a été évalué par l'IRSN. Puis il a élaboré un modèle sécuritaire de ses établissements nucléaires et mis en place un programme de modifications techniques.

Ce programme dit «sécuritaire» comprend plusieurs modifications, pour la plupart génériques, qui seront déployées dans l'ensemble du parc sur plusieurs années.

L'Institut réalise l'instruction des modifications les plus importantes. Elles concernent notamment la mise en place de nouveaux moyens de surveillance des établissements (caméras, mur d'images...) et le renforcement de certaines dispositions de protection d'accès aux installations (authentification biométrique, sécurisation du traitement des badges d'accès...). En parallèle de ces instructions de modifications, **l'IRSN instruit l'étude de sécurité du réacteur EPR de Flamanville 3.**

Ces diverses évaluations permettront de s'assurer que les dispositions mises en œuvre par EDF assurent une protection suffisante de ses installations au regard du référentiel de menaces. Elles serviront aussi à l'identification des éventuels compléments à leur apporter.

MODERNISATION DU DISPOSITIF DE SÉCURITÉ DES TRANSPORTS DE MATIÈRES NUCLÉAIRES

L'IRSN a mis en service, au 1^{er} janvier 2016, une nouvelle application dénommée Mazarine, lui permettant d'assurer son rôle dans la sécurité des transports de matières nucléaires, rôle qui lui est réglementairement dévolu. L'Institut, et plus spécifiquement son «échelon opérationnel des transports» (EOT), traite **chaque année plus de 1500 dossiers de transport de matières nucléaires. Il intervient à trois niveaux : la délivrance de l'accord pour la réalisation du transport, le suivi du transport et l'alerte des autorités en cas de dysfonctionnement,** qu'il soit d'ordre technique ou consécutif à un acte de malveillance. Les outils d'information sur lesquels s'appuyait antérieurement l'EOT étant en voie d'obsolescence, l'IRSN a conçu une application disposant de fonctionnalités plus importantes et en particulier d'outils d'analyse de la conformité réglementaire des demandes administratives des transports et pour le suivi de l'exécution de ces transports.

Mazarine est également conçue pour intégrer aisément l'évolution des exigences de l'État dans le domaine des transports de matières nucléaires et de protection contre les menaces. À cet égard, l'application facilite l'identification des éléments susceptibles de nécessiter une alerte des autorités de sécurité. Cette modernisation se poursuivra par une amélioration des interfaces avec les centres de crise de l'État.

SÉCURITÉ : CONDUITE D'UN EXERCICE DE SÉCURITÉ NUCLÉAIRE

Le 20 octobre 2016, l'exercice de sécurité nucléaire EPEES 9 a simulé une attaque terroriste sur le réacteur de l'institut Laue-Langevin (ILL) implanté à Grenoble (Isère). Une phase préalable « sur table » avait permis de tester la pertinence de l'organisation de l'opérateur de gestion d'une crise sécuritaire ainsi que l'efficacité de ses moyens et de ceux de l'État dans un contexte urbain ; à l'issue de cette phase, l'exploitant avait renforcé son dispositif de protection. L'exercice EPEES 9 a mobilisé de nombreux acteurs : l'exploitant,

le préfet, le procureur, les forces d'intervention, les services de déminage, les services de secours, le CEA de Grenoble, l'organisation de crise nationale et locale de l'ASN, l'organisation de crise de l'IRSN. Il a mobilisé une quinzaine d'animateurs et d'évaluateurs. C'est le Service d'évaluation de la sécurité vis-à-vis des actes de malveillance (SESAM) de l'IRSN, appuyé par le Service d'évaluation des situations d'urgence et d'organisation de crise (SESUC) qui a pris en charge l'élaboration du scénario, la préparation et l'animation de cet exercice. L'IRSN a présenté aux différentes parties prenantes, le 15 décembre 2016, les enseignements qu'il a tirés des observations de l'exercice collectées à l'aide d'un guide d'évaluation dédié.

AVANCEMENT DES TRAVAUX SUR LA PROTECTION DES TRANSPORTS DE MATIÈRES NUCLÉAIRES

En juin 2016, le ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer a décidé de mettre en place un nouveau groupe d'experts dédié à la protection des transports de matières nucléaires contre la malveillance. L'IRSN assure le secrétariat et le soutien logistique de ce groupe à qui il apporte son expertise également par le biais d'études spécifiques. Pour mémoire, les travaux du précédent groupe d'experts dédié aux transports avaient abouti à la définition d'un référentiel de menaces, incluant les moyens d'agression, et à une méthodologie de mise en œuvre des conditions de protection des transports contre les menaces de sabotage. Les travaux de 2016 ont consisté en une présentation des résultats obtenus à l'issue de la mise en œuvre de la méthode.

L'IRSN a évalué l'effet des moyens d'agression sur les colis contenant des matières nucléaires. Grâce à l'état des lieux qu'il a ainsi pu établir, il a proposé une hiérarchisation des risques en regard de la vulnérabilité intrinsèque des colis transportés. Puis il a identifié des dispositions technologiques complémentaires pour protéger les matières présentes dans les colis transportés. Il a également engagé l'analyse des possibilités de renforcement des dispositions organisationnelles intervenant dans la sécurité des transports de matières nucléaires. En parallèle, **l'IRSN a lancé une étude permettant la rédaction de spécifications techniques de systèmes de sécurité complémentaires et embarqués sur les moyens de transport de matières nucléaires, afin d'en améliorer la sécurité.**

TRANSPORTS DE MATIÈRES RADIOACTIVES : DE L'IMPORTANCE DES CONDITIONS D'ESSAIS DES NOUVEAUX MODÈLES DE COLIS

Lorsque la sûreté des matières radioactives est en jeu, il est essentiel que les essais de qualification des colis d'acheminement garantissent leur confinement en conditions réelles de transport, y compris en cas d'accident. Aussi l'IRSN attache-t-il une grande importance à la représentativité des maquettes utilisées lors des essais (collision, chute, incendie...) menés en appui d'une demande d'agrément d'un nouveau modèle de colis. Le concepteur transmet à cette occasion un programme détaillant les essais qu'il envisage de réaliser : caractéristiques de la maquette utilisée, de la dalle d'essais, des séquences de chute, etc. **L'IRSN s'attache alors à évaluer la représentativité de cette maquette en termes**

notamment de géométrie, de masse et de caractéristiques mécaniques. Il vérifie que les caractéristiques mécaniques réelles offrent des marges au regard des caractéristiques minimales spécifiées. **L'Institut analyse alors les résultats obtenus avec les essais afin de donner un avis technique** quant aux performances du colis dans toutes les conditions de transport. Pour mémoire, si les colis interviennent dans les études de sûreté, ils interviennent aussi dans les études de sécurité. Ainsi, les caractéristiques des colis sont également des données importantes pour les études de sécurité des transports de matières nucléaires face à des actes de malveillance.

NON-PROLIFÉRATION NUCLÉAIRE

NOUVELLE VERSION DU MANUEL DE CODIFICATION POUR LA COMPTABILITÉ DES MATIÈRES NUCLÉAIRES

La comptabilité centralisée des matières nucléaires constitue une composante essentielle de leur protection et de leur contrôle dans les installations. Pour que sa tenue soit efficace, il est nécessaire que le référentiel comptable soit connu et partagé par tous les acteurs du domaine, qu'ils se trouvent sur des sites nucléaires de production ou dans des services centralisés.

Ce référentiel technique recense et formalise les règles et les modalités pratiques. Il accompagne au quotidien le détenteur de l'autorisation. La nouvelle version, publiée par l'IRSN, décline les notions comptables et les évolutions réglementaires intervenues depuis 1995, sous forme de fiches didactiques et synthétiques. Un mémento permet de retrouver aisément les informations et leurs codifications usuelles.

PORTAIL DE TÉLÉDÉCLARATION POUR LES INDUSTRIELS

Pour optimiser le processus initié en 2004, l'IRSN a ouvert fin 2015 le portail de télé-déclaration PASTEL destiné à simplifier, pour les industriels concernés, la saisie et l'envoi des déclarations d'activité en lien avec un programme nucléaire. **PASTEL facilite aussi, pour l'IRSN, la collecte, la centralisation et l'analyse des données transmises au titre du protocole additionnel français à l'accord de garanties sur les matières nucléaires et les installations, signé avec l'AIEA.**

Ce protocole est un des éléments de la mise en œuvre des obligations internationales en matière de non-prolifération. Il vise à accroître l'information sur l'ensemble du cycle de l'État, notamment ses collaborations avec les autres pays, et par là-même la capacité de l'AIEA à détecter des activités clandestines.

En effet, dans le cadre du protocole français, la France déclare ses activités de R&D, ses coopérations et les transferts de certains équipements et matières avec tout État non doté de l'arme nucléaire. L'Institut centralise les informations communiquées par l'ensemble des acteurs concernés, s'assure de leur exhaustivité, de leur vérification et de leur cohérence. Ensuite, il élabore la déclaration nationale adressée à l'AIEA par l'autorité française en charge, le Comité technique Euratom (CTE). Le lancement de ce portail s'est accompagné de formations ciblées réunissant 65 assujettis, de la mise à jour du manuel de déclaration associé et de la mise en service d'une *hotline* permanente pendant la période de déclaration.

INTERDICTION DES ARMEMENTS CHIMIQUES

L'ensemble des États parties à la Convention sur l'interdiction des armes chimiques (CIAC) se sont engagés à déclarer de manière exacte et exhaustive certaines activités de leurs sites industriels chimiques. Pour assurer que la France honore ses engagements internationaux, l'IRSN, en application de sa convention avec le ministère en charge de l'industrie, élabore les déclarations dues par la France à l'Organisation pour l'interdiction des armes chimiques (OIAC), analyse les documents et projets de documents relatifs aux contrôles des produits visés par la Convention et accompagne la totalité des inspections diligentées par l'OIAC sur le territoire national.

REX DES JOURNÉES DE L'OIAC

Dans le cadre de l'OPCW Day commémorant l'entrée en vigueur de la Convention sur l'interdiction des armes chimiques (CIAC) qui s'est tenu du 2 au 4 mai 2016 au siège de l'OIAC à La Haye, l'IRSN a présenté le savoir-faire de la France en matière de respect des engagements pris, au titre de cette convention, dans le secteur industriel. **L'Institut a exposé son expertise dans les domaines de l'élaboration des déclarations nationales dues à l'Organisation et dans l'accompagnement des inspections internationales.** Par délégation du Haut Fonctionnaire de défense du ministère en charge de l'industrie, l'IRSN est missionné pour la mise en œuvre de la CIAC en France. Ce traité vise à détruire les armes chimiques et à éviter leur réémergence, notamment par le contrôle de certains précurseurs chimiques classiquement employés par les industriels mais

pouvant être détournés de leur usage pacifique pour la fabrication d'armes et l'entrave à la sécurité. L'IRSN a présenté sa méthode pour atteindre le double objectif d'une déclaration nationale complète et juste. Il s'est notamment fondé sur la transposition en droit français des décisions de l'OIAC, sur le croisement des données, sur des partenariats avec les syndicats de la chimie, les négociants et les douanes, et sur une démarche de formation et d'information des industriels. Dans le domaine des inspections, l'IRSN a accompagné plus de 120 inspections depuis 1997.

Il a développé une méthode de préparation des industriels et d'anticipation des demandes des inspecteurs de l'OIAC.

Pour faciliter ces inspections, l'IRSN visite plus de 20 industriels par an et se rend sur place, dès réception des notifications d'inspection. Son action vise à protéger le secret industriel français tout en démontrant le respect des obligations liées à la convention. L'IRSN apporte un soutien scientifique et technique important au ministère des affaires étrangères sur ces sujets.

+ de 120 inspections de l'OIAC accompagnées par l'IRSN depuis 1997

RADIOPROTECTION DE L'HOMME ET DE L'ENVIRONNEMENT

Les actions menées par l'IRSN dans le domaine visent une protection adéquate de l'homme et de l'environnement contre les rayonnements ionisants.

Elles se déclinent selon trois composantes majeures : des actions de surveillance radiologique, des expertises et des recherches. Suivi de l'exposition des travailleurs et des personnes du public, développement de moyens de mesure, recherches en radioécologie, recherches sur les effets des expositions chroniques ou sur la prise en charge médicale des lésions radio-induites sont autant de sujets traités par l'Institut par des approches pluridisciplinaires et dans le cadre de collaborations nationales, européennes et internationales.

QUELQUES CHIFFRES CLÉS



6 247 échantillons de l'environnement prélevés pour des mesures radiologiques

463 points de prélèvement d'échantillons pour la surveillance de la radioactivité sur l'ensemble du territoire



740 anthroporadiométries (dont 240 en fixe et 500 en moyens mobiles) réalisées pour le suivi des travailleurs.

430 balises (dont 393 Téléray fixes, 30 nomades et 7 balises en rivière) constituant le réseau de télésurveillance du territoire

130 points de mesure du débit de dose ambiant

PUBLICATIONS 2016



Rapport de gestion 2015 du réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement

Bilan de la surveillance de la radioactivité en Polynésie française en 2015

Bilan 2015 de l'exposition professionnelle aux rayonnements ionisants en France

SURVEILLANCE DE L'ENVIRONNEMENT

Être en capacité de caractériser la radioactivité de l'environnement par des mesures et des méthodes d'analyse adaptées est la mission de l'IRSN en matière de surveillance de l'environnement. Cette surveillance vise à s'assurer que les activités nucléaires et radiologiques sont menées dans le respect des autorisations réglementaires et que, plus généralement, le territoire dans toutes ses composantes reste dans un état radiologique satisfaisant. Elle contribue également à détecter les situations anormales pouvant résulter d'un accident radiologique ou nucléaire survenant en France ou à l'étranger. Menée en concertation avec les parties prenantes et les populations, cette activité comporte une démarche continue d'amélioration des outils et des moyens de mesure.

BILAN DE L'ÉTAT RADIOLOGIQUE DE L'ENVIRONNEMENT FRANÇAIS DE 2011 À 2014

Au début de 2016, l'IRSN a publié la dernière édition du bilan national de la surveillance radiologique de l'environnement en France, qu'il diffuse périodiquement, depuis 2004, au titre de sa mission de veille permanente et d'alerte en radioprotection. Ce bilan consolide et analyse l'ensemble des mesures effectuées entre juin 2011 et décembre 2014 par les membres du Réseau national de mesure de la radioactivité dans l'environnement (RNM) : l'IRSN, à travers son dispositif opérationnel de surveillance radiologique sur l'ensemble du territoire, et les divers acteurs publics et privés (exploitants d'installations nucléaires, collectivités locales, associations, ONG...). Le bilan 2011-2014 présente, pour la première fois, des évaluations de l'exposition de la population aux rayonnements ionisants fondées sur les résultats des mesures environnementales et propose une mise en perspective des mesures réalisées.

Ce bilan montre notamment que les niveaux de radioactivité mesurés aux environs des sites nucléaires restent bas et contribuent très faiblement à l'exposition annuelle des Français, les doses maximales calculées étant largement inférieures à celles qui sont associées à la radioactivité naturelle.

S'agissant des dépôts atmosphériques consécutifs à l'accident de Fukushima, ils ont été de 500 à plus de 1 000 fois inférieurs à ceux mesurés immédiatement après l'accident de Tchernobyl et leur influence n'est plus mesurable depuis mi-2011.



BASSIN VERSANT DE LA DORDOGNE : UN CONSTAT PILOTE POUR LA SURVEILLANCE RADIOLOGIQUE DES ANCIENS SITES MINIERES

L'IRSN déploie une nouvelle approche pour la surveillance radiologique des 250 anciens sites miniers d'uranium exploités entre 1948 et 2001 dans 27 départements français. Il a choisi le bassin versant de la Dordogne, qui concentre à lui seul 23 sites, pour réaliser un constat pilote.

Un premier état des lieux a privilégié la surveillance des écoulements d'eau, voies de transfert majeures des radionucléides. L'IRSN a établi une cartographie de la distribution des concentrations d'uranium et de radium 226 sur ce territoire à partir de 93 prélèvements d'eau, de sédiments ainsi que de végétaux aquatiques et d'une analyse des denrées alimentaires produites localement.

Le constat montre l'absence d'impact perceptible des anciens sites miniers sur l'environnement à l'échelle du bassin versant, dès lors que l'on s'éloigne des zones directement exploitées. Au titre de sa politique d'ouverture à la société, l'IRSN a impliqué des acteurs locaux dans l'élaboration du plan d'échantillonnage de l'étude et organisé des réunions de restitution des résultats.

→ **250** anciens sites miniers d'uranium sont concernés par la surveillance radiologique

EXPERTISE CONCERNANT DES REJETS ANCIENS DE PLUTONIUM DANS LA LOIRE

Deux réacteurs de la centrale de Saint-Laurent-des-Eaux A (Loir-et-Cher) ont subi des accidents qui ont conduit à la fusion d'éléments de combustible : le réacteur «SLA1», le 17 octobre 1969, et le réacteur «SLA2», le 13 mars 1980. De plus, en avril 1980, l'éclatement du conteneur d'un élément de combustible dans une piscine d'entreposage a occasionné une contamination importante de l'eau de la piscine. Après un traitement par filtration, cette eau a été rejetée dans la Loire.

L'IRSN, en collaboration avec l'université de Tours, a prélevé une archive sédimentaire dans les berges de la Loire, en aval d'Angers. Son analyse a montré des élévations de la concentration du plutonium pour les années 1969 et 1980 qui correspondent aux deux accidents intervenus sur la centrale de Saint-Laurent-des-Eaux.

Utilisant cette approche, l'IRSN a conçu le projet Archéo qui contribuera à reconstruire l'histoire de l'impact radiologique environnemental de l'industrie nucléaire à partir d'une analyse des archives sédimentaires de tous les grands fleuves : Loire, Rhône, Rhin, Garonne, Meuse, Moselle et Seine.

AGRÉMENT DES LABORATOIRES DE MESURE DE LA RADIOACTIVITÉ : SIX EXERCICES D'INTERCOMPARAISON

La qualité des mesures réalisées par les laboratoires du Réseau national de mesure de la radioactivité de l'environnement (RNM) est déterminante pour la surveillance des niveaux de radioactivité dans l'environnement. Au titre de son concours aux pouvoirs publics et de son soutien opérationnel au RNM, l'IRSN pilote et met en œuvre des exercices périodiques d'inter-comparaison auxquels sont soumis les laboratoires dans le cadre de leurs demandes d'agrément. Ces exercices confrontent les résultats des analyses des laboratoires à une valeur de référence, déterminée par l'IRSN, sur des échantillons identiques de matrices variées (eaux, sols, filtres, lait, végétaux...).

En 2016, l'IRSN a organisé cinq exercices pour 74 laboratoires postulant pour un agrément RNM et un exercice pour 13 laboratoires du réseau de la DGAL et de la DGCCRF. Leur déroulé suit une procédure accréditée par le Comité français d'accréditation (Cofrac) et s'appuie sur un site Web dédié (Cilei).

En vigueur depuis 2003, ces essais contribuent à l'amélioration continue de la qualité des mesures.

COLLABORATION INTERNATIONALE DE RECHERCHE EN RADIOÉCOLOGIE À TCHERNOBYL

Les 30 et 31 août 2016, l'IRSN a participé à un séminaire organisé en Ukraine par le consortium international COMET (*Coordination and Implementation of a Pan-European Instrument Radioecology*), dont il est membre, sur le thème : « 30 ans après l'accident de Tchernobyl, que savons-nous des effets des rayonnements ionisants sur l'environnement ? ».

L'événement réunissait des chercheurs, des experts, des organismes de réglementation, ONG et médias. Il a été l'occasion de faire un bilan des recherches en radioécologie effectuées depuis plusieurs décennies dans la zone d'exclusion de Tchernobyl et portant sur les effets des expositions chroniques aux rayonnements ionisants chez les espèces non humaines.

L'IRSN participe à l'ensemble des travaux du **projet de recherche COMET lancé en août 2013, pour une durée de quatre ans, et associant 13 organismes de 10 pays européens ainsi que l'Ukraine et le Japon. L'Institut coordonne plus spécifiquement les recherches portant sur l'étude des effets des faibles doses.** Plusieurs enseignements ont été tirés de ce séminaire, dont l'apport indéniable des études *in situ* portant une attention particulière à la caractérisation des doses totales absorbées par les organismes ou encore la nécessité d'avoir accès aux données sur les effets.

NOUVEAU PORTAIL WEB POUR LE RNM

Le Réseau national de mesure de la radioactivité de l'environnement (RNM), dont l'IRSN assure la gestion, a mis à disposition du public **une version rénovée de son site Web.** Ce réseau, dont le comité de pilotage est présidé par l'ASN, centralise l'ensemble des données de surveillance de la radioactivité de l'environnement en France et s'assure de leur qualité et de leur harmonisation.

Le site www.mesure-radioactivite.fr rend accessibles à tous, depuis 2010, les 300 000 mesures de radioactivité réalisées annuellement par les acteurs publics et privés du réseau.

Initiative unique en Europe, cet espace de navigation permet à chacun d'appréhender la surveillance de la radioactivité autour de son lieu de vie et d'en suivre l'évolution dans le temps.

La nouvelle version du site, plus ergonomique, propose une navigation « guidée » avec une approche par territoire pour le grand public. Il donne accès à une sélection de 15 types de mesures les plus représentatives de l'état radiologique de l'environnement. Un chemin de consultation « avancé », destiné à un public plus averti, donne accès à l'ensemble des données de la base. Il permet de faire ses propres recherches et exports en s'appuyant sur les 1300 combinaisons de mesures du site (nature du prélèvement, radionucléides et unités de mesure).



FOCUS

ÉTAT DES LIEUX DE LA RÉMANENCE DE LA RADIOACTIVITÉ LIÉE AUX ESSAIS ET ACCIDENTS NUCLÉAIRES

Trente ans après Tchernobyl, l'IRSN a évalué l'incidence résiduelle des retombées de cet accident et des essais aériens d'armes nucléaires sur l'exposition des habitants des territoires de l'Hexagone les plus affectés (les zones concernées des Vosges, du Jura, des Alpes du Sud, des Pyrénées et de l'est de la Corse). L'Institut a mesuré l'activité d'échantillons prélevés en 2013 et 2014 dans les sols, les sédiments et les denrées de ces zones de rémanence ainsi que le débit

de dose dans l'air ambiant. Le constat radiologique que l'IRSN a publié en 2016, « Rémanence de la radioactivité d'origine artificielle », indique que l'exposition externe due à la rémanence des retombées anciennes est quasi exclusivement liée au césium 137 des retombées de Tchernobyl, alors que l'exposition interne par ingestion de denrées est en général liée aux essais nucléaires *via* l'incorporation de strontium 90. Les doses reçues par la population du fait de l'incorporation de ce radionucléide sont cependant extrêmement faibles. Quant aux doses dues au césium 137, elles ne deviennent non négligeables que pour les « gros » consommateurs de champignons et de gibiers, chez qui elles peuvent atteindre 0,5 millisievert/an.

RADON ET SITES POLLUÉS

Pour sensibiliser les personnes du public aux risques associés au radon, l'IRSN a engagé depuis plusieurs années une démarche pluraliste qui implique les acteurs locaux – institutionnels, professionnels – visant à encourager les personnes concernées à mesurer la présence de ce gaz radioactif naturel cancérigène en vue d'agir sur sa concentration. L'IRSN réalise par ailleurs des études d'impact d'activités industrielles, présentes ou passées, sur l'environnement et les populations.

CAMPAGNE RADON EN HAUTE-VIENNE

Gaz radioactif polluant de l'air intérieur, le radon constitue la deuxième cause de cancer du poumon après le tabac. Naturellement présent dans l'ensemble du territoire national, il concerne plus particulièrement les régions au sous-sol granitique.

Dans le cadre de sa démarche d'accompagnement des territoires pour la gestion du risque lié au radon, l'IRSN a lancé, à la fin de 2015, un programme pilote dans deux communautés de communes de Haute-Vienne, département particulièrement exposé au radon. Cette démarche partenariale de près de deux ans, intitulée « Radon : changeons d'air, relevons le défi », propose un accompagnement global aux habitants : mesure du radon, recherche et mise en place d'actions de réduction des concentrations, mise en contact avec des artisans pour réaliser les travaux, mesures de contrôle. L'initiative a débuté par une campagne de distribution gratuite d'un kit de mesure aux habitants intéressés des 15 communes participantes. 811 personnes se sont déplacées en mairie pour récupérer leurs dosimètres.

→ **811** personnes se sont déplacées en mairie pour récupérer des kits de mesure du radon dans le cadre du programme pilote en Haute-Vienne

En mai, l'IRSN a informé chaque foyer participant, de façon individuelle et confidentielle, des concentrations en radon mesurées dans son logement. Les habitants qui le souhaitaient ont ensuite bénéficié des conseils et de l'accompagnement proposés par l'Institut et le lycée des métiers du bâtiment de Felletin afin de diminuer leur exposition au radon et d'évaluer l'efficacité des actions mises en œuvre.

Le programme s'achèvera mi-2017, date à laquelle l'IRSN fera un retour d'expérience de cette initiative, innovante par la diversité des outils et formes d'accompagnement déployés et originale par son parti pris de mettre les citoyens au cœur de la gestion du risque lié au radon.



APPUI À LA DREAL PAYS DE LA LOIRE DANS LE CADRE DE LA CAMPAGNE STÉRILES MINIERES

Dans le cadre de l'action nationale de recensement des stériles miniers provenant des mines d'uranium utilisés dans le domaine public, la campagne de mesures du radon mise en œuvre par Areva a notamment permis d'identifier des bâtiments présentant des concentrations très élevées en radon. **En appui à une demande de la Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (Dreal) des Pays de la Loire, l'IRSN a été chargé, en juin 2016, de réaliser des contre-expertises dans plusieurs habitations situées dans les communes de Mortagne-sur-Sèvre (Vendée) et de Saint-Germain-sur-Moine (Maine-et-Loire)** dans lesquelles des concentrations très élevées en radon avaient été relevées par Areva. Ces interventions avaient pour objectif de préciser l'origine de la présence de radon. Elles s'inscrivent plus généralement dans le cadre de l'action nationale de recensement des stériles miniers utilisés dans le domaine public et de l'appui apporté par l'IRSN aux pouvoirs publics pour la gestion de l'exposition au radon dans les zones présentant un risque plus particulièrement élevé.

EXPERTISE DANS LE CADRE DE LA RECONVERSION DU SITE DE VAUJOURS

Depuis deux ans, l'IRSN apporte un appui à l'ASN et aux préfets des départements concernant le projet de reconversion du fort de Vaujours (Seine-Saint-Denis et Seine-et-Marne) utilisé, entre 1955 et 1997, par la Direction des applications militaires du CEA pour des expérimentations sur des explosifs et sur le comportement dynamique de matériaux soumis à un choc. Certaines d'entre elles ont mis en œuvre des composés d'uranium naturel ou appauvri. Le projet de reconversion du site, porté par la société Placoplatre, prévoit l'exploitation de la formation de gypse située sous l'emprise de l'ancien fort, et donc les éventuels assainissement et déconstruction des superstructures et infrastructures présentes.

En 2014-2015, l'IRSN avait examiné deux phases de travaux relatives à la démolition des 250 bâtiments existants. **En 2016, il a analysé les modalités d'exécution des travaux envisagés sur des canalisations enterrées d'une partie du site.** Il a estimé que la stratégie globale de contrôle radiologique retenue par l'exploitant permettra, dans son principe, de vérifier l'absence d'une contamination résiduelle dans ces canalisations après lavage ainsi que dans les effluents issus de ce lavage. Toutefois, l'IRSN a identifié des besoins de compléments et de précisions pour la mise en œuvre opérationnelle de cette stratégie. Enfin, il a considéré que les dispositions prévues par l'exploitant pour la gestion des gravats de canalisation sont satisfaisantes du point de vue de la réglementation.

EXPERTISE CONCERNANT L'IMPACT DU STOCKAGE DES BOUES ROUGES À GARDANNE

À la demande de la Direction générale de la prévention des risques (DGPR), l'IRSN a réalisé une expertise de l'étude de l'impact radiologique, sur les populations avoisinantes, du stockage de résidus de traitement de bauxite situé à Mange-Garri près de Gardanne (Bouches-du-Rhône). Suite à la modification des autorisations de rejets en mer de l'usine Altéo de Gardanne, ces résidus doivent désormais être entreposés à terre dans une installation dédiée. Compte tenu de la radioactivité naturelle qu'ils contiennent et du risque d'envol de poussières lors de leur mise en dépôt, le stockage a suscité des questions sur les risques pour le public.

Dans un premier temps, l'IRSN a examiné l'évaluation produite par l'industriel. Cet examen a conduit à confirmer **le faible enjeu radiologique associé au site et à relever les lacunes des modèles utilisés pour évaluer l'impact.** Afin de compléter son analyse, l'IRSN a ensuite contribué à l'acquisition de nouvelles données dans le cadre d'une campagne de mesures pilotée par le BRGM. Bien que la durée réduite de la campagne n'ait pas permis de réunir les conditions d'empoussièrement représentatives de l'ensemble des conditions météorologiques pouvant affecter le site, les résultats des analyses effectuées confirment les premières conclusions de l'Institut. Les résultats de l'expertise menée par l'IRSN ont été présentés devant la commission de suivi du site Altéo le 26 septembre 2016.

RADIOPROTECTION DES TRAVAILLEURS

L'IRSN assure la centralisation au niveau national des données du suivi de l'exposition des travailleurs aux rayonnements ionisants. En outre, il établit annuellement un bilan des expositions professionnelles selon les grands domaines d'activité. Il a participé, en 2016, dans le cadre de la transposition en droit français de la directive européenne Euratom relative aux normes de base en radioprotection, aux travaux visant à améliorer le dispositif réglementaire de surveillance radiologique des travailleurs.

BILAN DE L'EXPOSITION PROFESSIONNELLE



386 070

travailleurs suivis (+1,7 % par rapport à 2014)



0,17 → 2

millisievert en moyenne d'exposition externe individuelle (0,16 mSv en 2014)

cas de dépassement de la limite réglementaire de 20 mSv enregistrés (9 cas en 2014)

Expositions par secteur d'activité (moyennes)



Dans le cadre de ses missions de veille permanente en matière de radioprotection et d'appui aux pouvoirs publics, l'IRSN assure le suivi des expositions professionnelles aux rayonnements ionisants. Le bilan 2015 concerne l'ensemble des secteurs d'activité soumis à un régime d'autorisation ou de déclaration.

TRANSPPOSITION DE LA DIRECTIVE 2013/59/EURATOM

L'IRSN participe activement aux travaux réglementaires de transposition en droit français de la directive européenne du 5 décembre 2013 relative aux normes de base en radioprotection. En 2016, ses activités d'appui technique aux autorités en charge de cette transposition se sont développées, dans le prolongement des travaux réalisés en 2014 et 2015.

L'IRSN a ainsi activement contribué, en relation avec la Direction générale du travail (DGT), l'ASN et des représentants des industriels et du monde associatif, à la **révision réglementaire du Code de la santé publique et à celle du Code du travail**, qui a mobilisé de nombreuses ressources de l'Institut. La mission de l'Institut consistait à **intégrer de nouvelles exigences : abaissement de la limite de dose équivalente au cristallin, abaissement du niveau de référence de la concentration de radon dans l'air, évolution de la notion de PCR** (personne compétente en radioprotection)...

Les objectifs étaient une simplification de la réglementation et une meilleure articulation des dispositions de protection contre les rayonnements ionisants avec celles de droit commun du Code du travail.

Cette contribution importante se poursuivra par la participation de l'IRSN à la rédaction des arrêtés d'application du décret de transposition, l'ensemble des travaux devant être achevé à la fin de 2017.



ANIMATION DE LA PLATEFORME D'HARMONISATION DE LA SURVEILLANCE DOSIMÉTRIQUE DES TRAVAILLEURS EN EUROPE

La surveillance dosimétrique individuelle est le moyen d'objectiver les niveaux d'exposition des travailleurs exposés aux rayonnements ionisants et d'évaluer l'efficacité des dispositifs de radioprotection. Jusqu'alors, les pratiques de surveillance pouvaient varier d'un État à l'autre de l'Union européenne.

Dans le cadre de ses travaux sur la nouvelle directive européenne 2013/59/Euratom, la Commission européenne a confié à l'IRSN le **développement d'une plateforme européenne d'harmonisation des pratiques**. Dénommée «ESOREX-Platform», elle a pour vocation de favoriser les échanges entre les États membres sur les dispositions réglementaires, les pratiques de surveillance individuelle et les statistiques nationales d'exposition professionnelle publiées sous un même format. **Vingt-deux pays européens ont adhéré à cette plateforme dont l'Institut assure la maintenance technique et l'animation.**

Parmi eux, 14 pays ont déjà fourni des informations sur les modalités de suivi des travailleurs exposés et 11 ont saisi des statistiques nationales d'exposition. La totalité du contenu de cette plateforme est accessible aux experts nationaux de la surveillance des expositions professionnelles désignés tandis qu'une partie du contenu est publique⁴.

⁴. <https://esorex-platform.org>

NOUVEAU PORTAIL CLIENTS POUR LE LABORATOIRE DE DOSIMÉTRIE DE L'IRSN

Le laboratoire de dosimétrie de l'IRSN propose à **24 000 entreprises et professionnels de secteurs d'activité variés, des services de suivi dosimétrique passif conformes aux exigences de la réglementation**, dans un contexte de marché très concurrentiel.

En 2016, **le laboratoire a emménagé dans un nouveau bâtiment du site IRSN du Vésinet (Yvelines)**. Il a également enrichi les fonctionnalités de son portail Internet clients déployé en 2015. Ses clients peuvent désormais réaliser en ligne l'ensemble des actions nécessaires à la gestion de leur dosimétrie passive. Ils disposent, en particulier, **d'outils reconstituant des historiques** permettant d'optimiser les futures expositions de leurs salariés et d'accéder, de façon dématérialisée et sécurisée, aux résultats dosimétriques.

Le laboratoire de dosimétrie conduit d'autres projets destinés à accroître la satisfaction de ses clients : le lancement d'un outil de gestion de la relation client visant à renforcer l'efficacité de l'action commerciale et du support, l'amélioration de l'administration des ventes et des chaînes de production et l'extension à l'ensemble de ses processus de mesure de son accréditation par le Cofrac.

EFFETS DES EXPOSITIONS CHRONIQUES

Les expositions chroniques d'organismes vivants aux rayonnements ionisants font l'objet de recherches spécifiques afin de caractériser les mécanismes biologiques qu'elles induisent en vue de quantifier les risques associés pour l'homme et l'environnement. L'IRSN est largement impliqué dans la construction de plateformes et de projets communs à l'échelle européenne sur ce sujet.

MISE EN SERVICE DE L'INSTALLATION MICADO-LAB

L'IRSN est largement impliqué dans des projets de collaboration internationaux pour **l'étude des mécanismes biologiques résultant d'une exposition chronique d'organismes vivants à de faibles doses. Dans ce cadre, l'Institut développe des plateformes d'irradiation, comme l'installation MICADO-Lab** implantée sur le site de Cadarache (Bouches-du-Rhône).

Au cœur de cette installation, un irradiateur utilisant du césium 137 permet d'exposer divers modèles biologiques non humains, dont des animaux vertébrés ou invertébrés et des cellules en culture, à un champ photonique dans une gamme de débits de dose allant de 5 $\mu\text{Gy/h}$ à 100 mGy/h .

Associé à des laboratoires d'élevage d'organismes de référence en éco-toxicologie (poissons, nématodes, microcrustacés) et à des laboratoires de biologie cellulaire et moléculaire, cet irradiateur constituera une plateforme de référence. Il permet de simuler des expositions environnementales, en conditions contrôlées, et d'en déterminer les conséquences induites à plusieurs échelles, allant des effets moléculaires jusqu'aux effets sur la physiologie des organismes ou aux effets transgénérationnels.

MICADO-Lab est accessible depuis janvier 2017 aux équipes de recherche de l'IRSN ainsi qu'à la collaboration scientifique nationale et internationale, notamment dans le cadre des recherches menées au sein des projets européens.



ÉTUDE SUR L'EXPOSITION CHRONIQUE À FAIBLES DOSES DE SOURIS PRÉDISPOSÉES À L'ATHÉROSCLÉROSE

Dans le cadre de ses recherches, l'IRSN conduit des **études sur l'effet des expositions chroniques à faible dose et faible débit de dose** (contamination par le césium 137 ou irradiation externe par les rayonnements γ). Les résultats obtenus sur un modèle de souris prédisposées à développer de l'athérosclérose ont mis en évidence une réponse dite de «radio-adaptation». Ils indiquent en effet **qu'une irradiation à faible dose et faible débit de dose pendant huit à neuf mois stimule les systèmes antioxydants et anti-inflammatoires de défense de l'organisme**, limitant ainsi l'évolution de l'athérosclérose.

De premières études menées *in vitro* sur des cellules d'aorte humaine montrent la mise en place de cette même réponse adaptative.

Ces résultats suggèrent que, pour des gammes de doses inférieures au Gy et des débits de dose très faibles ($\mu\text{Gy/h}$), les mécanismes impliqués dans le fonctionnement du système vasculaire et plus particulièrement dans la pathologie athéromateuse sont différents des mécanismes décrits pour des expositions à de fortes doses (quelques dizaines de Gy) et à de forts débits de doses (quelques Gy/h).

TRAVAUX SUR LA COMPRÉHENSION DES MÉCANISMES ÉCOTOXIQUES DU CÉSIMUM

Dans le cadre des études qu'il mène pour mieux comprendre les mécanismes écotoxiques des radionucléides, l'IRSN a publié, en collaboration avec une équipe du CEA, les conclusions de travaux relatifs à l'identification des transporteurs responsables de l'entrée du césium dans les racines des plantes et de leur translocation aux parties aériennes.

Ces recherches, conduites depuis 2013, s'inscrivent dans un projet plus global, dénommé DEMETERRES (DEveloppement de Méthodes bio- et Eco-Technologiques pour la Remédiation Raisonnable des Effluents et des Sols) et coordonné par le CEA. Ce projet, soutenu par le programme d'investissements d'avenir pour la Recherche en sûreté nucléaire et en radioprotection (RSNR) et géré par l'ANR, vise à développer un ensemble de technologies innovantes de remédiation des sols et des effluents contaminés par

du césium et du strontium, en appui à une stratégie de réhabilitation après un accident nucléaire. Compte tenu des comportements proches du césium et du potassium, les travaux de l'IRSN ont combiné les connaissances moléculaires et fonctionnelles acquises sur les transporteurs racinaires du potassium et les cinétiques de transfert du césium en fonction de la nutrition en potassium de la plante.

Cette approche intégrée devrait permettre de proposer de nouvelles hypothèses sur les mécanismes moléculaires impliqués directement ou indirectement dans le transfert racinaire du césium.

PROTECTION DANS LE DOMAINE MÉDICAL

Mieux comprendre l'apparition des lésions radio-induites dans les tissus et les organes devrait permettre de définir des traitements mieux adaptés et plus efficaces des patients affectés par de telles lésions. Aussi, l'IRSN prend une part active à ces travaux et participe également à des projets visant à améliorer les techniques de dosimétrie utilisables à l'échelle nanométrique.

PREMIÈRES MANIPULATIONS SUR LA PLATEFORME SARPP

La radiothérapie stéréotaxique est utilisée depuis une dizaine d'années, notamment pour le traitement des petites tumeurs pulmonaires. Elle consiste à délivrer, par fractions, de fortes doses de radiation dans de petits volumes.

Pour caractériser les lésions tissulaires observées dans le volume irradié, mais également leurs répercussions sur le reste du poumon, l'IRSN s'est équipé d'une plateforme de recherche SARPP (*Small Animal Radiation Research Platform*), qui est un système de micro-irradiation de petits animaux guidée par l'imagerie par scanner.

Le travail conjoint des physiciens et des biologistes sur cette plateforme a permis de modéliser une irradiation pulmonaire stéréotaxique chez la souris et de réaliser des images par scanner. Ces dernières ont pu être utilisées pour définir le volume à irradier et planifier les conditions dans lesquelles la dose est délivrée en fonction de la nature des différentes structures traversées par les rayons.

VERS UNE DOSIMÉTRIE PERSONNALISÉE DANS LE TRAITEMENT DE CANCERS PAR ALPHATHÉRAPIE

Les émetteurs alpha comptent au nombre des nouveaux radiopharmaceutiques administrés en médecine nucléaire pour le traitement des cancers. Ils présentent l'avantage, par rapport aux émetteurs bêta jusqu'alors utilisés (iode 131, strontium 89...), de délivrer une plus grande quantité d'énergie sur un faible parcours. Ils sont donc plus cytotoxiques pour les cellules tumorales, tout en limitant l'irradiation non désirée des tissus sains.

Le radium 223 est le premier radiopharmaceutique émetteur alpha à avoir obtenu, en 2013, une autorisation de mise sur le marché à l'échelle européenne, confirmant l'intérêt suscité par l'alphathérapie. Afin d'optimiser les doses reçues par les patients dans le cadre de l'utilisation

de cette technique innovante, l'IRSN développe des méthodes et outils permettant notamment de prendre en compte les données anatomiques et fonctionnelles du patient et de définir une dosimétrie personnalisée, optimale. **L'Institut a adapté, en collaboration avec l'hôpital européen Georges-Pompidou, le protocole d'imagerie de fixation du radium 223 afin d'optimiser le calcul de dose et d'aider à l'établissement des doses de tolérance maximales.**

Ce protocole d'imagerie a été accepté dans le cadre de l'essai clinique multicentrique EIFFEL (HEGP, Cochin, IGR, Caen, Bordeaux) de phase I/II dédié au traitement par le radium 223 des métastases osseuses du cancer rénal.

ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE DE LA TOMOSYNTÈSE

La tomosynthèse est une technique récente d'imagerie du sein qui a pour principal intérêt de s'affranchir de la superposition des tissus. Cette technique permettrait ainsi un gain en sensibilité par rapport à la mammographie pour la détection des cancers du sein. De ce fait, elle suscite un grand intérêt de la part des professionnels, étant d'ores et déjà utilisée en France bien que sa place et son indication clinique ne soient pas encore clairement définies.

Afin de nourrir les réflexions du Comité technique et de prospective sur le dépistage du cancer du sein et d'apporter un appui à l'Institut national du cancer, **l'IRSN a réalisé et publié une étude bibliographique sur les performances de cette technique innovante d'imagerie médicale.**

L'IRSN a formulé des recommandations à l'attention des professionnels de santé et des autorités afin d'encadrer la diffusion de cette technique en France, qui nécessite d'accorder une attention particulière à la conception et au contrôle de qualité des installations de tomosynthèse, à l'exposition radiologique du sein et à la qualité de l'image obtenue. Ces recommandations portent en particulier sur la caractérisation des doses délivrées à la glande mammaire et sur la mise en place, par l'Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé, d'un contrôle de qualité réglementaire des installations.

BILAN NRD 2013-2015 DE LA DOSIMÉTRIE EN IMAGERIE MÉDICALE

L'IRSN a publié en 2016 son cinquième bilan portant sur **l'analyse des données dosimétriques transmises par les professionnels de l'imagerie médicale pour les années 2013 à 2015**, en application de la réglementation relative aux niveaux de référence diagnostiques (NRD).

Ce bilan permet d'évaluer les pratiques au niveau national et de proposer des évolutions de la réglementation sur les NRD. Il montre, dans la continuité du bilan relatif aux années 2011-2012, que les doses délivrées aux patients diminuent pour l'ensemble des examens de radiologie conventionnelle, de scannographie et de médecine nucléaire, respectivement de 10 %, 15 % et 3 %.

Ce constat sur l'évolution des pratiques nationales a conduit l'IRSN à **préconiser une baisse des valeurs de NRD pour l'adulte et pour la quasi-totalité des examens.**

Par ailleurs, il ressort du rapport de l'IRSN que le niveau des doses reçues par les patients en radiologie interventionnelle en fait un domaine à inclure dans le dispositif des NRD. D'autre part, les examens radiopédiatriques restent un domaine pour lequel les données sont quasiment inexistantes, justifiant une action conjointe actuellement menée par l'IRSN avec les radiopédiatres en vue de recueillir des données et de mettre à jour les NRD correspondants.





ROSIRIS : POINT D'ÉTAPE À L'OCCASION DE L'ÉVALUATION SCIENTIFIQUE

Le programme pluridisciplinaire ROSIRIS, débuté en 2010, a pour objectif **d'améliorer les connaissances biologiques sur les complications des radiothérapies par une approche intégrant des compétences de micro et de nano-dosimétrie, de radiobiologie, de biologie des systèmes et de radiopathologie.**

En 2016, le programme ROSIRIS a été soumis à un processus d'évaluation scientifique selon la méthode proposée au HCERES par l'instance d'évaluation externe de l'IRSN.

À ce jour, ce programme a permis d'acquérir de nouvelles connaissances sur les mécanismes d'initiation et de progression des complications des radiothérapies et permettra à terme d'améliorer les modèles d'évaluation des risques. La démarche mise en œuvre vise à relier étape par étape le dépôt d'énergie initial aux effets biologiques les plus tardifs.

Une nouvelle modélisation à plusieurs échelles de la molécule d'ADN permet de simuler l'ensemble des cassures de l'ADN directement ou indirectement induites par le dépôt d'énergie. L'ensemble du processus de la simulation a été validé à travers sa capacité à reproduire des résultats expérimentaux.

Ces données ont été organisées pour construire des réseaux d'interactions et identifier les acteurs importants des effets biologiques observés. L'objectif est de faire un lien direct entre la fonction (ou la dysfonction) observée et l'acteur mis en évidence par modélisation.

À l'aide de trois modèles de souris transgéniques différents, il a été démontré l'implication d'acteurs moléculaires clés dans l'évolution des lésions digestives radio-induites.

CRISE ET SITUATIONS POST-ACCIDENTELLES

Apporter aux pouvoirs publics un appui technique réactif et opérationnel dans un contexte de crise est l'une des missions de l'IRSN. Expert public des risques radiologiques et nucléaires, l'Institut a un rôle bien défini au sein du plan national de réponse à un accident nucléaire ou radiologique majeur : il est chargé de l'évaluation des risques et du pronostic d'évolution de l'accident.

L'IRSN contribue à l'élaboration de recommandations pour la protection des personnes et de l'environnement. À ces fins, il a mis en place de longue date une organisation qu'il teste régulièrement et qu'il fait évoluer, s'appuyant sur un vivier de personnes spécifiquement formées et des moyens permettant de faire face à une situation d'urgence.

QUELQUES CHIFFRES CLÉS



5

exercices nationaux de crise nucléaire concernant les installations intéressant la défense

8

exercices nationaux de crise nucléaire hors activités intéressant la défense



2

évaluations de dose d'exposition aux rayonnements ionisants par dosimétrie biologique



8

réunions impliquant l'IRSN dans le cas des travaux du Codirpa consacré au postaccidentel



0

gréement réel du centre technique de crise

PRÉPARATION AUX SITUATIONS DE CRISE

En cas d'incident ou d'accident, l'IRSN apporte un appui aux pouvoirs publics et propose aux autorités de sûreté des mesures d'ordre technique, sanitaire et médical propres à assurer la protection des populations et de l'environnement de la zone concernée. Les équipes de l'Institut s'y préparent, notamment à travers des exercices nationaux et internationaux.

DEUX BREVETS POUR AMÉLIORER LA MESURE PAR ANTHROPORADIOMÉTRIE

En tenant compte notamment du retour d'expérience de l'accident de Fukushima, l'IRSN a développé deux outils de mesure de contamination corporelle interne répondant à des besoins jusqu'alors non couverts, pour lesquels il a déposé deux brevets en 2016.

À Fukushima, la mesure de la contamination thyroïdienne chez les enfants n'a pas été bien maîtrisée car les détecteurs utilisés étaient étalonnés avec un fantôme thyroïdien de taille adulte. L'IRSN a donc développé les fantômes FANTHY (fantômes de thyroïde de différentes tailles) fabriqués par impression 3D. Représentant les volumes thyroïdiens à différents âges, ces derniers permettent de réaliser un étalonnage plus rigoureux des systèmes de détection, donc des estimations plus précises du risque sanitaire chez les enfants en cas d'exposition à l'iode radioactif.

Le second outil, dénommé PORTIK, est un nouveau dispositif portable de mesure de la contamination interne qui permet de réaliser des mesures anthroporadiométriques pour des personnes à mobilité réduite, en civière ou en fauteuil roulant.

NOUVELLES AVANCÉES DANS LA RPE, UNE TECHNIQUE DE DOSIMÉTRIE RAPIDE

La caractérisation des expositions et l'évaluation des doses reçues sont des points clés pour la prise en charge des victimes d'un accident radiologique. La spectroscopie par résonance paramagnétique (RPE) fait partie des techniques mises en œuvre par l'IRSN pour apporter une réponse adaptée à ces besoins. Elle permet d'estimer la dose générée par les rayonnements ionisants dans des matériaux en quantifiant les radicaux libres produits, dont le nombre est proportionnel à la dose.

La RPE ayant fait ses preuves dans le cadre de nombreuses expertises, l'IRSN mène des recherches qui permettent d'élargir régulièrement son champ d'application. Au cours des cinq dernières années, l'Institut a ainsi mis au point de nouveaux protocoles très peu invasifs pour les victimes, permettant d'estimer les doses reçues à partir de prélèvements d'ongles ou de quelques milligrammes d'émail dentaire.

Ainsi, en 2016, la capacité de mesure sur les biopsies d'émail dentaire a été évaluée : elle s'élève à 120 échantillons mesurés en une journée par une personne, avec un taux de classification correct de 93 % dans la gamme des doses 0-1 Gy et de 100 % pour les doses supérieures à 2 Gy. Par ailleurs, des recherches ont été menées visant à identifier les espèces radicalaires utilisées pour la dosimétrie sur les ongles, dans le but d'optimiser les protocoles pour isoler la composante radio-induite parmi les différentes composantes du signal.

Ces évolutions, permettant des temps d'analyse plus courts, augmentent donc considérablement les capacités de mesure de l'IRSN en cas d'accident.

RENFORCEMENT DES MOYENS D'ÉVALUATION DES RISQUES RADIOLOGIQUES

Afin d'optimiser son appui opérationnel aux pouvoirs publics, l'IRSN a renforcé ses moyens d'évaluation des risques radiologiques en situation de crise dans le cadre de sa démarche et de ses actions de préparation à la gestion de crise.

Le lancement de **l'évaluation d'outils embarqués pour la caractérisation des territoires impactés**, d'une gamma-caméra permettant de localiser les points de forte contamination au sol ainsi que de drones capables de fournir des images et des vidéos d'une zone accidentée difficilement accessible est en cours. Ces moyens participent aux réponses attendues par les pouvoirs publics et les préfets concernés, soucieux de disposer d'une connaissance aussi précise que possible de la situation radiologique pour décider des mesures de protection de la population.

L'IRSN a, par ailleurs, entrepris **la rénovation des moyens de communication à disposition de ses équipes de terrain**. Un véhicule spécialisé dans les transmissions constitue l'élément central du nouveau dispositif. Équipé de technologies performantes (antenne satellite, 3G/4G, WIFI, radio), ce véhicule renforcera les capacités de liaison avec le centre technique de crise (CTC) de l'IRSN implanté à Fontenay-aux-Roses.

FORTE CONTRIBUTION AUX TRAVAUX DU PLAN GOUVERNEMENTAL D'INTERVENTION

Le ministère de l'intérieur a élaboré un guide, paru en 2014, destiné à faciliter la déclinaison zonale et départementale du plan national de réponse à un accident nucléaire ou radiologique majeur.

L'IRSN a apporté, en 2016, son appui au ministère auprès des préfetures de zone qui coordonnent la déclinaison du plan à leur niveau. L'Institut a également contribué à la poursuite des travaux de planification et d'amélioration de la réponse à un accident nucléaire, voulue par le gouvernement et concrétisée par la mise en œuvre d'une feuille de route qui accompagne le plan national.

L'IRSN a apporté son expertise aux pouvoirs publics pour 10 des 12 actions de la feuille de route coordonnée par le Secrétariat général de la défense et de la sécurité nationale (SGDSN). Il a réalisé des études indispensables aux travaux inter-ministériels, notamment dans le cadre du réexamen des mesures de protection des populations en cas d'accident nucléaire en phase d'urgence, ou de l'évolution de la doctrine de gestion postaccidentelle.

10 / 12

des actions de la feuille de route coordonnée par le SGDSN ont bénéficié de l'expertise de l'IRSN

> FOCUS

SIGNATURE D'UNE CONVENTION AVEC LE GIP SOURCES HA

Le groupement d'intérêt public GIP Sources HA organise la reprise et l'élimination des sources scellées usagées de haute activité. Il a été créé en 2009 par le CEA et CisBio International pour gérer, dans les meilleures conditions de sûreté et de sécurité, les sources scellées sans emploi fabriquées ou fournies par ces deux industriels en France et à l'étranger. Afin de mener à bien cette mission répondant notamment à un engagement de la France lors des

sommets de sécurité de Washington et de Séoul, le GIP a souhaité mettre en place une collaboration avec l'IRSN. La convention a été signée entre les deux parties en avril 2016 et permettra à l'Institut d'apporter son expertise technique au GIP. L'IRSN a déjà réalisé une première intervention dans le courant de l'été 2016 : il a expertisé des sources radioactives au Liban en vue de leur rapatriement en France.

PARTICIPATION À 12 EXERCICES NATIONAUX DE CRISE

Pour apporter aux pouvoirs publics un appui technique et opérationnel d'un haut niveau d'efficacité en situation de crise nucléaire ou radiologique, l'IRSN dispose, depuis plus de 20 ans, d'une organisation matérielle et humaine qu'il teste et fait évoluer régulièrement.

Au cours de l'année 2016, **son centre technique de crise (CTC) a été créé lors des 12 exercices nationaux de crise.** Ces exercices ont été l'occasion de vérifier la réactivité et la qualité des réponses apportées par l'Institut ainsi que l'efficacité de sa politique de gestion des compétences du vivier de ses équipiers de crise. De nouveaux équipiers sont en effet périodiquement recrutés et formés dans le cadre de «l'école de la crise» nouvellement créée au sein de l'Université interne de l'IRSN. La participation des équipes de crise de l'Institut à un nombre croissant d'exercices de crise nationaux organisés par les pouvoirs publics renforce leur entraînement, qui est complété par une participation à des exercices locaux organisés par certains industriels du nucléaire.

Au total en 2016, l'IRSN a participé à une vingtaine d'exercices nationaux et locaux. Il a également poursuivi son processus d'élargissement de la sensibilisation des salariés de l'Institut à la gestion de crise.



TRAVAUX SUR LE POSTACCIDENTEL

L'IRSN participe à l'élaboration de la doctrine française en matière de gestion de la phase postaccidentelle d'un éventuel accident nucléaire. À ce titre, il mène des travaux sur le retour d'expérience de la gestion postaccidentelle de l'accident de la centrale de Fukushima.

PARTICIPATION AU CODIRPA

L'IRSN est impliqué dans les travaux du Comité directeur pour la gestion de la phase postaccidentelle (Codirpa, piloté par l'ASN) d'un accident nucléaire, inscrits désormais dans la feuille de route du Plan national de réponse à un accident nucléaire ou radiologique majeur.

En 2016, l'Institut a participé à un groupe de travail, nommé GT «Déchets», lancé au début de l'année avec un mandat de deux ans en vue de définir des éléments de doctrine et de stratégie pour gérer les actions de réduction de la contamination dans les territoires impactés ainsi que pour la gestion des déchets générés. Ce GT s'appuie sur les travaux antérieurs du Codirpa et sur le retour d'expérience des accidents de Tchernobyl et de Fukushima.

Dans le cadre du GT «Implication des parties prenantes» du Codirpa, l'IRSN contribue à l'élaboration d'un recueil de bonnes pratiques de radioprotection à l'usage des populations qui pourraient être affectées par un accident nucléaire. Ce guide s'appuiera sur les travaux du programme ETHOS en Biélorussie, du Codirpa et du programme européen PREPARE ainsi que sur les documents distribués à la population japonaise à la suite de l'accident de Fukushima.

RETOUR D'EXPÉRIENCE DE L'ACCIDENT DE FUKUSHIMA-DAIICHI

Afin de tirer les enseignements de la gestion de l'accident japonais, il est nécessaire de réaliser une mise en perspective de la doctrine française de gestion de crise avec les réalités rencontrées au Japon. Entre autres contributions et afin d'apporter des éléments concrets à une possible évolution de la doctrine postaccidentelle, l'IRSN a initié une étude visant à confronter les actions recommandées par la doctrine française à la situation japonaise, en identifiant aussi bien les points forts que les faiblesses.

Cette étude a pour objectif de centraliser et de synthétiser les éléments de gestion de l'accident de Fukushima en support aux travaux sur la gestion de crise – phases d'urgence et postaccidentelles – menés d'une part par l'IRSN, d'autre part par les pouvoirs publics : actions de protection des populations, gestion de la consommation et de la commercialisation des denrées, gestion de la décontamination et des déchets, etc.

DIALOGUE CITOYENS-EXPERTS À FUKUSHIMA

C'est pour comprendre les questions que se posent les habitants dans leur vie quotidienne à la suite d'un accident que l'IRSN a participé de la fin de 2011 à la fin de 2015 à «l'initiative de dialogue pour la réhabilitation des conditions de vie dans la préfecture de Fukushima» lancée par la CIPR et des ONG japonaises. Douze rencontres ont permis à des acteurs locaux (agriculteurs, enseignants, parents d'élèves, municipalités, consommateurs...) de partager leurs expériences et de dialoguer avec des experts en radioprotection japonais et étrangers.

Afin de tirer les premières leçons pour la France, l'IRSN a mené une étude avec le CEPN, qui souligne l'importance de la dimension humaine et celle, cruciale, de l'accès à la mesure par les résidents eux-mêmes. Elle montre le rôle que les experts peuvent jouer, en se mettant au service des préoccupations des populations.

Afin de partager cette expérience et ces enseignements, l'Institut a coordonné la réalisation d'un web-documentaire trilingue mis en ligne en mars 2016. *Kotoba : dialogues à Fukushima retrace l'histoire de ces dialogues et réunit de nombreux témoignages des habitants.*

En octobre 2016, l'Institut a poursuivi ce type d'actions en prenant part à un nouveau dialogue organisé à Kawauchi en liaison avec l'université de Nagasaki.



EFFICIENCE

L'IRSN participe à la prévention des risques nucléaires et radiologiques, à leur détection et à la limitation de leurs éventuels effets, pour protéger la population et l'environnement.

POLITIQUES INTERNES

84

VALORISER LE POTENTIEL HUMAIN

86

UN INSTITUT RESPONSABLE

87

ORGANIGRAMME

90

INSTANCES DE GOUVERNANCE

90



POLITIQUES INTERNES

Valoriser le potentiel humain, assurer un fonctionnement efficace et responsable de l'Institut et poursuivre sa modernisation sont autant d'objectifs qui guident l'action des directions fonctionnelles de l'IRSN. Celle-ci s'inscrit dans une démarche de renforcement de la culture de pilotage et de développement de la programmation pluriannuelle sur l'ensemble des activités de l'Institut, en cohérence avec le plan à moyen terme (PMT 2016-2018) présenté au conseil d'administration en février 2016 régulièrement mis à jour.

MISE EN ŒUVRE DE LA GESTION BUDGÉTAIRE ET COMPTABLE PUBLIQUE

Destiné à améliorer la qualité financière et comptable des organismes publics, le décret du 7 novembre 2012 relatif à la gestion budgétaire et comptable publique (GBCP) est appliqué par l'IRSN depuis février 2016.

L'exécution des budgets publics s'exprime désormais en autorisations d'engagement (AE) et en crédits de paiement (CP) où seuls les engagements «fermes» consomment des autorisations d'engagement. Ce projet a pour principaux objectifs l'amélioration de la qualité financière et comptable, le renforcement de la culture de pilotage, l'amélioration de l'efficacité de la gestion et la rénovation des processus et de l'organisation des organismes publics. **Cette réforme a nécessité une importante refonte des processus et des outils en support à la gestion budgétaire de l'Institut, elle devrait à terme simplifier le suivi budgétaire.**

AMÉNAGEMENT DU TEMPS DE TRAVAIL : MISE EN PLACE DE L'HORAIRE VARIABLE INDIVIDUALISÉ ET DU FORFAIT JOUR

À la suite de l'accord sur l'aménagement du temps de travail signé fin 2015 avec les organisations syndicales, **l'IRSN a préparé durant l'année 2016 le déploiement d'un outil de badgeage, dans la perspective d'une mise en œuvre au 1^{er} janvier 2017.**

Le choix s'est porté sur une solution technique unique, installée sur les postes informatiques et disponible *via* intranet sur l'ensemble des sites, pour l'ensemble des collaborateurs de l'Institut.

Ce dispositif répond aux exigences réglementaires concernant le respect des temps de repos obligatoires.

En parallèle, des outils de suivi et d'analyse sont mis à la disposition des managers.



Les organisations syndicales ont été associées à la mise en œuvre pratique des modalités retenues, à travers des points réguliers lors des réunions du comité d'entreprise.

Une phase de test, réalisée en novembre auprès de 250 collaborateurs – opérationnels et fonctionnels – a permis d'effectuer des ajustements sur l'application et de répondre aux questions des salariés. Elle a permis également de détecter les situations particulières et notamment des particularités liées aux sites.

Un bilan trimestriel sera effectué avec les organisations syndicales, en 2017, afin d'analyser le retour d'expérience et de prendre les mesures qui s'avèreraient nécessaires.

TRAITEMENT DES FACTURES DÉMATÉRIALISÉES

Dans le cadre de son projet de modernisation budgétaire, financière et comptable lié à la mise en œuvre de la gestion budgétaire et comptable publique (GBCP), **l'IRSN a développé les outils nécessaires à la réception et à la transmission de factures sous forme électronique.** Ce mode de fonctionnement plus moderne nécessite de sécuriser le système d'information de l'Institut afin de garantir l'intégrité des pièces, la traçabilité des opérations et la maîtrise des habilitations. À terme, il simplifiera le traitement comptable des factures émises et reçues.

En parallèle, ces évolutions ont également permis de déployer des solutions pour automatiser le traitement des factures, et sécuriser la gestion documentaire et l'archivage.

Cette facturation sous forme électronique **permet également aux fournisseurs des gains de temps dans l'envoi, le traitement et le suivi des factures,** ainsi que l'économie des frais d'envoi et d'archivage papier. Elle déploie un nouveau service avec le suivi en ligne de l'état de traitement des factures émises ou la possibilité d'adresser une question via l'espace d'assistance dédié.

> FOCUS

UNE ORGANISATION EN ÉVOLUTION

Dans le cadre des politiques de modernisation de l'État, l'IRSN adapte son organisation pour répondre efficacement et s'inscrire dans les nouvelles dynamiques impulsées. En 2016, ces évolutions concernent deux axes : les évolutions réglementaires dans le domaine budgétaire et les nouveaux enjeux en matière de sécurité. Dans le domaine de la performance économique et plus précisément de l'efficacité de la mise en concurrence des marchés publics, une nouvelle organisation a été mise en place afin de répondre aux obligations notamment de l'ordonnance 2015-899 du 23 juillet 2015.

Elle a permis de prendre en compte la charge de travail que représentent les nouveaux seuils et règles de mise en concurrence ainsi que les modalités de publicité associées.

Dans le domaine de la sécurité, en vue de faire face à de nouveaux enjeux liés aux évolutions techniques et réglementaires et aux impératifs de la lutte contre le terrorisme, l'IRSN a renforcé ses moyens en créant en juillet 2016 un service d'études dédié regroupant les spécialistes des différents domaines d'expertise de sécurité tant des installations que des transports. L'Institut développe également de nouvelles compétences techniques, notamment en cybersécurité, désormais au cœur des systèmes de protection et de pilotage des installations nucléaires. Dans un contexte d'exigences renforcées, l'IRSN entend conforter sa capacité à évaluer les dispositions mises en œuvre par les exploitants des installations nucléaires et ceux des transports de matières nucléaires. La création de ce service vise également à renforcer la synergie entre les spécialistes de la sûreté et de la sécurité nucléaires afin de concilier au mieux les impératifs propres à chaque domaine.

VALORISER LE POTENTIEL HUMAIN

DÉPLOIEMENT DE L'UNIVERSITÉ INTERNE

Créée en 2014 et destinée à assurer l'accompagnement des collaborateurs ainsi que la transmission et le partage des connaissances, des méthodes et du savoir-faire de notre cœur de métier, **l'Université interne s'est dotée en 2016 d'une école dédiée à la stratégie et au management.** Cette école a pour mission de concevoir des formations dans trois domaines : la stratégie, le management et la communication. Ses objectifs sont de faire connaître et partager la stratégie et les enjeux de l'IRSN en matière d'ouverture à la société et de communication, et de renforcer la culture de management. L'école a commencé à travailler à l'élaboration d'un module de sensibilisation dont les premières sessions devraient être programmées au second semestre 2017.

Des formations s'appuyant sur le retour d'expérience pour améliorer les pratiques et augmenter la performance globale (organisation pour répondre aux appels à projets nationaux et internationaux, ANR, H2020, RSNR...), importantes pour la déclinaison de la stratégie de l'IRSN, ont également été élaborées et réalisées auprès d'une soixantaine de salariés.

Par ailleurs, **une révision de l'organisation et du déroulement du séminaire destiné aux nouveaux arrivants** a été engagée pour privilégier l'interactivité et les échanges, notamment avec le directeur général et les directeurs. Ainsi, une séance de travail en ateliers animés par des directeurs est désormais proposée aux nouveaux collaborateurs appartenant à des secteurs d'activité et des sites différents pour qu'ils puissent faire connaissance, découvrir les métiers de l'Institut et développer leur adhésion à une culture commune. La nouvelle configuration de ce séminaire sera finalisée en 2017.

Les écoles de la crise et de l'expertise continuent à développer leur offre de formation en proposant des approches pédagogiques innovantes : simulation de réunions d'un groupe permanent d'experts en sûreté et jeux de rôle pour les secrétaires d'astreinte du centre technique de crise... Elles poursuivent également leurs actions en matière de développement des compétences cœur de métier avec la réalisation de nouveaux modules spécialisés (incendie, criticité, analyse du REX...).

Les travaux réalisés en 2016 en matière d'ingénierie interne de formation contribuent également au déploiement de la politique de formation définie par l'Institut et permettent de progresser dans l'atteinte des objectifs ambitieux que s'est fixés l'Université.



UN INSTITUT RESPONSABLE

RENFORCEMENT DU SYSTÈME QUALITÉ

En juillet 2016, la certification de l'IRSN après un audit a été renouvelée par l'Afnor, nouveau prestataire retenu après consultation. Les auditeurs n'ont relevé aucune non-conformité ni point sensible, et ont porté un premier diagnostic des actions à mener en vue d'une certification ISO 9001 version 2015 que l'Institut souhaite obtenir début 2018. Dans cet objectif, un plan d'actions a été engagé. Il comprend notamment une approche coordonnée entre la gestion des risques majeurs et le système de management par la qualité. À cet effet, un comité de gestion des risques a été mis en place et travaille en étroite collaboration avec le comité qualité afin d'identifier les processus qualité potentiellement générateurs de risque majeur et de mettre en place les actions associées pour une meilleure maîtrise des risques.

La norme ISO 9001 version 2015 prévoit également de renforcer le lien entre le système de management par la qualité et la stratégie générale de l'organisme. Dans cette perspective, en 2016, l'IRSN a identifié les parties intéressées et les enjeux du système qualité, en liaison avec sa stratégie générale.

SANTÉ AU TRAVAIL : CAMPAGNE POUR LA PRÉVENTION DES ADDICTIONS

Dans la continuité des actions menées en 2015 en matière de prévention des risques psychosociaux, l'IRSN a engagé en 2016 une campagne de sensibilisation aux addictions. Dans ce cadre, un cycle de conférences a été proposé à tous les salariés, avec la participation de Dominique Lhuillier, psychologue et professeur au CNAM. Trois conférences ont été organisées : deux sur le site de Fontenay-aux-Roses et une à Cadarache ; 130 collaborateurs y ont participé.

Dans la même démarche, un travail spécifique a été mené auprès des managers, qui occupent une place cruciale en matière de qualité de vie au travail. Un groupe de travail, regroupant le médecin du travail, l'assistante sociale et des collaborateurs opérationnels et fonctionnels volontaires, a permis l'élaboration d'un kit à l'attention des managers. Ce kit comprend des fiches pratiques facilitant la prise en charge des situations d'addiction.

Par ailleurs, la formation, proposée depuis 2015 afin de sensibiliser et de proposer des outils afin de détecter, orienter et accompagner leurs collaborateurs qui pourraient être confrontés à de telles situations, a touché 60 nouveaux managers cette année. Cette formation aborde, en une journée, des cas concrets et présente des solutions à travers des mises en situation. Destinée à l'ensemble des managers de l'Institut, cette formation sera maintenue en 2017.

→ **60** managers formés pour la prévention des addictions



LIVRAISON DU BÂTIMENT Z AU VÉSINET

Le 29 janvier 2016, le nouveau bâtiment de l'IRSN au Vésinet, nommé bâtiment Z, a été réceptionné après 15 mois de travaux.

Ce bâtiment mixte (laboratoire et process industriel), d'environ 4 000 m² sur deux niveaux, a été construit dans le respect des normes environnementales applicables aux bâtiments tertiaires.

Il accueille, depuis le mois de juin 2016, le Laboratoire de dosimétrie de l'IRSN (LDI), le Laboratoire d'analyses médicales radiotoxicologiques (LAMR) et une partie des moyens et activités logistiques du site.

Avec ce bâtiment, l'Institut dispose aujourd'hui d'infrastructures modernes et optimales permettant d'offrir, aux professionnels exposés aux rayonnements ionisants, un service performant et de qualité en matière de suivi dosimétrique et d'analyse radiotoxicologique.

La restitution de l'ancien bâtiment à l'aménageur en charge du projet «éco-quartier» en janvier 2017 permet de clore ainsi l'un des projets inscrits au schéma pluriannuel de stratégie immobilière de l'IRSN.

DÉMARCHE DE PROGRÈS EN MATIÈRE DE RSE

Dans la continuité des années précédentes, **l'Institut a poursuivi en 2016 ses actions visant à décliner, dans ses diverses politiques, les critères de responsabilité environnementale et de développement durable.** Les constats opérés dans l'année ont souligné les améliorations liées à ces actions : fin 2016, les émissions de CO₂ de son parc automobile ont été réduites d'environ 30 % par rapport à 2009, grâce à un renouvellement progressif du parc avec des véhicules électriques ou hybrides ; de même, la consommation annuelle d'énergie par salarié a diminué de 16 % dans la même période.

Dans le même temps, **l'Institut a continué de faire progresser le nombre de ses marchés intégrant une clause sociale.**

En 2016, l'accent a par ailleurs été mis sur les questions relatives à la maîtrise des dépenses énergétiques et à la réduction de la production de déchets. Ainsi, l'Institut a procédé à la mise en place, dans l'ensemble de ses installations du site de Cadarache, de compteurs de télérelève d'électricité, de gaz et d'eau, permettant une vision consolidée de ses consommations. En parallèle, une étude a été lancée sur les sites de Fontenay-aux-Roses et du Vésinet afin d'identifier des gisements d'économie en matière de dépenses énergétiques.

L'Institut a en outre développé en 2016 de nombreuses **actions de sensibilisation de ses personnels, en faveur de la réduction de la production de déchets** : affichettes rappelant les bons gestes en particulier en matière d'impression et de tri des déchets, atelier encourageant le recyclage des matériels usagés ou en panne...

→ **30 %**

de réduction des émissions de CO₂
du parc automobile de l'Institut par
rapport à 2009

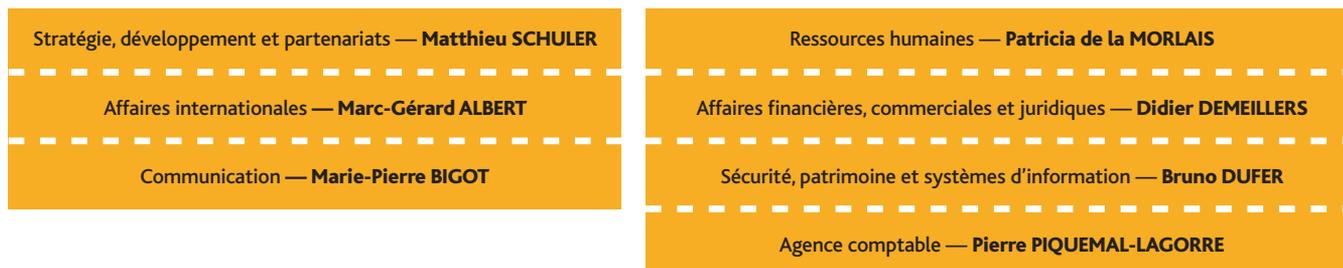
INSTANCES DE GOUVERNANCE

ORGANIGRAMME

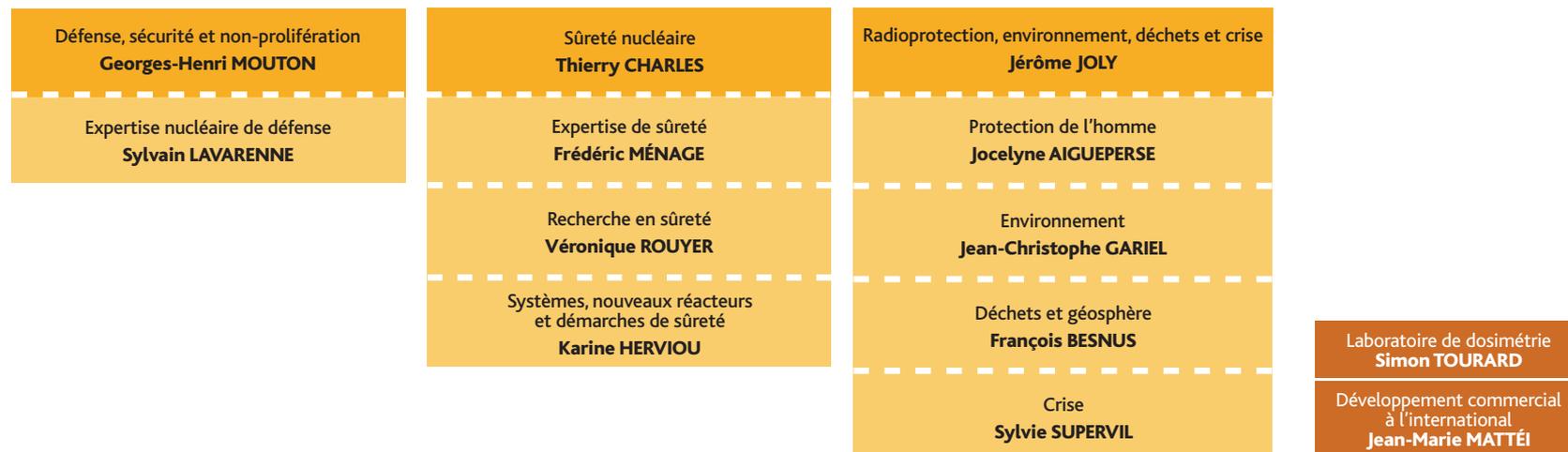
(AU 15 FÉVRIER 2017)



DIRECTIONS FONCTIONNELLES ET DE SUPPORT



PÔLES OPÉRATIONNELS ET BUSINESS UNITS



COMITÉ D'ÉTAT-MAJOR

Jean-Christophe NIEL
Directeur général

Georges-Henri MOUTON
Directeur général adjoint, délégué
pour les missions relevant de la
défense

Jean-Bernard CHÉRIÉ
Directeur général adjoint,
chargé de l'administration

Thierry CHARLES
Directeur général adjoint,
chargé de la sûreté nucléaire

Jérôme JOLY
Directeur général adjoint,
chargé de la radioprotection

Giovanni BRUNA
Directeur scientifique

Martial JOREL
Directeur du management
des connaissances

Matthieu SCHULER
Directeur de la stratégie,
du développement
et des partenariats

Marie-Pierre BIGOT
Directrice de la communication

Marc-Gérard ALBERT
Directeur des affaires
internationales

Patricia DE LA MORLAIS
Directrice des ressources
humaines

COMITÉ DE DIRECTION (AU 15 FÉVRIER 2017)

Le comité de direction de l'IRSN, présidé par le directeur général, est composé de 26 membres représentant les activités opérationnelles et fonctionnelles de l'Institut.



MEMBRES DU COMITÉ DE DIRECTION

Jocelyne AIGUEPERSE (1)
Marc-Gérard ALBERT (2)
François BESNUS (3)
Marie-Pierre BIGOT (4)
Giovanni BRUNA (5)
Karine HERVIOU
Thierry CHARLES (7)

Jean-Bernard CHÉRIÉ (8)
Michel CHOUHA* (9)
Patricia de la MORLAIS (10)
Didier DEMEILLERS (11)
André ROUBAUD (12)
Jean-Christophe GARIEL (13)
Jérôme JOLY (14)

Martial JOREL (15)
Didier LOUVAT** (16)
Jean-Marie MATTÉI (17)
Frédéric MÉNAGE (18)
Véronique ROUYER (19)
Georges-Henri MOUTON (20)
Jean-Christophe NIEL (21)

Sylvain LAVARENNE (22)
Pierre PIQUEMAL-LAGORRE (23)
Matthieu SCHULER (24)
Sylvie SUPERVIL (25)
Simon TOURARD (26)

* Riskaudit – ** ENSTTI

CONSEIL D'ADMINISTRATION

(AU 15 FÉVRIER 2017)

Missions

Le conseil d'administration règle, par ses délibérations, les affaires de gouvernance de l'IRSN. Il délibère, notamment, sur les conditions générales d'organisation et de fonctionnement de l'Institut, sa stratégie et ses programmes ainsi que sur son rapport annuel. Il approuve également le budget, les budgets rectificatifs, les comptes de chaque exercice et l'affectation des résultats.

Un député (en attente de nomination)

Un sénateur

Michel BERSON, sénateur et membre de l'Office parlementaire des choix scientifiques et technologiques.

Dix représentants de l'État

Norbert FARGÈRE, ingénieur général pour la sécurité nucléaire de la Direction générale de l'armement, représentant le ministre de la défense.

Laurent TAPADINHAS, directeur adjoint à la Commissaire générale au développement durable, représentant le ministre chargé de l'environnement.

Joëlle CARMES, sous-directrice de la prévention des risques liés à l'environnement et à l'alimentation à la Direction générale de la santé, représentant le ministre chargé de la santé.

Aurélien LOUIS, sous-directeur de l'industrie nucléaire à la Direction générale de l'énergie et du climat, représentant le ministre chargé de l'énergie.

Frédéric RAVEL, directeur scientifique du secteur énergie, développement durable, chimie et procédés à la Direction générale pour la recherche et l'innovation, représentant le ministre chargé de la recherche.

Faouzia FEKIRI, chef du bureau d'analyse et de gestion des risques de la Direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises, représentant le ministre chargé de la sécurité civile.

Frédéric TÉZÉ, adjoint, sous-direction des conditions de travail, santé et sécurité, Direction générale du travail, représentant le ministre chargé du travail.

Jean-Baptiste MINATO, chef du bureau énergie, participations, industrie et innovation à la Direction du budget, représentant le ministre chargé du budget.

Alain GUILLEMETTE, délégué à la sûreté nucléaire et à la radioprotection pour les activités et installations intéressant la défense.

Pierre-Franck CHEVET, président de l'Autorité de sûreté nucléaire.

Cinq personnalités qualifiées

Jean-Claude DELALONDE, président de l'Association nationale des commissions et comités locaux d'information, sur proposition du ministre chargé de l'environnement.

Bruno DUVERT, général de division aérienne, sur proposition du ministre de la défense.

Dominique LE GULUDEC, présidente du conseil d'administration de l'IRSN, professeur de médecine, chef de département de médecine nucléaire à l'hôpital Bichat de Paris, sur proposition du ministre chargé de la santé.

Laurent MOCHÉ, directeur général d'Edenkia, sur proposition du ministre chargé de l'énergie.

Agnès SMITH, professeur à l'école nationale des céramiques industrielles de Limoges, sur proposition du ministre chargé de la recherche.

Huit représentants du personnel

Léna LEBRETON, CGT.

Nicolas BRISSON, CGT.

François DUCAMP, CGT.

Marie-Paule ENILORAC-PRIGENT, CFE-CGC.

Thierry FLEURY, CFDT.

François JEFFROY, CFDT.

Olivier KAYSER, CFE-CGC.

Christophe SERRES, CFDT.

Personnalités présentes de droit ou associées

Jean-Pascal CODINE, contrôleur budgétaire.

Philippe BOURACHOT, secrétaire du comité d'entreprise.

Marc MORTUREUX, directeur général de la prévention des risques et commissaire du Gouvernement.

Georges-Henri MOUTON, directeur général adjoint, délégué pour les missions relevant de la défense.

Jean-Christophe NIEL, directeur général.

Pierre PIQUEMAL-LAGORRE, agent comptable.

COMITÉ D'ORIENTATION AUPRÈS DE LA DIRECTION DE L'EXPERTISE NUCLÉAIRE DE DÉFENSE – CODEND

(AU 15 FÉVRIER 2017)

Missions

Le comité d'orientation examine le programme d'activité de la Direction de l'expertise nucléaire de défense (DEND) de l'Institut, avant qu'il ne soit soumis à son conseil d'administration. Il est consulté sur tout projet de délibération du conseil d'administration ayant pour objet spécifique l'organisation ou le fonctionnement de cette direction et formule auprès de celui-ci toute recommandation relative à ses activités.

Alain GUILLEMETTE, président du CODEND, délégué à la sûreté nucléaire et à la radioprotection pour les activités et installations intéressant la défense.

Pierre de VILLIERS, général d'armée, représentant le chef d'état-major des armées.

Éric SCHERER, contre-amiral, Inspection des armements nucléaires.

Norbert FARGÈRE, ingénieur général de l'armement, représentant le délégué général de l'armement.

Frank BARRERA, colonel, représentant le secrétaire général pour l'administration du ministère de la défense.

Jean-Baptiste MINATO, représentant le directeur du budget.

Chloé BAUDREUX, représentant le directeur des affaires stratégiques, de sécurité et du désarmement du ministère des affaires étrangères et européennes.

Christian DUFOUR, chef du service de sécurité des infrastructures économiques et nucléaires, représentant le Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité du ministre de l'économie, des finances et de l'industrie.

Christophe QUINTIN, chef du service de défense, de sécurité et d'intelligence économique, représentant le Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité de la ministre de l'environnement, de l'énergie et de la mer.

Serge POULARD, personnalité qualifiée nommée par le ministre chargé de l'industrie.

CONSEIL SCIENTIFIQUE

(AU 15 FÉVRIER 2017)

Missions

Le conseil scientifique examine, pour avis, les programmes d'activité de l'IRSN et s'assure de la qualité et de la pertinence scientifiques de ses programmes de recherche. Il évalue leurs résultats et peut ainsi formuler des recommandations sur l'orientation des activités de l'Institut. Il peut être consulté par le président du conseil d'administration ou par les ministres de tutelle sur toute recherche dans les domaines de compétence de l'établissement.

Pierre TOULHOAT, directeur général du Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM), président du conseil scientifique.

Jean-Christophe AMABILE, médecin en chef, spécialiste radioprotection au service de protection radiologique des armées (SPRA).

Hugues DELORME, professeur spécialiste en neutronique à l'École des applications militaires de l'énergie atomique (EAMEA).

Patsy-Ann THOMPSON, directrice de l'évaluation et de la protection de l'environnement à la Commission de sûreté nucléaire du Canada (CCSN), sur proposition du ministre chargé de l'environnement.

Frank HARDEMAN, directeur en charge de la radioprotection-environnement-santé au centre d'étude belge de l'énergie nucléaire (SCK-CEN).

Jean-Paul MOATTI, professeur des universités.

Guy FRIJA, professeur des universités.

Denis VEYNANTE, directeur de recherche au Centre national de la recherche scientifique (CNRS).

Éric ANDRIEU, professeur à l'Institut national polytechnique de Toulouse.

Bernard BONIN, directeur scientifique adjoint de la direction de l'énergie nucléaire du Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), sur proposition du ministre chargé de la recherche.

Denis GAMBINI, médecin praticien, chercheur à l'hôpital Hôtel-Dieu de Paris, sur proposition du ministre chargé du travail.

Didier BAPTISTE, directeur scientifique de l'Institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles (INRS).

COMMISSION D'ÉTHIQUE ET DE DÉONTOLOGIE

(AU 15 FÉVRIER 2017)

Missions

La commission d'éthique et de déontologie est une instance prévue par le décret d'organisation de l'IRSN. Placée auprès du conseil d'administration, elle est chargée de le conseiller pour la rédaction des chartes de déontologie applicables aux différentes activités de l'établissement et de suivre leur application, pour ce qui concerne, notamment, les conditions dans lesquelles est assurée, au sein de l'établissement, la séparation entre les missions d'expertise réalisées au bénéfice des services de l'État et celles réalisées pour le compte des exploitants publics ou privés. Elle a aussi une mission de médiation dans l'éventualité de difficultés d'ordre déontologique.

Jean-Pierre DUPUY, président de la commission, ingénieur général du Corps des mines, philosophe, professeur à l'École polytechnique et à l'université Stanford, Californie, membre de l'Académie des technologies.

Agnès BUZYN, médecin et professeur d'hématologie, présidente du collège de la Haute Autorité de santé (HAS).

Marc CLÉMENT, rapporteur public à la cour administrative d'appel de Lyon, membre de l'Autorité environnementale du Conseil général de l'environnement et du développement durable.

Éric VINDIMIAN, ingénieur général du génie rural, des eaux et forêts, directeur régional à l'Institut de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture (Irstea), spécialiste des impacts toxiques sur l'environnement et la santé, et de l'expertise dans les politiques publiques environnementales, membre de l'Autorité environnementale et coordinateur du collège Recherche et technologie du Conseil général de l'environnement et du développement durable.

Frédéric WORMS, professeur de philosophie à l'École normale supérieure, directeur du Centre international d'étude de la philosophie française contemporaine (composante de la République des savoirs, USR 3608 ENS/Collège de France/CNRS), membre du Comité consultatif national d'éthique (CCNE).

COMITÉ D'ORIENTATION DES RECHERCHES EN SÛRETÉ NUCLÉAIRE ET EN RADIOPROTECTION – COR

(AU 15 FÉVRIER 2017)

Missions

Instance consultative placée auprès du conseil d'administration de l'IRSN, le comité d'orientation des recherches rend des avis sur les objectifs et les priorités de la recherche en sûreté nucléaire et en radioprotection. Il suit une approche globale prenant en compte les besoins de la société et des pouvoirs publics, approche complémentaire de celle du conseil scientifique de l'IRSN, ciblée sur la qualité et la pertinence scientifiques des programmes et des résultats des recherches de l'IRSN.

Pouvoirs publics

• Représentants des ministères de tutelle :

Bruno GILLET, chargé de mission, direction générale de la recherche et de l'innovation, représentant le ministère chargé de la recherche. Représentant de la direction générale de la santé, représentant le ministère chargé de la santé.

Lionel MOULIN, chef de la mission risques environnement et santé, service de la recherche, Direction de la recherche et de l'innovation, représentant le ministère de l'environnement de l'énergie et de la mer.

Jean-François CAU, inspecteur délégué de la sécurité nucléaire, Délégation générale pour l'armement, représentant le ministère de la défense.

Mayeul PHELIP, chargé de mission au bureau politique publique et tutelle, direction générale de l'énergie et du climat, représentant le ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer.

• Représentant le ministère chargé du travail :

Thierry LAHAYE, chargé des questions relatives à la protection des travailleurs contre les risques physiques, Direction générale du travail.

• Représentant l'Autorité de sûreté nucléaire :

en cours de nomination.

Entreprises et associations professionnelles

Noël CAMARCAT, délégué recherche et développement nucléaire, Direction production ingénierie, EDF.

Bernard LE GUEN, EDF, représentant la SFRP.

Bertrand de l'ÉPINOIS, directeur des normes de sûreté, représentant Areva.

Jean-Jacques MAZERON, chef du service de radiothérapie-oncologie, hôpital Pitié-Salpêtrière, représentant la SFRO.

Soraya THABET, directrice de la maîtrise des risques, Andra.

Salariés du secteur nucléaire

• Représentants des organisations syndicales nationales représentatives :

Jean-Paul CRESSY, FCE-CFDT.

Martine DOZOL, FO.

Claire ÉTINEAU, CFTC.

Jacques DELAY, CFE-CGC.

Clément CHAVANT, CGT.

Élus

• Représentants de l'OPECST :

François COMMEINHES, sénateur de l'Hérault.

Denis BAUPIN, député de Paris.

• Représentante des commissions locales d'information (Cli) :

Monique SENÉ, vice-présidente de l'Anccli.

• Représentants de communes accueillant une installation nucléaire, proposés par l'Association des maires de France :

en cours de nomination.

Bertrand RINGOT, maire de Gravelines.

Associations

David BOILLEY, président d'Acro.

Jean-Paul LACOTE, France nature environnement.

Simon SCHRAUB, administrateur de la Ligue nationale contre le cancer.

Personnalités qualifiées

Jean-Claude DELALONDE, président de l'Anccli.

Marie-Pierre COMETS, présidente du Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire.

Dominique LE GULUDEC, présidente du conseil d'administration de l'IRSN, présidente ès qualités du COR.

Organismes de recherche

Daniel FAGRET, directeur général délégué à la stratégie, Inserm.

Représentant (en cours de nomination) de Paristech, président de l'université Grenoble 1-Joseph Fourier, représentant de la Conférence des présidents d'université (CPU).

François GAUCHÉ, directeur de l'énergie nucléaire, CEA.

Cyrille THIEFFRY, chargé de mission pour la radioprotection et les affaires nucléaires, IN2P3, représentant le CNRS.

Personnalités étrangères

Christophe BADIE, département des évaluations environnementales, Public Health England, Royaume-Uni.

Ted LAZO, NEA (Nuclear Energy Agency), OCDE.

George YADIGAROGLU, professeur émérite d'ingénierie nucléaire à l'Institut fédéral suisse de technologie (ETH), Suisse.

Personnalités présentes de droit

Yves BRÉCHET, Haut-Commissaire à l'énergie atomique.

Marc MORTUREUX, Commissaire du gouvernement, représenté par **Benoît BETTINELLI**, chef de la mission de sûreté nucléaire et de radioprotection, ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer.

Pierre TOULHOAT, directeur général du Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM).

Jean-Christophe NIEL, directeur général de l'IRSN.

GLOSSAIRE

A

AEN Agence pour l'énergie nucléaire de l'OCDE.

AIEA Agence internationale de l'énergie atomique.

ANCCLI Association nationale des commissions et comités locaux d'information.

ANDRA Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs.

ANR Agence nationale pour la recherche.

ANSES Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail.

ASN Autorité de sûreté nucléaire.

ASND Autorité de sûreté nucléaire défense.

ASTEC Accident Source Term Evaluation Code – Système de codes de calcul développé en collaboration par l'IRSN et la GRS pour évaluer les phénomènes physiques intervenant au cours d'un accident de fusion du cœur d'un réacteur à eau sous pression.

B

BelV Filiale de l'Agence fédérale de contrôle nucléaire belge.

BRGM Bureau de recherches géologiques et minières.

BSAF Benchmark Study if the Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station - Projet mené sous l'égide de l'AEN/OCDE.

C

CABRI Réacteur d'essais du CEA utilisé par l'IRSN pour des expériences concernant la sûreté du combustible.

CASA Comité d'animation du système d'agences.

CEPN Centre d'étude sur l'évaluation de la protection dans le domaine nucléaire.

CIGÉO Projet de centre de stockage réversible profond de déchets radioactifs en Meuse/Haute-Marne.

CIPR Commission internationale de protection radiologique.

CLI Commission locale d'information.

CLIS Commission locale d'information et de suivi/devenue.

CONCERT European Concerted Program on Radiation Protection Research.

COMET Coordination and implementation of a pan-European instrument radioecology.

COR Comité d'orientation des recherches en sûreté nucléaire et en radioprotection.

CRITICITÉ (RISQUES DE) Risques associés aux réactions en chaîne non maîtrisées dans des matériaux fissiles.

D

DGAL Direction générale de l'alimentation.

DGCCRF Direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes.

DGEC Direction générale de l'énergie et du climat.

DSND Délégué à la sûreté nucléaire et à la radioprotection pour les activités et installations intéressant la défense.

DoE Department of Energy – Département de l'énergie aux États-Unis.

DOSIMÉTRIE Détermination, par évaluation ou par mesure, de la dose de rayonnement (radioactivité) absorbée par une substance ou un individu.

E

ECS Évaluation complémentaire de sûreté.

ENSTTI European Nuclear Safety Training and Tutoring Institute – Institut européen de formation et de tutorat en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection.

EPR European Pressurised water Reactor – Réacteur européen à eau sous pression.

ETSON European Technical Safety Organizations Network – Réseau des organismes techniques de sûreté européens.

EURADOS European Radiation Dosimetry Group.

EURATOM Communauté européenne de l'énergie atomique.

H

HA-MAVL Déchets de haute et moyenne activités à vie longue.

HCERES Haut Conseil de l'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur.

HEGP Hôpital européen Georges Pompidou.

HFDS Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité du ministère en charge de l'énergie – Autorité en charge de la protection et du contrôle des matières nucléaires en France.

I

IFSTTAR Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux.

IGAS Inspection générale des affaires sociales.

IGR Institut Gustave Roussy.

INB Installation nucléaire de base.

INBS Installation nucléaire de base secrète.

INERIS Institut national environnement industriel et risques.

IRSTEA Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture.

IVMR In Vessel Melt Retention - programme de recherche européen, sur la stabilisation et la rétention du corium dans la cuve d'un réacteur à eau sous pression.

J

JCFC Japan Casting and Forging Corporation.

JOPRAD Action de coordination pour la recherche européenne dans le domaine du stockage des déchets radioactifs en formation géologique profonde.

M

MEEM Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer.

MELODI Multidisciplinary European Low Dose Initiative – Instrument de gouvernance européen destiné à structurer les recherches sur les risques liés aux expositions aux faibles doses.

MOX Mélange d'Oxyde de plutonium et d'Oxyde d'uranium - combustible nucléaire.

MWe Mégawatt électrique – Unité de mesure de la puissance électrique produite.

N

NERIS Plateforme de recherche axée sur la préparation et la réaction aux situations d'urgence et la gestion de situations post-accidentelles.

NRD Niveaux de référence diagnostiques.

NSC Appui technique de l'Autorité de sûreté chinoise (NNSA)

NUGENIA Nuclear Generation II & III Association – Association européenne dédiée à la recherche concernant les réacteurs de 2^e et 3^e générations.

O

OCDE Organisation de coopération et de développement économiques.

ODOBA Observatoire de la durabilité des ouvrages en béton armé.

ONG Organisation non gouvernementale.

OPERRA Open Project for the European Radiation Research Area.

P

PCR Personne compétente en radioprotection.

PRINCESS Project for IRSN Neutron physics and Criticality Experimental data Supporting Safety.

R

RADIOÉLÉMENT Élément radioactif naturel ou artificiel.

RADIONUCLÉIDE Isotope radioactif d'un élément.

RESOH Recherche en sûreté, organisation, hommes - chaire de l'École des Mines de Nantes.

RNR-Na Réacteur à neutrons rapides refroidi au sodium.

T

TECV Loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte.

TSN Loi du 13 juin 2006 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire.

TSO Technical Safety Organization – Organisme technique de sûreté.

U

US-NRC United States Nuclear Regulatory Commission.

COORDONNÉES DES SITES

Siège social

BP 17 - 31, avenue de la Division Leclerc
92262 Fontenay-aux-Roses Cedex
Tél. : +33 (0)1 58 35 88 88

Cadarache

BP 313115 - Saint-Paul-lès-Durance Cedex
Tél. : +33 (0)4 42 25 70 00

Cherbourg-Octeville

BP 10 - Rue Max-Pol Fouchet
50130 Cherbourg-Octeville
Tél. : +33 (0)2 33 01 41 00

Les Angles-Avignon

BP 70295 - 550, avenue de la Tramontane
30402 Les Angles Villeneuve-lez-Avignon
Cedex
Tél. : 04 90 26 11 00

CRÉDITS PHOTO

Couverture

Jean-Baptiste Saunier/IRSN

Intérieur

Pages 6/7/8/9/11 : Antoine Devouard - Page 16 : Seignette Olivier/Lafontan Mikaël/IRSN – Page 18 : Laurent Zylberman/Graphix- Images/IRSN – page 20 : Jean-Marc Bonzom/IRSN – page 24 : Arnaud Bouissou/MEDDE/IRSN – page 26 : Nathalie Clipet/ASN - page 29 : Laurent Zylberman/Graphix-Images/IRSN – page 31 : Grégoire Maisonneuve/IRSN – page 34 : Grégoire Maisonneuve/IRSN – page 38 : Guillaume Elmassian/IRSN – page 41 : Jean-Marie Huron/Signatures/IRSN – page 42 : Areva/Jezequel Sidney – page 47 : Jean-Marie Huron/Signatures/IRSN – page 49 : Philippe Lesage/Areva – page 51 : Francesco Acerbis/IRSN – page 56 : Olivier Guerrin/IRSN – page 65 : Jean-Baptiste Saunier/IRSN – page 68 : Laurent Zylberman/Graphix-Images/IRSN – page 71 : Laurent Zylberman/Graphix-Images/IRSN - page 72 : Olivier Seignette/Mikaël Lafontan/IRSN – page 75 : Noak/Le bar Floréal/IRSN – page 76 : Olivier Seignette/Mikaël Lafontan/IRSN – page 80 : Michel Hans/BSM International/IRSN - page 82 : Laurent Zylberman/Graphix-Images/IRSN – page 84 : Laurent Zylberman/Graphix-Images/IRSN – page 86 : Stéphanie Clavelle/IRSN – page 88 : Nadège Abadie/Signatures/IRSN – page 91 : Antoine Devouard

Panorama

Olivier Seignette/Mikaël Lafontan/IRSN – Pascale Monti/IRSN - Laurent Zylberman/Graphix-Images/IRSN - © CLI de Chinon – IRSN - Fabrice Ecrabet/IRSN - Laurent Zylberman/Graphix-Images/IRSN - Florence Levillain/Signatures/IRSN - Laurent Zylberman/Graphix-Images/IRSN - IRSN/LESE - Île de Raivavae - © Jean-Marie Taillat/ Areva - David Claval/IRSN

Le Vésinet

BP 40035 - 31, rue de l'Écluse
78116 Le Vésinet Cedex
Tél. : +33 (0)1 30 15 52 00

Orsay

Bois-des-Rames (bât. 501)
91400 Orsay
Tél. : +33 (0)1 69 85 58 40

Pierrelatte

BP 166 - 26702 Pierrelatte Cedex
Tél. : +33 (0)4 75 50 40 00

Saclay

BP 68 - 91192 Gif-sur-Yvette Cedex
Tél. : +33 (0)1 69 08 60 00

Vairao

BP 182 - 98725 Vairao Tahiti
Polynésie française
Tél. : +00 689 54 60 39

COORDINATION ÉDITORIALE ET RÉALISATION

Comité de pilotage

Comité d'État-major

Coordination

Valérie Marchal, direction de la stratégie, du développement et des partenariats

Référents

Stratégie : Matthieu Schuler
International : Marc-Gérard Albert
Management des connaissances : Martial Jorel
Communication : Marie-Pierre Bigot
Sûreté : Richard Gonzalez, Karine Herviou, Frédérique Pichereau
Sécurité/défense : Frédéric Mermaz
Déchets/géosphère : François Besnus, Didier Gay
Environnement/homme : Jean-Christophe Gariel, Jocelyne Aigueperse, Didier Gay
Crise : Jean-Michel Deligne
Immobilier, développement durable : Bruno Dufer
Ressources humaines : Patricia de la Morlais, Christine Tharaud.

Conception graphique et réalisation

Bug Agency

Impression

Relais Graphique

Le présent rapport a été approuvé par le conseil d'administration de l'IRSN du 21 février 2017.



Rapport d'activité imprimé sur du papier certifié FSC MIXTE issu de sources responsables.

© IRSN

N° ISSN 2493-593X

Siège social

31, avenue de la Division-Leclerc
92260 Fontenay-aux-Roses
RCS Nanterre B 440 546 018

Téléphone

+33 (0)1 58 35 88 88

Courrier

BP 17
92262 Fontenay-aux-Roses Cedex

Site Internet

www.irsn.fr

Mail

contact@irsn.fr



[@IRSNFrance](https://twitter.com/IRSNFrance)