

A person wearing a white protective suit is working inside a large, blue industrial machine. The person is standing on a metal platform and reaching up towards the top of the machine. The machine has a large circular opening and is surrounded by various pipes and components. The background shows a blue metal structure.

IRSN

INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Faire avancer la sûreté nucléaire

A small IRSN logo is visible on a blue panel in the lower-left corner of the image.

**Rapport
annuel 2018**

MEMBRE DE

ETSON

EUROPEAN
TECHNICAL SAFETY
ORGANISATIONS
NETWORK

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), des Commissions locales d'information (CLI) et du Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sûreté nucléaire. Traduction de la loi, le décret n° 2016-283 du 10 mars 2016 relatif à l'IRSN place l'établissement sous la tutelle conjointe des ministres chargés de l'Écologie, de la Défense, de l'Énergie, de la Recherche et de la Santé. Expert public des 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 : 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 santé, de sûreté nucléaire, d'environnement et de gestion de crise. Il interagit, dans ce cadre, avec les acteurs concernés : pouvoirs publics, notamment les autorités de sûreté et de sécurité nucléaires, parlementaires et élus, organismes de recherche et associations de parties prenantes. En outre, l'IRSN contribue à la formation et à l'information du public sur les risques nucléaires et radiologiques.

RESSOURCES HUMAINES



1777*

collaborateurs
(1800 en 2017)



49

docteurs d'état ou
personne habilitées
à diriger des recherches
(47 en 2017)

76**

doctorants
(81 en 2017)

10**

post-doctorants
(6 en 2017)

BUDGET



274 M€

de dépenses
(280 M€, dont 11 M€ en 2017)



39,1%

du budget consacrés
à la recherche
(hors projet Feurs)
(39,8% en 2017)



51%

du budget consacrés à l'appui
technique et aux missions
d'intérêt public (hors projet Feurs)
(50,7% en 2017)

* Cet effectif est constitué de 1636 Contrats à durée indéterminée et de 141 contrats à durée déterminée (il inclut les 56 mises à disposition et n'inclut pas 22 détachements)

** Valeur exprimée en équivalent temps plein travaillé (ETPT)

SOMMAIRE

Avant-propos 6

Gouvernance 12

Enjeux stratégiques 14



01

**INSTALLATIONS
NUCLÉAIRES
CIVILES**

20



02

**FUTURES
INSTALLATIONS**

24



03

**SÉCURITÉ
ET NON-
PROLIFÉRATION**

28



04

**RECHERCHE ET
CONNAISSANCES**

31



05

**COLLABORATION
INTERNATIONALE**

35



06
—
ENVIRONNEMENT
38



07
—
**SANTÉ
PUBLIQUE**
41



08
—
**CRISE ET
POSTACCIDENT**
45



09
—
INFORMER
48



10
—
EFFICIENCE
50

—
Instances de gouvernance **54**
Glossaire **57**

MARIE-FRANCE BELLIN

Présidente du conseil d'administration



L'année 2018 a vu le renouvellement du conseil d'administration de l'IRSN et j'ai eu l'honneur d'en être nommée présidente. J'assume depuis quelques mois maintenant cette fonction et les responsabilités qui lui incombent, et je mesure désormais la complexité et la richesse des enjeux de sûreté nucléaire et de radioprotection qui s'imposent à l'IRSN.

L'Institut doit être au rendez-vous des grands enjeux à court et moyen termes.

Le premier concerne la recherche dont la part dans le budget total a diminué depuis plusieurs années. L'enjeu sera de développer une recherche ambitieuse afin d'assurer la crédibilité et l'indépendance de jugement de l'IRSN, et donc de maintenir un haut niveau d'expertise. Les récentes recommandations du Hcéres doivent contribuer à renforcer la stratégie de recherche de l'Institut. Un élément important sera le développement de partenariats, notamment avec le monde universitaire.

Le second défi concerne l'expertise avec des enjeux importants en matière de sûreté et de sécurité nucléaires, notamment avec les nouvelles installations de type EPR, les suites du retour d'expérience de Fukushima et des mesures pour le parc nucléaire français, la prolongation de l'exploitation des centrales nucléaires ou encore le projet Cigéo. Il en va de même pour les nouveaux enjeux de sécurité des installations et de transport des substances radioactives, principalement la cybersécurité et la protection contre la malveillance. Enfin, le stockage des déchets de moyenne et haute activités à vie longue constitue un sujet majeur avec des besoins d'expertise multiples, nucléaire mais également géologique et éthique, compte tenu de la durée de vie de ces déchets.

Le troisième enjeu concerne la radioprotection médicale et la multiplication des usages des rayonnements ionisants, tant pour le diagnostic que pour les actes thérapeutiques.



L'Institut doit être au rendez-vous des grands enjeux à court et moyen termes.

En effet, la multiplication des actes de radiologie, notamment des scanners, augmente l'exposition des populations aux rayonnements ionisants à faible dose, malgré les incertitudes sur leurs effets néfastes à long terme. Le recours au scanner est de plus en plus fréquent, particulièrement en urgence et pour le bilan d'extension de nombreuses pathologies, dont les tumeurs. Les progrès thérapeutiques allongent l'espérance de vie des patients et multiplient donc les examens de contrôle. Le développement rapide de la radiologie interventionnelle pour guider un acte chirurgical ou se substituer à lui peut également entraîner une irradiation des patients et des opérateurs. Par ailleurs, le perfectionnement des appareils de radiothérapie permet d'obtenir des rayonnements très denses sur des endroits très précis, ce qui nécessite des personnels formés et vigilants.

Le quatrième enjeu est celui, dans un contexte de reprise économique, du maintien de l'attractivité de l'IRSN lors de recrutements, notamment de jeunes ingénieurs, dans un environnement très concurrentiel. L'IRSN doit pour cela faire rayonner ses savoir-faire et promouvoir l'excellence de sa recherche en France et à l'étranger.

Le cinquième enjeu est celui du dialogue avec la société civile afin de répondre à la demande croissante des citoyens en matière d'information et de participation aux décisions. La poursuite d'une politique volontariste de partage de l'information et des connaissances avec des publics divers (riverains de centrales, médecins, associatifs) est essentielle. Cette interaction permanente avec la société civile est une composante importante de la vigilance aux risques. Elle contribue à une évaluation des risques nucléaires et radiologiques la plus robuste possible, afin que leur gestion soit assurée de façon appropriée et transparente au regard des enjeux et attentes des différentes composantes de la société.

Ce contexte me conduit à être tout particulièrement attentive à ce que l'IRSN puisse disposer des ressources suffisantes pour demeurer innovant et agile, pour développer des recherches à la hauteur des ambitions nécessaires afin de maintenir un haut niveau de sûreté et de radioprotection. Je suis également vigilante à la préservation des ressources humaines de l'Institut indispensables pour conserver un rôle moteur dans la gouvernance du risque nucléaire et radiologique.

Avec la signature du Contrat d'objectifs et de performance 2019-2023, les objectifs et les moyens de l'IRSN sont réaffirmés ; ils permettent de consolider les engagements de l'Institut dans la gouvernance du risque nucléaire et radiologique.

Plus largement, je retrouve dans les valeurs de l'IRSN celles qui ont été les miennes tout au long de ma carrière dans les hôpitaux et que nous porterons avec le directeur général :

- la valeur de l'expertise collective, qui progresse grâce au travail et à la mobilisation d'acteurs issus d'horizons différents. Je crois beaucoup à la transversalité et à la pluridisciplinarité, qui sont indispensables dans les hôpitaux – elles sont également mises en œuvre à l'IRSN ;
- l'importance de la recherche qui est gage de progrès et nous invite à explorer des voies nouvelles. Il est de notre responsabilité collective de renforcer cette activité et notamment de densifier les partenariats ;
- la valeur du travail en équipe, la mobilisation des équipes vers l'excellence au service des patients dans les hôpitaux ou des citoyens pour l'IRSN, le tutorat pour les plus jeunes ;
- la transparence et l'ouverture à la société, auprès des patients et de leurs familles dans les hôpitaux, envers les citoyens dans le domaine d'activité de l'IRSN, avec notamment une forte demande d'information et d'explication ;
- l'ouverture à l'international pour faire rayonner le savoir-faire de nos structures françaises, bénéficier d'expériences différentes et créer des liens qui peuvent être utiles.



Je retrouve dans les valeurs de l'IRSN, celles qui ont été les miennes tout au long de ma carrière dans les hôpitaux.

À travers la présidence du conseil d'administration de l'IRSN, en lien avec les tutelles et le directeur général, Jean-Christophe Niel, je souhaite bien sûr accompagner les évolutions de l'IRSN pour faire face aux nouveaux défis et répondre aux besoins d'information exprimés par les citoyens et de transformation technologique avec le développement du numérique.

Une attention particulière doit être accordée à la pédagogie de l'action et au partage de l'information avec le grand public, comme le porte l'Institut depuis sa création. Dans un contexte de forte évolution des modes de communication, notamment avec les réseaux sociaux, il faut être attentif à ce devoir d'information de l'Institut, comme le prévoit le décret du 10 mars 2016. Ce même décret prévoit également la mise en place du Comité d'orientation des recherches pour conseiller le conseil d'administration de l'IRSN en matière d'objectifs et de priorités pour les recherches menées par l'Institut dans les champs de la sûreté nucléaire et de la radioprotection. Ce comité pluraliste créé en 2009 se trouve ainsi officiellement missionné, et je serai attentive à ce qu'il prenne toute sa place et contribue ainsi à l'excellence de la recherche de l'Institut.

En tant qu'expert public du risque nucléaire et radiologique, excellence, anticipation, indépendance et partage seront les axes cardinaux de l'IRSN dans les années à venir ; ce sera un honneur pour moi de les porter et ils guideront mon action.

JEAN-CHRISTOPHE NIEL

Directeur général de l'IRSN



Dans un contexte d'enjeux présents et à venir considérables en matière d'énergie, de santé, de recherche et de sécurité, d'exigence de transparence et de démocratie environnementale de la part des citoyens, le contrat d'objectifs et de performance signé le 10 janvier 2019 fixe les orientations stratégiques de l'Institut et traduit ses engagements sur la période 2019-2023 pour pleinement remplir ses missions de sûreté et de sécurité nucléaires et de protection des personnes et de l'environnement vis-à-vis des rayonnements ionisants en répondant aux attentes de l'État et de la société.

Dans un premier temps, je souhaite évoquer quelques éléments majeurs de ce contexte dans lesquels l'expertise et la recherche de l'IRSN s'inscrivent.

La programmation pluriannuelle de l'énergie conduira à une reconfiguration du paysage des installations nucléaires avec de nouveaux projets (EPR, Cigéo, RJH, piscine centralisée d'entreposage...), avec la gestion du parc existant (poursuite d'exploitation des réacteurs au-delà de 40 ans, suites de l'accident de Fukushima, réexamens de sûreté des installations), avec les sujets liés aux démantèlements et assainissements des installations des secteurs civils et de défense mises à l'arrêt ou à la gestion des déchets radioactifs.

Les objectifs de la Stratégie nationale de santé 2018-2022 déclinés en matière de rayonnements ionisants concernent l'amélioration de la qualité et de la pertinence des soins, la réduction des expositions de la population aux substances nocives pour la santé et l'évaluation de leurs effets combinés.

Autre élément de contexte, les attentes sociétales sont, comme le montre le Baromètre annuel de l'IRSN, croissantes, notamment en matière environnementale, de santé et de sécurité. La connaissance précise de l'impact environnemental des activités mettant en œuvre des rayonnements ionisants ou conduisant à l'exposition de populations ainsi que leur surveillance sont ainsi essentielles.



Le contrat d'objectifs et de performance, signé le 10 janvier 2019 fixe les orientations stratégiques de l'Institut et traduit ses engagements sur la période 2019-2023 en répondant aux attentes de l'État et de la société.

Parallèlement, une demande croissante s'exprime quant à l'association des citoyens à la décision dès qu'il est question de gestion de risque pour la santé ou l'environnement. Sur le plan législatif et réglementaire, le dispositif national de gouvernance des risques nucléaires et radiologiques s'est largement renforcé ces dernières années avec la loi relative à la transition écologique pour une croissance verte, la transposition de la directive européenne sur les normes de base en radioprotection et le renforcement des dispositions en matière de sécurité des installations et des transports nucléaires ou, plus largement, la loi Sapin II et les évolutions qu'elle impose en matière de transparence, de lutte contre la corruption et de modernisation de la vie économique. Dans le domaine de la recherche, outre la mise en commun des forces scientifiques et le renforcement du partenariat, clé de l'excellence scientifique, entre universités et organismes de recherche, le gouvernement a lancé un travail pour proposer une loi d'orientation et de programmation pluriannuelle de la recherche.

Dans ce contexte évolutif et exigeant, le contrat d'objectifs et de performance

de l'Institut pour les années 2019-2023 signé le 10 janvier par nos ministres de tutelle est une étape importante dans la gouvernance de l'IRSN. Ce contrat permet de partager avec nos tutelles et nos interlocuteurs institutionnels, notamment les autorités de sûreté et de sécurité, les axes stratégiques et les objectifs principaux de l'Institut. Les quatre axes stratégiques retenus convoquent nos différents métiers : expertise, recherche, surveillance, métiers fonctionnels. Ils permettent de dresser le panorama des enjeux de l'Institut à court et moyen termes.

Apporter aux autorités et aux pouvoirs publics une expertise efficiente et des savoir-faire pour prévenir les risques nucléaires et radiologiques.

L'IRSN apporte son appui aux autorités de sûreté nucléaire civile, ASN, et de défense, le DSND, aux HFDS des ministères chargés de l'Énergie et de l'Industrie et, plus généralement, aux services de l'État qui ont à traiter des risques nucléaires ou radiologiques. Cet appui se matérialise le plus souvent par des avis et des rapports techniques (plus de 800 en 2018), et parfois des interventions sur le terrain pour la réalisation de constats radiologiques de lieux ou de caractérisations de l'environnement. Qualité, pertinence technique, proportionnalité aux enjeux et réactivité sont nos exigences pour ces actions, qu'elles soient programmées ou inopinées dans le cadre d'un incident, par exemple. L'une des spécificités de l'IRSN réside dans une expertise scientifique et collective qui s'appuie sur les connaissances, les compétences et les savoir-faire de ses experts et sur le retour d'expérience. Une expertise dans des domaines techniques très diversifiés impliquant une large transversalité et une forte pluridisciplinarité. Une expertise qui doit innover dans ses méthodes et dans ses savoirs pour traiter des problématiques et des situations nouvelles. L'IRSN investit, à ce titre, de nouveaux champs tels que les méthodes d'analyse multicritères ou des travaux concernant l'expertise augmentée ou le recours à l'intelligence artificielle.

Au plan national, l'IRSN apporte sa contribution technique aux différentes politiques publiques et aux plans nationaux en lien avec la gestion des risques radiologiques et nucléaires. Il contribue ainsi à la Stratégie nationale de santé, au Plan santé-environnement, au Plan radon, au Plan santé-travail, au Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs ou bien encore au Plan cancer. À l'échelle européenne, voire internationale, les exigences réglementaires sont le plus souvent issues d'instances dédiées, telles qu'Euratom, l'AIEA, l'UNSCEAR ou bien encore la CIPR. La définition d'objectifs partagés et l'harmonisation des pratiques en matière d'expertise contribuent à une approche homogène des dispositifs nationaux de gouvernance des risques nucléaires et radiologiques. Parmi ces instances, je souhaite particulièrement mentionner le réseau européen ETSON (*European Technical Safety Organisation Network*), réseau des homologues européens de l'IRSN, engagé dans cette dynamique d'harmonisation. Plus globalement, l'IRSN participe à la diffusion et à la promotion des approches françaises de sûreté et de radioprotection au sein de ces instances internationales.

Déployer la stratégie scientifique et conduire une recherche de haut niveau favorisant l'émergence de partenariats à la fois nationaux, européens et internationaux afin de répondre aux enjeux de l'expertise.

La recherche menée par l'IRSN a pour objectif de disposer des connaissances nécessaires indispensables à la mission d'expertise relative à l'évaluation des risques nucléaires et radiologiques. Elle bénéficie du soutien efficace de son comité scientifique, de son comité de visite et de son comité d'orientation des recherches. Elle répond aux exigences d'excellence scientifique, de partage et de diffusion des connaissances, comme l'ont montré les conclusions de l'audit du Hcéres en 2018. Dans un contexte de demande d'expertises soutenue, l'un des enjeux de l'IRSN est de veiller à maintenir un équilibre entre les missions d'expertise et de recherche.

Gage de qualité scientifique et d'efficience, les démarches partenariales en matière de recherche permettent de démultiplier les capacités d'actions et de rationaliser les moyens. Dans ce cadre, il est essentiel pour l'IRSN de jouer un rôle moteur dans la structuration et la programmation des activités de recherche aux plans national, européen et international. Il participe activement à la création de *consortia* autour de projets de recherche regroupant des organismes homologues français ou étrangers, des acteurs du monde académique et le cas échéant des industriels. En soutien à ces projets de recherche, nous bénéficions d'installations expérimentales de premier ordre qui contribuent à produire des données nécessaires à l'avancée des connaissances et conduisent également au développement de partenariats.

Concrètement, dans le domaine de la radioprotection, l'IRSN dispose de plateformes de métrologie radiologique, d'irradiation ou de microscopie. Dans le domaine de la sûreté nucléaire, les plateformes couvrent un large spectre de thématiques telles que l'incendie, le confinement, le vieillissement des matériaux, la thermohydraulique ou encore la radiochimie.

Je tiens à saluer le travail effectué pour la réalisation, en 2018, du premier essai sur la boucle à eau sous pression dans le réacteur Cabri, installation du CEA mise à disposition de l'Institut. Ce réacteur permet de développer des programmes d'étude du comportement du combustible nucléaire en situation accidentelle.

Contribuer à la transparence et au dialogue en matière de sûreté et de radioprotection.

Depuis sa création, l'IRSN a développé une politique d'ouverture à la société inscrite dans les contrats d'objectifs successifs avec l'État. Cette politique consiste à partager les connaissances scientifiques et techniques issues des travaux de l'Institut et à favoriser la contribution des acteurs de la société à nos activités de recherche et d'expertise.

Dans le cadre de la loi sur la transparence en matière de sûreté nucléaire, l'Institut interagit déjà avec les acteurs majeurs que sont les commissions locales d'information (CLI), leur association nationale (Anccli) et le Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire (HCTISN). Les attentes et les questionnements des parties prenantes évoluent ; aussi l'IRSN doit-il poursuivre le travail de mise à disposition et de partage des informations scientifiques et, plus largement, de la connaissance. Il contribue, par exemple, à éclairer le débat public autour du PNGMDR en mettant à la disposition de la CNDP ses évaluations scientifiques et techniques, son savoir-faire en matière de dialogue avec la société ou encore au développement d'une culture de radioprotection au sein des populations concernées par la prévention de l'exposition au radon dans l'habitat.

Au cours de ces dernières années, une implication des représentants de la société civile dans l'instruction de dossiers à forts enjeux de sûreté a été engagée par l'Institut, notamment dans le cadre des quatrièmes réexamens périodiques des réacteurs de 900 MWe ou des anomalies détectées dans la composition des aciers des calottes de cuve de l'EPR de Flamanville.

Pour assurer la régularité de ce dialogue technique consacré aux risques nucléaires et radiologiques, l'Institut va mettre en place une instance à représentation pluraliste, un comité de dialogue, réunissant des élus, des représentants de parties prenantes, des industriels, des représentants des administrations et des experts de l'IRSN. Cette instance complétera l'action du comité d'orientation des recherches (COR) dont l'objectif est de formuler des recommandations pour l'orientation de la recherche de l'Institut, prenant en compte les attentes de la société.

Adapter l'appui de l'IRSN aux autorités et aux services de l'État pour faire face à l'évolution de la nature des situations de crise nucléaire ou radiologique.

Les crises nucléaires ou radiologiques requièrent la mise en œuvre d'une réponse globale de l'État. Elles nécessitent une coordination forte entre les différents acteurs nationaux et territoriaux ainsi qu'avec les instances européennes et internationales. Dans ce cadre, l'IRSN apporte un appui opérationnel aux autorités et aux pouvoirs publics à travers la mobilisation de sa capacité d'expertise et l'activation de son centre de crise technique, de ses moyens de surveillance et d'intervention.

Acteur identifié dans le plan national de réponse à un accident nucléaire ou radiologique majeur, l'IRSN doit contribuer à l'amélioration du dispositif national de gestion des situations d'urgence radiologique et postaccidentelle. Il poursuit également, en lien avec les pouvoirs publics, son action dans le cadre du plan NRBC.

Piloter l'Institut en responsabilité.

Enfin, l'IRSN s'inscrit dans la poursuite par l'État de politiques de modernisation et de maîtrise de la dépense publique. Dans ce cadre, il est nécessaire de renforcer le management du risque et de la performance, avec une attention aux enjeux de sécurité, et de favoriser la soutenabilité financière et l'efficacité des activités de l'Institut. Plus généralement, je souhaite déployer une politique de gestion socialement et écologiquement responsable en renforçant les actions quotidiennes de l'Institut en matière sociale, environnementale, éthique, de transparence... 2018 a notamment vu la mise en place d'un comité d'éthique et de déontologie renouvelé.

Ce contrat d'objectifs et de performance est porteur d'ambitions pour l'Institut, il répond aux attentes de l'État et de la société. C'est avec détermination qu'en lien avec le conseil d'administration et sa présidente, Marie-France Bellin, je suivrai cette feuille de route.

Les femmes et les hommes de l'IRSN, dont l'engagement et le professionnalisme dans leurs missions sont reconnus, auront à cœur de le déployer.

LOUIS-MICHEL GUILLAUME

Directeur général adjoint, délégué pour les missions relevant de la défense

Dans le domaine de la défense, de la sécurité et de la non-prolifération, la signature du Contrat d'objectifs et de performance 2019-2023 en janvier dernier, a permis de réaffirmer les enjeux de l'IRSN. Il fixe notamment deux objectifs:

- Être au rendez-vous des expertises concernant la sécurité des matières, des installations et des transports nucléaires et assurer les missions opérationnelles associées.
- Contribuer, en accompagnement des autorités qui en sont responsables, au respect des engagements de la France en matière de non-prolifération nucléaire et d'interdiction des armes chimiques.

Ces objectifs illustrent la diversité des missions de l'Institut et son engagement pour faire avancer la sûreté et la sécurité nucléaire dans le domaine de la défense, la sécurité nucléaire pour les installations et transports civils.

En 2018, l'appui technique fourni au Délégué à la sûreté nucléaire et à la radioprotection pour les installations et les activités intéressant la défense (DSND)

a porté sur l'examen des dispositions associées au retour dans le cycle opérationnel du porte-avions « Charles-de-Gaulle », à l'issue de son arrêt technique majeur, à celles préalables à l'embarquement du cœur et à la divergence du « Suffren », premier sous-marin nucléaire d'attaque du programme Barracuda qui inclut ses infrastructures d'accueil à Cherbourg, Brest et Toulon, l'instruction en vue de la mise en service du réacteur RES à Cadarache et la poursuite des travaux relatifs au réexamen de sûreté des sous-marins nucléaires lanceurs d'engins en service et de leurs installations de soutien à terre. Pour les installations du CEA et d'Orano relevant du DSND, l'IRSN a examiné la stratégie retenue par les exploitants pour le démantèlement et l'assainissement d'installations et la gestion des déchets et effluents associés.



Dans le domaine de la défense, de la sécurité et de la non-prolifération, la signature du Contrat d'objectifs et de performance 2019-2023 a permis de réaffirmer les enjeux de l'IRSN.

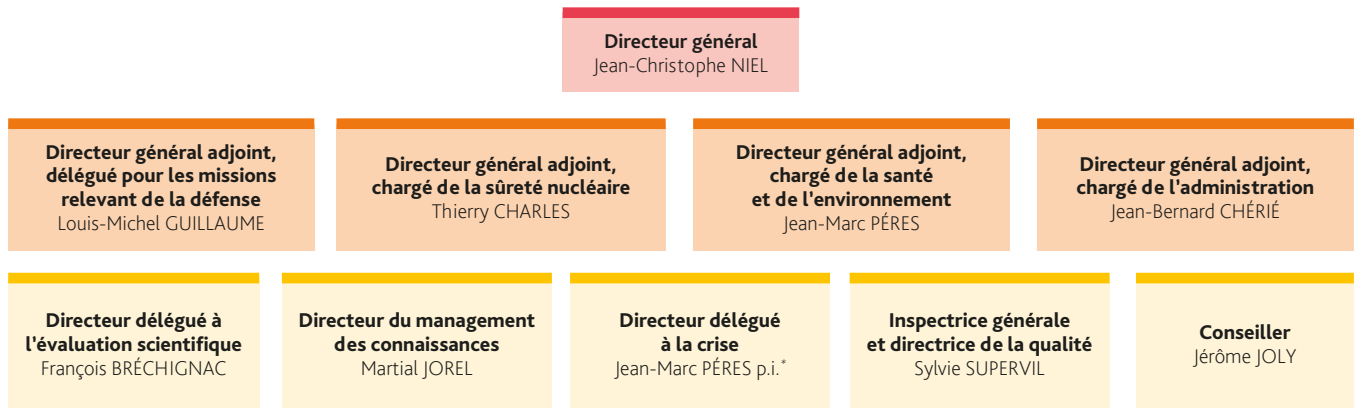
Dans le cadre des activités exercées au bénéfice du Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité (HFDS) du ministre chargé de l'Énergie, l'IRSN a expertisé les dossiers liés à la mise en œuvre, par les exploitants d'installations nucléaires, du projet de décret sur la protection et le contrôle des matières nucléaires, des installations et des transports (décret n° 2009-1120 du 17 septembre 2009) qui vise à renforcer les exigences de protection des installations existantes au regard des actes de malveillance ou de terrorisme. Les missions récurrentes d'appui et de concours techniques ont été réalisées, notamment au travers du programme d'inspections des installations et des transports défini par les services du HFDS. Enfin, en application par la France des traités internationaux de non-prolifération nucléaire (traité Euratom, accord de garanties AIEA et protocole additionnel, accords bilatéraux) et d'interdiction des armes chimiques (Convention sur l'interdiction des armes chimiques), l'IRSN a poursuivi en 2018 ses missions de concours et d'appui technique. À ce titre, il a assuré la centralisation et la retransmission aux organismes de contrôle des déclarations des exploitants et a accompagné les inspec-

tions internationales diligentées par l'AIEA et Euratom pour le domaine nucléaire et l'OIAC pour le domaine de la chimie.

2019 s'inscrit dans une dynamique toujours soutenue avec, pour la propulsion navale, les premiers travaux sur le futur sous-marin nucléaire lanceur d'engins, les premiers essais du sous-marin nucléaire d'attaque « Suffren » à Cherbourg ainsi que le retrait du service actif du « Saphir ». En parallèle se poursuivra l'examen des dispositions de protection contre la malveillance des sites industriels des exploitants français, dont en particulier la future piscine d'entreposage centralisée en phase de conception. Enfin, l'Institut apportera son appui technique au profit des administrations engagées dans les grands événements internationaux tels que la conférence d'examen du traité de non-prolifération ou la conférence internationale sur la sécurité nucléaire de l'Agence internationale de l'énergie atomique.

GOVERNANCE

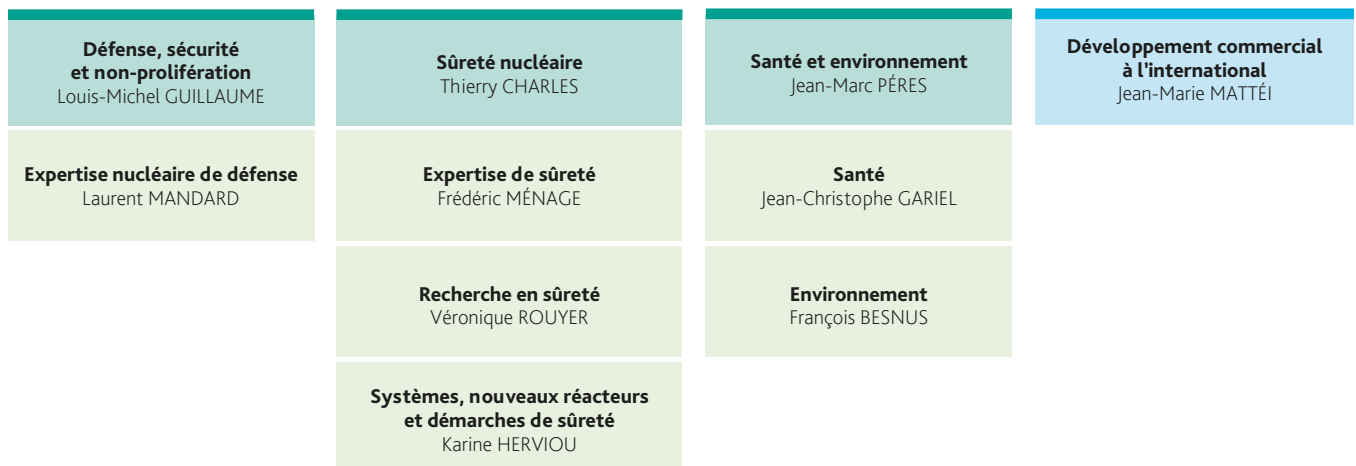
ORGANIGRAMME AU 1^{ER} FÉVRIER 2019



► DIRECTIONS FONCTIONNELLES ET DE SUPPORT



► PÔLES OPÉRATIONNELS



* par intérim

COMITÉ D'ÉTAT-MAJOR AU 1^{ER} FÉVRIER 2019

Jean-Christophe NIEL
Directeur général

Louis-Michel GUILLAUME
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

Jean-Marc PÉRES
Directeur général adjoint,
chargé de la santé et de l'environnement

François BRÉCHIGNAC
Directeur délégué à l'évaluation scientifique

Martial JOREL
Directeur du management
des connaissances

Patrice BUESO
Directeur de la stratégie,
du développement et des partenariats

Marie-Pierre BIGOT
Directrice de la communication

Cyril PINEL
Directeur des affaires internationales

Michel ÉNAULT
Directeur des ressources humaines

Jérôme JOLY
Conseiller

Sylvie SUPERVIL
Inspectrice générale, directrice de la qualité

COMITÉ DE DIRECTION AU 1^{ER} FÉVRIER 2019



De gauche à droite : Louis-Michel GUILLAUME • Sylvie SUPERVIL • Jean-Christophe NIEL • Cyril PINEL • Frédéric MÉNAGE



Jean-Marie MATTÉI • Didier LOUVAT* • Patrice BUESO • Martial JOREL • Pierre PIQUEMAL-LAGORRE



Marie-Pierre BIGOT • Thierry CHARLES • Jean BATTISTON • Jean-Marc PÉRES



Jean-Christophe GARIEL • Didier DEMEILLERS • Karine HERVIOU • Jérôme JOLY • François BESNUS



Jean-Bernard CHÉRIÉ • Michel CHOUHA**



Michel ÉNAULT • Véronique ROUYER • François BRÉCHIGNAC • Laurent MANDARD

* ENSTTI
** Riskaudit

ORIENTATIONS STRATÉGIQUES

UNE NOUVELLE FEUILLE DE ROUTE POUR LES ANNÉES À VENIR

Année d'évaluation et de prospective, 2018 a été le dernier exercice du contrat d'objectifs et de performance État-IRSN 2014-2018, avec la réalisation du bilan de son exécution sur cette période. 2018 a également vu la préparation et l'approbation d'un nouveau contrat pour la période 2019-2023. Ce travail important de réflexion sur les documents de gouvernance a bénéficié de l'évaluation de l'établissement par le Haut Conseil de l'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur (Hcéres) et de la démarche interne IRSN 2030, et a mobilisé de nombreux collaborateurs de l'Institut ainsi que ses partenaires institutionnels.

BILAN DU COP 2014-2018

Arrivé à son terme en 2018, le contrat d'objectifs et de performance (COP) État-IRSN 2014-2018 a fait l'objet d'un premier bilan en prévision de l'élaboration du contrat suivant. Élément clé de la gouvernance de l'Institut, le COP 2014-2018 visait trois axes stratégiques majeures :

- maintenir un effort de recherche d'excellence scientifique de niveau mondial, pour faire avancer la sûreté nucléaire et préparer la capacité d'expertise de demain ;
- déployer de manière efficiente les savoir-faire et moyens indispensables à l'évaluation et à la prévention des risques nucléaires et radiologiques ;
- accroître l'effort d'ouverture au service d'une société de plus en plus vigilante aux risques nucléaires et radiologiques.

Ces axes stratégiques étaient déclinés en objectifs opérationnels dans les champs de compétences de l'Institut que sont la sûreté, la sécurité nucléaire et la non-prolifération, la radioprotection de l'homme et de l'environnement, la crise et les aspects liés au postaccidentel.

Sur la période 2014-2018, l'expertise de l'IRSN a joué un rôle clé dans la conduite de grands dossiers nationaux, parmi lesquels :

- l'examen de la demande de mise en service du réacteur EPR de Flamanville ;
- l'évaluation de la sûreté de la future installation de stockage géologique de déchets nucléaires ;
- l'examen de la mise en conformité des installations nucléaires aux nouvelles exigences relatives à la protection et au contrôle des matières nucléaires ;
- l'amélioration de la performance du système de radioprotection et notamment l'approfondissement des connaissances dans le domaine de l'exposition aux rayonnements ionisants sur l'homme et l'environnement, y compris dans le domaine des applications médicales ;
- le développement de doctrines et l'amélioration des organisations nationales de gestion de crise radiologique ou nucléaire.

En parallèle, l'expertise de l'IRSN a aussi été mobilisée sur bon nombre de sujets non programmés et à forts enjeux qui ont nécessité une grande réactivité de la part des équipes de l'Institut, comme sur la ségrégation de carbone dans les calottes de la cuve de l'EPR de Flamanville et dans les générateurs de vapeur de réacteurs en service ou sur la tenue de la digue de la centrale de Tricastin.

Brève

Renouvellement de la commission d'éthique et de déontologie de l'IRSN

— La commission d'éthique et de déontologie de l'IRSN s'est réunie le 5 octobre 2018 dans une composition renouvelée qui compte désormais sept membres.

Placée auprès du conseil d'administration, la commission d'éthique et de déontologie est une instance consultative chargée de conseiller l'Institut pour la rédaction des chartes de déontologie applicables à ses différentes activités et de suivre leur application. Elle veille notamment aux conditions dans lesquelles est assurée la séparation, au sein de l'établissement, entre les missions d'expertise réalisées au bénéfice des services de l'État et celles effectuées dans le cadre de prestations commerciales.

Pour la période 2019-2020, une évaluation de la mise en œuvre de la charte d'éthique et de déontologie adoptée par l'Institut en 2013 et de la charte de l'ouverture à la société signée en 2009 est prévue.

L'activité de recherche de l'IRSN a été soutenue, avec l'élaboration en 2015 de la stratégie scientifique pour les 10 années à venir et la participation aux projets européens (Euratom H2020) et nationaux (programme des investissements d'avenir). Ces derniers ont notamment permis d'approfondir les recherches identifiées à la suite de l'accident de Fukushima-Daiichi. Cet engagement de l'Institut en matière de recherche a été souligné par le Haut Conseil de l'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur). La capacité à réaliser des expérimentations, qu'elles soient de nature analytique ou intégrale, est une condition nécessaire de la qualité de la recherche finalisée conduite par l'Institut. Ainsi, pour la période 2014-2018, l'IRSN s'est engagé sur le déploiement d'infrastructures expérimentales majeures, notamment dans le domaine de la radioprotection avec l'installation Mircom qui permet des irradiations à l'échelle subcellulaire, l'irradiateur MICADO-LAB pour l'étude des effets des rayonnements ionisants sur les espèces végétales et animales, et la plateforme PARISII, destinée à l'étude des effets des expositions chroniques par contamination interne à différents radionucléides, parmi lesquels l'uranium, le césium et le strontium.

En matière d'ouverture à la société, les actions ont été déployées autour de trois axes majeurs :

- la transparence des travaux d'expertise, inscrite en 2015 dans la loi TECV avec la publication des avis de l'IRSN, lorsqu'ils ne relèvent pas de la défense ;
- la montée en compétences des acteurs de la société qui a donné lieu à des dialogues techniques sur des sujets techniquement complexes – poursuite du fonctionnement des réacteurs de 900 MWe au-delà de 40 ans, problèmes de ségrégation de carbone dans les calottes de la cuve du réacteur EPR, stockage des déchets... ;
- la prise en compte des préoccupations des parties prenantes dans les programmes de recherche, avec les travaux du comité d'orientation des recherches de l'Institut, la participation des parties prenantes à la construction de projets européens, etc.

Enfin, conformément aux politiques de modernisation de l'État, l'IRSN a poursuivi les actions engagées en matière d'optimisation de sa gouvernance et de son pilotage, avec notamment la maîtrise de l'évolution de son vivier de compétences, la gestion de ses moyens techniques, la performance de ses achats et de sa gestion budgétaire.

PRINCIPALES ORIENTATIONS DU COP 2019-2023

Le projet de contrat d'objectifs et de performance (COP) pour la période 2019-2023 a été approuvé par le conseil d'administration le 4 décembre 2018, et signé par les tutelles le 10 janvier 2019. Fruit de nombreux échanges, à partir de février 2018 avec les représentants des ministères de tutelles, les autorités de sûreté et de sécurité ainsi que les administrations auxquelles l'Institut apporte son appui technique, ce projet porte les objectifs suivants :

- maintenir une expertise de qualité, en apportant un appui opérationnel aux autorités et aux pouvoirs publics, en contribuant à l'élaboration et au déploiement des politiques publiques ainsi qu'à la promotion des approches françaises de sûreté et de radioprotection auprès de nos homologues étrangers, notamment au sein du réseau ETSO ;
- déployer la stratégie scientifique et conduire une recherche de haut niveau, en favorisant l'émergence de partenariats, en valorisant les plateformes expérimentales de l'Institut, en renforçant les liens avec le secteur académique ;
- inscrire dans la durée et développer la politique de transparence et d'ouverture à la société, en accompagnant la montée en compétences de la société civile, en contribuant à un dialogue régulier avec les parties prenantes et en considérant leurs attentes dans les orientations des travaux de recherche de l'Institut ;
- adapter l'appui aux autorités et aux services de l'état pour faire face à l'évolution de la nature des situations de crise nucléaire ou radiologique, en développant une capacité de réponse vis-à-vis de situations d'urgence de type NRBC et en renforçant l'action menée dans le domaine du postaccidentel ;
- piloter l'Institut en responsabilité, en assurant une gouvernance et un pilotage en cohérence avec les politiques de modernisation de l'État, en renforçant la gestion technique et financière, en gérant les connaissances, en développant les compétences et en déployant une politique de gestion humaine, financière et patrimoniale socialement et écologiquement responsable.

Les objectifs figurant dans le contrat matérialisent les attentes de l'État vis-à-vis de l'IRSN et traduisent également les ambitions d'excellence, d'indépendance, d'anticipation et de partage portées par la démarche IRSN 2030.

ZOOM

ÉLABORATION DU PLAN À MOYEN TERME

Parallèlement à la préparation du COP 2019-2023 et en réponse aux axes et objectifs stratégiques de celui-ci, l'IRSN a rédigé le Plan à moyen terme (PMT) 2019-2023. Ce document décline les activités et les moyens prévus par l'Institut en matière de recherche et d'expertise, ainsi que dans les domaines fonctionnels et support.

Son élaboration s'est notamment appuyée sur les documents décrivant les enjeux de l'expertise à 10 ans pour les réacteurs et les laboratoires et usines, et sur les démarches de recherche déclinant la stratégie scientifique de l'Institut par thématique. La rédaction de ces démarches, qui s'est achevée en 2018, a bénéficié des recommandations formulées par le conseil scientifique et par le comité d'orientation des recherches. Des éléments de contexte tels que les résultats des évaluations scientifiques, la préparation du neuvième programme cadre de recherche européen et la fin des actions du programme national « Recherche en sûreté nucléaire et en radioprotection » ont été également pris en compte pour planifier les actions de recherche.

Pour ce qui concerne l'expertise, l'IRSN s'impliquera dans les grands dossiers nationaux en matière de sûreté, de sécurité nucléaire et de radioprotection : projet de piscine centralisée d'entreposage de combustible ; installation de stockage Cigéo ; durée d'exploitation des réacteurs de 900 Mwe ; réacteur EPR ; projet ITER ; nouvelle génération de sous-marin nucléaire lanceur d'engins ; démantèlement des installations arrêtées ; sécurité des installations nucléaires et lutte contre la cybercriminalité ; préparation aux crises radiologiques ou nucléaires.

Moyennant l'hypothèse d'un maintien des ressources publiques au niveau de 2018 pour les cinq années à venir, l'équilibre entre les activités de recherche et celles d'expertise s'appuie sur une optimisation des moyens qui passe notamment par une maîtrise des dépenses et de leur structuration, une mutualisation des moyens et la valorisation des plateformes dans un cadre partenarial structurant et stratégique.

EXCELLENCE SCIENTIFIQUE

En matière de recherche, l'Institut développe une stratégie qui repose sur l'acquisition et le développement de connaissances, ainsi que sur la confrontation aux autres pratiques. Son engagement dans les réseaux nationaux, européens et internationaux lui permet de tirer le meilleur parti des pratiques et travaux des organismes avec lesquels il collabore, et de faire valoir ses priorités pour l'orientation des programmes de recherche. En partageant son expérience, ses méthodes et la diffusion des résultats de ses travaux, l'IRSN se donne aussi la possibilité de valoriser plus largement ses plateformes au sein de la communauté scientifique.

UN PARTENARIAT SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE RENFORCÉ AVEC LE CEA

Sur la base des besoins de recherche exprimés par l'IRSN et le CEA dans les domaines de la sûreté et de la radioprotection, la volonté affichée en 2017 de renforcer le partenariat scientifique vise à élargir le champ d'acquisition des connaissances des deux organismes en s'appuyant sur la complémentarité de leurs équipes et sur un partage accru de leurs moyens et infrastructures de recherche existantes ou en projet. Les premiers échanges qui se sont matérialisés en 2018, par l'organisation conjointe de deux journées scientifiques, témoignent également de leur volonté d'assurer ensemble la promotion de leurs équipes de recherche au sein de l'espace européen de la recherche pour la radioprotection et l'environnement. Fin janvier, un colloque consacré à la radiobiologie a rassemblé 150 participants du CEA et de l'IRSN afin d'échanger sur les principaux programmes de recherche menés dans ce domaine. Ce colloque, placé sous l'égide du haut-commissaire à l'énergie atomique et du directeur général de l'IRSN, a été suivi d'un appel à projets interne CEA-IRSN, destiné à renforcer les collaborations et à soutenir le développement en commun de projets. Deux projets collaboratifs ont pu ainsi bénéficier d'un financement spécifique et contribuer au renforcement de la dynamique partenariale entre les équipes du site de Fontenay-aux-Roses, qui héberge les principales équipes en radiobiologie du CEA et de l'IRSN.

Le premier projet porte sur l'analyse des mécanismes qui conduisent à la persistance, dans le temps, des cassures des deux brins de l'ADN soumis à des rayonnements ionisants. Le second doit permettre de caractériser l'apport de cellules souches mésenchymateuses, récemment identifiées et appelées MUSE, pour le traitement du syndrome gastro-intestinal induit par une forte irradiation de la sphère intestinale et pour lequel aucun traitement efficace n'est disponible. Une deuxième journée thématique a été organisée en septembre sur l'impact des radionucléides dans l'environnement. Elle a permis aux équipes dédiées aux sciences environnementales, incluant radioécologie et radiotoxicologie, de se construire une meilleure vision des sujets d'intérêts communs et de la complémentarité des connaissances, savoir-faire et outils des deux établissements. Un rapprochement des équipes doit permettre de gagner en visibilité, au sein du paysage européen, dans la perspective de la transition vers le neuvième programme cadre de recherche et d'innovation.

ÉVALUATION DE L'IRSN PAR LE HCÉRES

Le Haut Conseil de l'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur (Hcéres) a publié son rapport d'évaluation de l'IRSN en tant qu'établissement de recherche. Cette évaluation a porté sur la stratégie, l'organisation et la gouvernance de l'IRSN au service de sa recherche.

Le Hcéres y souligne notamment l'identité de l'IRSN, bien marquée à l'interne comme à l'externe, sa forte visibilité et sa reconnaissance à l'international ainsi que sa participation active à la construction de la recherche européenne. Il relève aussi la politique d'ouverture à la société menée par l'Institut, qui permet d'instaurer un climat de confiance avec ses partenaires. Le rapport présente aussi des recommandations telles que le renforcement des partenariats avec le monde académique, un positionnement institutionnel qui pourrait être plus affirmé dans l'espace national et international de la recherche et une gouvernance renforcée des activités menées dans ce domaine.

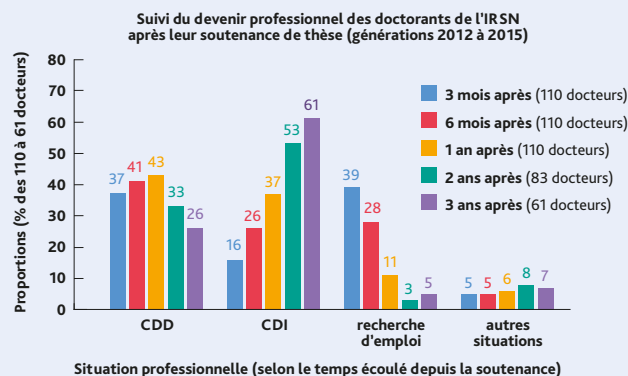
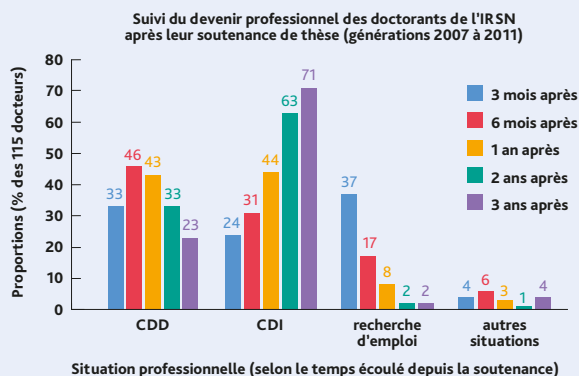
Ces conclusions confortent l'Institut dans son engagement en matière de recherche mais également dans l'évolution qu'il a engagée concernant ses orientations stratégiques, son organisation et ses modes de fonctionnement. Des actions d'importance réalisées ces dernières années, en particulier la parution de la stratégie scientifique et la rédaction de documents de démarche de recherche qui la déclinent de façon thématique, ont commencé à porter leurs fruits. (...)

Brève

Renforcement des projets de l'ANR et du PIA

— **Deux nouveaux projets impliquant l'IRSN ont obtenu des financements de l'ANR en 2018. Le projet DISRUPT vise à améliorer l'analyse des ruptures de failles observées à la surface terrestre à la suite d'un séisme afin de faire un lien avec les caractéristiques du séisme, ce qui ouvrirait des perspectives nouvelles en matière d'aléa sismique. Le projet IXBONE vise à trouver des stratégies de régénération osseuse en cas d'hypoplasie osseuse faciale après un traitement par radiothérapie d'un cancer des voies aréodigestives supérieures. Dans le même temps, trois des sept projets « Recherche en sûreté nucléaire et en radioprotection » pilotés par l'IRSN, dans le cadre du Programme national d'investissements d'avenir (PIA) soutenu par le Commissariat général à l'investissement, ont bénéficié en 2018 d'une aide complémentaire pour des extensions à visée industrielle : MITHYGÈNE, destiné à améliorer la connaissance du risque hydrogène et de sa gestion en situation d'accident grave ; MIRE, qui vise à réduire les rejets radioactifs pouvant résulter d'un accident grave ; PRIODAC, qui vise à déterminer les modalités d'administration d'iode stable aux personnes se trouvant dans une zone de rejets accidentels radioactifs répétés.**

ZOOM



Devenir professionnel des docteurs issus de l'IRSN, générations 2007 à 2015, selon les types de contrat ou de situations (%). La légende de droite distingue en couleur les temps écoulés après la soutenance et précise le nombre de docteurs (toujours 115 dans le cas des générations 2007 à 2011). Les quelque 2 à 4% de « perdus de vue » n'ont pas été représentés, mais participent aux sommes indiquées.

(...) Si le projet « Évolution de la sphère fonctionnelle et support » prend naturellement en considération les recommandations structurantes de l'évaluation, des actions complémentaires ciblées ont été décidées. Ainsi, l'IRSN renforce la politique de valorisation de ses infrastructures autour de partenariats structurants et l'expérimentation du mode projet pour la recherche est engagée par la mise en œuvre des actions issues de l'appel à projets IRSN 2030.

BILAN DE LA FORMATION PAR LA RECHERCHE

L'IRSN accueille et forme « à et par la recherche » des doctorants et des post-doctorants dans le cadre habituel de ses activités de recherche. En complément, l'implication de l'IRSN envers ses doctorants comprend un cursus spécifique de formation interne, l'organisation de « Journées des thèses »

annuelles qui leur sont dédiées, au cours desquelles ils présentent l'avancement de leurs travaux, et une préparation à l'après-thèse. La centaine de doctorants et postdoctorants présents à tout moment de l'année, représente un tiers des équivalents temps plein (ETPT) chercheurs.

La politique de formation à et par la recherche de l'IRSN contribue aussi à la construction de liens structurants avec le monde académique. Ainsi, près de la moitié des travaux de doctorat sont menés avec des organismes de recherche partenaires.

Par ailleurs, l'IRSN veille à maintenir un haut niveau d'employabilité et s'assure à cet effet du devenir de ses anciens doctorants et post-doctorants. Depuis 2007, sur 225 jeunes docteurs issus de l'IRSN, 90 à 95 % avaient trouvé un emploi trois ans après, parmi lesquels 61 à 71 % d'emplois permanents, ce qui se situe dans les moyennes nationales issues des dernières enquêtes ministérielles (MESRI/SIES et CEREQ).

Breve

La recherche exploratoire pour encourager l'innovation

— En 2018, trois nouveaux projets de recherche exploratoire ont démarré et deux projets lancés 12 à 18 mois plus tôt étaient achevés ou proches de leur terme. L'un vise le développement d'outils numériques de modélisation des évolutions microstructurales d'une matrice de combustible MOX et du relâchement des produits de fission ; l'autre porte sur le développement de nouvelles approches de dosimétrie adaptées aux situations d'accident d'irradiation externe de grande ampleur.

En 12 ans, l'IRSN a soutenu plus de 30 projets de recherche exploratoire, complémentaires de la recherche programmée et destinés à favoriser l'innovation et la créativité des chercheurs.

ZOOM

MANAGEMENT DES CONNAISSANCES : UNE ACTIVITÉ OPÉRATIONNELLE POUR LE DOMAINE CIVIL DE L'IRSN

L'IRSN s'est engagé dans une démarche de management de ses connaissances afin de doter l'Institut d'une vision globale des connaissances clés à détenir pour le présent et l'avenir afin de mener à bien ses missions. L'année 2018 a été caractérisée par l'achèvement du réseau opérationnel de coordonnateurs du management des connaissances (CMC) pour animer et organiser l'activité au sein de leurs unités respectives (26 CMC) pour les domaines concernant la sûreté, la santé et l'environnement.

Afin de compléter les travaux précédents, les analyses stratégiques des connaissances ont été poursuivies pour les domaines de la sûreté des installations autres que les réacteurs à eau sous pression et de la R&D en sûreté. Une révision de l'analyse stratégique des connaissances a été lancée pour le domaine de l'environnement. L'analyse de la structuration des connaissances conduit à la création de bases d'informations de référence

constituant le patrimoine des connaissances de l'IRSN. La base rassemblant la production d'expertises de sûreté sur plus de 40 ans a été complétée pour les domaines de la santé et de l'environnement. Elle est en cours d'enrichissement pour les documents les plus anciens. La capitalisation des « sachants » critiques a conduit à la réalisation de nouveaux « livres de connaissances », notamment sur les sujets suivants : « Examens non destructifs des matériaux métalliques : des contrôles à leur simulation » ; « Enjeux, méthodes et applications des études probabilistes de sûreté de niveau 2 ». Tous ces éléments ont été rendus accessibles en interne au travers du « portail des connaissances », qui constitue un point d'accès unique aux connaissances produites par l'Institut sur toutes ses thématiques. Afin de faciliter la recherche de connaissances au sein de ces bases documentaires, un outil spécifique a été développé et mis en œuvre.

OUVERTURE À LA SOCIÉTÉ

L'écoute des attentes des citoyens est une composante essentielle de la contribution au débat public sur les risques. En application de sa charte d'ouverture à la société et de son contrat d'objectifs et de performance, l'IRSN poursuit des actions de dialogue technique multipartenaires. Cette démarche de transparence sur ses travaux et de partage de son expertise par des échanges réguliers avec les acteurs de la société vise à les aider à se forger leur propre opinion. Les actions d'ouverture, historiquement dédiées à des sujets d'expertise, se développent maintenant dans le champ de la recherche. Elles permettent aux experts et chercheurs de l'Institut de mieux s'approprier les questionnements et préoccupations exprimés par la société, voire d'en tenir compte dans leurs expertises et leurs actions de recherche.

ENJEUX DE SÛRETÉ : DES ACTIONS POUR RECUEILLIR LES QUESTIONS DE LA SOCIÉTÉ CIVILE

Au niveau national, des actions communes Anccli-IRSN autour des dossiers de sûreté ont continué de se déployer en 2018. Le quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe présente un enjeu sociétal particulier lié à l'extension de la durée d'exploitation de ces réacteurs et à la prise en compte du retour d'expérience de l'accident de Fukushima. L'Anccli, l'ASN et l'IRSN ont poursuivi, en 2018, le dialogue technique sur le quatrième réexamen périodique, initié en 2017. Le principal objectif est de recueillir les questions d'acteurs de la société civile pendant l'instruction de thématiques considérées, par les trois partenaires, comme des sujets prioritaires pour ces échanges. Après une première réunion en novembre 2017 sur le thème de la conformité et du vieillissement, deux nouvelles réunions ont été organisées en juin sur les agressions internes et externes ainsi que sur les accidents graves et le noyau dur post-Fukushima.

Les questions formulées lors de ces réunions ont fait l'objet d'un recensement (460 questions) et ont été classées par thème (processus de réexamen, vieillissement, accidents graves, agressions, conformité, piscines, cuves, cycle du combustible, enceintes, objectifs, sécurité, transports, facteurs organisationnels et humains, sous-traitance, post-Fukushima, EPS...).

Depuis septembre 2018, cette démarche de recueil de questions des parties prenantes se poursuit dans le cadre de la concertation publique organisée sous l'égide du HCTISN par EDF, l'ASN, Anccli et l'IRSN en présence de deux garantes de la Commission nationale du débat public (CNDP).

Dans le cadre de cette concertation publique, l'IRSN participe aux réunions organisées avec les CLI (conférences de presse, réunions d'information générale, ateliers thématiques). Les premières réunions (CLI de Dampierre, Bugey, Tricastin, Cruas, Saint-Laurent-des-Eaux, Le Blayais) ont donné lieu à une participation assez large. L'IRSN vise à apporter, sur les sujets techniques relevant de son expertise, des réponses dans les avis de l'Institut ou via la plateforme Internet mise en place dans le cadre de la concertation publique.

Brève

Implication dans l'Alliss

— L'IRSN s'est engagé dans un projet collaboratif piloté par l'association pour une alliance sciences sociétés et destiné à mettre en œuvre une recherche dans le domaine des expositions chroniques et les situations d'expositions multiples. Après un séminaire de réflexion organisé les 31 mai et 1^{er} juin, des actions de recherche sont en cours de définition. La participation de l'Institut à de telles initiatives lui permet d'expérimenter de nouvelles formes de recherche qui impliquent les parties prenantes, et de bénéficier de leur retour d'expérience afin de mieux répondre aux enjeux sociétaux.

DES ÉCHANGES RENOUVELÉS AVEC LES CLI

L'IRSN continue de mettre son savoir et ses équipes à la disposition des commissions locales d'information. Au total, l'Institut a reçu en 2018 une cinquantaine de demandes d'information de la part des CLI dont une quinzaine ont été l'occasion d'interventions lors de réunions publiques ou de formations spécifiques. L'Institut a également renforcé son réseau de correspondants dans les commissions à la suite de demandes des CLI de Flamanville et de Chinon, portant à 10 le nombre de CLI ayant sollicité un appui permanent de l'IRSN.

ACTIONS TERRITORIALES AUTOUR DU RADON

En matière de proximité avec la société civile, l'IRSN développe, en complémentarité avec la politique nationale de gestion du radon, des actions territoriales menées en Franche-Comté et en Haute-Vienne, dont l'objectif est de montrer l'efficacité des actions d'accompagnement des habitants dans la maîtrise de ce risque. S'appuyant sur cette démarche, l'IRSN a organisé avec l'ensemble des partenaires impliqués un séminaire territorial dédié au partage de ces expériences territoriales sur le radon. Expériences autour de la connaissance du niveau d'exposition au radon dans les habitations, mise en œuvre d'actions de remédiation adaptées, enseignements d'autres pays européens ont été exposés et discutés pour nourrir les réflexions de l'ensemble des acteurs qui doivent faire face à l'accroissement de l'intérêt pour cette problématique.

PROJET EUROPÉEN TERRITORIES : UN ATELIER DE RÉFLEXION SUR LES ENJEUX DU POSTACCIDENTEL

Dans le cadre de ses actions à l'international, l'IRSN a organisé avec la Clin du Blayais et le Centre d'étude sur l'évaluation de la protection dans le domaine nucléaire (CEPN) un atelier thématique sur la gestion des territoires après un accident nucléaire. Cet atelier s'est tenu à Bordeaux en décembre dans le cadre des travaux du projet de recherche européen TERRITORIES piloté par l'Institut. Ce programme, qui implique huit pays européens, vise à élaborer une méthode graduée et intégrée, permettant de réduire les incertitudes lors des processus de prise de décision relatifs à la gestion de territoires contaminés à long terme, en prenant en compte l'implication de toutes les parties prenantes. Cet atelier s'inscrit dans l'un des axes du projet TERRITORIES dédié à l'engagement des parties prenantes et à la prise en compte de leurs attentes dans les processus décisionnels concernant les différentes situations d'exposition aux radionucléides sur le long terme. Il fait partie d'une série de trois événements organisés en parallèle, en France, en Espagne et en Belgique, pour nourrir cet objectif d'une comparaison entre États membres.

L'apport des témoignages concrets d'intervenants japonais et biélorusses impliqués dans la réhabilitation des conditions de vie après les accidents de Fukushima-Daiichi et de Tchernobyl a permis aux acteurs français de mesurer la portée des difficultés et défis liés à l'agriculture lorsqu'elle est confrontée durablement à une situation postaccidentelle. Éclairé par ces expériences, un panel de parties prenantes locales s'est réuni pour mener un travail de recherche sur les enjeux à moyen et long termes et les incertitudes socio-économiques auxquels elles seraient confrontées, à la lumière de leur connaissance des caractéristiques de leur territoire.

50

sollicitations adressées à l'IRSN par les commissions locales d'information

IMPLIQUER LA SOCIÉTÉ DANS LES QUESTIONS LIÉES AUX EFFETS DE LA RADIOACTIVITÉ SUR LA SANTÉ

Dans le cadre de son dialogue avec la société civile, l'IRSN a organisé en mars 2018, conjointement avec l'Ancli, un séminaire d'échange sur le thème « Radioactivité et santé : où en sommes-nous ? ». Cette rencontre faisait suite à un séminaire consacré en novembre 2015 à la radioactivité dans l'environnement et ses effets sur la santé. Elle avait pour objectif de mettre à la disposition des parties prenantes les connaissances issues des expertises et des recherches, menées notamment par l'Institut, afin qu'elles puissent se forger leur propre opinion sur les risques liés à la radioactivité. Ce séminaire a notamment permis d'aborder la question du lien entre exposition radiologique et santé. Il a aussi été l'occasion de revenir sur les résultats des études menées auprès d'habitants riverains de sites nucléaires et de personnels travaillant dans ces installations, et de traiter de la question des situations accidentelles et postaccidentelles. Deux tables rondes ont enrichi les échanges « Certitudes et controverses » et « La surveillance sanitaire : quelles pistes d'amélioration ? ». Elles ont permis le partage de questionnements autour de la définition de la dose et son calcul ainsi que sur la situation des travailleurs prestataires.



Réunion publique le 13 décembre 2018 à Saint-Laurent-Nouan (Loir-et-Cher) dans le cadre de la concertation avec la société civile à l'occasion des quatrièmes visites décennales des réacteurs de 900 MWe.

PRÉPARATION DU DÉBAT PUBLIC SUR LA GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS

L'IRSN a été sollicité dans le cadre de la préparation du débat public organisé par la CNDP en vue de l'élaboration du cinquième Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs (PNGMDR). Ce débat public est programmé en 2019. Le directeur général de l'Institut a présenté à la présidente de la Commission particulière du débat public (CPDP) les sujets qu'il lui semblait important d'aborder dans ce débat. Par ailleurs, l'Institut a contribué à la réflexion engagée par la Commission des argumentaires sur les options du PNGMDR faisant l'objet de controverses scientifiques ou techniques.

ZOOM

TRAVAUX DU COMITÉ D'ORIENTATION DES RECHERCHES DANS LE DOMAINE DU POSTACCIDENTEL

Le Comité d'orientation des recherches (COR) de l'IRSN a mandaté un groupe de travail (GT) composé de ses membres pour approfondir les questions liées aux suites d'un accident nucléaire, à la lumière du retour d'expérience des accidents de Tchernobyl et de Fukushima-Daiichi. Le GT s'est intéressé aux conséquences à moyen et long termes, après la phase d'urgence, et a examiné l'ensemble des aspects liés à la protection des populations, à leurs déplacements et aux conditions de vie dans les territoires contaminés. Ce travail a abouti à des recommandations parmi lesquelles une plus grande valorisation des travaux, notamment à travers la présentation d'une stratégie globale de la recherche menée au sein de l'Institut sur le postaccident et l'implication des citoyens très en amont des travaux concernant la gestion postaccidentelle.



01

EXPERTISER LA SÛRETÉ DES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES CIVILES

La mission d'expertise dans le domaine de la sûreté des installations nucléaires civiles assurée par l'IRSN concerne les réacteurs nucléaires, les installations du cycle du combustible, les installations de recherche et les transports de matières radioactives. L'IRSN exprime un avis sur la sûreté de ces installations ou transports, qu'il transmet aux autorités publiques. L'Institut s'attache également à développer les échanges sur les questions de fond avec la société civile.



QUATRIÈME RÉEXAMEN PÉRIODIQUE DES RÉACTEURS DE 900 MWE

En 2018, les expertises relatives au réexamen de sûreté des réacteurs du palier 900 MWe associées à leurs quatrièmes visites décennales (VD4 900) ont mobilisé une capacité d'expertise importante de l'IRSN.

L'IRSN a notamment évalué les dispositions mises en œuvre par EDF en vue de la maîtrise du vieillissement de ces réacteurs et présenté son évaluation au groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires (GPR) et au groupe permanent d'experts pour les équipements sous pression nucléaires (GPESPN). Il a en outre poursuivi l'expertise des études d'accident du dimensionnement, des études probabilistes de sûreté de niveaux 1 et 2, des études d'agressions internes et externes ainsi que des études relatives aux accidents graves, en vue de présentations au GPR en 2019 lors de quatre réunions dédiées. Par ailleurs, la tenue en service des cuves des réacteurs de 900 MWe entre la VD4 et « la VD4 plus 10 ans » a fait l'objet d'un premier examen, présenté au GPESPN, qui se conclura en 2019 par un deuxième avis.

De manière générale, il s'agit d'expertiser la pertinence et le caractère démonstratif des études transmises par EDF, d'examiner la suffisance des modifications proposées par EDF au regard des objectifs retenus pour le réexamen de sûreté VD4 900 (notamment en tendant vers les objectifs de sûreté fixés pour les réacteurs de troisième génération) et de s'assurer de la possibilité d'exploiter les réacteurs, pour la décennie à venir.

L'IRSN a poursuivi en 2018 le cycle de dialogues techniques avec la société civile engagé en 2017 en partenariat avec l'ASN et l'Ancli. Cette démarche fait suite aux travaux menés depuis 2014 concernant les enjeux de sûreté des réexamens périodiques des réacteurs. Ces dialogues techniques permettent notamment d'échanger avec les parties prenantes parallèlement à l'instruction technique et en amont des décisions, pour recueillir les attentes et les préoccupations des membres de CLI, d'associations et d'experts non institutionnels, et pour

accompagner leur montée en compétences sur des sujets particulièrement complexes. Après une première réunion fin 2017 sur le thème de la maîtrise de la conformité et du vieillissement des réacteurs, une deuxième réunion a eu lieu le 11 juin 2018 sur les agressions internes et externes. Une troisième réunion s'est déroulée le 26 juin 2018 sur le thème de l'accident grave et de la mise en place d'un noyau dur à la suite de l'accident de Fukushima-Daiichi.

Ces dialogues sont complémentaires de la concertation du public sur la phase générique du réexamen de sûreté, organisée de septembre 2018 à mars 2019 sous l'égide du HCTISN, avec une contribution de l'IRSN.

66

ETPT (équivalents temps plein travaillé) consacrés aux VD4 900 en 2018

EXPERTISE CONCERNANT L'ENTREPOSAGE DES COMBUSTIBLES USÉS

Sollicité par la commission d'enquête parlementaire sur la sûreté et la sécurité des installations nucléaires, l'IRSN a réalisé un rapport de synthèse sur les concepts d'entreposage en piscine ou à sec des assemblages combustibles usés et les enjeux de sûreté associés, en France et dans le monde.

L'Institut conclut de cette synthèse que les deux types d'entreposage ne répondent pas totalement aux mêmes besoins : l'entreposage en piscine est nécessaire pour les combustibles peu refroidis et l'entreposage à sec convient aux combustibles suffisamment refroidis. Le choix du type d'entreposage doit tenir compte de la puissance thermique du combustible utilisé, qui constitue le paramètre déterminant du point de vue de la sûreté et de la durée visée pour l'entreposage, qui dépend du cycle du combustible retenu. Par ailleurs, les entreposages en piscine, contenant des combustibles en général plus chauds, nécessitent des dispositions de sûreté plus importantes que les entreposages à sec, plus passifs. Cependant, dans ces derniers, les gaines (constituant la première barrière de confinement) sont plus sollicitées thermiquement et moins aisément contrôlables.

DÉVELOPPEMENT D'UN SYSTÈME EXPERT DANS LE DOMAINE DES RISQUES D'INCENDIE

L'IRSN a développé un système expert (SE) de type réseau bayésien pour étudier les effets de pression pouvant résulter d'un incendie dans des installations nucléaires. Les systèmes experts sont une technique de l'intelligence artificielle visant à reproduire les mécanismes cognitifs d'un expert. Le SE est composé d'une base de connaissances regroupant l'information générique définissant son champ d'application et d'une base d'observations contenant l'information contingente à partir de laquelle des inférences peuvent être menées. Enfin, un moteur d'inférence, constitué d'un ensemble d'algorithmes, permet de véhiculer les flux d'informations issus de la base d'observations au travers de la base de connaissances.

Le SE développé s'appuie sur les simulations fournies par le logiciel SYLVIA permettant la modélisation d'un incendie et d'un réseau de ventilation d'une installation, logiciel couplé à l'outil statistique SUNSET, qui propose un ensemble de méthodes de traitement de l'information pour les études d'analyse de risques, ces deux logiciels étant développés par l'Institut. Ce SE permet d'exploiter de manière quasi instantanée une base de données volumineuses et de disposer in fine d'un outil d'aide à la décision pour l'évaluation du risque incendie.

EXPERTISE DU DOSSIER « IMPACT CYCLE 2016 »

L'IRSN a transmis à l'ASN, en mai 2018, les conclusions de son expertise du dossier dénommé « Impact cycle 2016 » transmis par EDF et rédigé avec les acteurs du cycle du combustible. Ce dossier présente les conséquences, sur chaque étape du cycle, de la stratégie d'EDF d'utilisation des différents types de combustibles dans ses réacteurs pour les 10 années à venir.

De l'expertise de ce dossier, l'IRSN retient tout particulièrement que, du point de vue de la sûreté et de la radioprotection, l'impact sur les installations et les transports du cycle du combustible français des gestions actuelles des combustibles des réacteurs et de celles qui sont envisagées jusqu'en 2030 ne fait pas apparaître de difficulté technique majeure pour cette période. Cependant, les dispositions prévues par les exploitants pour faire face aux saturations prévues de certains entreposages (uranium appauvri, assemblages combustibles usés...) doivent être déployées selon les échéanciers prévus. À l'occasion de ce dossier, EDF a réalisé une étude relative à des aléas de fonctionnement des installations du cycle (indisponibilité de quelques mois). L'IRSN a considéré que cette étude est une première évaluation globalement satisfaisante des conséquences de ces aléas sur le cycle du combustible, mais qu'elle devrait être approfondie. Par ailleurs, l'IRSN souligne l'importance d'examiner les conséquences de l'arrêt de réacteurs en application de la loi TECV, sur le fonctionnement d'ensemble du cycle, les conséquences étant différentes selon le combustible utilisé dans les réacteurs arrêtés.

Brèves

Réexamen de sûreté

— L'IRSN a analysé le dossier de réexamen de sûreté de l'usine du site Framatome de Romans-sur-Isère destinée à la fabrication de combustibles nucléaires pour les réacteurs de recherche (INB n°63). Il en a conclu que les dispositions retenues pour la poursuite de l'exploitation de l'INB n°63 sont convenables, compte tenu des améliorations de sûreté mises en œuvre ou définies dans le plan d'actions de l'exploitant et sous réserve de la réalisation, dans les délais, d'actions identifiées comme prioritaires.

Il résulte de l'examen réalisé par l'IRSN que le laboratoire d'analyse de cette INB n'est pas conforme aux standards actuels de sûreté. Pour l'IRSN, l'exploitation de ce laboratoire est tolérable pour un temps limité compte tenu des améliorations apportées par l'exploitant et sous réserve d'une diminution importante de l'inventaire radioactif, mais la création d'un nouveau laboratoire est nécessaire à terme.

Coopération internationale

— Une experte de l'IRSN a participé au groupe international mandaté par l'Inspection fédérale de la sécurité nucléaire suisse (IFSN) pour évaluer les conséquences d'indications de défauts dus à des amas d'inclusions d'oxyde d'aluminium dans la cuve du réacteur n°1 de la centrale de Beznau (canton d'Argovie). Le groupe a conclu que les agglomérats identifiés ne dégradaient pas la ténacité et la tenue mécanique en conditions normales et accidentelles.

11

instructions techniques réalisées en support des réunions de groupes permanents d'experts placés auprès de l'ASN dans le domaine de la sûreté

P²REMICS, NOUVEAU LOGICIEL POUR ÉVALUER LES RISQUES D'EXPLOSION

Afin d'évaluer les risques liés à l'hydrogène lors d'un accident grave de réacteur, l'IRSN a développé le logiciel P²REMICS. Dans cet objectif, l'IRSN a constitué un réseau de collaborations externes, associant pour une large part des universités françaises et des laboratoires du CNRS. P²REMICS calcule la formation de l'atmosphère explosive, puis la déflagration du mélange réactif d'hydrogène et d'oxygène. Il permet aussi, notamment, de traiter le « dépôt » de poussières et le « transport » d'aérosols, de simuler l'interaction d'un système d'aspersion de sauvegarde avec l'atmosphère d'une enceinte de réacteur et de prendre en compte l'effet des recombineurs d'hydrogène.

Le logiciel P²REMICS V1.0 a suivi un processus de vérification, comprenant 16 cas tests, et de validation, sur la base de 25 essais expérimentaux. Il est déjà utilisé dans des travaux d'inter-comparaison réalisés dans des cadres nationaux, tels que le projet MITHYGÈNE soutenu par le Programme d'investissements d'avenir, et internationaux comme ceux qui sont menés par l'OCDE/AEN.

SÉMINAIRE INTERNATIONAL SUR LES RISQUES CHIMIQUES DANS LES INSTALLATIONS DU CYCLE DU COMBUSTIBLE

Organisé par l'IRSN et par l'Agence pour l'énergie nucléaire (AEN) de l'OCDE en avril 2018, le séminaire international sur la sûreté des installations du cycle du combustible était consacré aux risques chimiques. Il avait pour principal sujet la sûreté des procédés impliquant des substances chimiques, notamment les dispositions retenues à l'égard des risques de criticité et des risques associés à la corrosion, aux incendies ou aux explosions.

Le séminaire, organisé dans le cadre du groupe de travail de l'AEN sur la sûreté du cycle du combustible, a été l'occasion de discussions approfondies entre autorités de sûreté, TSO et exploitants des pays membres de l'Agence. L'IRSN y a présenté ses programmes de R&D sur quatre sujets relatifs au procédé de traitement des combustibles usés : les risques induits par la formation de composés appelés *red oils* ; les phénomènes de corrosion de certains dispositifs industriels ; les phénomènes de radiolyse ; le comportement du ruthénium dans les déchets liquides de haute activité.

Enfin, les échanges ont permis de formuler des recommandations générales en matière notamment d'évaluation des risques (prise en compte du retour d'expérience des rejets chimiques, définition d'une approche graduée pour les risques chimiques par les organisations de régulation nationales...) et de dispositions de gestion des situations accidentelles (prise en compte dans les plans d'urgence de toutes les substances chimiques susceptibles d'être rejetés sur un site, adéquation des moyens de détection à ces substances...).

GESTION DES DÉCHETS ISSUS DU DÉMANTÈLEMENT

L'IRSN a examiné, à la demande de l'ASN et de l'ASND, les stratégies d'Orano et du CEA concernant le démantèlement de leurs installations nucléaires arrêtées, incluant la reprise de déchets anciens, ainsi que la gestion de leurs déchets radioactifs. Les opérations liées au démantèlement d'installations étant nombreuses, Orano et CEA ont défini des priorités traitant des aspects de sûreté et de radioprotection.

Ces priorisations d'opérations ainsi que les objectifs retenus pour ces stratégies (état final...) ont été examinés par l'IRSN, qui a recommandé certaines évolutions. Par ailleurs, l'Institut a examiné la disponibilité des moyens nécessaires en support de ces opérations (emballages de transport, installations de traitement des déchets...). Il a en particulier identifié les moyens critiques pour les opérations identifiées comme prioritaires.

L'examen par l'IRSN des stratégies de gestion des déchets radioactifs a notamment mis en exergue les enjeux liés à la disponibilité de certaines filières de traitement de déchets et à la mutualisation des moyens associés (station de traitement des déchets du CEA Cadarache (INB n° 37), station de traitement des effluents liquides du CEA de Marcoule, emballages de transport de type B de déchets solides ou liquides...).

Enfin, l'examen des organisations mises en place par Orano et le CEA pour mener à bien le démantèlement des installations et la gestion des déchets a conclu qu'elles étaient globalement adaptées.

CONVENTION COMMUNE DE L'AIEA SUR LA SÛRETÉ DE LA GESTION DU COMBUSTIBLE USÉ ET DES DÉCHETS

Dans le cadre de son appui à l'ASN, l'IRSN a pris part au processus de revue prévu par la Convention commune sur la sûreté de la gestion du combustible usé et sur la sûreté des déchets radioactifs. Cette convention, dont la France est signataire, a pour objectif d'atteindre et de maintenir un haut niveau de sûreté dans le monde dans ce domaine.

L'Institut a contribué à la préparation de la sixième réunion d'examen de la Convention commune, qui s'est tenue à l'AIEA du 21 mai au 1^{er} juin 2018. L'Institut a pour cela analysé 43 rapports remis par les parties contractantes de la Convention, et ses experts ont participé aux débats ; il a assuré la présidence d'un groupe en charge de l'examen des rapports remis par 10 des pays signataires.

Cette réunion a notamment mis en évidence la nécessité pour de nombreux pays de progresser dans la mise en œuvre des programmes de stockage des combustibles usés et des déchets de haute activité ainsi que de stockage des sources scellées.



CALCUL DE CRITICITÉ : CRISTAL À LA DISPOSITION DE L'AEN

Le formulaire de calcul CRISTAL V2.0.2, destiné à évaluer le risque de criticité dans les installations du cycle du combustible nucléaire et les emballages de transport mettant en œuvre des matières fissiles, est désormais à la disposition de l'Agence pour l'énergie nucléaire (AEN) de l'OCDE.

Issu d'un partenariat entre le CEA, Framatome, l'IRSN et Orano, le formulaire CRISTAL s'appuie sur une base de validation expérimentale regroupant les résultats de près de 3 000 expériences menées dans le cadre de différents programmes de recherche.

Sa mise à disposition de l'AEN donne l'opportunité aux organismes des États membres de l'Agence de renforcer leurs collaborations dans le domaine de la criticité. Elle offre également la possibilité aux industriels de disposer, pour leurs projets menés au sein d'un État membre de l'OCDE, d'un outil de référence en support aux études de criticité requises.

NON-TENUE AU SÉISME DE GROUPES ÉLECTROGÈNES DE SECOURS

Le 20 juin 2017, EDF a déclaré un événement significatif pour la sûreté de niveau 2 sur l'échelle INES concernant l'indisponibilité potentielle des groupes électrogènes de secours à moteur Diesel de l'ensemble des réacteurs de 1300 MWe. À la suite de contrôles d'EDF, cette déclaration a fait l'objet de mises à jour pour l'étendre à tous les réacteurs des centrales nucléaires du Bugey et de Fessenheim en 2017, ainsi qu'aux réacteurs de Saint-Laurent B et au réacteur n° 2 et de la centrale nucléaire de Chinon B en 2018.

Compte tenu des non-conformités constatées, qui concernent des ancrages de matériels nécessaires au bon fonctionnement des groupes électrogènes de secours, la tenue de ces derniers en cas de séisme de niveau « séisme majoré de sécurité » (SMS), et même de niveau « séisme maximal historiquement vraisemblable » (SMHV), n'était pas assurée. En situation de séisme, cela aurait pu conduire, à l'impossibilité d'alimenter en

électricité les dispositifs prévus pour refroidir le combustible, ainsi qu'à une perte de refroidissement des piscines d'entreposage des combustibles usés.

Aussi, l'IRSN a insisté sur l'importance pour la sûreté des contrôles associés aux programmes de maintenance préventive qui doivent permettre de constater ce type d'écart.

Les écarts ont été traités sur l'ensemble des réacteurs concernés.



L'examen par l'IRSN des stratégies de gestion des déchets radioactifs d'Orano et du CEA a notamment mis en exergue les enjeux liés à la disponibilité de certaines filières de traitement de déchets et à la mutualisation des moyens associés.

Vue générale de la centrale nucléaire de Saint-Laurent-des-Eaux (Loir et Cher).



551

avis et rapports techniques transmis à l'ASN (hors activités intéressant la défense)



02

OBTENIR UN HAUT NIVEAU DE SÛRETÉ DES FUTURES INSTALLATIONS

L'IRSN analyse les dossiers ou les orientations générales proposés par les exploitants pour les nouvelles installations ou les nouveaux emballages de transport.

SUIVI DU CHANTIER EPR

En juillet 2018, l'IRSN a présenté au groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires placé auprès de l'ASN ses conclusions sur le rapport de sûreté transmis par EDF, en 2015, en support à sa demande d'autorisation de mise en service du réacteur EPR de Flamanville (Manche).

Cette analyse a concerné notamment l'organisation et les moyens de conduite, la gestion des accidents graves, la sûreté de la maintenance et de l'entreposage du combustible, les études d'accidents, la conception des systèmes ainsi que les dispositions prévues pour la protection de l'installation contre les effets des agressions. À l'issue de son examen, l'Institut n'a pas identifié de point majeur susceptible de mettre en cause l'autorisation de mise en service du réacteur, même si des compléments préalables par EDF restent à apporter, concernant notamment la maîtrise des risques d'incendie, la fonction de filtration de l'eau en situation de brèche affectant le circuit primaire et le suivi en exploitation des soupapes de sûreté du pressuriseur.

L'IRSN a également participé au suivi du programme d'essais de démarrage établi par EDF dans le but de s'assurer de la conformité du réacteur EPR aux exigences de sûreté et aux prescriptions de l'ASN. Dans cet objectif, un expert de l'Institut était présent sur le site pendant les phases d'essais de mars 2017 à janvier 2018, puis, de façon plus ponctuelle, au printemps et à l'été 2018. L'Institut examine notamment les résultats des essais et les conséquences des écarts qui sont susceptibles d'avoir un impact sur la sûreté. Les échanges avec le site à ce sujet sont hebdomadaires.

Par ailleurs, à la suite des écarts constatés sur des soudures des lignes principales de vapeur, de nombreux échanges avec EDF et l'ASN se sont tenus dans le cadre de l'analyse du programme de remise à niveau présenté par EDF (reprise de soudures et réalisation d'essais).

23

ETPT (équivalents temps plein travaillé) consacrés par l'IRSN à l'expertise de l'EPR de Flamanville 3



EPR Flamanville : l'IRSN participe au suivi des essais de démarrage (ci-dessus, machine de chargement du combustible en phase de réglage de positionnement dans la cuve du réacteur).

EXAMEN DES OPTIONS DE SÛRETÉ DE L'EPR NOUVEAU MODÈLE

L'IRSN a examiné le dossier d'options de sûreté du projet de réacteur de troisième génération EPR nouveau modèle (EPR NM) transmis par EDF. À ce stade, les choix faits par EDF n'appellent pas de remarque, à l'exception de celui d'une augmentation de la puissance auquel l'IRSN n'est pas favorable, dans la mesure où elle conduit à une diminution des marges de sûreté. L'IRSN considère qu'une réflexion plus approfondie aurait pu être menée sur de possibles ruptures technologiques tenant compte du retour d'expérience des réacteurs EPR. L'Institut estime que, à ce stade de développement du projet, les options de conception retenues par EDF sont de nature à garantir un niveau de sûreté de l'EPR NM au moins équivalent à celui de l'EPR de Flamanville. Il souligne également que la conception simplifiée de l'installation permet d'améliorer sa constructibilité et de faciliter l'exploitation du réacteur en toute sûreté. Il a enfin identifié des sujets qui devraient faire l'objet d'un examen en amont d'une éventuelle demande d'autorisation de création : méthodes de dimensionnement des équipements et structures intervenant après un séisme « extrême » ; démarche de protection contre l'incendie ou l'explosion...

UN PREMIER DOCUMENT DE RÉFÉRENCE POUR LES PROJETS DE RÉACTEURS NUCLÉAIRES DE FUSION

L'IRSN a publié un nouvel ouvrage dans sa collection « Documents de référence », intitulé *Réacteurs nucléaires de fusion // considérations sur les questions de sûreté et de radioprotection des réacteurs de démonstration après l'installation ITER*. S'appuyant sur les compétences de l'Institut en matière de sûreté et de radioprotection, et sur l'expérience acquise lors de l'analyse

de la sûreté d'ITER, cet ouvrage constitue un premier référentiel pour les projets de développement de réacteurs nucléaires de fusion.

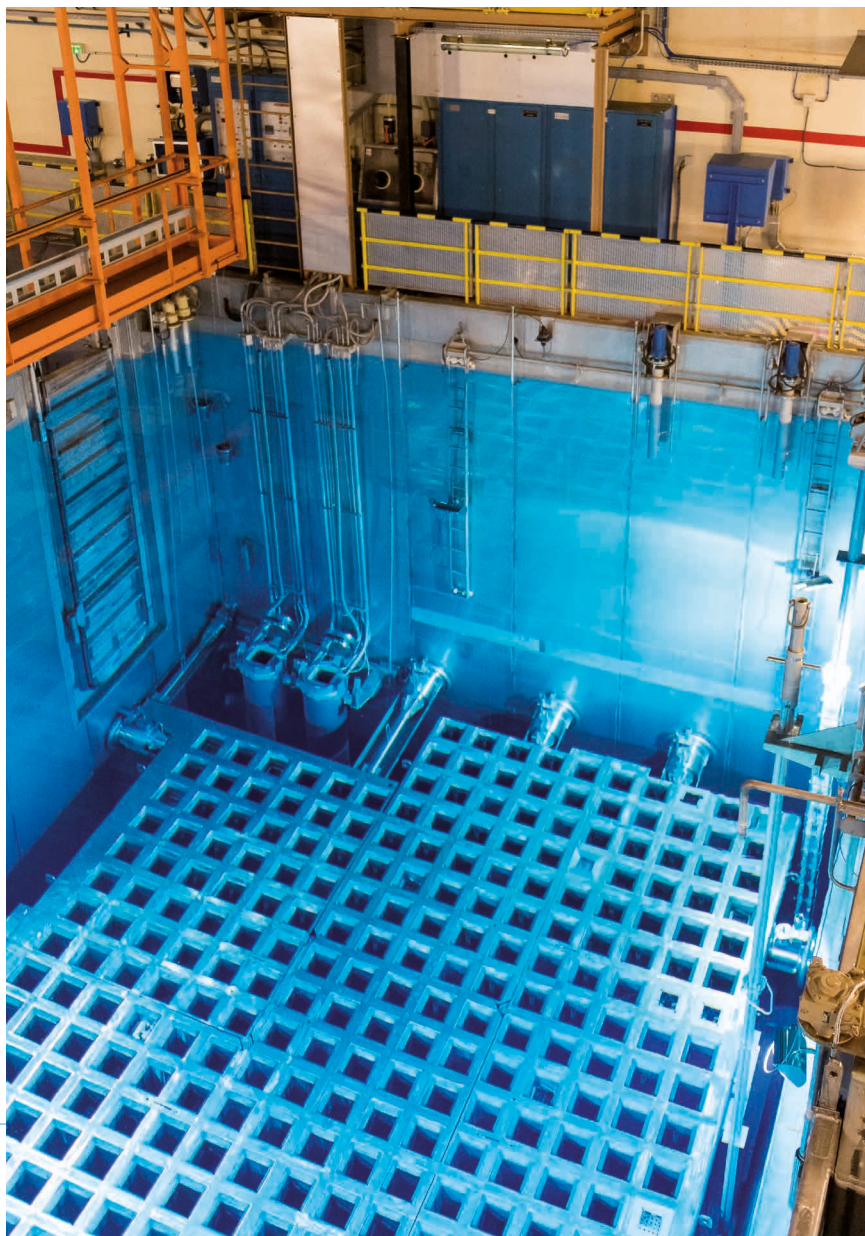
L'IRSN y expose les dispositions qu'il conviendrait de prendre en considération en matière de sûreté et de radioprotection pour la conception des réacteurs de fusion de démonstration, qui seront construits après l'installation expérimentale ITER (*International Thermonuclear Experimental Reactor*). Il a été présenté à l'occasion de la conférence générale de l'AIEA.

PISCINE D'ENTREPOSAGE CENTRALISÉE EDF

L'IRSN a examiné, à la demande de l'ASN, le dossier d'options de sûreté d'une piscine d'entreposage centralisé d'assemblages combustibles usés transmis par EDF en avril 2017. L'IRSN a en particulier examiné les choix de conception, la démarche de sûreté à la conception et la prise en compte de l'objectif d'EDF d'exploiter cet entreposage pendant une centaine d'années.

À cet égard, EDF a présenté des dispositions de limitation des risques associés aux agressions externes (coque « avion », implantation semi-enterrée...) et aux pertes de refroidissement. Par ailleurs, la durée d'exploitation de l'installation est une donnée retenue pour définir les options de conception.

Le système d'étanchéité des bassins d'entreposage étant un point sensible pour la sûreté, l'IRSN a estimé qu'EDF devait poursuivre sa réflexion sur ce sujet dans la suite du projet. En outre, au titre de la défense en profondeur, l'IRSN a recommandé que l'hypothèse d'une fuite non compensable d'un bassin d'entreposage ou d'un canal de transfert des assemblages soit étudiée pour améliorer encore le niveau de sûreté de l'installation.



Piscine d'entreposage d'assemblage de combustibles usés de la centrale nucléaire de Saint-Laurent-des-Eaux.

SÛRETÉ DÉFENSE

ÉVALUATION DE LA SÛRETÉ DES ACTIVITÉS ET DES INSTALLATIONS INTÉRESSANT LA DÉFENSE

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

FIN D'ÉVALUATION DU RAPPORT DE SÛRETÉ RELATIF À L'AUTORISATION DE DIVERGENCE DU RÉACTEUR RES

En mai, la Commission de sûreté des réacteurs (CSR) s'est réunie pour la septième et dernière fois dans le cadre du processus d'autorisation d'exploiter le réacteur d'essais RES. Cette réunion a clôturé l'examen du rapport provisoire de sûreté (RPS) du RES que l'IRSN avait initié en 2008. Reproduisant le fonctionnement des chaufferies embarquées sur les sous-marins français et le porte-avions « Charles-de-Gaulle », le nouveau réacteur contribuera à la qualification des matériels, du combustible et des codes de calcul afin d'accroître leurs performances et leur niveau de sûreté.

L'analyse de l'IRSN, portant sur 45 sujets, a notamment permis de statuer sur le comportement des trois barrières de confinement en situation accidentelle et sur la tenue de l'installation vis-à-vis du risque sismique spécifique au site de Cadarache. C'est sur la base de cette instruction que le DSND a prononcé l'autorisation de divergence du RES.

EXPERTISE DE LA STRATÉGIE DE DÉMANTÈLEMENT ET DE DÉPOLLUTION DU SITE DE MORONVILLIERS

Suite à l'arrêt des activités du Polygone d'expérimentation de Moronvilliers (Marne), classé « site et installations d'expérimentations nucléaires intéressant la défense » (SIENID), le CEA a engagé un programme de démantèlement et d'assainissement de son site.



Vue générale du site de Marcoule (Gard).

Leur gestion est rendue complexe en raison du contexte historique particulier du terrain, classé en zone rouge depuis 1919 en raison d'un risque pyrotechnique élevé dû aux nombreux engins explosifs présents dans le sol issus des combats de la Première Guerre mondiale.

Chargé de l'évaluation de la stratégie proposée par le CEA, l'IRSN a présenté son rapport devant la Commission de sûreté pour les laboratoires et les usines (CSLUD), en mars. Cette évaluation d'un dossier à fort enjeu sociétal doit permettre au DSND de statuer sur la délivrance des autorisations nécessaires aux opérations envisagées par le CEA. Ses conclusions contribueront à construire une référence pour les futurs dossiers d'assainissement des sites nucléaires français en fin de vie.

RÉEXAMEN DE SÛRETÉ DES ENTREPOSAGES DE FÛTS D'ENROBÉ BITUMINEUX DE L'INBS MARCOULE ET ÉTUDES POUR LA MISE EN SERVICE DE NOUVEAUX MODULES

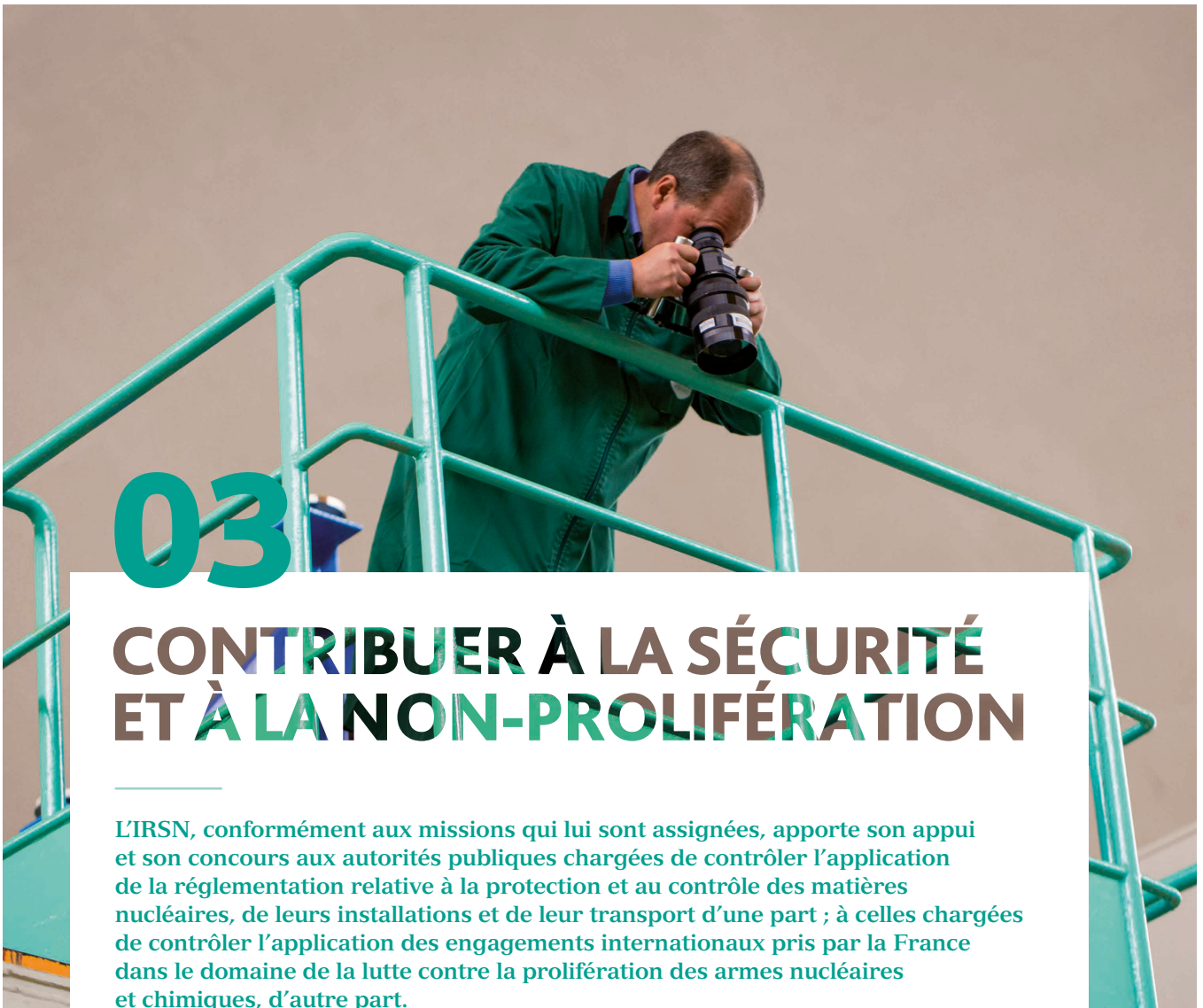
Le traitement chimique des déchets liquides radioactifs produits par les opérations du centre CEA de Marcoule (Gard) génère des boues chargées de radionucléides. Pendant les premières décennies d'exploitation du site, ces

boues ont été mélangées à du bitume et l'enrobé constitué coulé dans des fûts d'enrobé bitumineux (FEB), majoritairement entreposés dans des halls appelés « casemates ».

Les fûts les plus anciens sont progressivement reconditionnés dans des surfûts en acier inoxydable et transférés dans des entreposages neufs dans l'attente d'un exutoire définitif. En parallèle de l'évaluation de sûreté de ces opérations de gestion de déchets anciens, l'IRSN a contribué à l'expertise des installations prévues par le CEA pour permettre le remplacement de ce mode de conditionnement des boues par un procédé de blocage par cimentation.

71

avis techniques et rapports transmis à l'Autorité de sûreté nucléaire de défense



03

CONTRIBUER À LA SÉCURITÉ ET À LA NON-PROLIFÉRATION

L'IRSN, conformément aux missions qui lui sont assignées, apporte son appui et son concours aux autorités publiques chargées de contrôler l'application de la réglementation relative à la protection et au contrôle des matières nucléaires, de leurs installations et de leur transport d'une part ; à celles chargées de contrôler l'application des engagements internationaux pris par la France dans le domaine de la lutte contre la prolifération des armes nucléaires et chimiques, d'autre part.

NOUVEAU PARTENARIAT DANS LA PHYSIQUE DES EXPLOSIFS

Au titre de ses études en sécurité nucléaire, l'IRSN mène depuis 2006 des campagnes d'essais sur les ondes de souffle ainsi que sur les explosions en milieu semi-confiné et leurs effets sur les structures. L'accord de collaboration scientifique qu'il a conclu avec l'Institut franco-allemand de recherches de Saint-Louis (ISL) va lui permettre d'approfondir ses travaux, d'élargir ses connaissances et d'accroître sa visibilité internationale dans le domaine de la détonique.

En effet, l'ISL, organisme expert dans les domaines de la détonique et de la protection balistique, est doté d'importants moyens expérimentaux dédiés aux technologies de protection. La coopération entre l'IRSN et l'ISL s'est déjà matérialisée par des expérimentations et présentations communes dans des conférences spécialisées.

UNE PLATEFORME DE SUIVI DES TRANSPORTS DE MATIÈRES NUCLÉAIRES

Au sein de l'IRSN, l'échelon opérationnel des transports (EOT) assure la gestion et le traitement des demandes d'accord d'exécution des transports de matières nucléaires, le suivi de ces transports et la transmission aux autorités des alertes éventuelles les concernant lors de ces mouvements. À cet effet et pour répondre aux besoins de l'Autorité de sécurité nucléaire, l'EOT a développé une application, appelée SATURNE, qui permettra une transmission sécurisée des informations vers différents centres de crise des pouvoirs publics et une visualisation cartographique des transports de matière nucléaire sur le territoire national.

114

inspections nationales relatives à la protection et au contrôle de matières nucléaires

47

inspections chez les détenteurs de matières nucléaires

45

contrôles techniques des moyens agréés pour le transport de matières nucléaires

22

inspections de transport

104

avis techniques au HFDS
du MTES

97

avis techniques au CTE
et aux ministères économiques
et financiers en charge
de la non-prolifération

49

missions d'accompagnement
des inspections relatives
au contrôle international
des matières nucléaires
(y compris accès
complémentaires)

9

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

Brève

COMURHEX 2

— L'IRSN a analysé, à la demande du Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité (HFDS) du ministère de la Transition écologique et solidaire, l'étude de sensibilité à la malveillance de l'usine de conversion d'uranium Comurhex 2, baptisée Philippe-Coste. À l'issue de cette instruction, le HFDS a autorisé la détention et l'utilisation des matières nucléaires permettant la mise en service, fin 2018, de l'usine Philippe-Coste au profit de l'usine d'enrichissement de l'uranium Georges-Besse II.

EXAMEN DES OPTIONS
DE SÉCURITÉ DE L'EPR
NOUVEAU MODÈLE

En parallèle de l'analyse du dossier d'option de sûreté, l'IRSN a instruit, au profit du HFDS du ministère de la Transition écologique et solidaire, le dossier d'orientation de sécurité (DOSec) du réacteur de troisième génération EPR NM transmis par EDF. L'IRSN a ainsi analysé la démarche de conception de la sécurité et les options de protection prises pour faire face aux différentes menaces de référence de la directive nationale de sécurité.

CONTRIBUTION AUX TRAVAUX
SUR LA SÉCURITÉ DES SOURCES

Concernant la sécurité des sources radioactives, dans le cadre de la transposition de la directive 2013/59/Euratom, pilotée par le HFDS du ministère de la Transition écologique et solidaire et l'ASN, l'Institut a apporté son appui technique pour l'élaboration des arrêtés d'application du décret. Ces arrêtés précisent les nouvelles dispositions techniques et organisationnelles renforçant la protection des sources radioactives contre les actes de malveillance et la lutte contre les trafics illicites de sources.

Par ailleurs, dans le cadre du projet européen ITRAP+10 (*Illicit Trafficking Radiation Assessment Program*), l'IRSN a évalué les performances d'appareils de détection et d'identification de matières radioactives, destinés aux contrôles aux frontières ou en entrée/sortie d'établissements. Pour ce faire, l'IRSN a développé deux bancs d'essais et réalisé, en conditions normales ou dégradées, plus de 3 000 tests avec une trentaine de sources. Les résultats guideront l'évolution des exigences qui pourraient être recommandées par l'UE.

COMPÉTENCES RENFORCÉES
EN CYBERSÉCURITÉ

Les installations nucléaires intègrent toujours plus de systèmes informatisés dédiés à leur conduite, leur sûreté et leur protection contre les actes de malveillance. Évaluer leur cybersécurité constitue donc un enjeu crucial. L'IRSN y contribue par l'appui technique qu'il apporte dans ce domaine au HFDS du MTES pour l'instruction des dossiers présentés par les exploitants. Cette activité d'expertise des

dossiers de nombreux exploitants contribue à la consolidation des compétences de l'IRSN. C'est aussi par l'étude de cas pratiques que l'Institut développe son expertise et renforce la qualité de son appui aux pouvoirs publics. À ce titre, l'IRSN a lancé des premiers tests sur certains protocoles de communication dont les vulnérabilités seraient exploitables par un cyberattaquant. Par ailleurs, l'Institut a rencontré des industriels et des partenaires potentiels pour de futures collaborations, en particulier en vue de la création d'une plateforme de simulation de systèmes informatiques complexes à l'IRSN, intégrant des SI industriels (projet HYDRA).


**ENGAGEMENT
SOUTENU DANS LES
ACTIVITÉS DE L'AIEA**

En tant qu'expert du nucléaire et appui technique du comité technique Euratom (CTE), l'IRSN contribue aux activités de l'AIEA dans le domaine des garanties. Chargée par les 189 États signataires du traité sur la non-prolifération des armes nucléaires (TNP) du contrôle des matières, des activités et des installations nucléaires dans le monde, l'AIEA veille à ce que ces dernières ne soient pas détournées à des fins militaires. À cet effet, l'Agence conclut avec les États des accords de *Garanties* juridiquement contraignants, souvent assortis d'un protocole additionnel lui permettant un contrôle renforcé.

L'implication de l'IRSN dans ce domaine a permis à la France de jouer, en 2018, un rôle particulièrement actif auprès de l'AIEA, laquelle voit dans la collaboration des États un levier d'efficacité de son action.

○ Dans la continuité de sa participation au protocole additionnel signé entre l'Agence, Euratom et la France et transcrit dans la loi française en 2016, l'IRSN a contribué dans un cadre interministériel à la rédaction du décret d'application paru en octobre. Ce décret détermine les obligations pesant sur les industriels français ainsi que les conditions d'accès de l'AIEA au territoire national lors des accès dits « complémentaires », dont le préavis n'est que de 24 h. (...)

(...)

- Dans le cadre de sa mission d'appui technique au CTE, l'IRSN a participé à l'accompagnement des inspecteurs de l'AIEA lors des deux accès complémentaires déclenchés pour la première fois en France par l'Agence : l'un en mars sur le centre de Cadarache pour le programme Cabri, l'autre en octobre sur le centre de Saclay pour le programme ASTRID. Dans les deux cas, l'Institut a pu veiller tant à la défense des intérêts nationaux qu'au respect par la France de ses engagements internationaux.
- Par ailleurs, l'IRSN est intervenu à quatre reprises lors du symposium quadriennal de l'AIEA sur les *Garanties*. L'Institut y a notamment présenté les dernières avancées des outils développés dans le cadre du protocole additionnel et du suivi des importations et exportations de matières nucléaires. Ces outils permettent à la France de répondre à ses obligations envers l'Agence dans ces domaines.
- Enfin, l'IRSN a assisté les industriels concernés par la mise en œuvre d'un protocole relatif aux petites quantités de matières pour les sites français de la zone Caraïbes. La France sera ainsi en mesure de transmettre à l'AIEA les données requises, dès l'entrée en vigueur du protocole, attendue début 2019.

En 2018, l'IRSN a contribué aux activités de l'AIEA dans le domaine des *Garanties*.



L'IRSN collabore aux travaux de l'Organisation pour l'interdiction des armes chimiques (OIAc).

SOUTIEN À L'OIAc

La France est fortement impliquée auprès des organismes de lutte contre la prolifération des armes de destruction massive, dont notamment l'OIAc, en charge de l'application de la Convention sur l'interdiction des armes chimiques (CIAC).

Au titre des missions qui lui sont confiées, l'IRSN apporte son appui technique aux autorités françaises pour la mise en œuvre de la CIAC dans le domaine civil sur le territoire national.

En 2018, l'Institut a proposé à l'OIAc un soutien spécifique dans le cadre du programme de mentorat, une initiative récemment lancée par l'Organisation. Conçu prioritairement pour des pays en voie de développement et dans une logique d'assistance, ce programme prévoit qu'un État membre apporte à un État demandeur son appui pour la mise en œuvre de la Convention. L'aide de l'IRSN se traduirait ainsi par la conception et la délivrance d'un programme de formation basé sur des cours et des présentations d'outils conçus par l'IRSN ou développés par l'OIAc, notamment relatifs à l'établissement des déclarations, à leur transmission et aux inspections. Ce programme intégrerait aussi des études de cas et des visites sur le terrain.



RÉALISER DES RECHERCHES ET PRODUIRE LES CONNAISSANCES NÉCESSAIRES À L'EXPERTISE

Menées pour disposer des meilleures connaissances en support à l'expertise, les activités de recherche de l'IRSN visent à approfondir les connaissances liées aux risques nucléaires et radiologiques. Les travaux menés par les équipes de l'Institut s'appuient sur des collaborations nationales et internationales et sur des moyens expérimentaux toujours plus performants.



SUCCÈS DU PREMIER ESSAI DU PROGRAMME CIP DANS LE RÉACTEUR EXPÉRIMENTAL CABRI

L'IRSN et le CEA ont réalisé avec succès, le 16 avril 2018, un premier essai dans le réacteur de recherche Cabri, doté d'une boucle à eau représentative des réacteurs à eau sous pression (REP). Cette expérience constitue une étape importante du programme *Cabri International Program* (CIP) de l'IRSN mené, sous l'égide de l'OCDE/AEN, en vue d'améliorer les connaissances relatives au comportement du combustible nucléaire en cas d'accident de réactivité.

Cet essai a permis de vérifier le bon fonctionnement de la boucle à eau sous pression destinée à l'étude du comportement du combustible dans une configuration thermohydraulique représentative de celle d'un réacteur à eau sous pression.

Il a aussi permis de collecter les premières données relatives à l'étude du comportement d'un combustible à oxyde mixte uranium-plutonium (MOX) irradié soumis à une injection brutale et massive d'énergie dans une boucle à eau sous pression. Les signaux enregistrés lors de l'essai par les nombreux capteurs ont montré la rupture du crayon d'essai. Ils font maintenant l'objet d'une analyse approfondie.

La réussite de cet essai ouvre la voie à la poursuite du programme* avec différents types de combustibles et de gainages. Elle résulte également de la mobilisation de l'ensemble des partenaires du programme, appelant la communauté scientifique à se fédérer autour d'instruments expérimentaux d'envergure.



Un premier essai a été réalisé avec succès dans le réacteur de recherche Cabri. Il a permis de collecter les premières données relatives à l'étude du comportement du combustible en situation accidentelle.

* (Les partenaires de l'IRSN du programme CIP sont : CSN (Espagne), EDF et CEA (France), GRS (Allemagne), HSE (Grande-Bretagne), HSK (Suisse), SKI (Suède), KINS (Corée), U.S. NRC et EPRI (États-Unis), USV (Tchéquie), VTT Energy (Finlande), VUJE (Slovaquie).

PREMIÈRE CAMPAGNE EXPÉRIMENTALE DU PROJET PRISME 3

La première campagne d'essais du programme PRISME3, conduit sous l'égide de OCDE / AEN, s'est déroulée d'octobre 2017 à mars 2018 dans l'installation Diva de l'IRSN, dotée depuis 2017 d'un système de ventilation rénové afin de mieux mesurer les produits de combustion extraits et le débit d'extraction. Intitulée S3, pour « *smoke, stratification and spread* », cette campagne étudie expérimentalement la propagation des fumées dans différentes configurations représentatives des scénarios d'incendie envisageables dans les installations nucléaires. Les cinq essais réalisés vont permettre d'améliorer encore les outils de simulation SYLVIA et ISIS de l'IRSN, utilisés pour les études en soutien aux expertises. Ces essais ont été l'occasion d'exposer des équipements électriques, de type contacteurs, à un incendie réel et ont fourni des données sur leurs dysfonctionnements dans des conditions représentatives, notamment en termes de concentration de suies et de température critique d'exposition.

PARTICIPATION AUX PROJETS DE RECHERCHE POST-FUKUSHIMA- DAIICHI

L'IRSN s'est engagé dans trois nouveaux projets de l'Agence de l'énergie nucléaire (AEN) de l'OCDE destinés à préparer le démantèlement des réacteurs accidentés de Fukushima-Daiichi. Le premier projet concerne la préparation de la récupération et des analyses des débris de combustible (PreADES) ; le deuxième, l'approfondissement de l'analyse de l'état des réacteurs accidentés (ARC-F) ; le dernier, la caractérisation thermodynamique des débris de combustible et des produits de fission (TCOFF).

Cette implication permettra à l'Institut de contribuer aux synthèses des connaissances acquises sur l'accident de Fukushima-Daiichi, d'apporter son expertise aux programmes d'analyse des échantillons de débris des réacteurs accidentés et d'améliorer ses bases de données thermodynamiques. Ce sera aussi l'occasion de mieux cerner les limites d'outils et de méthodes développés dans le cadre de ses travaux relatifs aux accidents graves en les confrontant à la réalité d'un accident dont toutes les phases auront été analysées.

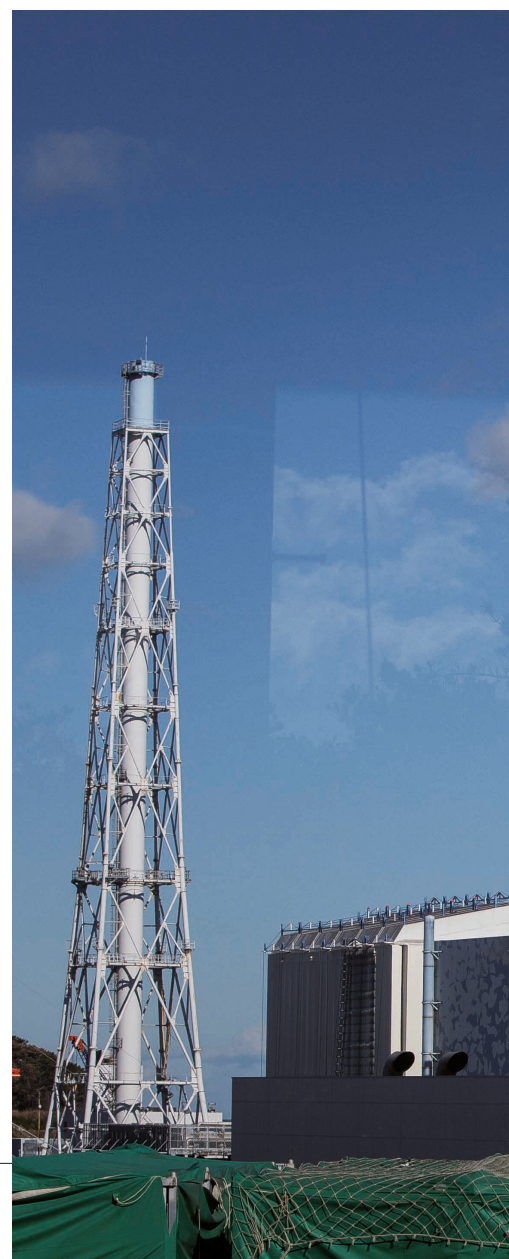
Brèves

Séminaire scientifique

— **L'IRSN a organisé conjointement avec le CEA les premières Journées scientifiques du neutron les 24 et 25 septembre 2018 à Cadarache. Destinées aux équipes dont les travaux portent sur le neutron et ses applications, ces journées ont permis de partager les connaissances concernant l'installation et le développement de sources de neutrons, les applications industrielles ou de R&D, les détecteurs et spectromètres, l'instrumentation nucléaire...**

Aléa sismique

— **Du 29 au 31 janvier s'est tenu, à Montpellier, le deuxième workshop du Réseau sismologique et géodésique français (Resif) consacré à l'aléa sismique. L'IRSN s'est fortement impliqué dans l'organisation de cette réunion qui a permis de rassembler les ingénieurs et chercheurs participant aux travaux en matière d'aléas sismiques en France (IRSN, BRGM, EDF, CEA...).**



ÉTUDIER LES MODES DE GOUVERNANCE DES RISQUES NUCLÉAIRES

Le second colloque du projet AGORAS (Amélioration de la gouvernance des organisations et des réseaux d'acteurs de la sûreté nucléaire) s'est tenu à Montrouge les 13 et 14 décembre 2018 sur le thème « Leçon apprise ? Étude des dispositifs et processus d'apprentissage en relation avec les accidents technologiques ». Ce colloque avait pour objectif de mieux comprendre la manière dont les entités en charge de la sûreté nucléaire appréhendent les phénomènes liés à la survenue d'accidents.

Il visait également à encourager le débat autour des méthodes utilisées par les chercheurs pour analyser les processus d'apprentissage ainsi que les conditions sociales et matérielles qui rendent ces processus possibles.

L'IRSN est impliqué dans le projet AGORAS, soutenu par l'ANR dans le cadre du Programme d'investissements d'avenir/ Recherche en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection, qui a pour but d'étudier les évolutions des modes de gouvernance des risques nucléaires après l'accident de Fukushima-Daiichi.

Vue de la centrale de Fukushima-Daiichi et de l'enceinte provisoire qui recouvre les réacteurs accidentés.



39,1 %
du budget consacré
à la recherche
(hors projet FEURS)

262
publications répertoriées
dans les journaux du JCR
(*Journal Citation Reports*)

28
thèses soutenues

442
communications
scientifiques dans
des congrès

AMÉLIORER LA GESTION D'UN ACCIDENT GRAVE DE RÉACTEUR

Lancé fin 2017 et coordonné par l'IRSN, le projet international SAMHYCO-NET a pour objectif d'approfondir les connaissances concernant la production de gaz inflammables dans les phases tardives d'un accident grave afin d'améliorer l'efficacité des dispositifs mis en œuvre, notamment les recombineurs catalytiques, afin de prévenir les risques d'explosion.

Ce projet de recherche de trois ans, mené sous l'égide de Nugenia, comportera la réalisation d'essais complexes d'explosion et de recombinaison de mélanges H²-CO à des températures et des pressions représentatives de celles rencontrées dans les phases tardives d'un accident grave (post-interaction corium-béton).

Un premier exercice d'intercomparaison des logiciels d'évaluation de sûreté a été lancé pour une situation accidentelle dans un réacteur à eau sous pression de type Konvoi pour confirmer les incertitudes restantes sur lesquelles les efforts de R&D vont porter.

Les équipes de recherche de l'IRSN ont développé une nanoémulsion efficace pour la décontamination des plaies. Le transfert de cette technologie à un partenaire industriel a été finalisé en 2018.



ZOOM

TRANSFERT DE TECHNOLOGIE RÉUSSI AVEC LE LABORATOIRE CEVIDRA

L'IRSN a développé une nanoémulsion efficace pour le traitement d'urgence d'une contamination radioactive cutanée, qui constitue, avec l'inhalation, l'un des deux principaux modes de contamination des travailleurs de l'industrie nucléaire. Ce travail a donné lieu à neuf publications et au dépôt d'un brevet. La mutualisation des connaissances s'est poursuivie en passant d'un partenariat de recherche à un partenariat industriel en transférant la technologie sous licence au laboratoire Cevindra. Cette nouvelle collaboration a permis de démontrer l'innocuité du produit et a abouti à sa mise sur le marché en 2018.

Brèves

Recherche

— La chaire de recherche et d'enseignement consacrée à l'étude des relations interorganisationnelles dans les industries à risques (Resoh), tout au long du cycle de vie des installations, a été prolongée pour cinq ans. L'objectif est de renforcer la construction et l'animation de cette communauté rassemblant des chercheurs académiques, des industriels et des acteurs institutionnels, afin d'approfondir la réflexion sur la thématique de la sûreté nucléaire.

Collaboration avec la NRA

— En février 2018, la NRA, autorité de sûreté japonaise, a donné son accord de principe pour participer au programme de recherche de l'IRSN, « Glove Box Fire Research Collaboration Program », qui vise à améliorer la connaissance et la modélisation du processus de combustion de panneaux solides à l'intérieur d'une boîte à gants, qui se poursuivra jusqu'en 2023.



05

RENFORCER LA COLLABORATION INTERNATIONALE

Dans un contexte international où les enjeux de sûreté, de sécurité et de radioprotection occupent une place importante, l'IRSN joue un rôle moteur, notamment du fait de la diversité de ses missions et de la richesse de ses plateaux techniques. Il reçoit de nombreuses sollicitations. Ses coopérations internationales lui permettent d'enrichir ses capacités d'expertise, ses connaissances et d'optimiser ses moyens de recherche. Cet engagement s'exerce ainsi au bénéfice de l'intérêt collectif. Sur le plan multilatéral, la construction au bénéfice de l'harmonisation européenne d'un « espace européen commun » des TSO reste une priorité forte. Sur le plan bilatéral, l'IRSN veille à partager sa vision des grands enjeux de sûreté nucléaire et de radioprotection avec ses partenaires principaux.



UNE COLLABORATION ÉTROITE AVEC L'AIEA

Fortement impliqué dans la promotion de l'action et du rôle des TSO (organismes techniques de sûreté, appui des autorités) au bénéfice de la sûreté nucléaire, l'IRSN a joué un rôle essentiel dans l'élaboration du TECDOC 1835 (*Technical and Scientific Support Organizations Providing Support to Regulatory Functions*), premier document de l'AIEA consacré spécifiquement à l'action et au rôle des TSO, publié en 2018.

L'Institut a également participé activement à l'organisation par l'AIEA de la quatrième conférence dédiée aux « défis que les TSO doivent relever pour améliorer la sûreté et la sécurité nucléaires », qui a eu lieu à Bruxelles en octobre 2018. Cette conférence a permis de faire le bilan et d'identifier les actions à mener par l'AIEA pour le développement et le déploiement de l'expertise scientifique et technique en appui à la gouvernance des risques nucléaires et radiologiques.

Les échanges lors de la conférence ont permis de promouvoir le TECDOC 1835 mais aussi de l'utiliser pour préparer de nouvelles actions de l'Agence :

- mieux prendre en compte la contribution des TSO dans les outils d'audit de l'AIEA (exemple : IRRS) ;
- poursuivre son soutien à la TSO initiative dédiée à la mise en place d'un TSO national, dans les pays développant un programme nucléaire, en leur assurant une expertise indépendante ;
- reconnaître l'importance de la contribution des TSO à l'indépendance et à l'efficacité des systèmes réglementaires nationaux, ainsi qu'à l'ouverture à la société et à la transparence ;
- s'engager sur le développement de plans stratégiques de recherche sur le long terme pour asseoir l'expertise de sûreté.

L'Institut est également très investi auprès du centre de l'AIEA en charge de la préparation et de la réponse aux situations d'urgence radiologiques avec la mise à disposition d'experts auprès du centre pour aider au développement d'une démarche d'évaluation des situations accidentelles.

Brève

Contribution à l'expertise de Bel V

— Fin 2018, l'IRSN a contribué à l'expertise de Bel V, son homologue belge, concernant la dégradation structurelle d'un bâtiment bunkérisé de la centrale nucléaire de Doel qui abrite des équipements de sûreté du second niveau de protection. Cette démarche consistant à croiser et vérifier le résultat des expertises produites par les deux TSO a renforcé la position de Bel V et ainsi contribué à soutenir l'AFCN, autorité de sûreté belge, dans la délivrance d'une autorisation de redémarrage du réacteur concerné.

ZOOM

UNE CONTRIBUTION TRÈS ACTIVE AU RÉSEAU ETSON

Figurant parmi les initiateurs du réseau ETSON, l'IRSN prend une part active à son développement et à ses actions qui visent à faire progresser la sûreté nucléaire et à harmoniser les pratiques à l'échelle européenne. En 2018, ETSON a concrétisé son rapprochement avec la Commission européenne ; un consortium ETSON composé de 10 membres du réseau a remporté un appel d'offres lancé par la Commission européenne fin 2017. Le projet en cours vise à apprécier la déclinaison concrète des articles 8a à 8c de la directive 2014/87/Euratom qui fixent un objectif de sûreté ambitieux pour les installations nucléaires des États membres de l'UE et instaurent des modalités d'évaluations pour atteindre cet objectif. Conformément à son contrat d'objectifs et de performance, l'IRSN contribue activement à ce projet ; il est responsable de la coordination de l'évaluation des approches et des méthodologies instaurées aux niveaux nationaux pour la mise en œuvre de la directive.

ETSON a par ailleurs fortement contribué à l'organisation du forum des TSO de l'AIEA, qui s'est déroulé à Bruxelles en octobre 2018.

Le travail sur les guides techniques relatifs aux évaluations de sûreté a également abouti à la publication d'un guide sur la comparaison des réglementations pour l'évaluation des cuves à eau sous pression des réacteurs ainsi que d'un guide d'évaluation de la qualification environnementale des équipements.

Un nouveau groupe d'experts a été créé au sein du *Technical Board on Reactor Safety* pour traiter de la prise en compte des agressions externes, d'origine naturelle ou anthropique.

Les premiers échanges se sont tenus début 2018 dans le cadre d'un *workshop* relatif à la prise en compte de la chute accidentelle d'aéronefs sur les installations nucléaires. Ces échanges ont été pris en compte par l'IRSN dans ses réflexions sur les démarches de sûreté des nouvelles installations.

UNE COOPÉRATION RENFORCÉE AUX ÉTATS-UNIS EN MATIÈRE DE SÛRETÉ ET DE SÉCURITÉ NUCLÉAIRES

À l'occasion de la conférence annuelle d'information sur la réglementation nucléaire (RIC), organisée en mars par l'autorité de sûreté nucléaire civile américaine U.S. NRC, l'IRSN a renforcé ses collaborations avec ses principaux partenaires outre-Atlantique.

Un accord de coopération relatif à l'évaluation des risques d'inondation dans les installations nucléaires et des collaborations ont été engagés en matière d'expérimentations relatives à la dégradation des bétons ainsi qu'au dénoyage des piscines de combustibles usés. Avec le ministère américain de l'Énergie (DOE), qui exploite un réacteur de recherche dénommé TREAT dont les fonctionnalités sont complémentaires de celles de Cabri, différents essais seront menés pour étudier le comportement de combustibles nucléaires innovants. Par ailleurs, la coopération des deux organismes dans le domaine des risques de criticité sera poursuivie.

Enfin, les discussions ont fortement progressé avec l'administration nationale de la sécurité nucléaire NNSA, notamment sur les problématiques de sécurité et des *Garanties*, ainsi que de préparation aux situations d'urgence radiologique.

EXTENSION DU PARTENARIAT AVEC LA CHINE

Dans le cadre de contrats signés au titre de l'Instrument de coopération pour la sûreté nucléaire de la Commission européenne (ICSN), l'IRSN a assisté le TSO NSC et l'autorité de sûreté NNSA dans les domaines des accidents de dimensionnement et des accidents graves des réacteurs de puissance. À travers ces collaborations l'Institut valorise son expérience et ses codes de calcul dédiés par exemple aux explosions de vapeur (MC3D) et aux accidents graves (ASTEC).

En octobre 2018, un *workshop* de trois jours, organisé à Pékin par l'IRSN et le TSO chinois NSC, a permis aux utilisateurs chinois et aux organismes invités (NSC, CNNC/CNPE, CGN/CNPRI, SNPTC/SPIC, universités) de partager

Brèves

Déchets

— L'association SITEM-*Network* a été créée en janvier 2018 afin de pérenniser la coopération scientifique engagée lors des deux projets de recherche SITEM et SITEM II, réalisés avec le soutien de la Commission européenne. Sous la présidence de l'IRSN, SITEM-*Network* s'est fixé pour objectif de développer une coopération internationale dans le domaine de la gestion des déchets radioactifs, permettant d'assurer une expertise de haut niveau, indépendante des opérateurs industriels, en appui aux autorités de sûreté et en lien avec la société civile.

AEN

— Le directeur général de l'Agence pour l'énergie nucléaire (AEN) de l'OCDE a visité, le 25 septembre 2018, les principales plateformes expérimentales de l'Institut sur le site de Cadarache. Cette visite s'est inscrite dans le cadre d'une coopération étroite, tissée de longue date, entre l'IRSN et l'AEN.

leur expérience d'utilisation du code ASTEC et de soumettre leurs idées de développements aux experts de l'IRSN qui ont, de leur côté, présenté les dernières fonctionnalités du code. En conclusion, une volonté partagée par l'ensemble des participants de renouveler périodiquement ces échanges a été actée.

L'IRSN est aussi partenaire de la société d'ingénierie nucléaire chinoise CNPE, qui lui a confié en 2018 un contrat de prestations portant sur 17 thèmes liés à la sûreté nucléaire.

Dans le domaine de la radioprotection, plusieurs sujets de coopération ont été dégagés avec NSC et l'institut chinois de radioprotection (CIRP).

Brève

Recherche

— L'IRSN a participé au PIRT (*Phenomenal Identification Ranking Table*) organisé par l'OCDE et destiné à définir les programmes de recherche à lancer sur les accidents de perte de refroidissement des piscines d'entreposage de combustibles usés. Ce travail a rassemblé 22 organisations de 15 pays. Il a permis d'identifier les phénomènes les plus importants, de sélectionner ceux pour lesquels il manque des connaissances et de recommander les actions prioritaires, en termes de programmes expérimentaux, de développement de modèles et d'outils de simulation.



Vue d'ensemble de la boucle Viktoriia qui permet de mener des expériences représentatives des conditions que pourraient rencontrer les différents types de réacteurs nucléaires dans l'éventualité d'un accident de rupture du circuit primaire.

COOPÉRATION RENFORCÉE AVEC LE JAPON

L'année 2018 a été marquée par un renforcement des échanges dans le domaine de la radioprotection et de l'étude des effets sur la santé des rayonnements ionisants entre l'IRSN et ses homologues japonais : université de Nagasaki, Fondation pour la recherche sur les effets des radiations, Institut national des sciences et technologies quantiques et radiologiques. Ces échanges se sont notamment concrétisés par la signature d'un accord avec l'université de Nagasaki en octobre 2018.

COLLABORATION AVEC LE TSO RUSSE

L'IRSN a renouvelé en 2018 son accord de collaboration avec le TSO russe, SEC NRS, pour dix ans dans les domaines de la sûreté et de la sécurité nucléaires. SEC NRS est associé aux réunions d'ETSON depuis 2012.

Parmi les sujets de coopération figurent notamment les problématiques de sûreté sur l'hydrogène et la méthodologie d'évaluation des risques liés aux procédés chimiques utilisés dans les installations du cycle du combustible. De nouveaux axes de collaboration ont été définis sur la gestion des déchets et les stratégies de démantèlement ainsi que sur la validation et la quantification des incertitudes des codes utilisés pour les études de sûreté.

INTENSIFICATION DE LA COOPÉRATION AVEC SINGAPOUR

Dans le cadre de l'accord de coopération (mémoire d'entente) dans le domaine de la sûreté nucléaire, la coopération entre l'IRSN et l'université nationale de Singapour (NUS) s'est renforcée avec la création au sein de cette dernière d'une entité de recherche en sûreté nucléaire (SNRSI). Plusieurs chercheurs singapouriens sont venus se former à l'IRSN et au sein de l'ENSTTI (*European Nuclear Safety Training and Tutoring Institute*) dans les domaines de l'environnement (radiochimie), des effets des rayonnements (radiobiologie) et de l'analyse de sûreté, notamment en cas d'accident. Dans une approche partenariale, des formations régionales en sûreté nucléaire, organisées conjointement par le SNRSI, l'IRSN et l'ENSTTI, se sont également régulièrement déroulées au sein de la NUS.

ZOOM

LA BOUCLE VIKTORIA, OUTIL DE COOPÉRATION EXEMPLAIRE EN SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Dix-sept ans après le lancement par l'IRSN avec la société d'ingénierie slovaque Vúez d'un programme de recherches en sûreté nucléaire, une délégation de l'Institut s'est rendue en juillet 2018 à Levice (Slovaquie) afin de faire le bilan des réalisations du programme et d'envisager ses futures étapes.

Ce programme a contribué d'une part à l'amélioration des éléments de filtration implantés dans de nombreux réacteurs, notamment en dehors de l'Union européenne, d'autre part à la mise en évidence de certains phénomènes physiques ou chimiques susceptibles d'affecter la sûreté des réacteurs.

Au-delà de la relation franco-slovaque, cet enrichissement des connaissances a déjà été partagé avec la communauté internationale, notamment via le comité pour la sûreté des installations nucléaires de l'OCDE/AEN.

Ce programme s'appuie notamment sur des essais menés dans l'installation Viktoriia au sein de laquelle a été réalisé en 2018 un essai relatif à un scénario d'accident grave. Depuis 2012, Viktoriia a contribué notamment à la qualification des filtres des puisards des enceintes de confinement de divers types de réacteurs nucléaires. Outil exemplaire à plus d'un titre, la boucle Viktoriia illustre par son mode de conception, de réalisation et d'exploitation – une véritable construction en commun, à coûts partagés entre Vúez et l'IRSN – un modèle de ce que pourraient être les futures coopérations de l'Institut avec ses partenaires internationaux, en vue de se doter des outils de recherche en sûreté nucléaire et radioprotection indispensables à l'avenir, dans un contexte d'optimisation et de mutualisation des moyens consacrés à la recherche.

205

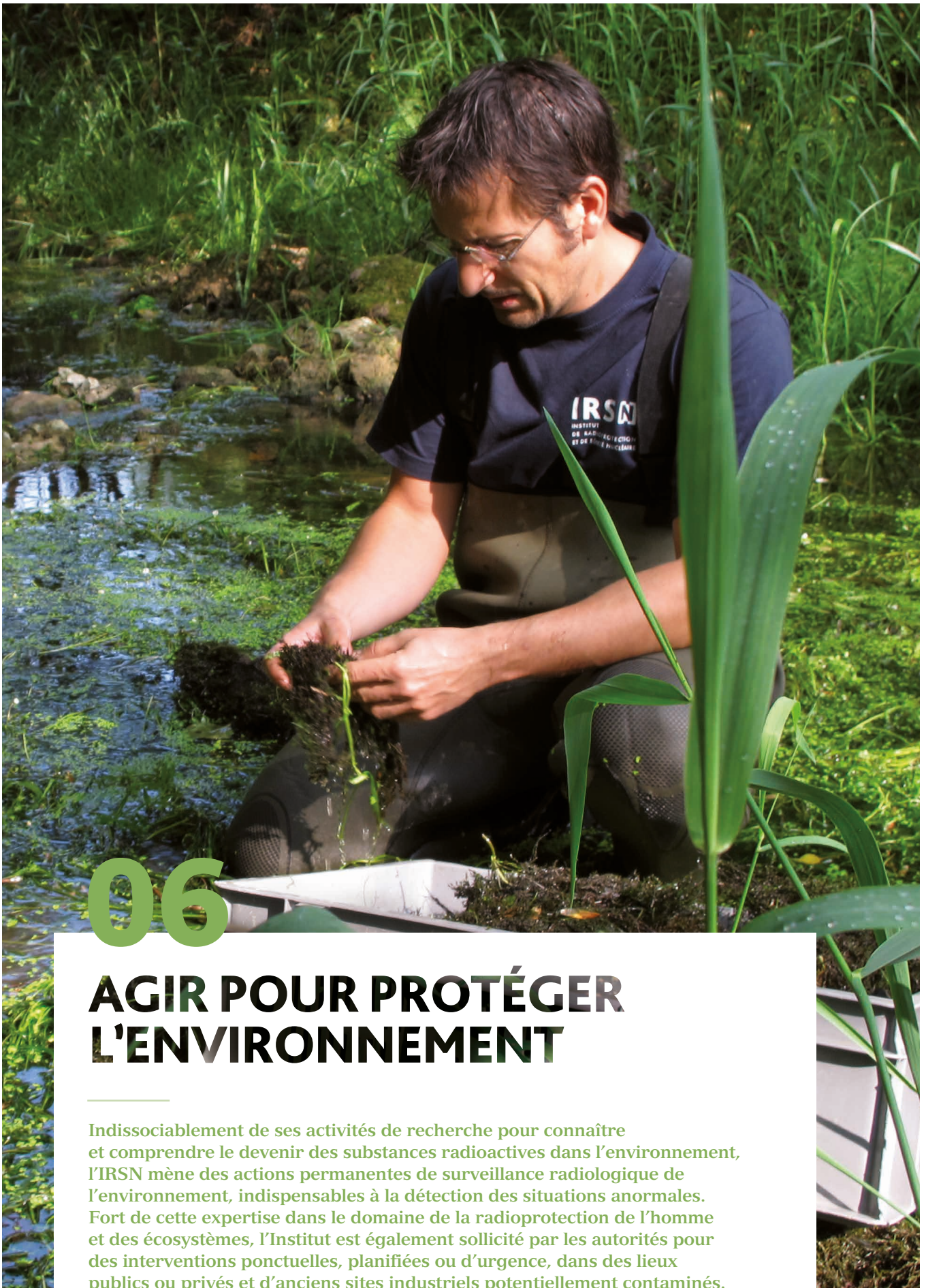
accords bilatéraux de coopération en vigueur avec des organismes de recherche ou d'expertise

47

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

48

pays concernés par ces accords



06

AGIR POUR PROTÉGER L'ENVIRONNEMENT

Indissociablement de ses activités de recherche pour connaître et comprendre le devenir des substances radioactives dans l'environnement, l'IRSN mène des actions permanentes de surveillance radiologique de l'environnement, indispensables à la détection des situations anormales. Fort de cette expertise dans le domaine de la radioprotection de l'homme et des écosystèmes, l'Institut est également sollicité par les autorités pour des interventions ponctuelles, planifiées ou d'urgence, dans des lieux publics ou privés et d'anciens sites industriels potentiellement contaminés.



INTERVENTIONS SUR DES SITES CONTAMINÉS

Compte tenu de son expertise technique et de sa compétence en radioprotection opérationnelle, l'IRSN réalise, à la demande des autorités, des interventions planifiées ou d'urgence visant à lever le doute sur des suspicions d'exposition radiologique dans des lieux publics ou privés. Lors de ces interventions, l'Institut caractérise les sources radioactives ou les sites contaminés au moyen de mesures *in situ*, met en sécurité si nécessaire les objets radioactifs dans l'attente de leur évacuation par l'Andra, évalue et explique les risques associés et conseille les parties prenantes. En 2018, l'IRSN est notamment intervenu à Orléans (Loiret), dans l'appartement d'un collectionneur décédé qui détenait des minéraux dont certains étaient très radioactifs.

Il a également réalisé, durant l'été, une intervention d'urgence dans l'atelier d'horlogerie du lycée Edgar-Faure de Morteau (Doubs) qui stockait des montres ainsi que des horloges anciennes et des aiguilles contenant de la peinture radioactive, afin de sécuriser les lieux avant la rentrée scolaire.

Ces opérations comportent des interfaces multiples (autorités, pompiers, public...) et sont menées dans des contextes diversifiés avec une grande variabilité du risque radiologique.

L'IRSN apporte également un appui aux pouvoirs publics pour la gestion des chantiers menés sur des sites contaminés du fait d'activités industrielles passées ou de l'utilisation de matériaux radioactifs d'origine naturelle. Cet appui peut consister à rendre des avis sur les protocoles de surveillance mis en place ou à contrôler le respect des objectifs d'assainissement fixés.



L'IRSN réalise, à la demande des autorités, des interventions planifiées ou d'urgence visant à lever le doute sur des suspicions d'exposition radiologique dans des lieux publics ou privés.

En 2018, l'IRSN est ainsi intervenu à Piriac-sur-Mer et à Guérande (Loire-Atlantique) pour effectuer des mesures après assainissement sur deux sites où des stériles miniers uranifères avaient été mis en évidence. L'Institut a également remis un avis sur les modalités de surveillance prévues dans le cadre de la vidange d'un plan d'eau en aval de l'ancien site minier d'uranium de Saint-Pierre (Cantal).

Brève

Bilan de la surveillance de la Polynésie

— **L'IRSN a publié et présenté aux autorités locales le bilan de la surveillance radiologique de la Polynésie française menée par son laboratoire de Tahiti. Les niveaux de radioactivité mesurés restent très bas, dans la continuité des années précédentes. Ils confirment l'absence d'impact décelable dans les eaux polynésiennes de la contamination du milieu marin induite par l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima-Daiichi.**



UN RAPPORT POUR APPRÉCIER LA NOCIVITÉ DES MATIÈRES ET DES DÉCHETS RADIOACTIFS

L'IRSN a remis à la Direction générale de l'énergie et du climat (DGE) et à l'ASN un rapport relatif à la nocivité des matières et des déchets radioactifs, en réponse à une demande figurant dans le Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs. Ce rapport décrit la méthodologie et les critères proposés par l'Institut pour apprécier le niveau de danger associé aux diverses catégories de matières ou de déchets radioactifs. La démarche retenue par l'IRSN repose sur un jeu d'indicateurs permettant de couvrir les composantes chimiques et radiologiques de la nocivité, de tenir compte de leurs effets sur l'homme et l'environnement ainsi que de couvrir les principales voies d'exposition et une diversité de contextes.

Pour chaque situation, le rapport décrit en détail les hypothèses et paramètres que l'IRSN propose de retenir pour calculer les expositions associées aux substances radioactives ou aux éléments chimiques présents dans un « colis ». Les choix effectués visent notamment à définir des hypothèses réalistes tout en conférant aux scénarios un caractère générique et standardisé.

Le rapport fournit également un exemple d'application de la méthode à plusieurs types de colis de déchets et formule des propositions en vue d'un déploiement plus large, permettant à terme de disposer d'une indication sur la nocivité de chacune des familles de déchets définies dans l'inventaire national de l'Andra. Dans cette perspective, il identifie les points pouvant nécessiter des approfondissements.

UNE INTERCOMPARAISON D'UN TYPE NOUVEAU

Pour valider la fiabilité des dispositifs mis en œuvre par les laboratoires qui réalisent des mesures de radioactivité dans l'environnement, l'ASN confie à l'IRSN l'organisation d'essais interlaboratoires (EIL) contradictoires. Parmi les quatre à six essais qu'il organise chaque année, l'Institut a procédé cette année à un exercice d'un type nouveau pour tester les détecteurs des réseaux de télésurveillance installés à proximité des installations nucléaires. Cet essai, qui a réuni sur le site du Vésinet, avec leurs propres équipements, l'ensemble des acteurs de ce type de surveillance, a permis de mettre en évidence la qualité des systèmes installés sur le territoire.

TOURNEMIRE : 30 ANS DE RECHERCHES

Le laboratoire souterrain de Tournemire (Aveyron) est l'un des quatre laboratoires de recherche en milieu argileux en Europe. Aménagé dans un ancien tunnel ferroviaire du XIX^e siècle, il héberge des expérimentations depuis 1989 et a été acquis par l'IRSN en 1992. Son objectif est d'acquérir des connaissances méthodologiques et phénoménologiques sur l'argile afin d'identifier, de comprendre et de prévenir les risques liés au stockage profond de déchets radioactifs. Les recherches que l'IRSN y conduit, en toute indépendance de l'Andra, contribuent à la qualité de l'expertise que l'Institut réalise, à la demande des pouvoirs publics, dans le cadre de l'évaluation de la sûreté du projet Cigéo de stockage mené par l'Andra en Meuse/Haute-Marne.

Cette année, dans le cadre de sa mission d'information du public, le laboratoire de l'IRSN a ouvert ses portes au public pour une visite guidée sur le thème « Les mystères de l'eau dans l'argile ». Au cours de cette journée, les visiteurs ont pu participer à des animations et des expériences pédagogiques ainsi qu'échanger avec des experts et des chercheurs.

CONTRIBUTION AU PROJET EUROPÉEN METRORADON

Engagé, en appui des pouvoirs publics et des acteurs locaux, dans la prévention des risques associés à la présence de radon dans les habitations, l'IRSN contribue également au développement des connaissances sur le sujet. L'Institut est ainsi associé au projet de recherche européen MetroRadon, lancé par 15 partenaires dans le cadre du programme européen de métrologie pour l'innovation et la recherche (EMPIR). Ce projet vise à améliorer la mesure des basses concentrations de radon dans l'air et à étudier l'influence du thoron (l'un des isotopes du radon) sur la mesure du radon, ainsi que les moyens d'y remédier. MetroRadon poursuit deux autres objectifs : la comparaison des méthodes de mesure et l'étude des approches d'identification des zones prioritaires pour la gestion du risque induit par la présence du radon dans les bâtiments.

Outre le développement des connaissances qu'ils permettent, ces travaux contribuent à l'harmonisation et à l'amélioration des pratiques mises en œuvre par les États membres, en cohérence avec les nouvelles exigences de la directive européenne concernant la protection sanitaire contre le risque associé au radon.

479

balises dont 425 Télecay fixes constituent le réseau de télésurveillance du territoire

139

points de mesure du débit de dose ambiant

505

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

4 465

échantillons de l'environnement prélevés pour des mesures radiologiques

Un expert de l'IRSN présente les recherches en cours dans la galerie Ouest - 2008 du tunnel de Tournemire.





07

ÊTRE ACTEUR DE LA SANTÉ PUBLIQUE

Dans le cadre de ses missions en matière de radioprotection, l'IRSN décline ses actions relatives aux populations, aux travailleurs et aux patients selon trois axes : des actions de surveillance, des expertises et des recherches. Il contribue ainsi à la santé publique par ses travaux sur les risques radiologiques, qui font l'objet d'approches pluridisciplinaires et de collaborations nationales, européennes et internationales.



RAPPORT SUR LE PARC DE SCANNERS ET LA RADIOPROTECTION EN IMAGERIE MÉDICALE

L'IRSN a étudié, à la demande de la Direction générale de la santé et de la Direction de la Sécurité sociale, l'état du parc national de scanners médicaux, son évolution ainsi que l'influence de l'âge des appareils sur les doses reçues par les patients. Pour ce faire, l'Institut a exploité deux bases de données qu'il gère réglementairement : SIGIS, le système d'information et de gestion des sources de rayonnements ionisants, et la base NRD de gestion des niveaux de référence diagnostiques. Il a accompagné les résultats de son analyse de recommandations visant à améliorer la radioprotection des patients en imagerie médicale. L'étude montre que, en 2017, l'âge moyen des 1175 scanners en service, en France, était de 3,6 ans avec une durée moyenne d'exploitation de 6,1 ans.

Elle met en évidence une baisse d'environ 25% des doses délivrées par les scanners installés en 2015 par rapport à ceux qui datent d'avant 2010, ainsi qu'une présence très majoritaire des appareils de plus de 10 ans dans les établissements publics. L'IRSN a donc recommandé de renouveler en priorité les scanners de plus de 10 ans et ceux de plus de 7 ans utilisés en pédiatrie et, à défaut, de mettre en place un dispositif incitatif à la mise à niveau des scanners lorsque les évolutions proposées ont une influence bénéfique sur leurs performances. L'audition des professionnels de santé et l'analyse réalisées dans le cadre de ce rapport ont conduit à identifier une augmentation du nombre d'examen scano-

graphiques ainsi que des pratiques ayant un impact sur la radioprotection des patients, qui peuvent être induites par le système de remboursement actuel des actes. L'IRSN a préconisé un renforcement de la justification des actes d'imagerie via un accès facilité aux techniques d'imagerie non irradiantes, la formation continue des médecins demandeurs, l'information des patients et l'évolution du système de remboursement. La mise en œuvre du dossier médical partagé et des obligations réglementaires relatives à l'assurance de la qualité ainsi que l'implication plus régulière des physiciens médicaux dans les services d'imagerie doivent également permettre d'améliorer la radioprotection des patients (dose et qualité de l'image).

PARIS II : UNE PLATEFORME DE RECHERCHE SUR L'INCORPORATION DE SUBSTANCES RADIOACTIVES

L'IRSN a réalisé ses premières expérimentations utilisant la plateforme PARISII, unique en Europe, dont il s'est doté pour étudier l'effet de l'incorporation chronique par ingestion et inhalation de différentes substances radioactives par des rongeurs (uranium, césium, strontium). Ces expérimentations visent à mieux comprendre les effets biologiques induits de ces contaminations internes et la réponse adaptative de l'organisme.

PARISII regroupe deux plateaux techniques dédiés aux expérimentations *in vivo* et *in vitro*. Cette plateforme, ouverte à des collaborations scientifiques nationales et internationales, a vocation à accueillir des équipes de chercheurs. Les collaborations s'appuieront sur les équipes de recherche pluridisciplinaires de l'IRSN qui comportent des toxicologues, des radiobiologistes, des chimistes, des vétérinaires ainsi que des techniciens en physiologie et en expérimentation animales.

PROLONGATION DU PROJET PRIODAC

Lancé en 2014 pour cinq ans, le projet PRIODAC (Prophylaxie répétée par l'iode stable en situation accidentelle) sera prolongé de trois ans.



La plateforme de recherche PARISII permet d'étudier les effets biologiques d'une contamination interne par des radionucléides.

Coordonné par l'IRSN, ce projet étudie par l'expérimentation la pertinence de prises répétées de comprimés d'iode stable en cas d'exposition répétée ou prolongée à l'iode radioactif, lors d'un accident nucléaire. L'objectif est de déterminer la posologie et le rythme d'administration les plus pertinents et d'évaluer les effets secondaires possibles pour les différentes catégories de population. Soutenu financièrement par l'ANR dans le cadre du Programme d'investissement d'avenir/Recherche en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection dans le cadre du programme « Recherche en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection », le projet associe l'IRSN, le CEA, la Pharmacie centrale des armées ainsi que les universités d'Aix-Marseille et de Nice.

Brève

Expertise dosimétrique

— En réponse à une demande du CHU du Mans, l'IRSN a réalisé une évaluation dosimétrique des doses reçues par une patiente enceinte et son fœtus, à l'occasion d'un examen scanographique du rachis lombaire de la patiente au cours duquel des doses supérieures aux doses habituelles avaient été délivrées accidentellement. L'IRSN a apporté son appui technique dans le cadre des actions lancées par les autorités sanitaires à la suite de cet événement : inspection réactive dans l'établissement, message d'alerte rapide auprès des établissements en France, audition du fabricant des scanners concernés, groupe de travail « REX en imagerie ».

556

anthroporadiométries réalisées pour le suivi des travailleurs

dont 341

avec les moyens mobiles

ZOOM

NOUVEAU PORTAIL POUR L'OFFRE DE FORMATION EN RADIOPROTECTION

Conformément à son décret du 10 mars 2016, l'IRSN doit « contribuer à la formation en radioprotection des personnels de santé et des personnes professionnellement exposées ». Afin de partager les savoirs et les savoir-faire, d'en faire bénéficier le plus grand nombre et de contribuer ainsi à une meilleure prévention et protection contre les risques liés aux rayonnements ionisants, l'IRSN propose de nombreuses formations présentées dans un catalogue, géré par l'ENSTTI (*European Nuclear Safety Training and Tutoring Institute*). Elles s'adressent à tous les professionnels utilisateurs de rayonnements ionisants : radiologues, manipulateurs, médecins du travail, industriels, ingénieurs en sûreté nucléaire, en radioprotection ou en environnement... Cette offre de formation de l'IRSN est accessible sur le portail formation.irsn.fr, qui permet aux professionnels de s'inscrire, de retrouver les supports de cours et d'échanger de manière personnalisée avec les formateurs.

ZOOM

DOUZIÈME CONFÉRENCE HEIR 2018

Organismes de référence dans le domaine de la recherche en radiotoxicologie et en radiobiologie, l'IRSN et le CEA ont coorganisé, à Fontenay-aux-Roses (Hauts-de-Seine), la douzième édition de la conférence internationale sur les effets sanitaires induits par l'incorporation de radionucléides (HEIR 2018). Quatre jours durant, les 140 participants ont échangé sur les dernières avancées dans les différents domaines relatifs à l'étude de l'incorporation de radionucléides (biocinétique, chimie des radionucléides, dosimétrie des contaminations internes, radiotoxicologie, radiobiologie...) ainsi que sur les applications utilisant des radionucléides en médecine nucléaire (imagerie médicale, thérapie).

Brèves

Traitement des irradiés

— Au terme de quatre ans de recherches, le projet ANR-GIPSIS (génération de cellules souches sanguines à partir de cellules souches pluripotentes « induites » ou « iPS ») a franchi une étape cruciale dans le traitement des personnes irradiées. Lancé en collaboration avec l'hôpital Saint-Antoine à Paris et coordonné par l'IRSN, il a permis d'obtenir des greffons de moelle osseuse à partir de cellules iPS issues d'une biopsie de peau humaine. Ces greffons ont démontré leur efficacité sur des souris dont la moelle osseuse avait été totalement détruite lors d'une irradiation.

EURADOS

— L'IRSN a publié en juillet 2018 la synthèse des résultats d'un exercice d'intercomparaison qu'il avait organisé en 2016, dans le cadre du réseau EURADOS et portant sur l'évaluation des doses reçues pendant toute leur vie par des travailleurs du nucléaire exposés à l'uranium.

**PREMIERS RÉSULTATS DE L'ÉTUDE ÉPICE LANCÉE À LA SUITE DE L'ACCIDENT DE TCHERNOBYL**

Le programme « Évaluation des pathologies potentiellement induites par une contamination chronique au Césium » (ÉPICE) entend apporter des éléments de réponse à la question scientifique mais aussi sociétale : quelles ont été les conséquences sanitaires de l'accident nucléaire de Tchernobyl sur la population sensible des enfants exposés à ses retombées ? Elle vise à recueillir des informations scientifiques sur les effets non cancéreux possiblement induits par une exposition chronique à de faibles doses de rayonnements ionisants, en s'interrogeant sur l'existence d'une relation entre le risque de maladies cardio-vasculaires et cette exposition. Les premiers résultats ont fait l'objet d'une publication dans la revue *British Medical Journal Open*.

Après une phase pilote, le premier volet de l'étude ÉPICE a porté sur le dépistage systématique des arythmies cardiaques chez plus de 18 000 enfants âgés de 2 à 18 ans, vivant pour moitié dans des territoires contaminés en césium-137 et pour moitié dans des territoires non contaminés, dans la région de Briansk, située au nord-est de la centrale de Tchernobyl. Tous les enfants ont passé trois examens médicaux : électrocardiogramme, échographie cardiaque et mesure de l'activité corporelle en césium-137. Certains ont bénéficié en outre d'une surveillance Holter de 24 heures et d'analyses de sang.

L'ensemble de ces examens n'a pas permis d'observer de relations entre les arythmies cardiaques et les dépôts de césium-137 dans

la région de Briansk. Une arythmie cardiaque a été diagnostiquée chez 1172 enfants vivant dans des territoires contaminés et chez 1354 enfants vivant dans des territoires non contaminés, indiquant donc que la prévalence de la pathologie est plus faible dans les territoires contaminés (13,3%) que dans les territoires non contaminés (15,2%). Le second volet de l'étude ÉPICE doit porter sur l'incidence des rayonnements ionisants sur l'apparition d'opacités du cristallin.



Le programme ÉPICE lancé par l'IRSN vise à recueillir des informations scientifiques sur les effets non cancéreux possiblement induits par une exposition chronique à de faibles doses de rayonnements ionisants, en s'interrogeant sur l'existence d'une relation entre le risque de maladies cardio-vasculaires et cette exposition.

BILAN DE L'EXPOSITION PROFESSIONNELLE : NOUVELLE MÉTHODOLOGIE

L'Institut publie chaque année un rapport de la surveillance des expositions professionnelles aux rayonnements ionisants. L'édition 2018 a été élaborée, pour la première fois, exclusivement à partir des données de la surveillance individuelle des travailleurs enregistrées dans le système SISERI et non plus à partir des données agrégées fournies par les organismes de dosimétrie. Cette approche réduit les erreurs de répartition des travailleurs dans les différentes activités professionnelles et permet de mieux cibler des groupes de travailleurs davantage exposés.

Le bilan des 384 198 travailleurs suivis en France dans le cadre de leur activité professionnelle mettant en jeu des rayonnements ionisants montre une stabilité des expositions. L'exposition externe individuelle moyenne est globalement stable. Cette étude montre que les prestataires représentent un tiers des effectifs du domaine nucléaire mais qu'ils reçoivent plus des deux tiers de la dose collective totale enregistrée dans ce domaine. La dose individuelle moyenne des prestataires (1,68 mSv) est supérieure à celle de l'ensemble des travailleurs du domaine nucléaire (1,28 mSv). Le dépassement de la limite réglementaire annuelle de dose efficace (20 mSv) a concerné deux travailleurs, l'un exerçant dans le domaine des activités médicales et vétérinaires, le second dans l'industrie non nucléaire. L'exposition interne est limitée.

En 2017, trois travailleurs ont reçu une dose engagée supérieure à 1 mSv, la plus forte étant de 4 mSv.

LE BILAN EN CHIFFRES

ACCROISSEMENT RÉGULIER DU NOMBRE DE TRAVAILLEURS SUIVIS

384 198

travailleurs suivis en 2017
(+ 1,6 % par rapport à 2016)



0,72

millisievert (mSv) en moyenne d'exposition
externe individuelle pour l'effectif exposé
(hors travailleurs exposés à la radioactivité
naturelle renforcée)



2

travailleurs ont dépassé la limite
réglementaire de 20 mSv

EXPOSITION PAR DOMAINE D'ACTIVITÉ



RECHERCHE



MÉDICAL



INDUSTRIE



NUCLÉAIRE



AVIATION



AUTRES

Dose individuelle moyenne par domaine d'activité (mSv)

BAISSE CONJONCTURELLE DE LA DOSE COLLECTIVE

Une dose collective en baisse de

20 %

(53,5 hommes.Sv contre 66,7 hommes.Sv en 2016), principalement
du fait d'une baisse d'activité dans le domaine nucléaire



08

ANTICIPER LA CRISE ET LE POSTACCIDENT

En cas d'incident ou d'accident, l'IRSN a pour mission de proposer aux autorités de sûreté des mesures d'ordres technique, sanitaire et médical propres à assurer la protection des populations et de l'environnement dans la zone concernée et d'apporter un appui aux pouvoirs publics. Acteur du dispositif national de crise nucléaire et radiologique, ses équipes participent à des exercices nationaux et internationaux, et l'Institut contribue à la mise à jour de la doctrine postaccidentelle française. Dans ce cadre, il mène des travaux sur le retour d'expérience de la gestion postaccidentelle de l'accident nucléaire de Fukushima-Daiichi.



DÉTECTION EN OCTOBRE 2017 DE RUTHÉNIUM-106 EN EUROPE : RÉSULTATS DES INVESTIGATIONS DE L'IRSN

L'IRSN a publié la synthèse des investigations qu'il a menées à la suite de la détection dans l'atmosphère en octobre 2017 de ruthénium-106 en France et en Europe. Son rapport a été présenté le 31 janvier 2018 lors de la première réunion de la commission internationale d'experts mise en place par les autorités russes, dédiée à l'examen de l'origine du ruthénium-106.

Le ruthénium-106 a été détecté par plusieurs réseaux européens de surveillance de la radioactivité dans l'atmosphère, dont celui de l'IRSN, à des niveaux de l'ordre de quelques millibecquerels par mètre cube d'air, sans conséquence sur le plan sanitaire ou environnemental en France. À partir des données disponibles, l'IRSN a réalisé des simulations afin de localiser la zone des rejets et d'évaluer la quantité de ruthénium rejetée ainsi que la période et la durée des rejets. Sa connaissance des processus de traitement des combustibles lui a permis de déterminer le type d'installation à l'origine d'un tel rejet de ruthénium-106.

Son rapport conclut que l'hypothèse qui explique le mieux les activités enregistrées est celle d'un rejet d'une quantité importante de ruthénium localisé entre la Volga et l'Oural, qui se serait produit fin septembre 2017. Compte tenu du ratio de ruthénium-103, détecté dans quelques prélèvements, par rapport au ruthénium-106, le rejet serait lié à une activité industrielle utilisant du combustible usé sorti d'un réacteur nucléaire depuis environ deux ans. Les conclusions de l'IRSN sont en accord avec celles de la commission pour ce qui concerne l'importance du rejet, l'impossibilité d'une origine liée à une source médicale ou à un satellite, ainsi que l'hypothèse d'un incident lors d'une opération de traitement de combustibles irradiés refroidis depuis deux ans environ. En revanche, il n'y a pas eu de consensus entre les experts quant à la localisation précise du lieu du rejet.

INCIDENT À LA CENTRALE NUCLÉAIRE DE NOGENT : L'IRSN ACTIVE SON ORGANISATION DE CRISE

L'IRSN a gréé son centre technique de crise dans la nuit du 17 au 18 juillet 2018, à la suite d'un incident survenu à la centrale nucléaire de Nogent-sur-Seine (Aube). Le 17 juillet 2018 au soir, un début d'incendie s'est déclaré sur un transformateur électrique alimentant les deux réacteurs du site nucléaire. La perte de source électrique a essentiellement affecté le réacteur n°2, alors à l'arrêt. Le combustible de ce réacteur était complètement déchargé dans la piscine de désactivation et des travaux de maintenance étaient en cours, limitant le nombre de sources électriques disponibles. Le refroidissement de la piscine a toutefois été assuré pendant toute la durée de l'événement. La source électrique en cause a été restaurée et le centre technique de crise de l'IRSN désactivé le 18 juillet au matin.

NOUVELLES CONTRIBUTIONS AUX TRAVAUX DU CODIRPA

Depuis la publication, en 2012, de la doctrine nationale pour la gestion postaccidentelle d'un accident nucléaire, de nombreux enseignements ont été tirés des réflexions engagées à la suite de l'accident de Fukushima-Daiichi en 2011. Ces enseignements ont conduit à des évolutions significatives en termes de connaissances sur la gestion des conséquences d'une situation accidentelle et de développements aussi bien d'outils de modélisation que de moyens de mesure de la contamination de l'environnement. Le contexte réglementaire a fortement évolué avec la publication en 2013 du plan national de réponse en cas d'accident nucléaire ou radiologique majeur et la transposition en droit français, au cours de l'année 2018, de la directive 2013/59/Euratom fixant les normes de base relatives à la protection sanitaire contre les dangers résultant de l'exposition aux rayonnements ionisants.

Dans ce contexte, l'Institut a identifié des éléments à traiter lors des travaux du Codirpa relatifs à la mise à jour de la doctrine postaccidentelle. Ils concernent, par exemple, la recherche d'une meilleure cohérence entre les dispositions prises en phase d'urgence et en phase postaccidentelle, l'amélioration de la prise en compte des résultats de mesures de la contamination de l'environnement pour définir le zonage postaccidentel et l'intégration d'une approche temporelle du zonage afin de mieux anticiper son évolution. Par ailleurs, l'IRSN a contribué au groupe de travail « Implication des acteurs des territoires dans la préparation à la gestion postaccidentelle » dans le cadre de la rédaction de réponses aux questions formulées par les professionnels de santé ainsi qu'à l'élaboration d'un guide à destination de la population. L'Institut a également désigné plusieurs experts (en gestion de crise, dispersion, radio-écologie, économie) pour participer à un nouveau groupe de travail, « Problématiques postaccidentelles associées au milieu marin ».

Brève

OMS

— **L'IRSN a été renouvelé en 2018 pour la seconde fois en tant que centre collaborateur de l'Organisation mondiale de la santé, pour appuyer dans le domaine des risques radiologiques. L'appui apporté par l'Institut concerne la préparation aux situations d'urgence radiologique, la dosimétrie interne et externe, la radioprotection médicale et l'impact sanitaire du radon.**

RAPPORT D'ENQUÊTES MENÉES À FUKUSHIMA DANS LE CADRE DU PROJET SHINRAI

L'IRSN a élaboré un rapport présentant les résultats de trois études de cas menées dans la préfecture de Fukushima dans le cadre du projet SHINRAI (« confiance » en japonais). Coordonné par l'IRSN, avec la participation de Sciences-Po Paris et de l'université Tokyo Tech, ce projet étudie les conséquences sociales et politiques de l'accident de Fukushima-Daiichi. Il s'intéresse notamment à l'évolution de la confiance des citoyens dans les institutions après un accident nucléaire. Le rapport, réalisé sur la base d'un important travail d'enquête, analyse les problématiques de retour et de non-retour dans les villages évacués en catégorisant les habitants en fonction de leur décision. Il aborde le rôle des responsables gouvernementaux, des médecins et des experts en radioprotection, en s'intéressant notamment aux dilemmes auxquels sont confrontés les maires des villes évacuées. Le rapport conclut par des pistes de réflexion pour l'évolution des politiques postaccidentelles.

ZOOM

DIRECTIVE EURATOM : APPUI À LA TRANSPOSITION SUR LES ASPECTS RELATIFS À LA CRISE

L'IRSN a été fortement impliqué, en appui aux pouvoirs publics, dans la finalisation des décrets de transposition en droit français de la directive européenne 2013/59/Euratom. Cette directive met à jour les « normes européennes de base en radioprotection » destinées à assurer la protection de la population, des patients et des travailleurs contre les rayonnements ionisants. Ces nouveaux textes modifient le système de radioprotection français porté, en particulier, par des dispositions du Code de la santé publique et du Code du travail concernant la protection contre les rayonnements ionisants. L'IRSN a tout particulièrement contribué à l'élaboration des dispositions qui encadrent la protection de la population dans les situations d'urgence radiologique et d'exposition durable postaccidentelle.

1
gréement réel du centre technique de crise, CNPE de Nogent

8
exercices nationaux de crise nucléaire hors activités intéressant la défense

1
exercice national de crise nucléaire concernant les installations intéressant la défense

4
évaluations de doses d'exposition aux rayonnements ionisants par dosimétrie biologique

13
réunions impliquant l'IRSN dans le cadre des travaux du Codirpa consacré au postaccidentel

PRÉPARATION À LA GESTION DE CRISES NRBC

Le plan gouvernemental de réponse à une crise de type NRBC (nucléaire, radiologique, biologique, chimique) confie à l'IRSN une mission d'appui aux pouvoirs publics en charge de la gestion de la situation. Afin de fournir un soutien adapté et opérationnel, l'IRSN a identifié les premières actions à engager au regard de l'ensemble des situations couvertes par le plan. L'objectif est de faire évoluer et de renforcer sa capacité d'expertise et de faire évoluer ses compétences d'intervention sur le terrain ainsi que ses dispositifs techniques de mesure. Les équipes de l'IRSN ont également participé à plusieurs exercices locaux sur cette thématique au cours de l'année 2018.

ÉCHANGES AUTOUR DES OUTILS DU PROJET FASTNET

En tant que coordinateur du projet européen FASTNET (*Fast Nuclear Emergency Tools*), l'IRSN a organisé pour 38 participants venus de 22 pays, du 28 au 30 mai 2018 à Fontenay-aux-Roses, une formation sur des outils et méthodes développés dans le cadre du projet pour prédire les rejets dans l'atmosphère en cas d'accident affectant un réacteur électronucléaire en Europe (technologies PWR, BWR, VVER et CANDU) ou une piscine de stockage de combustibles usés. À ce jour, une centaine de rejets types calculés à l'aide de différents codes de référence (ASTEC, MAAP, MELCOR) sont inclus dans la base de données des scénarios d'accident retenus pour le projet. Les partenaires du projet ont également eu l'occasion de s'approprier les outils FASTNET lors de deux exercices, l'un dédié au seul calcul des rejets et réalisé dans leurs locaux, l'autre abordant plus largement la gestion de la protection de la population et organisé à Vienne avec le concours de l'université autrichienne BOKU.

L'IRSN, PARTENAIRE DU MINISTÈRE AMÉRICAIN DE L'ÉNERGIE DANS LE DOMAINE DE LA CRITICITÉ

Dans le cadre de sa collaboration avec le ministère américain de l'Énergie (DOE) dans le domaine de la sûreté des risques de criticité, l'IRSN a participé en mai 2018 à un exercice d'intercomparaison dosimétrique organisé sur le réacteur expérimental FLAT-TOP, situé au *Nevada National Security Site*. Cette participation avait pour objectif de maintenir et de renforcer les capacités opérationnelles de l'Institut à évaluer correctement et rapidement les doses de rayonnement reçues par les victimes d'un accident de criticité en vue de les orienter vers la meilleure prise en charge médicale possible.

Cet exercice a réuni, outre l'IRSN, une dizaine de laboratoires américains, chacun devant évaluer avec ses propres dosimètres d'accident de criticité les doses dues aux rayonnements neutriques et gamma reçues par des mannequins disposés autour du réacteur.

L'IRSN MODERNISE SES INSTALLATIONS DÉDIÉES À L'ANALYSE D'ÉCHANTILLONS ENVIRONNEMENTAUX

Sur son site du Vésinet dédié à la caractérisation de l'exposition des individus et de l'environnement, l'Institut a entrepris la création d'une extension de ses laboratoires dédiés à l'analyse d'échantillons de l'environnement, le laboratoire de traitement et d'analyse d'échantillons environnementaux en situation postaccidentelle (Latac). En situation postaccidentelle, cette infrastructure complémentaire permettra de réaliser des mesures de contrôle de contamination des denrées et d'expertise. Le projet entrera dans sa phase de réalisation de début 2019 à fin 2020.

Brèves

Exercices de crise

— En 2018, l'IRSN a participé à neuf exercices de crise nationaux et deux exercices internationaux. Pour compléter l'entraînement des équipiers du CTC, l'Institut s'est également associé à une dizaine d'exercices locaux pilotés par les exploitants (un exercice sur la base navale de Toulon, par exemple). En parallèle, les équipes mettant en œuvre des moyens techniques sur le terrain se sont entraînées lors de trois exercices internes et de cinq exercices menés en association avec leurs partenaires de missions.



Lors des exercices de crise, des réunions de coordination des cellules sont régulièrement organisées.

Nouveau CTC

— Au terme d'un an de préparation, le nouveau centre technique de crise de l'IRSN a été mis en service à l'automne 2018. Plus vaste et moderne que le précédent, il permet d'accueillir l'ensemble des cellules de crise, dont les nouvelles cellules dédiées aux relations internationales et à l'expertise sanitaire développées pour tenir compte du retour d'expérience de l'accident de Fukushima, nécessaires à l'accomplissement des missions confiées à l'IRSN dans le plan national de réponse à un accident nucléaire ou radiologique.



Le nouveau centre technique de crise de l'IRSN permet de rassembler l'ensemble des cellules de crise et tient compte du retour d'expérience de l'accident de Fukushima-Daiichi.



09

INFORMER LA SOCIÉTÉ SUR LES RISQUES

Depuis sa création, l'IRSN mène une politique d'information et de communication prenant en compte les exigences législatives en matière de transparence sur les domaines des risques et de l'environnement, les nouvelles attentes de la société et les nouvelles technologies. Approches pédagogiques innovantes, sciences participatives, partenariats avec d'autres acteurs permettent de toucher un public de plus en plus large.

VALENCE-D'AGEN : UNE SENSIBILISATION DES CITOYENS ET DES LYCÉENS À LA RADIOACTIVITÉ

L'IRSN a saisi l'opportunité de l'exercice de crise qui s'est déroulé en mars 2018 à la centrale nucléaire de Golfech (Tarn-et-Garonne) pour partager les connaissances sur la radioactivité avec les riverains. L'exposition itinérante, commune à l'ASN et à l'IRSN, « Radioactivité : des centaines de questions », a été installée dans le hall de la mairie de Valence-d'Agen à l'occasion d'une réunion publique d'information sur l'exercice de crise. Mise à disposition des maires, enseignants, Commissions locales d'information, responsables associatifs, chefs d'entreprise, professionnels de santé, cette initiative pédagogique a déjà touché de nombreux citoyens et scolaires en France. Parallèlement, l'Institut a organisé au lycée Jean-Baylet de Valence-d'Agen une présentation de son initiative de science collaborative Open-Radiation, lancée en 2017 avec trois partenaires, ainsi qu'un atelier de mesures et de partage en temps réel de résultats de mesure de la radioactivité ambiante.

ONZIÈMES RENCONTRES INTERNATIONALES LYCÉENNES DE LA RADIOPROTECTION

Les Rencontres lycéennes internationales de la radioprotection ont pour objectif de contribuer à promouvoir la culture scientifique et technique au lycée et d'initier auprès des élèves une démarche citoyenne par l'appropriation d'éléments scientifiques et sociaux liés aux rayonnements ionisants. Ces rencontres annuelles permettent aux élèves de présenter les travaux coconstruits durant l'année avec leurs enseignants et le soutien des experts en radioprotection. En 2018, plus de 140 lycéens et leurs professeurs venus d'Allemagne, de Biélorussie, de France, du Japon (lycée de Fukushima), de Moldavie et d'Ukraine se sont réunis à l'université de Bourgogne de Dijon pour présenter leurs travaux sur la radioactivité. Durant ces trois jours organisés par l'IRSN, l'ASN, l'INSTN, le CEPN et la SFRP, ils ont travaillé sur des thèmes aussi variés que la radioactivité naturelle et artificielle, l'utilisation des rayonnements ionisants dans le domaine médical, les effets des rayonnements ionisants sur le vivant, les conséquences d'un accident nucléaire. Les exposés des lycéens comme les conférences et tables rondes d'experts ont été l'occasion de partages de connaissances, de confrontations d'expériences et de dialogues.

3 810 534

pages consultées sur le site Internet de l'IRSN

157 557

pages consultées dans la rubrique « La recherche » (anciennement « Site scientifique ») du site Internet de l'RSN

334

avis et rapports publiés sur le site Internet de l'IRSN

115

élèves provenant d'établissements français et étrangers ont participé aux Rencontres lycéennes de la radioprotection

6

ouvrages publiés par l'IRSN

INTERNATIONAL : PARTAGER DES PRATIQUES ET DES SAVOIR-FAIRE

L'AIEA a organisé, du 1^{er} au 5 octobre 2018, son premier symposium international sur la communication en situation d'urgence nucléaire ou radiologique. Pour une première, ce symposium a rassemblé 400 participants provenant de 74 États membres et de 13 organisations internationales. L'audience était composée de professionnels de la communication ainsi que de membres de directions générales et de spécialistes de la gestion de crise. Les plus jeunes étaient également bien représentés et une séance leur a été dédiée ainsi qu'un prix spécial « innovation ».

L'organisation de ce symposium a intégré les nouveautés que permet le numérique : applications dédiées (600 téléchargements), retransmission simultanée sur Internet, questions en direct avec la salle.

L'IRSN a activement contribué à cet événement avec sa participation au comité de programme, la relecture de plus de 400 contributions et des présentations. À l'issue de ce symposium, le comité de programme a remis ses recommandations à l'AIEA.

Autre événement majeur, le cinquième congrès européen de l'*International Radiation Protection Association* (IRPA) a eu lieu du 4 au 8 juin 2018 à La Haye (Pays-Bas). 700 chercheurs et experts de la radioprotection ont échangé sur l'état de l'art et les différentes avancées dans le domaine.

L'IRSN y a présenté une dizaine de communications orales et de posters.

Sur le stand de l'IRSN étaient présentées les prestations de dosimétrie, ainsi que le projet OpenRadiation porté par l'Institut et ses partenaires.

OPÉRATION CHERBOURG 2018 : DES SCOLAIRES ACTEURS DE LA SURVEILLANCE DE L'ENVIRONNEMENT

L'IRSN a invité des élèves de trois établissements scolaires de la Manche, le lycée Thomas-Hélye de Cherbourg, le lycée Métiers Nature de Coutances et l'Institut de Saint-Lô à Agneau, à devenir acteurs de la surveillance environnementale de leur territoire. Il les a accompagnés dans la mise en œuvre, en lien avec leurs professeurs, d'une démarche scientifique consistant à mesurer

du tritium dans l'eau de pluie. Pour ce faire, les lycéens ont prélevé un échantillon d'eau de pluie à partir de pluviomètres installés dans leurs lycées, qu'ils ont envoyé pour analyse au laboratoire de l'IRSN.

Ils ont ensuite renseigné les résultats du laboratoire dans une base de données et exploité les données. Comme dans tout projet scientifique, ils ont confronté leurs

résultats avec ceux obtenus par les autres lycées participants, mais aussi disponibles dans la littérature ou sur les sites Web de l'IRSN ou de La Hague. Cette initiative s'inscrit dans une volonté de renforcer chez les jeunes la connaissance et l'évaluation des risques et de sensibiliser aux démarches scientifiques.

ZOOM

TOP 15 DES CONTENUS LES PLUS CONSULTÉS SUR LE SITE INTERNET DE L'IRSN EN 2018

- Environnement « Le Radon »
- Nucléaire & Société « Comprendre les bases de la radioactivité »
- Sûreté « L'accident de Tchernobyl (Ukraine, 1986) »
- Santé « La radioactivité et ses effets sur l'homme »
- Sûreté « Risque sismique et installations nucléaires »
- Sûreté « L'accident de Fukushima-Daiichi (Japon, 2011) »
- Sûreté « Le fonctionnement des réacteurs nucléaires français »
- Santé « La radiothérapie »
- Santé « La radioprotection des travailleurs »
- Santé « Les personnes compétentes en radioprotection »
- Environnement « Origines de la radioactivité : la radioactivité naturelle et artificielle en France »
- Santé « L'exposition de la population française à la radioactivité »
- Sûreté « Le démantèlement des installations nucléaires de base »
- Santé « Les examens d'imagerie médicale »
- Sûreté « L'accident de Three Mile Island (États-Unis, 1979) »



DES INITIATIVES PÉDAGOGIQUES ET DE SCIENCE PARTICIPATIVE

L'IRSN s'est une nouvelle fois fortement mobilisé pour la Fête de la science 2018 dédiée aux « idées reçues ». À la Cité des sciences et de l'industrie (Paris), l'Institut était partenaire de l'émission de télévision *Cabaret de la science* où il est intervenu sur les risques liés à la radioactivité, au radon et aux rayonnements cosmiques, à l'utilisation des rayonnements dans l'industrie. Par la médiation du théâtre de la science, l'une des nouveautés de cette 27^e édition de la Fête de la science, l'IRSN est revenu sur l'histoire du radium du point de vue de la radioprotection. Dans les Bouches-du-Rhône, l'Institut a proposé, à Aix-en-Provence, des expériences sur la flamme tornade, des explications sur les mouvements d'air lors d'un incendie et sur ses recherches dédiées aux gaines de combustible.

À Arles (Bouches-du-Rhône), l'IRSN a ouvert au public les portes de la station Sora, qui surveille la qualité de l'eau du Rhône et détecte la présence éventuelle d'éléments radioactifs. À Vinon-sur-Verdon (Var), il a animé un atelier OpenRadiation. Enfin, l'exposition itinérante « Radioactivité : des centaines de questions » a fait étape au Désert (Manche).

En dehors de cet événement phare, l'IRSN a organisé à Montbéliard (Doubs) un séminaire « Radon et territoires ». Les échanges avec des collectivités territoriales, des élus, des professionnels de la construction ont porté sur l'amélioration de la gestion du risque associé au radon et de la qualité de l'air intérieur. Cette rencontre a permis de présenter les actions de sensibilisation, de formation et les campagnes de mesure du radon menées sur le territoire français.



10 MODERNISER ET ACCROÎTRE L'EFFICIENCE

Valoriser le potentiel humain, assurer un fonctionnement efficace et responsable de l'Institut et poursuivre sa modernisation sont les objectifs qui guident l'IRSN dans le cadre d'un pilotage « en responsabilité ». Ces actions s'inscrivent également dans les politiques de modernisation de l'État.

PROJETER L'IRSN À L'HORIZON 2030

L'IRSN a poursuivi en 2018 ses travaux dans le cadre de sa démarche stratégique IRSN 2030, pour se préparer à répondre aux enjeux des décennies à venir. Quatre ambitions ont été identifiées et des orientations stratégiques associées ont été rassemblées au sein d'un document dénommé *Ambitions & stratégie 2030*. La poursuite de ce travail s'est traduite en 2018 par une réflexion collective initiée en début d'année avec l'organisation de 14 ateliers qui ont mobilisé 174 salariés. Plus de 300 propositions ont été formulées et structurées sous la forme d'ambitions, d'actions ou de conditions de réussite pour que l'Institut anticipe au mieux les évolutions de son environnement. S'inspirant d'un certain nombre d'entre elles, le comité de pilotage de cette démarche a souhaité engager une première expérimentation autour de thématiques portant sur le recours à l'intelligence artificielle et à l'expertise augmentée, l'émergence de l'open data, le développement de l'ouverture à la société en matière de recherche ou la prise en compte accrue de la responsabilité sociétale de l'Institut.

Un appel à projets privilégiant la transversalité et la pluridisciplinarité a été lancé au deuxième semestre 2018 sur les trois premières thématiques. Six projets ont été retenus pour une durée de neuf mois à un an. Ils portent sur l'organisation d'un atelier transverse sur les sciences des données à l'IRSN, le développement de systèmes experts, d'une part pour l'étude des effets de la ventilation sur le terme source incendie et d'autre part pour la valorisation des données du portail radiochimie du circuit primaire. Il concerne également l'utilisation de l'intelligence artificielle pour l'interprétation des mesures de l'hodoscope utilisé sur l'installation Cabri. Dans le domaine de l'ouverture à la société, les deux projets sélectionnés portent pour le premier sur l'évaluation d'approches innovantes (*Living Lab*) pour construire la recherche consacrée aux expositions multiples et des risques associés. Le second vise à impliquer les citoyens dans la mesure de l'impact des éruptions solaires sur les débits de dose à bord des avions.

Brève

Loi Sapin II

— Dans le cadre de l'entrée en vigueur de la loi Sapin II, l'IRSN a poursuivi en 2018 le déploiement des dispositions à mettre en œuvre. Elles concernent le déploiement du dispositif relatif à la protection des lanceurs d'alerte, la transmission à la Haute Autorité pour la transparence de la vie publique (HATVP) des informations prévues par les textes dans le cadre de la transparence des rapports entre les représentants d'intérêts et les pouvoirs publics ainsi que l'élaboration d'une cartographie des risques pour identifier les mesures adaptées dans le cadre de la lutte contre la corruption.

ZOOM

DES ACHATS EFFICIENTS

Le secteur des achats contribue à la stratégie d'efficacité de l'IRSN, en apportant une réponse adaptée, aux meilleurs coûts, dans le respect des contraintes réglementaires, institutionnelles et environnementales ainsi que des règles éthiques et de sécurité. Cette démarche intègre également les axes de performance de la commande publique, définis par la direction des achats de l'État, applicables aux Epic, à savoir la performance économique, l'accès des PME, l'innovation et les mesures sociales ou environnementales. Le montant des achats s'est élevé à 100M€ sur l'année 2018, notamment dans les secteurs du conseil et de l'expertise métier incluant la recherche et développement, l'informatique scientifique et de gestion, et les équipements de laboratoires.

L'IRSN a décliné ces objectifs de performance dans la poursuite de la mutualisation des achats (UGAP, DAE, CNRS, CEA...), la mise en place d'accords-cadres nationaux, l'insertion de clauses sociales et environnementales, l'accès aux PME et surtout la performance économique, vecteur puissant d'économies dans les périodes de ressources budgétaires en baisse.



Conformément aux propositions émanant des ateliers de réflexion IRSN 2030, l'IRSN s'engage dans la transformation « numérique » de ses activités internes et externes, avec le lancement d'une feuille de route numérique.



UNE FEUILLE DE ROUTE NUMÉRIQUE

Dans le cadre des ateliers de réflexion collective de la démarche IRSN 2030 a été soulignée la nécessité que l'Institut s'engage dans la transformation « numérique » de ses activités internes et externes, avec le lancement d'une feuille de route numérique qui constitue une étape structurante dans la mise en œuvre des propositions émanant de divers ateliers.

La transformation numérique devra répondre à plusieurs enjeux qui visent à exceller dans l'expertise et la recherche, tirer de la valeur des données, mieux interagir avec l'écosystème, mieux collaborer, accroître l'efficacité et fidéliser les compétences.

Elle s'appuie pour cela sur quatre principes : « ouvrir les données par défaut », « tester et apprendre », « moins d'interdits pour protéger plus » et « collaborer beaucoup, et valider mieux ». La feuille de route, qui se décline en neuf démarches de transformation, devra notamment permettre une meilleure exploitation des données et des connaissances acquises au sein de l'Institut : partage des données en interne pour contribuer au maintien des compétences en matière de recherche, d'expertise et de gestion de crise tout en tenant compte des questions de confidentialité (défense, industrielle, informations personnelles...) ; accès à une information de qualité pour les parties prenantes et le public. Elle contribuera également à une plus grande efficacité, en permettant d'optimiser les ressources de l'Institut.

Parmi les premières initiatives lancées en fin d'année figurent le début du déploiement d'outils collaboratifs (Skype Entreprise et Teams), l'accès en interne aux fonds documentaires et l'élaboration d'un cahier des charges pour la création d'un espace IRSN Lab.

ZOOM

BAROMÈTRE INTERNE : STABILITÉ ET SATISFACTION GLOBALE

L'IRSN a publié début 2018 les résultats complets de la cinquième enquête de son baromètre interne, destiné à mesurer périodiquement le climat interne de l'Institut. Ces derniers ont révélé une assez grande stabilité d'opinion des collaborateurs en matière de fonctionnement et d'organisation de l'institution. Interrogés sur des questions relatives aux conditions de travail, au management direct et à la communication ainsi que sur des sujets ayant trait aux missions et à l'identité de l'Institut, les salariés ont exprimé un niveau de satisfaction à hauteur de 75 %, voire au-delà des 80 % pour le dernier item.

Les thématiques pour lesquelles les salariés demeurent en attente d'évolutions sont essentiellement l'organisation et le développement des parcours professionnels et de la carrière, avec une moyenne d'un peu plus d'un salarié satisfait sur deux. Parmi tous les sujets abordés dans cette enquête réalisée à la fin de 2017, deux d'entre eux doivent particulièrement retenir l'attention et la vigilance de l'Institut : la perception de la charge de travail et la question globale de la rémunération. Ces deux sujets sont au cœur des orientations stratégiques de l'IRSN et seront constitutifs du dialogue social et des accords négociés dans les prochains mois.

UNE NOUVELLE DYNAMIQUE DANS LE MANAGEMENT PAR LA QUALITÉ

Certifié ISO 9001 depuis 2007, l'IRSN a obtenu en 2018 la certification ISO 9001 V2015 à l'issue d'audits réalisés par l'Afnor. Ce résultat est l'aboutissement d'un travail collectif pour mettre en conformité le système de management de la qualité (SMQ) de l'Institut à cette nouvelle version de la norme. Les auditeurs ont salué la dynamique d'amélioration du SMQ de l'Institut. Par exemple, des démarches ont été engagées pour structurer et renforcer le processus RH (filière experts/référents, tutorat dès l'accueil des nouveaux collaborateurs, baromètre interne...). Il en est de même en matière de management des connaissances et des compétences, avec l'Université interne (UI), qui constitue un vrai outil de

formation intégré. Pour ce qui concerne le processus lié aux activités de recherche, les nombreux partenariats passés en dehors du domaine strictement nucléaire contribuent à l'enrichissement des résultats et des connaissances.

Pour autant, cette dynamique engagée doit être maintenue afin de consolider les points forts et les pistes de progrès identifiées. Aussi, l'IRSN poursuit sa démarche de gestion des risques par son intégration complète dans le SMQ dans l'esprit de la nouvelle version de la norme ISO. Il a engagé un chantier sur la généralisation du partage et du retour d'expérience pour améliorer la remontée des non-conformités internes, ainsi que sur les indicateurs. Enfin, l'Institut s'est également lancé dans l'amélioration de la gestion de ses audits internes.

Brève

Informatique

— L'IRSN a élaboré en 2018 un projet de plan de reprise des activités informatiques (PRAI) destiné à préciser les dispositions organisationnelles et techniques nécessaires pour garantir la continuité du fonctionnement d'une partie de son système informatique. Il prévoit notamment les conditions de rapatriement, dans des locaux dédiés, des serveurs de l'IRSN externalisés depuis 2014 mais aussi le déploiement d'un site de secours informatique externalisé qui hébergera les seules applications faisant l'objet d'un délai contraint de redémarrage.



L'UNIVERSITÉ INTERNE POUR DÉVELOPPER LES COMPÉTENCES ET ACCÉLÉRER LES ÉVOLUTIONS DES MÉTIERS DE L'IRSN

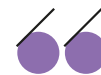
Inscrite au cœur de la politique de gestion des compétences de l'Institut, l'Université interne (UI) propose des formations sur mesure, incluant les aspects relatifs aux métiers, à la culture et aux méthodes de travail spécifiques de l'Institut. Elle répond à une volonté de valoriser, partager et transférer les connaissances et savoir-faire de l'IRSN, contribuant ainsi à la qualité de ses travaux ainsi qu'à sa capacité à répondre aux enjeux scientifiques et techniques actuels et à venir. Face à ces enjeux, une nouvelle école, l'École de la radioprotection, a été créée portant à cinq le nombre d'écoles : trois écoles techniques (expertise, crise et radioprotection), l'École de la stratégie et du management et l'École d'appui au fonctionnement des activités de l'IRSN. De nouvelles thématiques ont vu le jour, notamment dans le domaine du management par la qualité, du management des connaissances, de la propriété intellectuelle, et de la gouvernance et la stratégie, en proposant une première session pilote le 15 novembre 2018.

Au total, 135 sessions de formation ont été organisées en 2018, rassemblant 1724 participants et représentant plus de 17870 heures de formation, dispensées principalement par les collaborateurs de l'IRSN.

Ouverte aux pratiques externes, l'UI fait également intervenir des conférenciers externes, pour partager des expériences et faire progresser les pratiques. En 2018, huit conférences ont été organisées avec plus de 700 participants :

- un cycle sur la « culture de crise » dont une avec un conférencier du SAMU de Paris sur la gestion de crise dans un univers chaotique et les enseignements tirés des attentats terroristes survenus à Paris ;
- une journée d'information sur la nouvelle réglementation en matière de radioprotection (transposition de la directive européenne 2013/59 Euratom et sécurité des sources) et d'échanges avec les différents intervenants (ministères, ASN, IRSN...);
- un cycle de conférences « Qualité de vie au travail » avec l'intervention de la patrouille de France pour partager des méthodes de travail éprouvées pour atteindre l'excellence collective et réduire les risques.

Enfin, la transition numérique et l'introduction de l'intelligence artificielle (IA) transforment l'organisation du travail, génèrent de nouvelles compétences et font émerger de nouveaux métiers. Face à ces défis, l'UI est un lieu unique de partage et de réflexion pour performer la GPEC de demain. En 2018, l'UI a initié un programme de sensibilisation aux transformations des modes de management avec la conférence « Le manager augmenté par l'IA » (et les MOOC associés). Cet axe de formation se renforcera en 2019 avec des propositions tant pour les cursus « métier » que pour les managers, acteurs et accompagnateurs de la transformation.



L'Université interne de l'IRSN répond à une volonté de valoriser, partager et transférer les connaissances et savoir-faire de l'Institut.



L'Université interne de l'IRSN accompagne le développement des compétences et les parcours professionnels de salariés avec des méthodes pédagogiques innovantes.

Brèves

Protection des données

— Conformément au Règlement général sur la protection des données (RGPD), l'IRSN s'est engagé dans la mise en conformité de ses traitements de données personnelles.

Outre le registre des traitements de données à caractère personnel et des déclarations associées mis en œuvre auparavant, un délégué à la protection des données a été désigné auprès de la CNIL. Il s'appuie sur des référents au sein de l'Institut afin d'organiser une véritable procédure. Des actions de sensibilisation ont été engagées et une formation est en projet dans le cadre de l'Université interne. Enfin, l'IRSN a initié la constitution d'un réseau en collaboration avec d'autres établissements publics afin d'échanger sur les bonnes pratiques en matière de protection des données personnelles.

Premier pas vers un système d'archivage électronique

— La gestion des archives s'inscrit aussi avec la transition numérique. Le POC (preuve du concept), mené avec succès en 2018 sur l'archivage électronique des factures dématérialisées, est le premier d'une série qui vise à terme à permettre à l'Institut de respecter ses obligations réglementaires sur la conservation et la mise à disposition de ses documents nativement numériques.

ZOOM

VERS UNE NOUVELLE ORGANISATION DE LA SPHÈRE FONCTIONNELLE ET SUPPORT

Engagée à la fin de 2017, la réflexion sur l'évolution de la sphère fonctionnelle et support de l'IRSN vise à proposer une nouvelle organisation pour fluidifier et optimiser le fonctionnement de l'Institut et contribuer ainsi à la progression de sa performance globale. Le travail mené en 2018 laissant une large place aux échanges et au dialogue a débuté par la réalisation d'un diagnostic complet du périmètre avant l'étude de scénarios organisationnels. La démarche a impliqué près de 300 collaborateurs des entités concernées mais aussi des unités opérationnelles au cours de plus de 80 séquences de travail : interviews, immersions, enquêtes, ateliers... Ce processus, qui a fait l'objet d'échanges avec la gouvernance de l'Institut et d'une information régulière des collaborateurs et des instances représentatives du personnel, a abouti à l'automne à la proposition d'un projet d'organisation cible, actuellement en phase de consultation auprès des instances *ad hoc*, dans l'objectif d'une mise en œuvre dans le courant de l'année 2019.

INSTANCES DE GOUVERNANCE

CONSEIL D'ADMINISTRATION AU 1^{ER} FÉVRIER 2019

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

En attente de nomination.

○ Dix représentants de l'État

Jacques COUSQUER, ingénieur général de l'armement à la Direction générale de l'armement, représentant le ministre chargé de la Défense.

Élisabeth BLATON, adjointe au chef de la mission sûreté nucléaire et radioprotection du Service des risques technologiques, 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.

Martin CHASLUS, chef du bureau d'analyse et de gestion des risques à la Direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises, représentant le ministre chargé de la Sécurité civile.

Frédéric TÉZÉ, sous-directeur des conditions de travail, santé et sécurité à la Direction générale du travail, représentant le ministre chargé du Travail.

Diane GEHIN, adjointe au chef du bureau de l'énergie, des participations, de l'industrie et de l'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.

Bernard DOROSZCZUK, président de l'Autorité de sûreté nucléaire.

○ Cinq personnalités qualifiées

Michel FRITSCH, général de division aérienne, sur proposition du ministre chargé de la Défense.

Ginette VASTEL, docteur d'État en pharmacologie, sur proposition du ministre chargé de l'Environnement.

Marie-France BELLIN, présidente du conseil d'administration de l'IRSN, professeur des universités, praticien hospitalier dans le service de radiologie diagnostique et interventionnelle des hôpitaux Bicêtre-Pierre-Brousse, sur proposition du ministre chargé de la Santé.

Laurent MOCHÉ, directeur général d'Edenka, sur proposition du ministre chargé de l'Énergie.

Fanny FARGET, directrice de recherche scientifique au Centre national de la recherche scientifique (CNRS), sur proposition du ministre chargé de la Recherche.

○ Huit représentants du personnel

Nicolas BRISSON, CGT.

Laurence FRANÇOIS, CGT.

Léna LEBRETON, CGT.

Patrick LEJUSTE, CGT.

Annie CONSTANT, CFDT.

Thierry FLEURY, CFDT.

Olivier KAYSER, CFE-CGC.

Sandrine ROCH-LEFÈVRE, CFE-CGC.

○ Personnalités présentes de droit ou associées

Cédric BOURILLET, directeur général de la prévention des risques et commissaire du gouvernement.

Jean-Pascal CODINE, contrôleur budgétaire.

Jean-Christophe NIEL, directeur général.

Louis-Michel GUILLAUME, directeur général adjoint, délégué pour les missions relevant de la défense.

Pierre PIQUEMAL-LAGORRE, agent comptable.

Philippe BOURACHOT, secrétaire du comité d'entreprise.

COMITÉ D'ORIENTATION AUPRÈS DE LA DIRECTION DE L'EXPERTISE NUCLÉAIRE DE DÉFENSE – CODEND AU 1^{ER} FÉVRIER 2019

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.

François LECOINTRE, général d'armée, représentant le chef d'état-major des armées.

Bruno DUVERT, général, inspecteur des armements nucléaires.

Jacques COUSQUER, ingénieur général de l'armement, représentant le délégué général de l'armement.

Frank MOLLARD, colonel, chef de cabinet du secrétaire général pour l'administration, représentant le secrétaire général pour l'administration du ministère de la Défense.

Adrien BICHET, représentant le directeur du budget.

Clément ARMINJON, 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 et des Finances.

Mario PAIN, chef du service de défense, de sécurité et d'intelligence économique, représentant le Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité du ministre de la Transition écologique et solidaire.

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

Jean-Christophe AMABILE, médecin en chef, professeur agrégé du Val-de-Grâce, adjoint au chef de la division expertise et stratégie santé de défense au sein de la direction centrale du service de santé des armées.

Robert BAROUKI, médecin, biochimiste et toxicologue, professeur des universités, praticien hospitalier de biochimie à l'université Paris-Descartes, directeur de l'unité Inserm 1124, chef de service en biochimie, métabolomique et protéomique à l'hôpital Necker-Enfants malades.

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

Frank HARDEMAN, directeur général de l'agence fédérale de contrôle nucléaire (FANC).

Guy FRIJA, médecin, professeur émérite de radiologie à l'université Paris-Descartes, vice-président de la commission imagerie au sein de Medicen.

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).

Françoise ROURE, inspectrice générale, présidente de la section « Sécurité, sûreté et risques » du Conseil général de l'économie, de l'industrie, de l'énergie et des technologies.

Lionel BOURDON, médecin-chef des services hors classe, professeur agrégé du Val-de-Grâce. Retraité. Dernières fonctions exercées : directeur scientifique de l'Institut de recherche biomédicale des armées.

Marc CLÉMENT, président de chambre au tribunal administratif de Lyon, membre de l'Autorité environnementale du Conseil général de l'environnement et du développement durable. Membre du comité d'application de la Convention de Aarhus (Nations-Unies).

Geneviève JEAN-VAN ROSSUM, conseillère des affaires étrangères hors classe, représentante spéciale chargée de la bioéthique et de la responsabilité sociale des entreprises (RSE) à la direction générale de la mondialisation, de la culture, de l'enseignement et du développement international au ministère de l'Europe et des Affaires étrangères.

Alexandra LANGLAIS, chercheuse au CNRS en droit de l'environnement, médaillée de bronze du CNRS – Responsable de l'axe environnement du laboratoire Institut de l'Ouest : Droit et Europe – auteure de travaux de recherche et d'expertise sur le droit des déchets, des sols, de l'eau, etc.

Mauricette STEINFELDER, inspectrice générale, membre du Conseil général de l'environnement et du développement durable et de l'Autorité environnementale, retraitée. Membre du conseil scientifique du service de la donnée et des études statistiques de l'environnement.

Éric VINDIMIAN, ingénieur général du génie rural, des eaux et forêts, 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.

CONSEIL SCIENTIFIQUE AU 1^{ER} FÉVRIER 2019

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

COMMISSION D'ÉTHIQUE ET DE DÉONTOLOGIE

AU 1^{ER} FÉVRIER 2019

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.

COMITÉ D'ORIENTATION DES RECHERCHES EN SÛRETÉ NUCLÉAIRE ET EN RADIOPROTECTION – COR AU 1^{ER} FÉVRIER 2019

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.

o 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 en cours de nomination.

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 la Transition écologique et solidaire.

François-Xavier GOMBEAUD, inspecteur de l'armement délégué pour la sécurité nucléaire, inspection de l'armement, représentant le ministère des Armées.

Mayeul PHÉLIP, chargé de mission au bureau politique publique et tutelle, Direction générale de l'énergie et du climat, représentant le ministère de la Transition écologique et solidaire.

+ Représentant de la Direction du travail :

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

+ Représentant de l'Autorité de sûreté nucléaire :

En cours de nomination.

o Entreprises et associations professionnelles

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

Bernard LE GUEN, président de la société française de radioprotection (SFRP).

Bertrand MOREL, directeur recherche et développement, représentant d'Orano.

Jean-Jacques MAZERON, chef de service de radiothérapie-oncologie, hôpital Pitié-Salpêtrière, représentant la Société française de radiothérapie oncologique (SFRO).

Soraya THABET, directrice de la stratégie de la maîtrise des risques et de la sûreté de l'Andra.

o 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.

Christian HOLBÉ, CGT.

o Élus

+ Représentants de l'OPECST :

Philippe BOLO, député du Maine-et-Loire.

+ un(e) en attente de nomination.

+ Représentante des Commissions locales d'information (CLI) :

Monique SENÉ, pilote du groupe permanent « Sûreté » de l'Anclli, membre de la CLI de Saclay.

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

Bertrand RINGOT, maire de Gravelines.

o Associations

David BOILLEY, président de l'Association pour le contrôle de la radioactivité dans l'Ouest (Acro).

Jean-Paul LACOTE, représentant de France Nature Environnement.

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

Lionel LARQUE, délégué général de l'Alliance sciences-société (Alliss).

o Personnalités qualifiées

Jean-Claude DELALONDE, président de l'Association nationale des comités et commissions locales d'information (Anclli).

Christine NOIVILLE, présidente du Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire (HCTISN).

Marie-France BELLIN, présidente du conseil d'administration de l'IRSN, professeur des universités, praticien hospitalier dans le service de radiologie diagnostique et interventionnelle des hôpitaux Bicêtre-Pierre-Brousse.

o Organismes de recherche

Philippe STOHR, directeur de l'énergie nucléaire, représentant le CEA.

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

Daniel FAGRET, directeur général délégué à la stratégie, représentant l'Inserm.

Représentant de la conférence des présidents d'université (CPU) en cours de nomination.

Représentant de ParisTech en cours de nomination.

o Personnalités étrangères

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

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

o Personnalités présentes de droit

Patrick LANDAIS, Haut Commissaire à l'énergie.

Cédric BOURILLET, commissaire du gouvernement, représenté par **Benoît BETTINELLI**, chef de la mission de sûreté nucléaire et de radioprotection, ministère de la Transition écologique et solidaire.

Pierre TOULHOAT, directeur général délégué et directeur scientifique 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 comités et comités locaux d'information.

ANDRA Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs.

ANR Agence nationale pour la recherche.

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

Bel V Filiale de l'Agence fédérale de contrôle nucléaire belge.

BRGM Bureau de recherches géologiques et minières.

C

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

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

CIAC Convention sur l'interdiction des armes chimiques.

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

CIPR Commission internationale de protection radiologique.

CLI Commission locale d'information.

CLIS Commission locale d'information et de suivi/ devenue CSS (Commission de suivi des sites).

CNDP Commission nationale du débat public.

CODIRPA Comité directeur pour la gestion de la phase postaccidentelle.

COR Comité d'orientation de la recherche en sûreté nucléaire et en radioprotection.

CPDP Commission particulière du débat public.

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

CTE Comité technique Euratom.

D

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

DOSE EFFICACE Grandeur physique utilisée en radioprotection, qui sert à évaluer l'impact sur les tissus biologiques d'une exposition à des rayonnements ionisants. Elle tient compte de la sensibilité des tissus affectés et de la nature des rayonnements. L'unité de « dose efficace » est le sievert (Sv).

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

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

E

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

EPIC Établissement public à caractère industriel et commercial.

EPR *Evolutionary Power Reactor* – Réacteur européen à eau sous pression.

ETSON *European Technical Safety Organisation Network* – Réseau européen des organismes techniques de sûreté.

EURADOS *European Radiation Dosimetry Group*.

EURATOM Communauté européenne de l'énergie atomique.

G

GPEC Gestion prévisionnelle des emplois et des compétences.

H

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

HCTISN Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire.

HFDS Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité.

I

INB Installation nucléaire de base.

INBS Installation nucléaire de base secrète.

INES *International Nuclear Event Scale* – Échelle internationale de gravité des événements nucléaires graduée de 0 à 7.

INSC *Instrument for Nuclear Safety Cooperation* – Contrat de coopération financé par la Commission européenne

INSTN Institut national des sciences et techniques nucléaires.

ITER *International Thermonuclear Experimental Reactor* – Installation expérimentale et programme de recherche visant à démontrer la viabilité d'une nouvelle source énergétique : la fusion.

M

MTEs Ministère de la Transition écologique et solidaire.

MICADO *Model Uncertainty for the Mechanism of Dissolution of Spent Fuel in a Nuclear Waste Repository* – Projet européen du sixième PCRD sur l'influence des incertitudes relatives au relâchement des radionucléides des combustibles usés sur la sûreté globale d'un stockage géologique.

MIRCROM Microfaisceau d'ions dédiés à la radiobiologie des communications intra et intercellulaire.

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

NRA Autorité de sûreté nucléaire japonaise.

NRBC Nucléaire, radiologique, biologique, chimique.

NRD Niveaux de référence diagnostiques.

NUGENIA *Nuclear Generation II & III Association* – Association européenne dédiée à la recherche concernant les réacteurs de deuxième et troisième générations.

O

OCDE Organisation de coopération et de développement économiques.

OIAC Organisation pour l'interdiction des armes chimiques.

P

PARISII Plateforme expérimentale pour les activités de recherche sur l'incorporation de substances radioactives par ingestion et inhalation.

PIA/RSNR Programme d'investissements d'avenir/Recherche en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection.

R

RADIOÉLÉMENT Élément radioactif naturel ou artificiel.

RADIONUCLÉIDE Isotope radioactif d'un élément.

RES Réacteur d'essais.

S

SFRP Société française de radioprotection.

SISERI Système d'information de la surveillance de l'exposition aux rayonnements ionisants.

T

TECV Loi du 17 août 2015 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

UGAP Union des groupements d'achats publics (centrale d'achat publique française).

UNSCEAR *United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation* – Comité scientifique des Nations unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants.

U.S. NRC *United States Nuclear Regulatory Commission* – Commission de réglementation nucléaire des États-Unis.

MENTIONS LÉGALES

CRÉDITS PHOTO

o Couverture



L'installation Pearl de l'IRSN vise à étudier expérimentalement la réinjection d'eau sur les débris d'un cœur de réacteur (REP) endommagé par un accident de fusion du cœur. Les débris sont simulés par 500 kg de billes métalliques et chauffées par induction contenues dans une colonne de quartz de plus de deux mètres de haut disposée au sein d'une enceinte qui permet de travailler en pression.

Sur la photo, un spécialiste de l'IRSN effectue une modification sur la colonne de quartz pour préparer une nouvelle série d'essais dans le cadre du programme de recherche PROGRES (PROGression et REfroidissabilité du corium, Stabilisation d'un accident grave).

Crédits : Francesco Acerbis/Médiathèque IRSN

o Pages intérieures

Pages 6, 8, 11, 13 et 50 : Antoire Devouard/Drone Press/Médiathèque IRSN

Pages 19 et 40 : Sophie Brändström/Signatures/Médiathèque IRSN

Pages 20, 26 et 41 : Laurent Zylberman/Graphix-Images/Médiathèque IRSN

Page 23 : Marc Didier

Pages 24 et 25 : Alexis Morin/Médiathèque IRSN

Page 27 : S. Lecouster/CEA

Pages 28 et 30 : Olivier Seignette/Mikaël Lafontan/Médiathèque IRSN

Page 30 : @oiac

Page 31 : Francesco Acerbis/Médiathèque IRSN

Pages 32 et 33 : Guillaume Bression/Fabien Recoquillé/Médiathèque IRSN

Pages 34 et 43 : Noak/Le bar Floréal/Médiathèque IRSN

Page 35 : Mazifilm/Médiathèque IRSN

Page 37 : Brano Valach/Médiathèque IRSN

Page 38 : David Claval/Médiathèque IRSN

Page 42 : Francesco Acerbis/Médiathèque IRSN

Page 45 : Florence Levillain/Signatures/Médiathèque IRSN

Pages 47 et 53 : Stéphanie Clavelle/Médiathèque IRSN

Page 48 : Grégoire Maisonneuve/Médiathèque IRSN

COORDINATION ÉDITORIALE ET RÉALISATION

o Comité de pilotage

Comité d'état-major

o Coordination

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

o Référents

Stratégie : **Patrice BUESO**

International : **Cyril PINEL**

Management des connaissances : **Martial JOREL**

Communication : **Marie-Pierre BIGOT**

Sûreté : **Richard GONZALEZ, Karine HERVIOU, Frédérique PICHEREAU**

Sécurité/défense : **Laurent MANDARD**

Déchets/géosphère : **Didier GAY**

Santé : **Alain RANNOU**

Environnement : **Jacqueline GARNIER-LAPLACE, Didier GAY**

Crise : **Éric VIAL**

Immobilier, développement durable : **Jean BATTISTON**

Ressources humaines : **Christine THARAUD**

o Conception graphique et réalisation

CIMAYA

o Impression

Imprimerie Barré

Le présent rapport annuel a été approuvé par le conseil d'administration du 5 mars 2019.

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

© IRSN
N° ISSN 2493-593X



RETROUVEZ
le rapport annuel 2018
en ligne sur :

www.irsn.fr



IRSN
INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

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

E-mail

contact@irsn.fr



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