



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*

IRSN

INSTITUT DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE



2023

RAPPORT ANNUEL

MEMBRE DE

ETSON

L'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) est l'expert public des risques nucléaires et radiologiques.

Établissement public à caractère industriel et commercial (EPIC) sous la tutelle conjointe des ministres en charge de la Transition écologique, des Armées, de l'Énergie, de la Recherche et de la Santé, l'IRSN inscrit pleinement son action dans les politiques de modernisation de l'État comme en témoignent sa démarche de management des risques et la mise en œuvre d'une politique globale en matière de responsabilité sociétale.

Expertiser, mener des recherches, protéger, anticiper, partager : telles sont les missions de l'IRSN au service des pouvoirs publics et de la population.

La singularité de l'Institut réside dans sa capacité à associer chercheurs et experts pour anticiper les questions à venir sur l'évolution et la maîtrise des risques nucléaires et radiologiques. Les femmes et les hommes de l'IRSN ont à cœur de faire connaître leurs travaux et de partager leurs savoirs avec la société, contribuant ainsi à améliorer l'accès à l'information et le dialogue avec les parties prenantes.

Indépendance, anticipation, excellence et partage sont les ambitions de l'IRSN pour concourir aux politiques publiques de sûreté et sécurité nucléaires, de santé, d'environnement et de gestion de crise.

Pour en savoir plus : www.irsn.fr rubrique L'Institut



ÉDITO

P. 4

L'INSTITUT EN CHIFFRES

P. 6

PROJET DE RÉFORME
de l'organisation
de la gouvernance
de la sûreté nucléaire
et de la radioprotection

P. 8

LES TEMPS FORTS 2023

P. 10

1

RECHERCHE

Fonder l'expertise
de demain

P. 13

2

SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Consolider la capacité
d'expertise des installations
et anticiper l'avenir

P. 19

3

SÛRETÉ NUCLÉAIRE DE DÉFENSE, SÉCURITÉ, NON-PROLIFÉRATION

Accompagner l'évolution
des programmes, des installations
et des menaces

P. 25

4

RADIOPROTECTION

Protéger la santé
des personnes et
de l'environnement

P. 29

À l'aube
d'une décennie
d'enjeux majeurs
pour l'expertise
de sûreté

P. 35

VISION

360°

5

CRISE ET POST-ACCIDENTEL

Mobiliser les équipes et
élargir les capacités d'action

P. 43

6

INTERNATIONAL

Diversifier et enrichir
les partenariats pour faire
progresser la sûreté nucléaire
et la radioprotection

P. 47

7

DIRECTIONS FONCTIONNELLES

Piloter la performance
et être utile à la société

P. 51

GOUVERNANCE

P. 57

ORGANIGRAMME

P. 61

GLOSSAIRE

P. 62

ANTICIPER LES DÉFIS DU NOUVEAU PAYSAGE NUCLÉAIRE POUR MIEUX LES RELEVER.

Pour l'IRSN, la relance de la filière nucléaire française est déjà une réalité

Tout au long de 2023, les experts de l'Institut ont examiné de nombreux dossiers relatifs à la prolongation de l'exploitation du parc électronucléaire en service au-delà de 40 ans, avec en particulier l'étude du comportement des enceintes de confinement des réacteurs de 1 300 MWe, la prise en compte du changement climatique, et au-delà de 60 ans, avec l'investigation du vieillissement et de l'obsolescence sur des durées non étudiées à ce jour. L'IRSN a achevé l'examen de sûreté de l'EPR de Flamanville et poursuivi le suivi des essais de démarrage du réacteur. Dans la perspective de la construction des 6 + 8 réacteurs EPR2 annoncée par le président de la République, l'IRSN a également publié quinze avis techniques au sujet de l'EPR2 en intégrant les enseignements issus, d'une part, des réexamens des réacteurs en exploitation et, d'autre part, ceux issus de l'examen de l'EPR.

En parallèle à ces travaux, 2023 a vu la montée en puissance des échanges avec les porteurs de projets de petits réacteurs modulaires, qu'il s'agisse de Nuward, dont la conception s'inspire de celle des réacteurs à eau sous pression en fonctionnement en France ou à l'étranger, ou d'autres réacteurs, fondés sur des ruptures technologiques nécessitant un important travail d'expertise de la part de l'Institut.

Ce programme de travail très conséquent nécessite de prioriser les dossiers au regard des enjeux.

En appui aux expertises en cours et à venir, l'Institut poursuit des projets de recherche comme PASTIS, relatif aux systèmes de sûreté passifs, CABRI, consacré à l'étude de la tenue des combustibles en cas d'accident de réactivité, ou encore MACUMBA, dédié à l'étude du confinement assuré par des parois en béton.

Des avancées fondées sur une vision stratégique à long terme

Depuis sa création, l'IRSN a toujours eu la conviction que les progrès réalisés tant en sûreté nucléaire qu'en radioprotection reposaient sur une vision stratégique à long terme. C'est cette conviction qui a guidé le développement, depuis la fin des années 1990, du code ASTEC de simulation des accidents graves, utilisable pour l'ensemble des installations nucléaires : réacteurs de tous types, usines... Ce code, devenu une référence du plan européen, rassemble à la fois la modélisation la plus avancée et l'ensemble de la connaissance expérimentale relative aux accidents graves. C'est encore cette conviction qui a inspiré la stratégie pluriannuelle de l'Institut en matière de recherche et d'expertise en radioprotection, domaines dans lesquels l'IRSN a pris toute sa place au niveau tant européen qu'international, au sein d'instances comme la CIPR ou l'UNSCEAR, pour devenir un organisme de référence avec lequel collaborent, par exemple, l'OMS et l'AIEA. En témoignent les nouveaux accords signés avec ces derniers, qui couvrent des thématiques telles que la gestion médicale et sanitaire d'un accident radiologique ou nucléaire, ou la qualité des soins en radiothérapie et le bien-être des patients atteints d'un cancer. Quant à la recherche, cette approche stratégique pluriannuelle s'est notamment concrétisée par la mise en place de PIANOFORTE, partenariat européen coordonné par l'Institut. Celui-ci rassemble un consortium de 58 partenaires issus de 22 pays de l'Union européenne ainsi que du Royaume-Uni et de la Norvège, qui organise l'ensemble de la recherche en radioprotection en Europe. Et c'est toujours cette même conviction qui a conduit l'IRSN à développer une organisation et des moyens de gestion des situations d'urgence radiologique et nucléaire – en particulier le laboratoire LATAC, inauguré en 2023 – dont la qualité reconnue a valu à l'Institut d'être sollicité par le gouvernement pour apporter son appui technique dans le cadre d'événements mondiaux comme la Coupe du monde de rugby et les Jeux olympiques et paralympiques de Paris.

ÉDITO

Poursuivre et amplifier les chantiers de transformation engagés

Tout au long de 2023, l'IRSN s'est impliqué dans la réforme du contrôle et de la recherche en sûreté nucléaire et radioprotection souhaitée par le gouvernement avec une priorité : la préservation du niveau de qualité de la recherche et de l'expertise attendu par nos concitoyens. Une qualité qui repose notamment sur le couplage étroit des activités de recherche et d'expertise, la stricte séparation de l'expertise et de la prise de décision, la cohérence des approches de sûreté et de radioprotection aux plans européen et international et le maintien de l'attractivité des métiers exercés au sein de l'Institut.

Afin de contribuer à la performance de l'expertise et du contrôle de demain, l'IRSN a poursuivi et amplifié en 2023 différents chantiers de transformation engagés depuis plusieurs années, qu'il s'agisse du développement des compétences avec *IRSN Academy* et l'université interne, de la gestion prévisionnelle des emplois et des compétences,

du développement du numérique et de l'intelligence artificielle, destiné à tirer parti des nouvelles technologies dans une optique d'expertise et de recherche augmentées, ou encore de la prise en compte des exigences sociétales en matière d'intégrité scientifique, de RSE et de déontologie.

À l'heure où s'écrivent ces lignes, la réforme en cours du contrôle et de la recherche en sûreté et sécurité nucléaires et en radioprotection fera peut-être de ce rapport annuel 2023 le dernier édité par l'IRSN. Les femmes et les hommes qui ont su se mobiliser depuis 2001 pour faire de l'Institut ce qu'il est aujourd'hui sauront se mobiliser demain pour continuer de faire rayonner la recherche et l'expertise françaises en sûreté et sécurité nucléaires et en radioprotection. Nous tenons ici à saluer leur attachement à l'intérêt général, leur investissement, leur professionnalisme et leur ouverture.



Marie-France Bellin

Présidente du conseil d'administration



Jean-Christophe Niel

Directeur général de l'IRSN

Servir la sûreté et la sécurité nucléaires

2023 demeurera marquée par l'incertitude découlant du processus de réforme du système de contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection. Dans ce contexte, les équipes de la Direction de l'expertise nucléaire de défense (DEND) de l'IRSN ont su mener à bien les multiples missions qui leur ont été confiées dans des domaines aussi divers que la sécurité des installations et matières nucléaires ainsi que des transports, les études tant en matière de cybersécurité que de modélisation des effets des explosions, l'expertise de sûreté des systèmes et installations relevant de la défense ou encore la non-prolifération nucléaire et chimique. Dans tous ces domaines, elles ont continué à avancer en appui aux pouvoirs publics, sur des dossiers aussi essentiels que le futur porte-avions nucléaire, le sous-marin nucléaire lanceur d'engins de 3^e génération

ou le programme *Barracuda*, qui a vu en 2023 la mise en service du 2^e sous-marin nucléaire d'attaque de la classe *Suffren*.

Au titre de la loi relative à l'organisation de la gouvernance de la sûreté nucléaire et de la radioprotection pour répondre au défi de la relance de la filière nucléaire, ces multiples activités d'expertise, de contrôle ou d'inspection seront conduites, à partir du 1^{er} janvier 2025, au sein du ministère de la Défense, en appui aux pouvoirs publics dans les domaines de la sûreté nucléaire de défense, de la sécurité nucléaire des installations civiles et de la non-prolifération, où ceux-ci sont en première ligne.

Les équipes en charge de ces missions aujourd'hui ont vocation à les poursuivre demain au profit de leurs bénéficiaires habituels : DNSD, hauts-fonctionnaires de défense et de sécurité, Comité technique Euratom et bien d'autres encore.



Louis-Michel Guillaume

Directeur général adjoint délégué pour les missions relevant de la Défense et en charge du pôle Défense, sécurité et non-prolifération

L'INSTITUT

EN CHIFFRES



Budget

38,7 %

du budget consacrés
à la recherche
(hors projets Feurs)

294 M€

de recettes

288 M€ de dépenses, dont
18 M€ d'investissements
en équipements



Appui technique aux pouvoirs publics et aux autorités

51,5 %

du budget consacrés
à l'appui technique
et aux missions
d'intérêt public
(hors projets Feurs, Noria
et Bâtiment 625)

**47 avis et rapports
techniques** au HFDS du
ministère de la Transition
écologique et de la Cohésion
des territoires

**65 avis et rapports
techniques** au CTE et
au HFDS des ministères
économiques et financiers en
charge de la non-prolifération

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

**398 avis et rapports
techniques** à l'Autorité
de sûreté nucléaire



Crise

Guerre en Ukraine

+6

gréements réels du centre
technique de crise

7

exercices nationaux
de crise nucléaire
hors activités intéressant
la Défense

2

exercices nationaux
de crise nucléaire
concernant les installations
intéressant la Défense

20

**réunions
impliquant l'IRSN**
dans le cadre des travaux
du CODIRPA consacrés
au post-accidentel



Capital humain

44,72

ans pour les femmes

45,6

ans pour les hommes

78,96 %

cadres

21,04 %

non-cadres

Profil

1 783

personnes
(effectifs au 31/12)

1 616

CDI

167

CDD



39 mises à disposition

23 détachements

**57 docteurs d'État
ou personnes habilitées**
à diriger des recherches

82 doctorants

27 post-doctorants



Activité de l'Institut à l'international

282

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

38

pays concernés par ces accords

58

projets internationaux en cours

sous l'égide de l'AEN/OCDE, la Commission européenne ou l'ANR

4

projets coordonnés par l'IRSN



Activité de l'Institut en recherche

238

publications répertoriées dans les journaux du *Journal Citation Reports*

361

contributions scientifiques dans des congrès

33

thèses soutenues

78 %

d'articles IRSN déposés en *open access* avec texte intégral sur HAL-IRSN



Sûreté nucléaire de défense, sécurité nucléaire, non-prolifération

39

inspections pilotées chez les détenteurs de matières nucléaires

19

inspections en cours de transport

104

inspections nationales pilotées par l'IRSN relatives à la protection et au contrôle des matières nucléaires

42

missions d'accompagnement des inspections relatives au contrôle international des matières nucléaires

6

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

46

contrôles techniques des moyens agréés pour le transport de matières nucléaires



Personnes et environnement

465

anthroporadiométries réalisées pour le suivi des travailleurs dont 403 avec les moyens mobiles

551

balises

139

points de mesure du débit de dose ambiant

551

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

5 963

échantillons de l'environnement prélevés pour des mesures radiologiques

Formations

1 200

heures d'enseignement dispensées à l'extérieur (université, école d'ingénieurs, INSTN...)

269

heures d'enseignement dispensées au cours des 7 sessions de formation en sûreté nucléaire

1 019

heures d'enseignement dispensées au cours des 23 sessions de formation en radioprotection



PROJET DE RÉFORME DE L'ORGANISATION de la gouvernance de la sûreté nucléaire et de la radioprotection

Annoncé à la suite du conseil de politique nucléaire du 3 février, le projet de réforme de l'organisation de la gouvernance de la sûreté nucléaire et de la radioprotection a fait l'objet d'un travail interne tout au long de l'année 2023 au sein de l'Institut et avec les principaux acteurs ou parties prenantes de la sûreté nucléaire en France. Ce projet du gouvernement a conduit à l'instruction de 3 projets de réforme concernant d'une part l'intégration des services de dosimétrie passive au sein du CEA, d'autre part celle des services d'expertise de Défense et de sécurité à la fois au sein du ministère des Armées et du CEA et, enfin, la mise en place d'une nouvelle structure regroupant l'ensemble des autres activités de l'IRSN et celles de l'ASN.

20
23

3 février

Réunion du Conseil de politique nucléaire qui annonce que *« les compétences techniques de l'IRSN seront réunies avec celles de l'ASN, en étant vigilant à prendre en compte les synergies, avec le CEA et le Délégué à la sûreté nucléaire et à la radioprotection pour les activités et installations intéressant la Défense (DSND) »*.

8 février

Lettre de mission de la ministre de la Transition énergétique au président de l'ASN, au directeur général de l'IRSN et à l'administrateur général du CEA pour qu'ils proposent des premières mesures visant à mettre en œuvre ces évolutions organisationnelles.

16 février

Audition publique de J.-C. Niel, directeur général de l'IRSN, par l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (OPECST) sur le thème : « Opportunités et défis de la nouvelle organisation de la sûreté en France », accompagné de Karine Herviou, directrice générale adjointe chargée du pôle Sûreté des installations et systèmes nucléaires de l'IRSN, et en présence de Pierre Henriot, député, et Gérard Longuet, sénateur, rapporteurs, ainsi que des représentants de l'ASN, du CEA, d'EDF, d'Orano, du CNRS et de l'Ancli.

8 mars

Audition publique du directeur général de l'IRSN par la commission des affaires économiques du Sénat.

21 mars

Audition de J.-C. Niel par le sénateur Jean-François Rapin, président de la commission des affaires européennes du Sénat, rapporteur spécial des crédits de la mission « Recherche », dans le cadre d'un contrôle budgétaire portant sur l'IRSN.

9 et 16 mai

Adoption à l'Assemblée nationale puis au Sénat de la loi dite « d'accélération du nucléaire » sans les dispositions relatives à la fusion de l'ASN et de l'IRSN.

14 juin

Audition de J.-C. Niel par les rapporteurs de l'étude menée par l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (OPECST), Jean-Luc Fugit, député du Rhône et Stéphane Piednoir, sénateur du Maine-et-Loire, sur les conséquences d'une éventuelle réorganisation de l'ASN et de l'IRSN.

22 juin

Vote de la loi n° 2023-491 du 22 juin 2023 relative à l'accélération des procédures liées à la construction de nouvelles installations nucléaires à proximité de sites nucléaires existants et au fonctionnement des installations existantes en commission mixte paritaire.

28 juin

Visite de l'IRSN par les rapporteurs de l'étude menée par l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (OPECST), Jean-Luc Fugit, député du Rhône, et Stéphane Piednoir, sénateur du Maine-et-Loire, en complément de l'audition du directeur général de l'IRSN du 14 juin par l'OPECST.

11 juillet

Rapport de l'OPECST sur « les conséquences d'une éventuelle réorganisation de l'ASN et de l'IRSN sur les plans scientifiques et technologiques ainsi que sur la sûreté nucléaire et la radioprotection ».



... > 2024

19 juillet

Réunion du Conseil de politique nucléaire (CPN), qui confirme la volonté du gouvernement d'avancer dans le sens de la création « d'une grande autorité indépendante de la sûreté et de la radioprotection » et donne mission à la ministre de la Transition énergétique d'engager les concertations avec les parties prenantes et les parlementaires en vue de préparer un projet de loi d'ici l'automne.

De septembre à décembre

Mise en place de groupes de travail avec les parties prenantes concernées destinés à proposer des grandes lignes des futures missions ainsi que des principes d'organisation et de fonctionnement avec :

- le CEA pour les activités relevant de la dosimétrie passive ;
- le ministère des Armées et le CEA pour toutes les activités concernant l'expertise de Défense et de sécurité ;
- l'ASN pour la future « Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection ».

Novembre

Consultations obligatoires et facultatives de différents organismes par le gouvernement au sujet du « projet de loi relatif à l'organisation de la gouvernance de la sûreté nucléaire et de la radioprotection pour répondre au défi de la relance de la filière nucléaire ».

Novembre

Avis de l'Association nationale des comités et commissions locales d'information (Anccli).

14 novembre

Avis du Conseil supérieur de l'énergie.

22 novembre

Avis du Conseil national de l'enseignement supérieur et de la recherche.

29 novembre

Avis du Conseil national de la transition écologique (CNTE).

3 décembre

Avis du Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire (HCTISN).

4 décembre

Réunion d'échanges entre la ministre de la Transition énergétique et les personnels de l'IRSN et de l'ASN autour du « projet de loi de réforme de l'organisation de la gouvernance de la sûreté nucléaire et de la radioprotection dans le cadre de la relance de la filière nucléaire ».

14 décembre

Avis du Conseil d'État.

20 décembre

Présentation par la ministre de la Transition énergétique du projet de loi en conseil des ministres.

20 décembre

Dépôt du projet de loi au Sénat, première lecture et désignation du rapporteur de la loi.

LES TEMPS FORTS 2023

JANVIER



Signature d'un accord-cadre entre l'IRSN et l'Ineris

FÉVRIER



Co-organisation par l'IRSN, le CEA, l'Inserm et le CNRS d'une conférence consacrée à la recherche sur l'utilisation sûre et optimisée des rayonnements ionisants dans le cadre de la Journée mondiale contre le cancer

FÉVRIER



Inauguration de l'installation expérimentale MACUMBA à Saclay

MARS



Partenariat avec Esprit sorcier TV : participation de l'IRSN à l'émission Science en questions

MARS



Pour la Science : un partenariat renouvelé depuis 2020 pour valoriser les recherches menées par l'IRSN

MARS



20^{es} journées des thèses de l'IRSN

AVRIL



Déploiement de la marque employeur de l'IRSN

AVRIL



5^e essai du programme international CABRI à Cadarache

Premier déploiement total de la cellule mobile à l'occasion d'un exercice de crise à la centrale de Saint-Laurent-des-Eaux



MAI

Rencontres internationales lycéennes de la radioprotection



MAI

JUIN



Journée découverte de l'IRSN à l'occasion des 60 ans du Laboratoire de radioécologie de Cherbourg

Dialogue technique dans le cadre de la demande d'autorisation de création de Cigéo



JUIN



JUILLET

IRSN - Anccli : 20 ans de partenariat



JUILLET

Visite de Sylvie Retailleau, ministre de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, sur le stand de l'IRSN à l'occasion des 40 ans de l'OPECST



SEPTEMBRE

Inauguration du LATAC, plateforme innovante pour la surveillance de l'environnement



Signature d'un protocole d'entente avec SSTC NRS, l'homologue de l'IRSN en Ukraine

SEPTEMBRE



OCTOBRE

Fête de la science : journées portes ouvertes au Vésinet

Premier appel à projets PIANOFORTE : 9 projets sélectionnés mobilisant 69 équipes de 22 pays européens



DÉCEMBRE

[1]

RECHERCHE
Fonder l'expertise
de demainQuels sont les faits marquants dans le domaine
de la recherche ?

« L'année 2023 a été emblématique pour l'IRSN. Le rapport d'évaluation du Haut Conseil de l'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur (Hcéres), tout d'abord : publié en mars, d'une tonalité positive, il reconnaît la qualité des recherches de l'Institut, son *leadership* à l'échelle européenne sur plusieurs thématiques ou son engagement volontariste pour l'ouverture à la société. Parmi les points forts, le Hcéres note la démarche d'adaptation et la vision prospective pertinente de l'IRSN pour répondre aux attentes des autorités, des pouvoirs publics et de la société. Il reconnaît enfin la légitimité de ses ambitions pour la période 2022-2026 en vue d'être un institut scientifique, responsable et citoyen.

Sans parler de la reprise des essais dans le réacteur CABRI, ce positionnement d'institut scientifique, responsable et citoyen est d'ores et déjà illustré par plusieurs réalisations de l'année 2023 :

- l'avis du comité d'orientation des recherches sur les changements climatiques qui recommande la mise en œuvre d'un méta-programme de recherche sur le sujet : la reprise

de cette recommandation démontre la disposition de l'IRSN à se doter d'outils de pilotage renouvelés et transverses ;

- l'inauguration de la plateforme expérimentale MACUMBA sur le vieillissement des matériaux souligne la capacité d'investissement de l'Institut pour répondre à des enjeux d'actualité ;
- le premier appel d'offres du partenariat européen PIANOFORTE, piloté par l'IRSN, qui met en valeur la démarche proactive de l'Institut pour structurer la recherche européenne en radioprotection.

Enfin, je voudrais souligner pour 2023 deux points marquants pour la recherche en radioprotection : le changement d'échelle dans les travaux en radioécologie qui s'intéressent désormais aux effets sur les écosystèmes et les services qu'ils rendent, et la publication de travaux de l'IRSN relatifs à la loi linéaire sans seuil qui viennent apporter de la robustesse au système international de radioprotection. »

Patrice Bueso

Directeur de la stratégie

ÉVALUATION DE L'IRSN PAR LE HCÉRES

En mars 2023, le Haut Conseil de l'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur (Hcéres) a publié son rapport d'évaluation de l'IRSN. Il y indique que « l'IRSN assume au meilleur niveau ses missions en liaison avec l'État dans un secteur stratégique pour la France et dans un contexte géopolitique en mutation ». Le Hcéres souligne la force du modèle de l'Institut, couplant expertise et recherche, et salue « l'effort remarquable d'ouverture à la société ».

Participer à l'effort national de formation à et par la recherche dans le domaine du nucléaire

Comme tout organisme de recherche, l'IRSN accorde à la formation à et par la recherche une importance fondamentale. Son programme doctoral est un vecteur essentiel de transfert des savoirs et des compétences vers les jeunes ainsi qu'un cadre privilégié pour investir de nouveaux domaines et déployer sa politique partenariale.

La centaine de doctorants de l'IRSN représente près du tiers des moyens humains que l'Institut consacre à la production scientifique. En 2023, 30 nouvelles thèses ont été lancées, dont 26 portées par des doctorants salariés de l'IRSN. Ces travaux viennent irriguer l'ensemble des domaines de la recherche. Par ailleurs, 33 thèses ont été soutenues : 12 en sûreté (dont une concernant les installations relevant de la Défense), 11 en santé et 10 en environnement.



20^{es} journées des thèses de l'IRSN

Temps fort dans la vie des doctorants, ces journées se sont déroulées fin mars. Elles ont réuni 220 participants, dont 91 doctorants de l'Institut, leurs encadrants et des représentants des principaux partenaires scientifiques de l'IRSN. Les doctorants de deuxième et troisième années ont fait état de l'avancement de leurs travaux et accueilli ceux de première année. Les enjeux de l'intelligence artificielle et du changement climatique étaient au programme avec, respectivement, une conférence sur l'IA et un atelier de la Fresque du climat.



L'ARTICULATION EXPERTISE - RECHERCHE SOUS LE REGARD DU CONSEIL SCIENTIFIQUE

Le Conseil scientifique de l'IRSN a publié fin février un rapport sur les modèles d'organismes pratiquant recherche et expertise, soulignant la maturité de l'organisation de l'IRSN.

Il note également des différences entre les domaines de la radioprotection et de la sûreté nucléaire, concernant l'articulation entre les métiers d'experts et de chercheurs. Enfin, le rapport identifie des leviers pour renforcer la capacité d'adaptation et d'anticipation de l'IRSN.

PUBLICATION DE DEUX AVIS PAR LE COR

Le Comité d'orientation des recherches de l'IRSN (COR) a adopté deux avis en 2023. Le premier porte sur les compétences dans le secteur nucléaire. Le COR y souligne l'importance de mesurer *in situ* l'effectivité des compétences en partenariat avec les industriels et le monde académique. Dans son second avis sur les effets des changements climatiques sur la sûreté nucléaire et la radioprotection, le COR recommande notamment de structurer les actions de l'IRSN au sein d'un métaprogramme transverse spécifique.

TRAÇABILITÉ ET PARTAGE

Pour répondre aux besoins de traçabilité des activités de recherche, l'IRSN a déployé en 2023 le cahier de laboratoire électronique ElabFTW. Pour organiser sa gestion des données de la recherche, répondre aux exigences des financeurs et de la réglementation en la matière et préparer la diffusion des données en *open data*, l'Institut impose désormais, pour tout nouveau projet de recherche, l'utilisation d'un plan de gestion des données qui concrétise et renforce son engagement dans le mouvement d'*open science*.

SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Une collaboration internationale sous l'égide de l'OCDE

Présidé par le directeur général de l'IRSN, le Comité de sûreté des installations nucléaires (CSNI) de l'AEN/OCDE a pour mission d'identifier les besoins en recherche dans le domaine de la sûreté nucléaire afin que la communauté internationale puisse engager des projets coopératifs en conséquence.

En 2023, le CSNI a débuté l'écriture d'une feuille de route pour les 15 ans à venir, afin de déterminer les programmes à lancer, dans le contexte actuel de relance du nucléaire et de volonté des industriels de prolonger l'exploitation des installations.

Un des grands apports de l'AEN et du CSNI est d'inciter les partenaires à lancer des projets expérimentaux de recherche communs. L'IRSN participe aux 24 projets en cours et en pilote trois : ESTER, CIP et FAIR, pour lesquels il réalise des expérimentations dans ses installations.

Ainsi, le premier essai semi-intégral du programme ESTER a été réalisé avec succès, début 2023, sur le banc expérimental CHIP (Chimie de l'iode dans le circuit primaire) à Cadarache adapté pour ces nouvelles expérimentations. Ce programme vise à mieux identifier les conditions susceptibles de contribuer aux rejets différés dus aux dépôts de produits de fissions sur les surfaces d'une installation lors d'un accident majeur.

Mieux connaître les accidents de réactivité

Après l'essai CIP1-2B mené fin 2022, le 5^e essai du programme international CABRI (CIP) a été réalisé par les équipes de l'IRSN et du CEA le 24 avril 2023, dans l'installation CABRI à Cadarache désormais équipée d'une « boucle à eau », représentative des conditions thermo-hydrauliques d'un réacteur à eau sous pression (REP). Financé en majeure partie par l'IRSN, ce programme étudie le comportement des crayons de combustible nucléaire dans les réacteurs REP, en situation accidentelle d'excursion de puissance.

Des recherches sur le risque incendie

Le 1^{er} juin 2023, l'AEN/OCDE a initié, pour une durée de cinq ans, un nouveau programme nommé FAIR. Portant sur le risque incendie, celui-ci regroupe une vingtaine d'organismes. Les campagnes expérimentales seront menées par l'IRSN au sein de sa plateforme expérimentale GALAXIE à Cadarache.

EPICUR : une installation unique au monde

Équipement unique en son genre, l'irradiateur EPICUR de l'IRSN à Cadarache permet d'étudier le comportement de l'iode et de différents matériaux lors d'un accident majeur dans un réacteur nucléaire. Sa spécificité est d'être couplé

à une boucle d'essais qui permet de recréer les conditions représentatives d'un tel accident. Le remplacement des sources de cobalt 60 vieillissantes au premier trimestre 2023 a permis la reprise des essais dans EPICUR.

BREVE



PROJETS RSNR : BILAN POSITIF

À l'occasion des réunions de clôture des projets RSNR organisées en 2022-2023, l'Agence nationale de la recherche a félicité l'IRSN pour les résultats scientifiques obtenus, la qualité de pilotage des projets et la tenue des engagements. Ces projets, lancés dans le cadre du Programme des investissements d'avenir, s'inscrivaient dans la prise en compte des facteurs et des conséquences de l'accident de Fukushima-Daïichi et visaient, pour les projets pilotés par l'Institut, à acquérir des connaissances nouvelles sur les accidents graves et leurs conséquences radiologiques.



Une nouvelle installation expérimentale

Éléments clés de la recherche, les plateformes expérimentales et logicielles font l'objet d'investissements importants pour répondre aux besoins de projets scientifiques toujours plus spécifiques.



Inaugurée le 3 février 2023, l'installation MACUMBA de la plateforme MISTRAL située à Saclay permettra d'accueillir différents types de maquettes d'ouvrages en béton armé rencontrés dans les installations nucléaires (enceinte de confinement de REP, parois représentatives de locaux ventilés de laboratoires et d'usines) afin de les soumettre à des sollicitations mécaniques et thermiques maîtrisées. COBRA est le premier programme de recherche conduit dans cette installation. Il a pour objectif d'évaluer le débit de fuite en air sec/air-vapeur et la rétention d'aérosols dans la paroi d'une enceinte de confinement d'un réacteur à eau sous pression de 1 300 MWe, en fonction de son état de fissuration lors d'un accident grave.

Une démarche d'optimisation

Afin de maximiser l'utilisation de ses plateformes expérimentales et logicielles, l'Institut participe au projet OFFERR de valorisation de ces installations à l'échelle européenne. Réunissant 17 partenaires, OFFERR vise à créer un réseau d'infrastructures de recherche expérimentale, à en faciliter l'accès aux scientifiques et étudiants européens, et à contribuer au montage de projets de recherche s'appuyant sur ces installations. OFFERR a publié en avril 2023, son premier appel à projets de recherche utilisant une des 178 installations répertoriées dans sa base de données.

Préparer l'expertise des futurs combustibles nucléaires

Afin d'acquérir des connaissances relatives au comportement en situation accidentelle d'une nouvelle génération de combustibles plus tolérants aux accidents (en anglais ATF pour « *Accident tolerant fuels* »), susceptibles d'être déployés demain dans le parc électronucléaire français, l'IRSN s'investit dès aujourd'hui dans de nouveaux programmes de recherche internationaux.

À la suite de l'accident de Fukushima-Daiichi, les fabricants ont lancé le développement de nouveaux types de combustibles avec l'objectif qu'ils présentent une plus grande résistance en situation accidentelle. Les évolutions apportées concernent aussi bien les gainages contenant les pastilles de combustible – notamment pour limiter les phénomènes d'oxydation et de déformation en cas de perte de refroidissement – que les pastilles, afin d'assurer une meilleure rétention des produits de fission et de réduire les contraintes mécaniques sur la gaine.

L'Institut est ainsi associé à des programmes de recherche, menés sous l'égide de l'Agence pour l'énergie nucléaire de l'OCDE, comprenant des campagnes d'essais destinées à étudier le comportement des ATF dans des configurations représentatives de situations accidentelles de réacteurs. L'IRSN s'apprête également à réaliser des expérimentations sur des gainages d'ATF mis à disposition par Framatome, le fournisseur d'EDF. Les résultats de ces travaux permettront à l'IRSN de développer et de valider des modèles spécifiques de simulation du comportement de ces futurs combustibles.

SANTÉ – ENVIRONNEMENT

Prévention des risques : l'Ineris et l'IRSN renforcent leur collaboration

Signé le 19 janvier 2023, l'accord-cadre entre l'IRSN et l'Institut national de l'environnement industriel et des risques (Ineris) vise à conforter les actions menées par les deux instituts dans le domaine des risques et pour la préservation de la biodiversité et de la santé.

Partenaires de longue date, l'Ineris et l'IRSN, acteurs de référence en matière de risques chimiques et industriels pour le premier et de risques radiologiques et nucléaires pour le second, jouent un rôle complémentaire auprès des pouvoirs publics. La décision de renforcer leur collaboration répond au souhait de coordonner leurs moyens pour répondre à deux défis majeurs :

- la montée des risques sanitaires, environnementaux, cyber ou liés aux menaces géopolitiques ou terroristes ;
- le progrès des connaissances et le développement de la prévention en matière de santé environnementale.

Quatre thématiques sont plus particulièrement ciblées :

- la modélisation de la dispersion de substances chimiques et/ou radiologiques en situation accidentelle ;
- l'évaluation des impacts sanitaires et environnementaux de ces substances ;
- la gestion et l'exploitation des données de surveillance environnementale ;
- les sciences humaines et sociales, ainsi que les outils et méthodes en support à la décision.

Conclu pour cinq ans, l'accord permettra à l'IRSN et à l'Ineris de partager une réflexion stratégique et prospective, de mutualiser leurs moyens et de renforcer l'efficacité de l'appui apporté aux pouvoirs publics.

Programmes et équipements prioritaires de recherche exploratoire (PEPR) : l'IRSN et l'Ineris partenaires d'IRiMa

Lancé en mai 2023 dans le cadre de France 2030, le programme IRiMa a pour objectif de faire émerger une science du risque capable de contribuer au renforcement de la résilience de la France dans le contexte des change-

ments globaux. Son originalité et sa force sont de regrouper l'ensemble des communautés potentiellement concernées : géosciences et risques naturels ; risques technologiques et nucléaires ; sciences humaines et sociales.

BRÈVE

PREMIER APPEL À PROJETS PIANOFORTE

Le partenariat européen PIANOFORTE pour la recherche en radioprotection, piloté par l'IRSN, a lancé, en mars 2023, son premier appel à projets, autour de trois thèmes : les recherches sur le développement des cancers induits par les rayonnements ionisants ; l'évolution des procédures diagnostiques et thérapeutiques vers des traitements individualisés ; le développement d'approches d'évaluation et de gestion des risques ainsi que de capacités technologiques visant à faire face à des situations de conflits armés ou de catastrophes naturelles. Neuf projets ont été retenus. Ils mobilisent 69 équipes de 22 pays européens.

BRÈVES

RECHERCHE PARTICIPATIVE DANS LE DUNKERQUOIS

Le projet de recherche participative territorial ORRCH-IDeS a été retenu dans le cadre de l'appel à projets Sciences avec et pour la société, de l'Agence nationale de la recherche.

Ce projet multipartenarial consacré aux impacts sanitaires liés à la multi-exposition environnementale dans le dunkerquois vise à orienter les politiques publiques et à rendre les populations co-actrices d'un projet de recherche.

LUTTE CONTRE LE CANCER : VERS UNE MEILLEURE UTILISATION DES RAYONNEMENTS IONISANTS

Le 2 février 2023, à l'occasion de la Journée mondiale contre le cancer, l'IRSN a co-organisé avec le CEA, l'Inserm et le CNRS une conférence consacrée à la recherche relative à l'utilisation sûre et optimisée des rayonnements ionisants pour le dépistage, le diagnostic et le traitement du cancer. Cette journée a réuni, à la Maison Irène et Frédéric Joliot-Curie à Bruxelles, professionnels de santé, scientifiques et représentants de la communauté européenne et d'organismes internationaux.



Comprendre les impacts de la radioactivité sur les écosystèmes

Les travaux menés par l'IRSN visent à mieux connaître l'impact sur l'environnement de l'exposition aux rayonnements ionisants, en vue de préserver à la fois la biodiversité et les avantages que les humains en retirent.

L'IRSN a mené en 2023 des recherches de terrain dans le cadre de ses projets BEERAD et KERO, dans le but d'évaluer les conséquences des rejets radioactifs de l'accident de Fukushima-Daiichi. Le projet BEERAD concerne les effets des rayonnements ionisants sur les abeilles et s'intéresse à la fois à leur santé et à leur capacité à maintenir leurs fonctions de pollinisation et de production de miel. Quant au projet KERO, il se propose d'étudier les conséquences de la contamination radioactive sur la faune, en se focalisant sur une espèce modèle : la rainette *Dryophytes japonicus*.

Une approche globale

Les travaux menés visent à évaluer l'état de santé des écosystèmes, selon des approches diverses et complémentaires. Les services écosystémiques (avantages que les humains retirent des écosystèmes) sont l'une des composantes de cet état de santé. Leur intérêt comme indicateur de l'état de la biodiversité a été souligné dans une publication récente de l'Institut. Dans la même démarche, l'IRSN participe au projet DECORHONE d'identification des services écosystémiques assurés dans le corridor du Rhône, afin de disposer d'un état des lieux avant d'étudier l'impact des rayonnements ionisants.

Pour un système de radioprotection consolidé

L'IRSN conduit des études épidémiologiques destinées à mieux comprendre les effets de l'exposition à de faibles doses de rayonnements ionisants, afin d'améliorer la prévention et de vérifier la validité du système de radioprotection.

L'étude EPI-CT publiée dans les revues *Lancet Oncology* et *Nature Medicine* confirme l'existence d'excès de risques de tumeur cérébrale maligne et d'hémopathie maligne après des examens scanners réalisés chez l'enfant et l'adolescent. Ces risques de cancer augmentent avec la dose délivrée, mais restent très faibles au regard du bénéfice diagnostique des examens réalisés.

De même, l'étude INWORKS publiée dans le *British Medical Journal* confirme l'existence d'une relation entre le risque de décès par cancer et l'exposition répétée à de faibles doses de rayonnements ionisants chez les travailleurs de l'industrie nucléaire.

Par ailleurs, l'IRSN a publié dans le *Journal of Radiological Protection* son point de vue sur la

validité du modèle linéaire sans seuil (en anglais « LNT model » pour *Linear No Threshold*). À partir d'une synthèse de l'état des connaissances récentes en radiobiologie et en épidémiologie, l'IRSN conclut que le modèle LNT est adapté à l'estimation du risque de cancer associé à l'exposition aux rayonnements ionisants en support au système de radioprotection.

De nouveaux projets de recherche

Deux projets de recherche ont été lancés en 2023 à l'IRSN. « Watch your heart » vise à évaluer le risque d'arythmies cardiaques dans les cinq ans après une radiothérapie pour un cancer du sein. Financé par l'ANSES, « BECOME » porte sur l'étude du risque de cancer du cerveau radio-induit chez les professionnels médicaux.

[2]

SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Consolider la capacité d'expertise des installations et anticiper l'avenir

S'appuyer sur le retour d'expérience afin de mesurer le gain en sûreté issu des préconisations de l'Institut

« Si la démarche d'intégration de la recherche et de l'expertise de sûreté nucléaire est loin d'être une réalité nouvelle pour l'IRSN, la maturation progressive du dialogue entre ces deux missions – grâce à une animation transverse qui a su créer un véritable chaînage de compétences complémentaires – permet aujourd'hui d'en assurer la cohérence et la stabilité, comme l'a souligné le Haut Conseil de l'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur (Hcéres). Les programmes de recherche doivent ainsi répondre aux besoins de l'expertise tout en conservant la distance nécessaire pour éviter une mise en tension du système de contrôle consécutive à un déversement trop direct des résultats de recherche dans l'expertise. L'introduction des technologies cognitives au service tant de la recherche que de l'expertise s'inscrit également dans ce processus de maturation.

Apporter une expertise de qualité, outre le fait qu'elle soit fondée sur des connaissances à l'état de l'art, suppose également, de la part des experts de l'Institut, une appréciation des implications de leurs travaux sur la sûreté en exploitation. Afin de répondre à des exigences de sûreté renforcées, notamment à la suite de l'accident de Fukushima-Daiichi, les installations nucléaires ont vu leur référentiel, leurs équipements et leurs règles d'exploitation se complexifier. Il importe désormais pour nos experts de s'appuyer sur le retour d'expérience afin de s'assurer que le gain en sûreté escompté du fait de leurs préconisations n'est pas remis en cause par la complexité des installations. »

Karine Herviou

Directrice générale adjointe,
en charge du pôle Sûreté nucléaire



Accompagner la mise en service de l'EPR

Dans la perspective du démarrage et de la mise en service de l'EPR de Flamanville (Manche) en 2024, l'IRSN a finalisé l'expertise de dossiers majeurs et poursuivi l'analyse des essais d'ensemble du réacteur.

En 2023, l'IRSN a finalisé l'expertise du rapport de sûreté ainsi que des règles générales d'exploitation adressés par EDF en support de la demande de mise en service de l'EPR. Parmi les différents avis rendus par l'Institut dans ce cadre, trois concernent plus particulièrement la conception des soupapes de sûreté du pressuriseur, le système de filtration de l'eau du réservoir interne du bâtiment réacteur (*voir encadrés*), ainsi que la prise en compte du retour d'expérience de la mise en service des premiers EPR. En parallèle, l'Institut a poursuivi l'expertise des résultats d'essais de démarrage du réacteur, mettant en évidence le besoin de rejouer certains d'entre eux – notamment certains essais à chaud – lors de la phase de qualification d'ensemble de l'installation.

L'IRSN examinera les résultats des essais post-démarrage et la montée en puissance de l'EPR en vue d'une mise en service industrielle courant 2024.

Le système de filtration de l'eau du réservoir interne au bâtiment réacteur

En cas de rupture du circuit primaire, l'EPR est équipé d'un système d'injection de sécurité destiné à compenser la perte d'eau résultant de la brèche et à maintenir le cœur du réacteur sous l'eau. Des débris étant susceptibles d'être entraînés par l'eau sous l'effet de la rupture du circuit, et de perturber le fonctionnement du circuit d'injection de sécurité, ce dernier est équipé de filtres. Ils ont fait l'objet, dans la boucle VIKTORIA (située à Levice, en Slovaquie), d'essais de qualification en configuration EPR sur lesquels s'est appuyé l'IRSN dans son analyse.



La conception des soupapes de sûreté du pressuriseur

L'EPR est équipé d'un pressuriseur visant à réguler la pression et à prévenir toute élévation excessive de pression dans le circuit primaire du réacteur. Les essais réalisés sur les soupapes du pressuriseur, actionnées par des pilotes qui lui sont directement connectés, ont montré une sensibilité de leur comportement à la température des pilotes ainsi

qu'un risque de fuites sur ces derniers. Dans son expertise, l'IRSN a préconisé la réalisation d'essais afin de corroborer les justifications fournies par EDF à cet égard. Dans l'attente, des dispositions d'exploitation renforcées sont mises en œuvre pour garantir le bon fonctionnement des soupapes en cas de sollicitation.

Aléas naturels : l'IRSN se penche sur la résistance des installations nucléaires

Neige, tempêtes, submersions marines, inondations, séismes... les installations nucléaires sont potentiellement exposées à des aléas naturels qu'il convient d'évaluer en vue de prendre les dispositions de protection adaptées. L'IRSN a poursuivi ce travail en 2023, notamment dans le cadre de collaborations internationales.

Un groupe de travail pluridisciplinaire placé auprès de l'ASN et piloté par l'IRSN s'est intéressé aux dommages potentiellement causés par le vent ou la neige aux structures et équipements importants pour la sûreté des installations nucléaires. Dans leur rapport, qui fournira la base de connaissance d'un futur guide de l'ASN, les experts ont montré que ces dommages peuvent résulter non seulement des contraintes mécaniques induites par la pression du vent ou le poids de la neige sur les structures, mais aussi d'effets indirects tels que l'impact de projectiles, l'obstruction de prises d'air ou la perte de moyens externes au site.

Par ailleurs, dans le cadre de ses évaluations de sûreté des sites nucléaires localisés en bord de mer et de leur protection contre le risque de submersion, l'IRSN a mené des recherches sur l'estimation des niveaux marins extrêmes et développé une base de données, entièrement publique, recensant plus de 800 événements survenus depuis le début du XVI^e siècle.

Dans le domaine sismique enfin, des experts de l'Institut ont participé à des missions d'observation à la suite des tremblements de terre survenus dans les régions de Kahramanmaraş

(Turquie) et de la Laigne (France). La vision de terrain acquise à l'occasion de ces missions permet à l'IRSN de porter un regard plus aiguisé sur les outils de simulation de tenue aux séismes ou sur les plans d'exécution de travaux et contribue à la montée en compétences de ses experts, en particulier les plus jeunes.



Retrouvez le rapport intitulé « État des connaissances, des pratiques et préconisations concernant les agressions vent et neige sur les installations nucléaires de base ».



Participation de l'Institut à deux séminaires internationaux consacrés aux aléas naturels

Le premier était un atelier organisé par l'Agence pour l'énergie nucléaire de l'OCDE (AEN) concernant la prise en compte des aléas naturels à l'IRSN et le second, organisé par l'Institut, revenait sur le séisme de magnitude 6,3 qui a frappé la région de Petrinja (Croatie) en 2020.

RP4-1300 : le dialogue technique avec la société se poursuit

Lancé conjointement par l'IRSN, l'Anccli et l'ASN avec la participation d'EDF, en décembre 2022, en parallèle de l'expertise (voir brève ci-contre), le dialogue technique mené dans le cadre du 4^e réexamen périodique des réacteurs de 1 300 MWe (RP4-1300) s'est poursuivi en 2023 avec l'organisation de trois réunions (en mai, juin et octobre) à l'occasion desquelles l'IRSN a présenté des éléments techniques sur dix thématiques. Ces journées ont permis de recueillir des questions et attentes de la société civile, dont l'IRSN tiendra compte dans son expertise.

BRÈVE

PUBLICATION DES PREMIÈRES EXPERTISES DE SÛRETÉ DE L'IRSN DANS LE CADRE DU RP4-1300

Les quatre avis publiés en 2023 par l'Institut portent respectivement sur le changement des générateurs de vapeur, le nouveau référentiel d'étude de l'accident de perte de réfrigérant primaire, le noyau dur post-Fukushima ainsi que l'évaluation de la réactivité du cœur à la suite d'un arrêt automatique du réacteur.

L'IRSN rend son avis sur la modification des barrières de sûreté visant à prévenir les risques de réactions « *red oils* » dans l'usine UP3-A de La Hague

Des réactions entre des produits présents dans le procédé de traitement des combustibles usés peuvent, dans certaines conditions, conduire à la formation de composés instables, dits « *red oils* », générant un risque d'explosion qu'il importe de prévenir. À la demande de l'ASN, l'IRSN a examiné la modification des barrières de sûreté associées à la démonstration de sûreté d'Orano Recyclage.

L'atelier T2 de l'usine UP3-A de La Hague (Manche) assure la séparation des produits de fission, de l'uranium et du plutonium. Les solutions de produits de fission obtenus sont concentrées par évaporation, puis entreposées dans des cuves de l'atelier avant leur vitrification. Le procédé d'extraction mis en œuvre utilise un solvant organique pouvant former, sous certaines conditions, des composés nitrés instables, appelés « *red oils* », susceptibles de se décomposer violemment et de générer une importante quantité de gaz explosibles.

Sur la base des documents examinés à la demande de l'ASN, l'IRSN a estimé acceptable la modification d'une partie des lignes de défense participant à la prévention de la formation de « *red oils* » dans les évaporateurs de la nouvelle unité de concentration des produits de fission de l'atelier T2.



L'IRSN expertise la détection par EDF de nouvelles fissures sur des tuyauteries à Penly et Cattenom

La découverte par EDF de fissures de fatigue thermique sur les réacteurs n° 2 de Penly (Seine-Maritime) et n° 3 de Cattenom (Moselle), tous deux d'une puissance unitaire de 1 300 MWe, a amené l'IRSN à s'interroger, à la demande de l'ASN, sur de possibles évolutions de la stratégie de contrôles périodiques menés par l'exploitant.

Au mois de mars 2023, EDF avait annoncé la découverte d'une fissure profonde (23 mm, pour une épaisseur totale de 27 mm) de corrosion sous contrainte sur une soudure du circuit d'injection de sécurité connecté au circuit primaire du réacteur n° 1 de la centrale nucléaire de Penly. Par la suite, lors de la recherche d'éventuels autres défauts, l'exploitant a détecté des fissures de fatigue thermique sur les réacteurs n° 2 de Penly et n° 3 de Cattenom. La fatigue thermique est un mode d'endommagement connu des circuits des réacteurs nucléaires résultant de variations de température répétitives, pouvant conduire à l'apparition de fissures. Le principal mode de prévention est la conception des circuits ou les précautions prises en exploitation, afin d'éviter que les tuyauteries soient soumises à des variations cycliques de température.

Les fissures de fatigue des réacteurs n° 2 de Penly et n° 3 de Cattenom n'ont pas été découvertes sur les soudures examinées dans le cadre du programme de contrôle périodique, mais grâce aux contrôles supplémentaires destinés à rechercher des défauts de corrosion sous contrainte. Les résultats de ces contrôles supplémentaires seront pris en compte dans les suites de l'expertise relative à la cinétique de propagation des fissures de corrosion. À plus long terme, l'Institut estime que les programmes de contrôle d'EDF vis-à-vis de ces deux modes d'endommagement devront être adaptés aux connaissances nouvelles et a engagé une réflexion en ce sens.



Démantèlement d'installations nucléaires : des activités d'expertise en croissance

L'IRSN a examiné les dossiers de sûreté liés au démantèlement de différentes installations nucléaires comme les deux réacteurs de Fessenheim (Haut-Rhin) et deux installations de gestion de déchets solides situées à Cadarache (Bouches-du-Rhône) et à Fontenay-aux-Roses (Hauts-de-Seine). L'Institut a conclu à l'acceptabilité, sur le plan technique, des dossiers présentés et a formulé des recommandations.

Après avoir analysé le dossier de sûreté du démantèlement de la centrale de Fessenheim, l'IRSN a formulé des recommandations dans deux domaines – d'une part, la maîtrise des risques lors des opérations de découpe de la cuve, de l'autre, les dispositions de surveillance de la contamination à l'extérieur de certains sas de chantier – et estimé satisfaisants les engagements pris par EDF en matière de facteurs organisationnels et humains, d'étude des situations accidentelles possibles, de gestion des déchets ainsi que d'étude d'impact.

Au sujet du démantèlement de l'INB n° 56, située à Cadarache et utilisée par le CEA depuis les années 1960 pour l'entreposage de déchets radioactifs solides, l'Institut a recommandé la mise en œuvre de dispositions visant à limiter les conséquences potentielles de la chute d'un des équipements de reprise des déchets lors des manutentions.

S'agissant enfin de l'INB n° 166, autre installation d'entreposage de déchets solides du CEA située à Fontenay-aux-Roses, l'IRSN recommande de compléter la surveillance radiologique des eaux souterraines et cours d'eau en aval du site.

L'IRSN et EDF déposent un brevet pour un nouveau système de mesure des aérosols radioactifs en chantier de démantèlement

Ce dispositif, capable de corriger les variations de granulométrie des aérosols qui perturbent la mesure de l'activité par les systèmes actuels de surveillance en continu de l'air

ambiant, constitue un progrès significatif pour la radioprotection des travailleurs en installations nucléaires.

Fabrication de produits radiopharmaceutiques : l'IRSN expertise le dossier de réexamen périodique de l'INB n° 29

Dédiée à la fabrication de produits radiopharmaceutiques, l'INB n° 29, située à Saclay (Essonne), est exploitée par la société CIS bio international. À l'issue de l'expertise du dossier de réexamen périodique de la sûreté de cette installation, l'IRSN a recommandé notamment l'amélioration de l'étanchéité des enceintes de confinement ainsi que la mise à l'état sûr de l'installation en cas d'indisponibilité du système d'extinction automatique d'incendie.



BRÈVE

L'IRSN CO-ORGANISE PATRAM 22, SYMPOSIUM CONSACRÉ AU CONDITIONNEMENT ET AU TRANSPORT DES MATIÈRES RADIOACTIVES

Ce 20^e symposium organisé avec le soutien de l'IRSN a rassemblé du 11 au 15 juin 2023, à Juan-les-Pins (Alpes-Maritimes), plus de 700 acteurs impliqués dans le transport de matières radioactives. Il leur a permis de débattre d'un large éventail de sujets liés à ce domaine, comme la mécanique, la sûreté, le confinement, le transfert de chaleur, la fabrication, la sécurité, la maintenance ou la qualité.

Expertise augmentée : l'IRSN organise un séminaire avec ses homologues allemand et américain

La Plateforme intégrée de retour d'expérience (PIREX) est déployée au sein de l'IRSN depuis maintenant deux ans et demi. Une nouvelle version, entrée en exploitation en 2023, intègre des évolutions concertées avec les utilisateurs. Elle a été un élément du séminaire réunissant, en fin d'année, l'IRSN, GRS et la NRC.

Développée par l'IRSN afin de capitaliser tous les événements significatifs déclarés chaque année par les exploitants d'installations nucléaires ou de transports de substances radioactives, la Plateforme intégrée de retour d'expérience (PIREX) utilise des algorithmes mettant en œuvre des techniques d'intelligence artificielle (traitement automatique du langage, *machine learning*...) afin de tirer, de façon plus rapide et plus exhaustive qu'auparavant, des enseignements des quelque 47 000 événements significatifs déclarés par

les installations nucléaires depuis leur démarrage. PIREX permet ainsi d'orienter, d'une part les travaux d'expertise de l'IRSN (identification des enjeux et des thèmes à examiner) et de R&D (identification des besoins de nouvelles connaissances), d'autre part le soutien aux autorités de sûreté (appui aux inspections, bilans...).

Lors de leur séminaire commun, l'IRSN, GRS et la NRC ont discuté notamment de l'apport des technologies innovantes pour l'expertise de sûreté, dont PIREX est un bon exemple.

L'IRSN se mobilise autour de la sûreté des réacteurs modulaires de faible puissance

Plusieurs pays s'intéressent, notamment dans l'Union européenne, à de nouveaux concepts de réacteurs de faible puissance, modulaires et faisant largement appel à des systèmes passifs de sûreté. Au titre de ses activités d'expertise et de recherche, l'IRSN a participé, tout au long de 2023, à différentes discussions et réunions techniques sur ce sujet^[1].

Intervenant au mois d'avril à l'occasion du séminaire présidé par Mariya Gabriel, Commissaire européenne en charge de la recherche et de l'innovation, au sujet de l'autonomie stratégique de l'UE et de la recherche menée dans le cadre EURATOM, le directeur général de l'IRSN a exposé les enjeux de sûreté nucléaire liés à de nouvelles technologies comme celle des réacteurs modulaires de faible puissance (SMR). La présentation du projet de l'IRSN « PASTIS », consacré aux systèmes passifs de sûreté des réacteurs à eau sous pression, a permis d'illustrer les besoins de recherche associés.

Le 30 novembre 2022, le président de la République a lancé à Washington un programme de coopération franco-américaine pour le nucléaire. À ce titre, l'IRSN et l'US NRC ont inclus dans une feuille de route commune les aspects liés à la sûreté des SMR et à la contribution des systèmes passifs à celle-ci. Des échanges techniques ont permis de comparer les analyses de sûreté des réacteurs américain NUSCALE et français NUWARD. Ils se poursuivent en vue d'une collaboration dans

l'utilisation de la future plateforme PASTIS, implantée à Cadarache, qui a été présentée lors de la réunion de suivi à l'Élysée le 29 novembre 2023.

L'IRSN met en service la version 3.1 du logiciel ASTEC et développe son adaptation aux SMR

Ce système de logiciels permet de simuler, depuis l'événement initiateur jusqu'aux rejets dans l'environnement, des scénarios d'accidents avec fusion du cœur d'un réacteur. Développé initialement pour les réacteurs à eau sous pression, ASTEC a évolué pour s'appliquer à d'autres réacteurs et installations nucléaires, comme les piscines d'entreposage du combustible nucléaire et, bientôt, certains petits réacteurs modulaires.

[1] Voir également le dossier central « Vision 360° : À l'aube d'une décennie d'enjeux majeurs pour l'expertise de sûreté ».

[3]

SÛRETÉ NUCLÉAIRE DE DÉFENSE, SÉCURITÉ, NON-PROLIFÉRATION

Accompagner l'évolution des programmes, des installations et des menaces

Accompagner l'évolution des menaces et des moyens mis en œuvre pour s'en protéger

« Les équipes de l'IRSN en charge de l'expertise nucléaire de défense, de la sécurité des installations nucléaires et de la non-prolifération (DEND) fournissent, avec le concours des experts du nucléaire civil, un appui à de multiples autorités. Il s'agit principalement du Délégué à la sûreté nucléaire pour les installations et les activités intéressant la défense (DSND), du Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité (HFDS) du ministère de la Transition énergétique^[2] pour la lutte contre les actes de malveillance, du comité technique Euratom (CTE) pour la non-prolifération des armes nucléaires et du HFDS du ministère de l'Économie, des Finances et de la Souveraineté industrielle et numérique^[2] pour l'application en France du traité d'interdiction des armes chimiques.

À ce titre, l'IRSN accompagne l'évolution continue des programmes nucléaires liés à la défense – comme le développement de la nouvelle génération de sous-marins lanceurs d'engins et du porte-avions nucléaire ainsi que la rénovation des installations de la dissuasion nucléaire – et examine le retour d'expérience d'exploitation associé.

Pour le nucléaire civil, dans le cadre d'une réglementation nationale de sécurité nucléaire qui vient d'être renouvelée, la direction de l'expertise nucléaire de défense (DEND) participe au renforcement de la sécurité nucléaire des nombreuses installations face aux menaces – dont les cyberattaques – en s'appuyant sur une recherche spécifique, souvent menée en partenariat. L'IRSN vient ainsi de déposer conjointement avec l'Institut franco-allemand de recherches de Saint-Louis un brevet pour un système de visualisation innovant des expérimentations d'agression par explosifs.

Dans le domaine de la non-prolifération nucléaire et chimique enfin, l'IRSN poursuit et adapte son appui aux pouvoirs publics français en fonction des nouveaux enjeux appelés par les évolutions du contexte géopolitique et les modifications des réglementations internationales. »

[2] Intitulés en vigueur au 31/12/2023.

Laurent Mandard

Directeur de l'expertise nucléaire de défense

**L'IRSN CONTRIBUE
À LA PRÉPARATION
DE LA 5^E CONFÉRENCE
DE RÉVISION
DE LA CIAC**

Au titre de son appui technique au ministère chargé de l'Industrie pour les questions liées à l'application de la Convention sur l'interdiction des armes chimiques (CIAC), l'IRSN a contribué à préparer la 5^e conférence de réexamen qui s'est tenue au mois de mai au siège de l'Organisation pour l'interdiction des armes chimiques (OIAC) à La Haye (Pays-Bas). Les représentants de l'Institut ont formulé des propositions visant à améliorer la méthode de sélection des sites à inspecter (relevant de la catégorie des produits chimiques organiques définis).

BRÈVE



Nathalie Chaptal-Gradoz

Adjointe au directeur
de l'expertise nucléaire
de défense et de sécurité
de l'IRSN

« La loi n° 2023-610 du 18 juillet 2023 donnant à la Douane des moyens pour faire face aux nouvelles menaces introduit, à l'article 17, la possibilité d'échange d'informations entre ses agents, ceux du ministère en charge de l'Économie ayant pour mission la mise en œuvre de la CIAC et "les personnels des entités agissant pour leur compte". À ce titre, l'IRSN pourra désormais recevoir et exploiter des informations reçues des douanes ayant trait aux produits chimiques listés dans la CIAC. Plus particulièrement, ces échanges permettront de consolider les déclarations d'importation et d'exportation du secteur civil et la résolution des discordances entre États Parties relevées par l'OIAC. Les modalités pratiques d'échanges seront encadrées par une convention que les parties ont prévu de finaliser avant début 2024. Cette nouvelle disposition contribue à renforcer les mesures de contrôle liées à la détention ou à l'intention de détention de produits chimiques les plus sensibles. »

Garanties nucléaires : l'IRSN montre son savoir-faire en matière de formation

En 2023, l'Institut a accueilli à Fontenay-aux-Roses (Hauts-de-Seine) des sessions de formation dans le domaine des garanties nucléaires, tant dans le cadre de financements européens que de la coopération de l'Institut avec l'US DOE.

Au mois de juin, l'Institut a accueilli des stagiaires en provenance d'Afrique du Sud, du Brésil, du Ghana, d'Irak, de Jordanie, du Nigeria, de Pologne, de Turquie et d'Ukraine pour une formation destinée à renforcer les capacités des stagiaires à remplir les obligations internationales de leurs pays en matière de garanties nucléaires par la mise en œuvre des meilleures pratiques dans ce domaine. Au mois d'octobre, l'Institut a organisé une session similaire à Singapour.

Dans le cadre de son accord de collaboration avec le DOE sur les sujets de sécurité et de garanties nucléaires, l'IRSN a animé, également en octobre, une formation concernant la coordination entre protection physique et systèmes de comptabilité et de contrôle des matières nucléaires lors d'un événement de sécurité nucléaire. Cet atelier réunissait 16 participants venus d'Algérie, de Côte d'Ivoire, du Ghana, du Maroc, du Nigeria, de la République démocratique du Congo ainsi que de deux organisations régionales : *African Commission on Nuclear Energy (AFCON)* et *Forum of Nuclear Regulatory Bodies in Africa (FNRBA)*.

Participation de l'IRSN au congrès commun INMM-ESARDA

À l'occasion de cette manifestation réunissant au mois de mai, à Vienne, plus de 700 participants issus des associations américaines et européennes sur les garanties et la sécurité nucléaires, l'Institut a notamment effectué

des présentations relatives aux thèmes majeurs du congrès, comme la comptabilité des matières nucléaires, la métrologie, la formation ou l'impact des SMR sur les déclarations internationales.

L'IRSN et l'Institut franco-allemand de recherche de Saint-Louis valorisent une innovation commune

Améliorer la compréhension des mécanismes physiques des ondes de souffle et disposer d'outils de prédiction des conséquences des explosions pour mieux s'en protéger, tels sont les objectifs qui ont guidé le développement du dispositif MOST, dont l'ISL et l'IRSN ont engagé, courant 2023, la valorisation.

Dans le cadre de ses activités d'études et de recherche en sécurité, l'IRSN a lancé en 2017, avec l'Institut franco-allemand de recherche de Saint-Louis (ISL), le développement d'un projet d'imagerie rapide dénommé MOST, qui associe une caméra et une source de lumière, permettant la visualisation, en temps réel, de phénomènes dynamiques en environnement perturbé, notamment à la suite d'une explosion. L'obtention d'images nettes et non polluées par l'intensité lumineuse de la boule de feu permet de suivre ce qui se passe dans l'environnement immédiat de l'explosion – en particulier la propagation de l'onde de choc – et le couplage vidéo numérique ultrarapide d'en suivre la phénoménologie.

Cette innovation a fait l'objet, fin 2022, d'un dépôt de brevet qui s'inscrit dans les missions de l'Institut pour améliorer la compréhension des mécanismes physiques des ondes de souffle, en disposant d'outils de prédiction des conséquences des explosions pour mieux s'en protéger. En 2023, l'IRSN et l'ISL ont sollicité du ministère des Armées un financement RAPID d'appui à l'innovation duale qui leur permettra de concevoir et développer un procédé complet, de réaliser un prototype et d'étudier la possibilité d'une commercialisation.



L'Échelon opérationnel des transports de l'IRSN célèbre ses 40 ans

Au sein de la direction de l'expertise nucléaire de défense, l'échelon opérationnel des transports (EOT) est chargé, en particulier, d'une mission régalienne : la gestion des demandes d'accord pour l'exécution des transports de matières nucléaires ainsi que leur suivi. Cette structure, qui a célébré ses 40 ans d'existence en 2023, effectue notamment le contrôle technique des matériels utilisés pour le transport de ces matières.

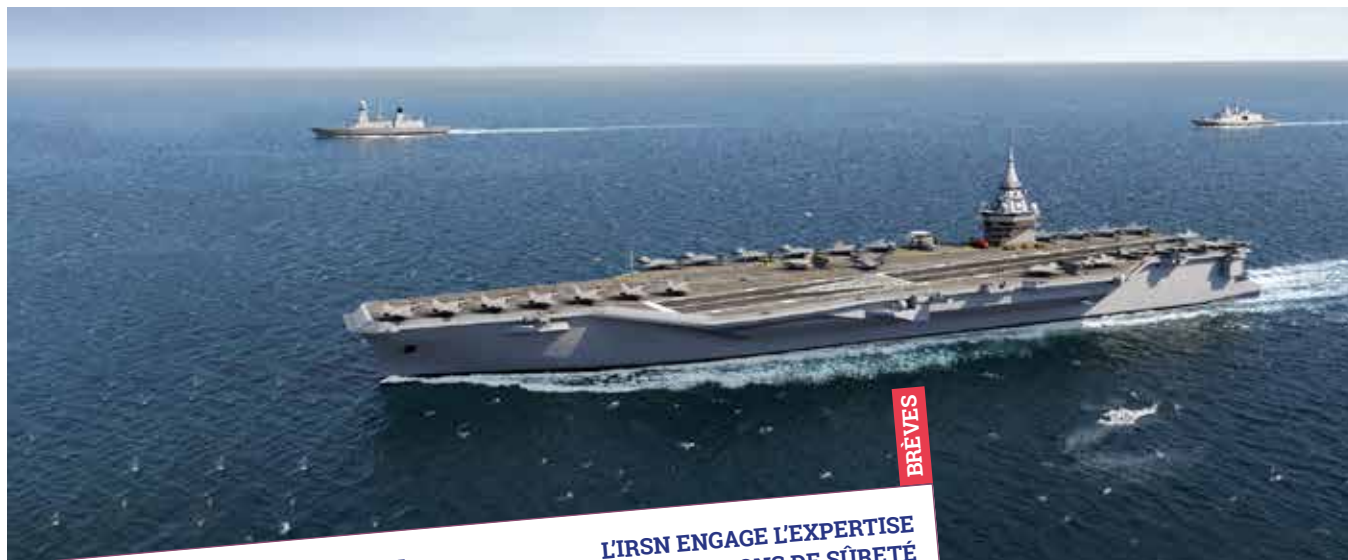
Au titre de sa mission, une équipe de l'EOT s'est rendue les 28 et 29 mars au terminal routier de l'usine Melox, exploitée par Orano Recyclage à Chusclan (Gard), afin de réaliser le contrôle technique d'un tracteur routier, d'une semi-remorque de type MX8 et de deux caissons appartenant à Orano NPS, préalable indispensable au renouvellement pour un an de leurs agréments de transport de matières nucléaires de catégorie I et II non irradiées. Chaque année, en moyenne, 50 matériels font l'objet d'un contrôle qui porte exclusivement sur les dispositifs et systèmes dits de « protection physique » mis en place en vue de détecter et retarder une tentative d'acte de malveillance au cours d'un transport. L'objectif est de s'assurer qu'ils sont toujours bien présents, en bon état de fonctionnement et conformes à la réglementation. À titre d'exemple, il faut compter 250 points de contrôle pour un tracteur routier.



BRÈVE

PRÉSENCE ACTIVE DE L'IRSN À LA CONFÉRENCE INTERNATIONALE SUR LA CYBERSÉCURITÉ DANS LE MONDE NUCLÉAIRE

Soulignant la prise en compte par les instances internationales de la montée des cybermenaces et l'engagement à y faire face, CYBERCON23, première conférence internationale dédiée à la cybersécurité, s'est tenue du 19 au 23 juin à l'initiative de l'AIEA. Membre du comité d'organisation de la conférence, l'Institut y a présidé une session et présenté ses travaux sur la cybersécurité des transports de matières nucléaires ainsi que sa plateforme HYDRA, outil d'évaluation d'architecture de contrôle-commande d'un réacteur.



BRÈVES

L'IRSN POURSUIT L'INSTRUCTION TECHNIQUE APPROFONDIE DE L'ÉTABLISSEMENT ORANO DU TRICASTIN

Dans la perspective du renouvellement de l'autorisation de l'établissement Orano du Tricastin à détenir et mettre en œuvre des matières nucléaires, l'IRSN a rendu mi-octobre un avis correspondant à la première étape d'expertise du dossier sécuritaire du site (méthodologie générique des études de sécurité) et bascule maintenant sur la deuxième étape (son application au site du Tricastin), l'objectif de l'autorité étant de clore l'instruction avant fin 2024. L'expertise nécessite de maîtriser la configuration du site et ses dispositifs de protection afin d'évaluer sa vulnérabilité aux actes malveillants.

EXPERTISE DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE DES INSTALLATIONS DE DÉFENSE

Faire bénéficier les installations de défense de type « industrie » d'un processus éprouvé de partage du retour d'expérience avec l'Autorité de sûreté nucléaire de défense, tel est l'objectif d'une instruction engagée courant 2023 avec la participation de l'IRSN sur les installations nucléaires du CEA/DAM. La Commission de sûreté des réacteurs (CSR) et celle des laboratoires et usines de défense (CSLUD) se sont réunies au mois de décembre afin d'examiner les conclusions de l'expertise de l'IRSN.

L'Institut a par ailleurs présenté fin mars à la CSLUD ses conclusions de l'expertise de la mise en service d'un nouveau bâtiment de recyclage construit à Valduc (Côte-d'Or) dans le cadre d'un programme du CEA/DAM, ayant pour objectif la mise aux derniers standards de sûreté des installations dédiées aux armes.

L'IRSN ENGAGE L'EXPERTISE DU DOSSIER D'OPTIONS DE SÛRETÉ DU PORTE-AVIONS DE NOUVELLE GÉNÉRATION

La DGA a transmis à l'IRSN le dossier d'options de sûreté du porte-avions nucléaire de nouvelle génération destiné à succéder au *Charles de Gaulle*. L'expertise de ce dossier a permis de mettre en évidence la cohérence des options retenues pour ce futur navire au regard de celles des autres programmes récents de propulsion nucléaire, dont le SNLE 3G. En particulier, la recherche d'une indépendance maximale entre les deux chaufferies nucléaires mitoyennes et leur support navire contribue à renforcer la sûreté par rapport au *Charles de Gaulle*.

LOUIS-MICHEL GUILLAUME VISITE LE CENTRE COMMUN DE RECHERCHE DE LA COMMISSION EUROPÉENNE

Au mois de février, le directeur général adjoint en charge des missions relevant de la défense et le responsable du département Sécurité nucléaire et garanties du Centre commun de recherche (CCR) de la Commission européenne se sont rencontrés à Ispra (Italie) afin d'identifier, dans le cadre de l'accord qui lie les deux organismes, des sujets de collaboration dans les domaines de la sécurité nucléaire et des garanties.

[4]

RADIOPROTECTION

Protéger la santé des personnes et de l'environnement

Comment l'IRSN envisage-t-il son action dans le domaine de la radioprotection ?

« L'IRSN s'attache à mener ses activités dans le domaine de la radioprotection, en entretenant une grande synergie entre la recherche, l'expertise et la réponse aux situations d'urgence. Cette synergie est une exigence pour une réponse de qualité aux sollicitations, qu'elles émanent des pouvoirs publics ou de la société. Ainsi, l'Institut effectue des travaux de recherche visant à mieux comprendre les mécanismes et les conséquences, pour les personnes et pour l'environnement, de l'exposition aux rayonnements ionisants, avec la volonté de coordonner l'effort de recherche entre les différents acteurs européens : le lancement de l'appel d'offres du projet PIANOFORTE en est une illustration pour l'année 2023. Cette recherche a pour ambition de servir efficacement notre capacité d'expertise, que ce soit pour nos activités récurrentes comme la publication du bilan des niveaux de référence diagnostiques (NRD), du suivi des travailleurs ou de la surveillance de la Polynésie française, mais aussi pour les différents avis rendus aux autorités ou aux pouvoirs publics. En parallèle, l'IRSN poursuit ses investissements destinés à améliorer constamment sa capacité de réponse à une situation d'urgence radiologique

ou nucléaire : en témoigne l'inauguration en 2023 du laboratoire LATAC, infrastructure innovante permettant de réaliser, en urgence, un grand nombre de mesures d'échantillons contaminés.

Enfin, l'Institut est très attentif à l'implication des parties prenantes et du public, que ce soit au travers des sciences participatives comme *OpenRadiation*, des dialogues techniques engagés avec les Cli et l'Anccli sur des dossiers d'importance ou encore des réflexions menées par son comité ODISCÉ sur l'ouverture à la société dans le domaine médical.

La reconnaissance de cette exigence se traduit notamment par la nomination, renouvelée de l'Institut comme Centre collaborateur pour l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et comme *Capacity Building Centre* (CBC) pour l'Agence internationale pour l'énergie atomique (AIEA). »

Jean-Christophe Gariel

Directeur général adjoint en charge du pôle santé-environnement

SANTÉ DES PERSONNES

Optimiser le suivi des expositions des travailleurs

Parmi les missions de l'IRSN, la surveillance des travailleurs fait l'objet d'un bilan annuel, essentiellement réalisé avec les données du registre national SISERI, dont l'IRSN assure la gestion.

Retrouvez le rapport intitulé « La radioprotection des travailleurs ».



L'IRSN a publié en septembre 2023 son bilan de la surveillance des travailleurs exposés en 2022 aux rayonnements ionisants. Le rapport présente les résultats de la surveillance de l'exposition externe et interne des travailleurs des domaines médical, dentaire et vétérinaire, de l'industrie nucléaire et non nucléaire, de la recherche et des personnels navigants des compagnies aériennes.

Parmi les principaux constats, la baisse de près de 2 % du nombre de travailleurs surveillés en 2022 par rapport à 2021 est essentiellement liée à celle du nombre de travailleurs suivis dans le domaine médical. Par ailleurs, la dose individuelle moyenne (0,90 mSv), en hausse de 6 % par rapport à 2021, concerne presque tous les domaines tout en restant inférieure à celle des années précédant la crise sanitaire. Elle est principalement due à la reprise du trafic aérien.

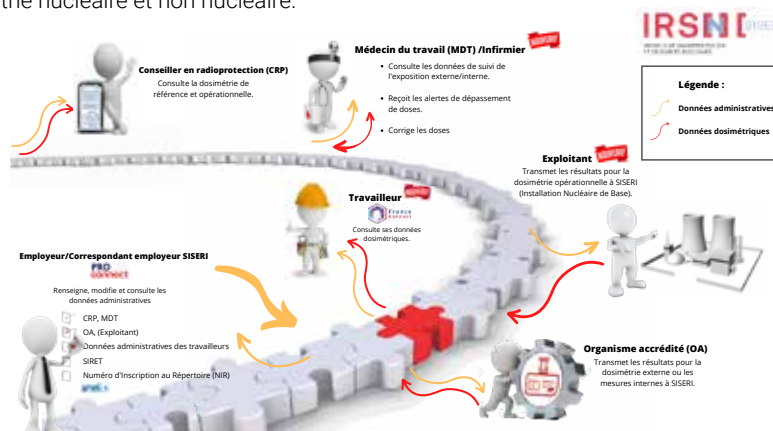
Deux focus complètent ces données : l'un sur la différence d'exposition entre travailleurs féminins et masculins, essentiellement dans les domaines de l'industrie nucléaire et non nucléaire.

Le second focus concerne l'exposition des intervenants lors de l'exploitation des réacteurs nucléaires : les intervenants extérieurs sont globalement plus exposés que ceux d'EDF, du fait du recours, pour certaines activités, à des métiers dont EDF n'est pas doté (échafauteur, calorifugeur, ou soudeur).

Un nouveau portail SISERI

Mis en service fin juin, le nouveau portail SISERI est le fruit de trois années de collaboration entre l'IRSN et la Direction générale du travail.

Il s'agissait de simplifier la centralisation et l'exploitation des mesures. Le nouveau portail met en œuvre des interopérabilités avec les plateformes de l'État pour vérifier les informations saisies. Ainsi les équipes en charge de son exploitation peuvent consacrer plus de temps à l'analyse des données et à la conduite d'actions visant à compléter les données de référence.



Ouverture à la société : au plus près des Cli

Depuis 2003, l'IRSN mène de nombreuses actions avec les Cli (Commissions locales d'information), afin d'accompagner leur montée en compétences, sur des sujets liés à la sûreté nucléaire, à la surveillance radiologique de l'environnement ou aux impacts sanitaires des rayonnements ionisants.

Ainsi, à l'invitation de la Cli ECRIN Malvés, l'Institut a pu présenter au public l'étude radiologique du site (ERS) Orano de Malvés, et en particulier son volet « Enquête modes de vie ».

Au cours de cette réunion, les objectifs scientifiques de participation des acteurs locaux et l'état

d'avancement des différentes études ont pu être présentés. À cet égard, l'enquête « mode de vie des riverains » a été largement abordée avec un appel direct au volontariat et au relais d'information sur la constitution en cours de l'annuaire des foyers volontaires.



Radioprotection des patients : analyse des niveaux de référence diagnostiques

L'IRSN a publié en juin 2023 son 7^e bilan relatif aux niveaux de référence diagnostiques (NRD), réalisé sur les données de la période 2019-2021, comparées aux valeurs de NRD en vigueur afin d'examiner la nécessité d'une mise à jour.

S'appuyant sur des données transmises par les établissements de radiologie et de médecine nucléaire lors de la réalisation d'examens diagnostiques, l'IRSN procède périodiquement à leur analyse en vue d'une éventuelle mise à jour des valeurs des NRD. Les NRD constituent des « valeurs repères » visant à guider les praticiens dans l'optimisation de l'exposition induite par les examens radiologiques ou de médecine nucléaire. Ils tiennent compte notamment de l'évolution technologique des appareils utilisés ainsi que des pratiques des professionnels de santé.

Pour une révision des valeurs

Le dernier bilan publié par l'Institut montre une stabilisation de la participation des établissements : autour de 50 % pour la radiologie conventionnelle et 90 % pour la scanographie et la médecine nucléaire. L'analyse des données recueillies montre chez l'adulte des résultats inférieurs aux valeurs des NRD en vigueur dans tous les domaines.

Ce bilan s'assortit de recommandations qui portent notamment sur la nécessité de réviser des valeurs de NRD dans tous les domaines, en priorisant la scanographie. Il recommande aussi la création de valeurs, par exemple pour la tomosynthèse mammaire ou la tomographie volumique à faisceau conique ou CBCT (*cone beam computed tomography*) en radiologie dentaire, ainsi que la suppression des niveaux de référence pour certains examens devenus peu fréquents, tels que la scintigraphie rénale au DTPA.

Ce bilan a été présenté par les experts de l'Institut aux Journées scientifiques de la Société française de physique médicale (SFPM) du 7 au 9 juin 2023 ainsi qu'aux Journées francophones de radiologie diagnostique et interventionnelle du 13 au 16 octobre 2023 à Paris.



Retrouvez le bilan intitulé « Analyse des données relatives à la mise à jour des niveaux de référence diagnostiques en radiologie et en médecine nucléaire ».

Le comité ODISCÉ publie son deuxième avis

Lors de sa séance du 21 juin 2023, le comité ODISCÉ a adopté son deuxième avis relatif à l'ouverture à la société des travaux de l'IRSN dans le domaine médical.

C'est une instance novatrice que l'IRSN a créée en 2022 pour l'accompagner dans le développement de sa politique d'ouverture à la société. Le comité ODISCÉ (Ouverture et impulsion du dialogue avec la société civile sur l'expertise) est composé d'une vingtaine de membres aux profils variés. Prévue dans le contrat d'objectifs et de performance de l'Institut, cette instance a pour mission de le conseiller afin de favoriser de nouvelles interactions sciences-société sur l'expertise des risques nucléaires et radiologiques et d'élargir les publics impliqués.



Des recommandations

Ce deuxième avis propose à l'IRSN d'être acteur d'une compréhension partagée des enjeux. Il appelle également au renforcement du dialogue et du travail participatif entre tous les acteurs de la radioprotection médicale. Il s'articule autour de quatre grandes recommandations visant à :

- renforcer le dialogue avec les acteurs de l'écosystème en oncologie ;
- concourir, avec les acteurs du domaine, à l'élaboration de contenus et outils au service du dialogue entre les patients et les professionnels de santé dans le cadre d'une décision éclairée du patient ;
- mener une recherche participative sur les effets secondaires des thérapeutiques afin d'améliorer la qualité de vie des patients ;
- impulser une dimension participative dans les travaux d'étude et de recherche.

SANTÉ DE L'ENVIRONNEMENT

Une plateforme innovante pour la surveillance de l'environnement

Le LATAC a été inauguré le 21 septembre 2023 sur le site IRSN du Vésinet. Avec cette nouvelle plateforme d'analyse des échantillons prélevés dans l'environnement, l'Institut renforce son rôle de référent en matière de surveillance environnementale au service des pouvoirs publics.

Située au Vésinet, site historique de la surveillance radiologique de l'environnement menée en France depuis plus de 60 ans, cette installation de 600 m² a été conçue autour des opérations successives réalisées, depuis la prise en charge des échantillons environnementaux jusqu'à leur analyse. Elle met en œuvre l'ensemble des techniques de préparation, de radiochimie et de métrologie les plus innovantes afin de caractériser aussi finement que possible les radionucléides recherchés. L'analyse par spectrométrie de masse, couplée avec la chromatographie, permet par exemple, à partir d'un échantillon, d'obtenir dans des délais très courts de nombreux résultats de mesure d'émetteurs alpha, tels que l'uranium et le plutonium.

Une plateforme multi-rôles

Grâce à ce nouveau plateau technique doté de plus de 45 équipements de haute technologie, l'IRSN a la capacité d'analyser en une journée jusqu'à 150 échantillons de tous types. Cette capacité élevée, au regard de celles des laboratoires spécialisés dans ce domaine, lui confère une réactivité accrue face aux demandes qui lui seront adressées, y compris en situation d'urgence.

La nouvelle plateforme accueille également des travaux internationaux de R&D, comme une thèse commune avec le NUS/SNRSI, partenaire singapourien de l'IRSN.

Ses capacités techniques permettront également de poursuivre le développement de nouvelles méthodes de détection et de mesure des radionucléides, dans des domaines aussi variés que la compréhension des transferts de radioactivité au sein des écosystèmes, la mesure des matériaux des centrales en démantèlement ou l'analyse de denrées alimentaires.





Polynésie française : une faible exposition de la population

L'IRSN a publié en décembre 2023 le bilan de sa surveillance radiologique de l'environnement en Polynésie française pour les années 2021-2022.

La surveillance radiologique régulière de la Polynésie française concerne sept îles (cinq îles hautes et deux atolls), réparties dans les cinq archipels du territoire. Elle a été complétée en 2021-2022 par des prélèvements et des mesures radiologiques environnementales sur trois îles hautes supplémentaires, Moorea (archipel de la Société), Rapa et Raivavae (archipel des Australes), ainsi que sur six atolls, Pukarua, Reao, Vahitahi, Vairaatea, Nukutavake-Pinaki et Hikueru, situés dans l'archipel des Tuamotu.

Quel bilan ?

Cette nouvelle campagne de mesures confirme que les niveaux de radioactivité décelables dans l'environnement polynésien sont dans la continuité de ceux des années antérieures ; ils se situent à un niveau très bas.

L'exposition de la population polynésienne aux rayonnements ionisants est quasi exclusivement d'origine naturelle. Le rayonnement cosmique et les radionucléides d'origine naturelle présents dans les sols et dans les denrées contribuent ainsi, hors exposition médicale, à plus de 99 % de l'exposition de la population.

En 2021-2022, la dose efficace totale, comprenant l'exposition externe, l'exposition interne par ingestion et l'inhalation, est de l'ordre de 1,4 mSv pour les adultes de Polynésie française. L'exposition due à la radioactivité artificielle représente une très faible part de celle-ci, de l'ordre de 0,1 %.



BREVE

SCIENCE PARTICIPATIVE

La communauté *OpenRadiation* s'est réunie le 2 février 2023 : une journée d'échanges pour découvrir les expériences d'autres communautés s'intéressant à différents sujets en lien avec l'environnement (qualité de l'air, botanique...) et approfondir certains sujets, comme le montage de capteurs *OpenRadiation* ou la mesure de la radioactivité par le public.

Projet de sciences participatives *open source* et *open data* pour la mesure de la radioactivité dans l'environnement, *OpenRadiation* réunit une communauté de citoyens désireux de participer aux mesures et contribuer à caractériser l'environnement.

Quel rôle pour la participation citoyenne ?

L'IRSN a participé aux 7^{es} Rencontres européennes de la participation, organisées à Rouen du 26 au 28 juin 2023, sur la thématique de « La participation au cœur des défis des territoires ».

L'Institut est notamment intervenu dans un podcast sur la participation citoyenne à la

gestion des risques. Il a également animé un atelier participatif sur la mesure citoyenne en vue de la co-évaluation des risques radiologiques, regroupant une trentaine de personnes à qui des capteurs *OpenRadiation* étaient prêts pour qu'elles puissent mesurer la radioactivité ambiante.



Stockage des déchets radioactifs : l'instruction de Cigéo débute

L'expertise de ce projet phare a débuté en 2023 et mobilisera l'IRSN pendant plusieurs années : il concerne le stockage en couche géologique argileuse profonde de déchets de haute activité et de moyenne activité à vie longue.

L'IRSN a reçu, le 16 janvier 2023, le dossier de demande d'autorisation de création (DAC) de Cigéo, déposé par l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra).

Situé à la limite de la Meuse et de la Haute-Marne, Cigéo est le projet français de stockage géologique pour les déchets de haute activité (HA) et de moyenne activité à vie longue (MAVL).

Son inventaire « de référence » prévoit environ 83 000 m³ de déchets radioactifs, déjà produits et à produire jusqu'à la fin de l'exploitation des installations nucléaires françaises ayant obtenu leur autorisation de création avant 2016. Afin d'étudier l'impact de la politique énergétique française, l'Andra a intégré des études d'adaptabilité de son projet de stockage pour un inventaire dit « de réserve ».

Saisi par l'Autorité de sûreté nucléaire, l'IRSN mobilisera ses équipes pour l'expertise de ce dossier pendant deux ans et demi, le processus global d'instruction et de consultations publiques

étant estimé à environ cinq ans. L'Institut s'appuiera en particulier sur les recherches qu'il mène depuis plusieurs années. Ces recherches, en particulier celles conduites dans son laboratoire souterrain de Tournemire, ont pour objectif d'anticiper l'expertise des enjeux de sûreté de ce projet.

Un dialogue technique renforcé

Dans sa démarche de dialogue avec la société, l'IRSN a organisé, avec l'Anccli et le Clis du laboratoire de Bure, plusieurs temps d'échanges : journée de préparation (27 janvier) ; lancement (18 avril) ; rencontre plénière (23 juin) au sujet de la géologie, des inventaires des déchets et de la phase industrielle pilote ; réunions spécifiques sur l'emprise du stockage (15 septembre), colis de déchets (13 octobre), co-construction d'un scénario (20 octobre) ; rencontre plénière consacrée aux risques et agressions, à la récupérabilité des colis et à la phase industrielle pilote (15 novembre). Le dialogue technique sera poursuivi tout au long de l'évaluation scientifique et technique du dossier.

BRÈVE

SURVEILLANCE DES STOCKAGES GÉOLOGIQUES

Dans le cadre du programme commun européen EURAD (projet MODATS), l'IRSN a organisé en 2023 à Nancy puis à Paris, deux ateliers d'échanges avec la société civile autour de la problématique complexe de la surveillance des stockages géologiques de déchets HA-MAVL.

Provenant de 11 pays européens, les participants ont pu dialoguer autour de trois questions : la perception relative qu'ont les acteurs de ce sujet et de ses enjeux décisionnels ; la valeur ajoutée pour la sûreté d'une interprétation pluraliste des données de surveillance ; les principales attentes sociétales en matière de surveillance.



Évaluer la surveillance à distance

Financé par BPI France, le projet PALLAS réunit l'IRSN, les universités Savoie Mont-Blanc et Gustave Eiffel, ainsi que SOCOTEC Monitoring, AUGLANS et NAGA Geophysics. Il vise à développer une plateforme expérimentale pluridisciplinaire au service des recherches liées à la surveillance à distance de

colis de déchets radioactifs. Ainsi, le laboratoire de recherche de Tournemire accueillera des expérimentations à grande échelle en atelier ainsi que dans une galerie *in situ* en conditions représentatives d'un stockage de déchets.

VISION 360°

À L'AUBE D'UNE DÉCENNIE
D'ENJEUX MAJEURS POUR
L'EXPERTISE DE SÛRETÉ



Le bénéfice d'une vision d'ensemble des installations nucléaires civiles et de défense

« Qu'il s'agisse d'évaluer la conception d'installations en projet ou de suivre leur construction, les enjeux du prolongement de la durée d'exploitation de celles en service, le démantèlement de celles à l'arrêt définitif ou la gestion des déchets radioactifs, le métier d'expert en sûreté nucléaire exige une vision systémique, sur le temps long. L'examen concomitant de projets de nouvelle génération et de projets d'extension d'exploitation permet à l'expert, notamment, d'acquérir des connaissances et des compétences qui vont enrichir le positionnement de l'Institut sur les différents dossiers.

Au début des années 2000, les réflexions menées sur la conception des réacteurs de type EPR alors en projet ont alimenté la définition des objectifs pour l'extension du fonctionnement des réacteurs du parc au-delà de 40 ans. De la même manière, les travaux d'expertise et de recherche en cours sur la conception des réacteurs EPR2 ou encore sur les réacteurs modulaires de faible puissance (SMR) contribueront à des progrès sous différentes formes. Tout d'abord, en matière de maîtrise de la conformité des réacteurs dans le cadre de la poursuite de leur exploitation au-delà de 50 ou 60 ans, par le développement de moyens de contrôle non destructifs innovants. Ensuite, par la définition d'améliorations de sûreté, grâce notamment au remplacement d'équipements ou de composants par des équipements ou des composants plus performants. De même, le retour d'expérience d'exploitation des installations actuellement en fonctionnement, y compris les plus récentes, comme les EPR de Taishan en Chine, alimente les choix de conception des nouveaux projets.

Cette transversalité vaut également entre les installations à vocation civile et de défense, l'examen des référentiels de sûreté appliqués à la propulsion nucléaire de certains bâtiments de la Marine nationale alimentant les réflexions menées sur les SMR. Les analyses de sûreté et recommandations des experts de l'IRSN apportent ainsi aux autorités le bénéfice d'une vision d'ensemble des installations nucléaires civiles et de défense. »

Karine Hervieu

Directrice générale adjointe,
en charge du pôle Sûreté nucléaire

PRÉPARER

L'EXPERTISE DE SÛRETÉ

DU « NOUVEAU NUCLÉAIRE »

Dans un contexte de dérèglement climatique et de croissance de la demande en électricité – que RTE estime devoir passer de 449 TWh à près de 630 TWh en France à l'horizon 2050 –, le choix du gouvernement français se porte à la fois sur la sobriété énergétique, l'efficacité énergétique, les énergies renouvelables et l'énergie nucléaire.

Le président de la République a annoncé, en février 2022, l'intention de la France de se doter de six nouveaux réacteurs nucléaires de type EPR2 et manifesté son intérêt pour le développement de nouveaux concepts comme les réacteurs modulaires de faible puissance (SMR).

Quelle stratégie met en place l'IRSN afin de se préparer à l'examen des dossiers de sûreté qui lui seront soumis dans le cadre de la construction des EPR2 et du développement des SMR ? Comment son action contribuera-t-elle à l'harmonisation des approches et pratiques de sûreté nucléaire sur le plan international ? Éléments de réponse...

Les EPR et les SMR répondent à des logiques assez différentes. Les premiers sont des réacteurs de forte puissance (supérieure à 1 600 MWe) à vocation électrogène, envisagés comme relais du parc nucléaire en exploitation. Les seconds sont des projets de réacteurs de faible puissance (inférieure à 300 MWe), polyvalents, capables de produire de l'électricité ou de la chaleur, voire les deux de manière combinée, afin par exemple de générer de l'hydrogène.

UNE EXPERTISE DE SÛRETÉ EFFICIENTE POUR LE PROGRAMME EPR2

Pour le renouvellement du parc nucléaire, EDF a proposé au gouvernement en mai 2021 le lancement de la construction de trois paires de réacteurs EPR2. Une option pour quatre paires supplémentaires est envisagée. Fin juin 2023, EDF a déposé une demande d'autorisation de création d'une première paire sur le site de Penly.

Tirant parti de l'expertise de la conception et de la construction de l'EPR de Flamanville (Manche) – dont il s'apprête en 2024 à analyser les derniers essais de démarrage et la montée en puissance –, l'IRSN a défini une stratégie d'expertise visant à achever, fin 2025, l'examen du rapport préliminaire de sûreté de l'EPR2. Cette stratégie s'inscrit dans la continuité de l'expertise des options de sûreté, que l'Institut a présentée au groupe permanent d'experts pour les réacteurs en 2019, et s'appuiera sur le guide ASN/IRSN n° 22 pour la conception des réacteurs à eau sous pression. Afin d'optimiser ses ressources, l'Institut se concentrera sur les principales évolutions de l'EPR2 par rapport à l'EPR : passage d'une double à une simple enceinte de confinement et de quatre à trois trains de sûreté, meilleure diversification de la source froide et de l'alimentation électrique... Ensuite, il expertisera les dossiers de sûreté successifs produits par EDF à l'issue du décret de création jusqu'à l'autorisation de mise en service annoncée par EDF à l'horizon 2035/2037. Pour les différentes paires d'EPR2 prévues, une attention particulière sera portée aux effets du changement climatique tels qu'on peut les anticiper sur la durée de fonctionnement prévue de ces réacteurs, en tenant compte des sites d'implantation envisagés.

ANTICIPER LES ENJEUX DE SÛRETÉ CONCERNANT LES SMR

À travers le monde, près de 70 concepts de SMR ont été annoncés, reposant sur une grande diversité de filières : réacteurs à eau sous pression, à gaz à haute température, à neutrons rapides (refroidis au sodium, aux sels fondus, au gaz, au plomb), etc. En France, le dispositif « Réacteurs nucléaires innovants » de France 2030 accompagne le développement de nouveaux réacteurs et a déjà annoncé plusieurs lauréats. Pour l'IRSN, une telle diversité appelait à une prise en compte au plus tôt des caractéristiques propres aux principaux concepts du point de vue de la sûreté. Ainsi, dès 2015, l'Institut a produit un premier rapport d'évaluation relatif aux filières possibles afin de maintenir un haut niveau d'exigences de sûreté pour ce type de réacteurs. En 2024, il se prépare à expertiser le dossier d'options de sûreté déposé par NUWARD (consortium composé d'EDF, de Technicatome, de Naval Group, du CEA, de Framatome et de Tractebel). Le projet NUWARD SMR comporte deux réacteurs à eau pressurisée compacts de 170 MWe chacun, dont la modularité a pour objectif de permettre la réalisation d'une partie des opérations d'assemblage en usine. Parallèlement, l'IRSN poursuit un cycle d'échanges avec les concepteurs d'autres modèles avancés afin d'identifier avec eux, en fonction des caractéristiques de leur concept, les thèmes prioritaires à investiguer pour la sûreté. Les enjeux de sécurité, très spécifiques pour ce type d'installations, feront en parallèle l'objet d'expertises dédiées.

HARMONISER LES EXIGENCES DE SÛRETÉ ET L'EFFORT DE RECHERCHE SUR LE PLAN INTERNATIONAL

Certains développeurs de SMR envisagent de les installer à proximité de zones industrielles, voire urbaines, et de construire à terme de nombreuses unités. Ces éléments justifient la définition d'objectifs de sûreté ambitieux en termes de limitation des conséquences des accidents, y compris au regard de ceux retenus pour les réacteurs de génération III, de type EPR. En outre, la possibilité d'exploiter des SMR similaires dans différents pays désireux de se doter de tels réacteurs appelle une harmonisation internationale des exigences de sûreté en vigueur. L'IRSN contribue aux travaux du *Small Modular Reactor Regulators' Forum* de l'AIEA depuis 2014. Il participe également au groupe d'experts sur les SMR au sein du Comité sur la sûreté des installations nucléaires (CSNI) de l'AEN afin d'identifier les besoins en connaissances relatives aux SMR et a publié, sous l'impulsion de Jean-Christophe Niel, président de ce comité, une feuille de route intitulée « *Research Recommendations to Support the Safe Deployment of Small Modular Reactors* ». Concernant NUWARD SMR, l'Institut a participé à la première phase de la *Joint Evaluation Review* du concept, aux côtés des autorités de sûreté nucléaire française, finlandaise et tchèque, et s'investira dans la deuxième phase de cette évaluation étendue à un plus grand nombre de pays.

CERNER LES IMPLICATIONS DU DÉVELOPPEMENT DES SMR SUR LE CYCLE DU COMBUSTIBLE NUCLÉAIRE

Si NUWARD SMR est un réacteur à eau sous pression dont le combustible est similaire à celui du parc en exploitation, la mise en œuvre de SMR à neutrons rapides ou refroidis au gaz supposerait le développement d'un cycle du combustible adapté à la fabrication des éléments de combustible et à la gestion des déchets produits. Autant d'aspects qui soulèvent de multiples questions spécifiques sur le plan de la sûreté et de la sécurité nucléaires.

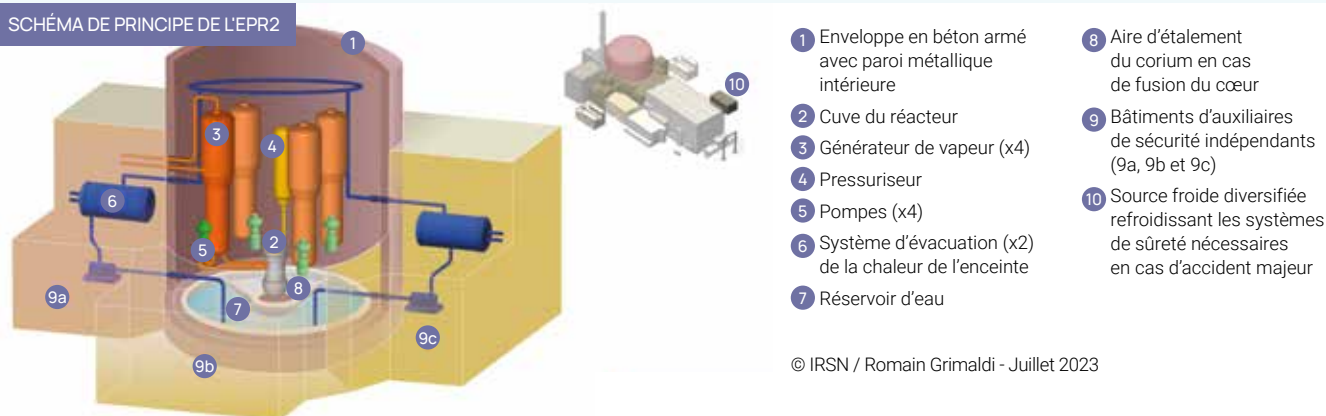
DES RECHERCHES POUR COMPRENDRE LA PHÉNOMÉNOLOGIE DES SYSTÈMES PASSIFS DE SÛRETÉ

Les réacteurs modulaires de faible puissance, comme NUWARD SMR, font appel à des systèmes passifs pour assurer leur sûreté. Des projets de recherche auxquels l'IRSN est associé s'attachent à vérifier que les fonctions de sûreté de ces systèmes passifs seront assurées en situation accidentelle.

- Financé par l'ANR^[1], le projet PASTIS (*PAssive Systems Thermalhydraulic Investigations for Safety*) étudie les phénomènes physiques mis en jeu dans les systèmes passifs dédiés à l'évacuation de la puissance résiduelle d'un réacteur en situation accidentelle. La première phase du projet consiste à développer à Cadarache (Bouches-du-Rhône) une plateforme expérimentale, composée d'une boucle dédiée à l'étude de la circulation naturelle diphasique (ALCINA) et d'une enceinte refroidie dédiée à l'étude des mouvements convectifs et de la condensation en paroi (KoKoMo). Lors de la seconde phase du projet, l'analyse des résultats expérimentaux contribuera à la validation des modèles de thermohydraulique des logiciels CATHARE et ASTEC.
- Mené dans le cadre d'EURATOM, le projet PASTELS (*PAssive systems : Simulating the Thermalhydraulics with Experimental Studies*) regroupe 11 partenaires de six pays de l'Union européenne. Il comporte un volet expérimental avec la réalisation d'essais et l'exploitation d'essais existants, ainsi qu'un volet numérique avec des simulations de ces essais avec des logiciels de thermohydraulique.

[1] France 2030 - ANR-22-PAST-0001.

SCHEMA DE PRINCIPE DE L'EPR2





RENFORCER

LA SÛRETÉ DU PARC ÉLECTRONUCLÉAIRE EN EXPLOITATION

Alors que l'expertise des dispositions de type « noyau dur » destinées à renforcer la robustesse des réacteurs nucléaires face aux aléas extrêmes à la suite de l'accident de la centrale de Fukushima-Daiichi et de celles associées au « grand carénage » mené par EDF est toujours en cours, l'IRSN se prépare aux nouveaux enjeux, du point de vue de la sûreté, de prolongation de la durée d'exploitation du parc électronucléaire français : un parc plus performant, exploité plus longtemps et plus tolérant aux aléas climatiques.

RÉPONDRE À DE NOUVEAUX ENJEUX DE SÛRETÉ

Le 5^e réexamen périodique de sûreté des réacteurs de 900 MWe (RP5-900), qui s'enclenchera peu de temps après l'achèvement du 4^e réexamen (RP4-900), répondra à des enjeux assez différents. En effet, la prise en compte du retour d'expérience de l'accident de Fukushima-Daiichi et celle des objectifs de sûreté définis par l'ASN pour l'exploitation des réacteurs au-delà de 40 ans avaient conduit à la reprise d'un grand nombre d'études, à de nombreuses modifications et à des évolutions majeures des règles générales d'exploitation.

S'agissant du RP5-900, les enjeux principaux sont de stabiliser le référentiel de sûreté des réacteurs concernés et de se concentrer sur la sûreté en exploitation, en recherchant des simplifications si possible ; ensuite de s'assurer de la conformité des installations à ce référentiel ; et enfin prendre en compte le dérèglement climatique et ses conséquences à terme sur les agressions que peuvent subir les installations.

S'APPUYER SUR LE RETOUR D'EXPÉRIENCE D'EXPLOITATION AFIN D'APPRÉCIER LE GAIN EN SÛRETÉ ATTENDU DES PRÉCONISATIONS DE L'INSTITUT

EDF prépare des évolutions importantes qui auront une incidence sur les activités d'expertise à venir de l'IRSN. EDF ambitionne ainsi de déployer sur ses sites des programmes pluriannuels de vérification de la conformité des équipements à leur référentiel de sûreté, complémentaires des pratiques courantes d'exploitation, et des visites de terrain, complémentaires des programmes d'investigation déjà prévus dans le cadre des réexamens périodiques.

En vue d'accroître la disponibilité de son parc de réacteurs en service, l'exploitant envisage également une nouvelle gestion du combustible MOX avec des durées accrues de fonctionnement entre deux arrêts. L'Institut analysera les études de la démonstration de sûreté reprises par EDF pour tenir compte de cette nouvelle gestion de combustible.

À plus long terme, EDF envisage une simplification des règles générales d'exploitation, par laquelle il entend faciliter le travail des opérateurs et limiter la durée de certains arrêts qu'il estime notamment liés à la complexité de l'actuel référentiel de sûreté. Dans ce domaine, l'IRSN et l'ASN ont initié avec EDF un dialogue préalable visant, dans un premier temps, à identifier les questionnements soulevés et à définir une stratégie.

ANALYSER LES AUTRES LEVIERS DE PERFORMANCE DU PARC DE RÉACTEURS EN SERVICE

EDF envisage d'autres leviers de performance du parc, comme l'augmentation de la puissance électrique de certains réacteurs, y compris en passant par une augmentation de la puissance nucléaire. Ceci aurait un impact sur les marges des études de sûreté qu'il importe d'anticiper suffisamment à l'avance.

Afin de restaurer des marges vis-à-vis des critères de sûreté, des modifications matérielles sont envisagées. Par exemple, avec l'introduction de nouveaux combustibles plus tolérants aux accidents (ATF), il serait possible de limiter les phénomènes d'oxydation et de déformation des gaines en cas d'accident de perte de refroidissement et d'assurer une meilleure rétention des produits de fission. Les résultats des campagnes d'essais à venir et les données issues des programmes de recherche menés permettront à l'IRSN de développer et de valider des modèles spécifiques pour la simulation du comportement de ces futurs combustibles.

Un autre levier est une simulation moins conservatrice des phénomènes physiques intervenant lors des situations incidentelles ou accidentelles étudiées, ce qui nécessite des efforts accrus de validation des logiciels utilisés. À cet égard, l'IRSN examinera les résultats des expériences menées, par exemple, dans le cadre du projet METERO du CEA (plateforme expérimentale permettant l'étude d'écoulements complexes et variés), pour simuler ces phénomènes, les confrontera à ceux du logiciel CATHARE et s'assurera que l'ensemble des phénomènes physiques a été pris en compte.

ANTICIPER LE VIEILLISSEMENT DU PARC DANS LE CADRE DE LA PROLONGATION DE SA DURÉE D'EXPLOITATION

Dans la perspective d'une prolongation au-delà de 60 ans de la durée d'exploitation des réacteurs, l'IRSN a participé à la définition, avec l'ASN et EDF, du contour d'un dossier de faisabilité que l'exploitant doit constituer en 2024 et 2025. L'institut expertisera dès 2025 ce dossier afin de présenter, en 2026, ses conclusions aux groupes permanents d'experts en sûreté de l'ASN. La thématique du vieillissement des équipements et installations sera au cœur de cette expertise, avec un enjeu particulier : évaluer l'aptitude des équipements non remplaçables à assurer, pour une durée très supérieure à celle prévue par conception, les fonctions de sûreté qui leur sont attribuées. Trois grands types d'équipements sont concernés :

- la cuve du réacteur, faisant partie de la deuxième barrière de confinement, dont l'acier voit ses propriétés mécaniques évoluer sous l'effet du rayonnement neutronique et pour laquelle il convient de s'assurer que ses propriétés demeurent suffisantes en cas d'accident ;
- l'enceinte du réacteur, ultime barrière de confinement, pour laquelle l'IRSN examinera notamment l'évolution de l'état de précontrainte ainsi que le vieillissement du béton qui la constitue (les programmes de recherche ODOBA et MACUMBA de l'IRSN apporteront des connaissances sur ces sujets) ;
- les câbles électriques, pour lesquels l'IRSN projette de lancer des actions de recherche à partir de 2024, en se focalisant notamment sur les câbles à fort enjeu de sûreté, afin de s'assurer de leur fonctionnalité au-delà de 60 ans.

PRENDRE EN COMPTE L'IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LE PARC

Pour la détermination des aléas climatiques, EDF s'appuie sur une veille, révisée tous les cinq ans, qui vise à anticiper les conséquences d'évolutions climatiques sur le respect des objectifs de sûreté et doit conduire à des analyses approfondies en cas d'un « événement climatique majeur ». Cette démarche et ses résultats sont expertisés par l'IRSN, qui dispose de ses propres capacités de calcul basées sur des statistiques des extrêmes.

Dans le cadre de l'expertise qui portera sur la prolongation de la durée de vie des réacteurs existants au-delà de 60 ans, il est prévu qu'EDF produise fin 2024 un document présentant « un état des lieux des dispositions d'adaptation au changement climatique à l'international ainsi que des solutions innovantes issues des travaux de R&D ». L'IRSN a engagé de son côté, avec Météo France et l'Institut Pierre-Simon Laplace, des travaux de recherche par le biais de deux thèses doctorales afin d'évaluer l'évolution à long terme des aléas météorologiques.



POURSUIVRE

L'AMÉLIORATION DE LA SÛRETÉ DU CYCLE DU COMBUSTIBLE

Traitement des combustibles usés, recyclage, entreposage... le cycle du combustible est confronté à des enjeux majeurs de politique industrielle auxquels sont associées des questions de sûreté nucléaire qui vont se traduire, pour l'IRSN, par un volume croissant d'activités d'expertise dans les années à venir.

PRENDRE EN COMPTE LES DIFFICULTÉS DE FONCTIONNEMENT DE L'USINE MELOX

Exploitée par Orano sur la commune de Chusclan (Gard), l'usine Melox produit des assemblages combustibles à base d'oxyde mixte uranium-plutonium (MOX). Les difficultés de fabrication connues par l'installation à partir de 2018 ont généré des volumes croissants de rebuts envoyés dans les usines de La Hague (Manche). En 2022 et 2023, l'IRSN a publié des avis d'expertise des dossiers de sûreté transmis par Orano pour la création de nouvelles capacités d'entreposage destinées à les accueillir. Par ailleurs, Orano a engagé des projets de modification de cette usine sur lesquels l'IRSN sera amené à réaliser des expertises.

RÉPONDRE AUX ENJEUX D'ENTREPOSAGE DANS LES USINES DE LA HAGUE

À ces rebuts s'ajoute, à La Hague, une problématique d'entreposage du plutonium issu du traitement des combustibles usés et dont l'évacuation vers l'usine Melox se trouve retardée. Un autre enjeu est celui de l'entreposage, dans les piscines de La Hague, des assemblages de combustibles usés. Orano a transmis un dossier de demande d'autorisation, que l'IRSN examinera en 2024, visant à densifier les entreposages en piscine des combustibles, dans l'attente de la mise en service par EDF, après 2030, d'une nouvelle piscine d'entreposage de combustibles usés sur le site de La Hague. L'entreposage à sec de combustibles usés dans des emballages de type TN Eagle est parallèlement exploré par Orano.

Enfin, l'entreposage à La Hague des déchets de haute activité ou de moyenne activité à vie longue sous forme de verres ou compactés en attendant la mise en service d'un stockage définitif conduit Orano à créer des capacités d'entreposage supplémentaires sur le site de La Hague.

MAÎTRISER LE VIEILLISSEMENT DES INSTALLATIONS DU CYCLE

L'IRSN rendra ses conclusions sur le 2^e réexamen de la sûreté de l'usine Melox en 2024. Outre des difficultés de production résultant notamment d'un changement d'approvisionnement en uranium, l'IRSN examine les problèmes de maintenance d'une installation en service depuis près de 30 ans et d'augmentation de la dosimétrie collective liée à ces opérations.

À La Hague, qu'il s'agisse d'UP3 (INB n° 116) ou d'UP2-800 (INB n° 117), les principaux enjeux sont ceux de la réévaluation du comportement des ouvrages et des équipements en service depuis plus de 30 ans face aux aléas naturels (séismes, neige, vent, tornades...) et de l'analyse des phénomènes de vieillissement qui conditionnent la durée de vie d'équipements clés tels que le dissolvant de l'atelier de cisailage-dissolution ou les évaporateurs de l'atelier de concentration des produits de fission.

Au-delà, l'enjeu est d'anticiper, pour l'après-2040 (l'actuelle programmation pluriannuelle de l'énergie retenant le choix du traitement des combustibles usés jusqu'au moins cette échéance), une solution industrielle – satisfaisante au point de vue de la sûreté – soit de traitement, soit à terme de stockage définitif des assemblages combustibles usés.



EXPERTISER LES NOUVEAUX EMBALLAGES DE TRANSPORT ET D'ENTREPOSAGE

Indispensables au fonctionnement du cycle du combustible, les emballages de transport voient se développer de nouveaux modèles. C'est le cas des nouveaux emballages TNG3 et TN112, développés par Orano NPS pour les combustibles

usés, ou du TN Eagle pour leur transport et leur entreposage à sec. Leur expertise par l'IRSN a mis en lumière certaines améliorations de sûreté.

ANTICIPER

LE DÉMANTÈLEMENT DES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES ET LA GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS

Étalés sur des décennies, le démantèlement des installations nucléaires et la gestion des déchets qui en sont issus posent, par excellence, des questions de sûreté liées à la gestion du temps long, entre autres en termes de surveillance des installations concernées et de tenue tant au vieillissement qu'aux aléas, notamment climatiques.



ABSORBER UN VOLUME IMPORTANT DE DOSSIERS DE DÉMANTÈLEMENT

En vue de l'examen des dossiers de sûreté qui lui seront soumis, l'IRSN développe ses propres études, par exemple pour la caractérisation des aléas climatiques et l'analyse du vieillissement de matériaux tels que les élastomères. L'Institut a d'ores et déjà conduit un travail de réflexion sur les stratégies de démantèlement des installations des grands exploitants (EDF, CEA, Orano), examinant notamment les conditions nécessaires pour mener à bien l'ensemble des projets de démantèlement, compte tenu de leurs spécificités (inventaire radiologique, localisation, type de déchets qui en seront issus, etc.). Il s'agira en effet d'expertiser dans les années à venir des dossiers relatifs au démantèlement de divers réacteurs (UNGG à Chinon, Saint-Laurent-des-Eaux et au Bugey, REP à Fessenheim...) et installations du cycle du combustible nucléaire (anciennes installations de traitement de combustible à La Hague...).

CAPITALISER LE RETOUR D'EXPÉRIENCE

Les opérations de démantèlement en cours à Chooz et les opérations préparatoires au démantèlement de Fessenheim apportent, grâce notamment à la standardisation des réacteurs pour chaque palier de puissance, un retour d'expérience permettant un certain degré de confiance dans la possibilité de démanteler le parc nucléaire dans des conditions satisfaisantes. Toutefois, des paramètres tels que la disponibilité des installations de stockage des déchets générés pouvant contraindre la progression des opérations de démantèlement, l'IRSN porte une attention particulière, dans le cadre de son expertise des stratégies du CEA, d'EDF et d'Orano, au chaînage des différents projets de démantèlement et à la gestion afférente des déchets.

S'ASSURER D'UNE GESTION SÛRE DES DÉCHETS

Le démantèlement des installations nucléaires et l'évolution du parc de réacteurs, en particulier la stratégie de retraitement du combustible usé, vont modifier la nature et les volumes de déchets à prendre en charge, conduisant l'IRSN à préparer l'acquisition de connaissances nouvelles en vue de l'expertise des futurs dossiers de sûreté. Le développement de nouvelles filières de réacteurs comme les SMR suscite ainsi des réflexions menées par l'IRSN dans le cadre par exemple du programme commun européen pour la gestion des déchets radioactifs (EURAD) ou du réseau international SITEX Network.

Par ailleurs, le démantèlement des installations nucléaires générera d'importants volumes de déchets de moyenne activité à vie longue, nécessitant des installations dédiées comme ICEDA en attendant la mise en service de Cigéo. La même situation se retrouve pour les déchets de très faible activité, pour lesquels la saturation prochaine de la capacité de stockage actuelle demande le développement de nouvelles pistes de gestion. Enfin, il en va de même pour les déchets graphite (de faible activité à vie longue) issus du démantèlement des réacteurs de type UNGG, pour lesquels la filière de gestion est aujourd'hui en cours de définition, ou des déchets bitumés qui nécessitent la conduite de recherches complémentaires relatives à la sûreté de leur gestion.

ACCOMPAGNER LA MISE EN SERVICE DE CIGÉO

La création de l'installation de stockage géologique Cigéo, si elle est décidée, nécessitera un accompagnement en expertise de sûreté, en particulier lors de sa phase pilote avec un inventaire restreint visant à qualifier certains de ses composants ainsi que les méthodes adaptées à son exploitation industrielle, puis lors de la montée en puissance de l'installation. Il est à noter que l'évolution du parc électronucléaire français, avec la mise en service envisagée de six nouveaux EPR, pose la question des capacités nécessaires à l'accueil des volumes supplémentaires de déchets générés, en termes de sûreté en exploitation et après fermeture du stockage.

La surveillance du vieillissement des colis constitue par ailleurs un enjeu de sûreté pour lequel l'IRSN a lancé, dans son laboratoire de recherche souterrain à Tournemire, un programme de recherche dénommé PALLAS, en complément de ceux déjà en cours dans ce laboratoire.



METTRE EN ŒUVRE DES APPROCHES ET OUTILS INNOVANTS

Face à la complexité croissante des questions d'expertise et aux nouvelles capacités numériques liées à l'évolution des technologies cognitives, l'IRSN innove pour relever les futurs défis de l'expertise de sûreté nucléaire.

MIEUX CIBLER LES SUJETS À ENJEUX ET ÉCLAIRER LES PRISES DE POSITION TECHNIQUES

Les initiatives menées par l'Institut englobent des domaines variés – des systèmes experts aux outils intégrant de l'intelligence artificielle – afin de développer un ensemble de méthodes de traitement de l'information ou de modélisation numérique à même de faciliter l'identification des sujets à enjeux de sûreté ou radioprotection et à appuyer les prises de position techniques.

TIRER PARTI DU CAPITAL DE DONNÉES DISPONIBLE À L'IRSN

Afin de coordonner ces initiatives, le programme *Expertise augmentée* a été mis en place, avec une structure organisationnelle reposant sur une gouvernance agile, une intégration des référentiels de l'IRSN et une priorité accordée à la conception d'outils d'assistance à l'expertise et au développement de connaissances mobilisables grâce au croisement des données dont dispose l'Institut.

MENER DES RÉFLEXIONS PROSPECTIVES POUR SE PRÉPARER AUX ÉVOLUTIONS MÉTHODOLOGIQUES ET TECHNOLOGIQUES

Les objectifs fonctionnels du programme *Expertise augmentée* visent à faciliter l'expression des besoins, à mutualiser les ressources ainsi qu'à renforcer les connaissances et les compétences relatives à ces technologies nouvelles. Par ailleurs, les questionnements actuels portent sur l'impact de l'intelligence artificielle sur la gestion des risques nucléaires, sur l'explicabilité et la confiance des modèles ainsi que, plus largement, sur le partage des données dans le cadre des instructions. Ces réflexions prospectives sont menées en collaboration avec l'ASN – notamment sur un projet de développement d'un *hub* des données de la sûreté nucléaire – avec des exploitants (EDF, CEA...) et, à l'échelle internationale, avec des partenaires allemand et américain de l'Institut, GRS et l'US NRC. L'objectif est de se préparer aux évolutions méthodologiques et technologiques susceptibles d'avoir une incidence sur la sûreté et, par extension, sur son expertise et sur le métier même de l'expert.



DE NOUVEAUX MODES D'INTERACTIONS AVEC LA SOCIÉTÉ

Dans une logique de laboratoire d'innovation en matière de participation citoyenne à la sûreté nucléaire et à la radioprotection, l'IRSN développe de nouveaux modes d'ouverture à la société :

- *ouverture partenariale*, sous la forme d'ateliers de prospective avec l'Anccli et les Cli ;
- *ouverture territoriale*, en allant au plus près des publics concernés par les risques nucléaires et radiologiques pour construire avec eux une évaluation de ces risques sur leur territoire ;
- *ouverture à de nouveaux outils de dialogue*, comme les *serious games*, qui permettent de construire une science participative sur des thématiques telles que le post-accidentel ou la gestion des déchets ;
- *ouverture à de nouveaux publics* enfin, comme les jeunes (de l'école élémentaire aux jeunes actifs), en analysant leur perception des risques et en s'y adaptant pour susciter leur intérêt et leur implication.

Dans cet esprit, l'IRSN travaille à la création d'une métrique d'évaluation de l'impact de ses actions qu'il partagera en 2024 avec ses homologues signataires de la charte de l'ouverture à la société. Il est par ailleurs lauréat de l'appel à projets de l'ANR intitulé *Science avec et pour la société*, qui lui permettra de mener des actions de recherche participative dans le dunkerquois en partenariat avec l'Université du Littoral Côte d'Opale.

[5]

CRISE ET POST-ACCIDENTEL

Mobiliser les équipes et élargir les capacités d'action

Des avancées marquantes en 2023

« L'année a tout d'abord été marquée par le maintien de notre suivi de la situation en Ukraine, ce qui nous a conduits à effectuer régulièrement une réévaluation des risques. Les échanges menés au cours de l'année avec l'ASN, le CEA et Orano ont par ailleurs permis d'améliorer significativement la transmission des données techniques au Centre technique de crise en cas d'accident, en particulier par la mise au point opérationnelle de la transmission automatisée des mesures aux cheminées des installations en temps réel, ce qui représente une avancée majeure.

L'année 2023 a également vu se poursuivre la montée en puissance de notre cellule mobile. L'exercice national grandeur nature réalisé à Saint-Laurent-des-Eaux (Loir-et-Cher) nous a permis de tester

le déploiement de l'ensemble de nos moyens de mesure de terrain, notamment aériens. Toujours dans le domaine des mesures, la construction de notre organisation de crise s'est poursuivie par la définition des modalités d'implication de nos laboratoires fixes dans le domaine de la santé et, dans le domaine de l'environnement, par la mise en service du LATAC (laboratoire de traitement et d'analyse d'échantillons environnementaux en situation post-accidentelle). »

Philippe Dubiau

Directeur délégué à la crise

PREMIER ENTRAÎNEMENT AVEC EDF SUR L'EPR À FLAMANVILLE

Le 10 octobre 2023, avec les équipes d'EDF, le Centre technique de crise (CTC) de l'IRSN a participé à un premier exercice de

mise en situation en condition accidentelle sur le nouvel EPR de Flamanville (Manche).

Le scénario simulait un accident de perte de réfrigérant primaire conduisant à une fusion au cœur du réacteur. Au sein du CTC, cet exercice a permis aux équipiers de la cellule « Évaluation de l'installation » (une des cellules du CTC) de prendre en main les outils de calcul et la documentation mise à disposition des équipiers de crise au CTC ; ils ont été en mesure de bien évaluer les événements prévus dans le scénario.

Résultat : un bilan positif pour cette étape dans la préparation de l'IRSN au démarrage de l'EPR.

EXERCICES

Premier déploiement total de la cellule mobile à Saint-Laurent-des-Eaux

L'exercice de crise réalisé le 23 mai 2023 autour de la centrale de Saint-Laurent-des-Eaux, dans le Loir-et-Cher, a constitué une étape importante pour l'IRSN. En effet, pour la première fois, la totalité des moyens de la cellule mobile de l'IRSN a été déployée.

Lors de cet exercice grandeur nature, une équipe composée d'une cinquantaine d'experts de l'IRSN et de l'ensemble de leurs moyens de mesure de la radioactivité déployables sur le terrain (17 balises mobiles, 2 dispositifs de mesure mobiles embarqués dont un en hélicoptère et un dans un véhicule, 3 camions laboratoire, 1 véhicule de transmission...) a rejoint la cinquantaine de pompiers déjà présents ainsi que des équipes du CEA et d'EDF. En effet, le scénario imaginait un accident à la centrale de Saint-Laurent-des-Eaux. À midi, compte tenu de l'évolution de la situation, le préfet du Loir-et-Cher a déclenché le Plan particulier d'intervention (PPI) et décidé de procéder à l'évacuation des populations dans un rayon de cinq kilomètres autour de la centrale.

Des détecteurs sur un hélicoptère

Avec le chef des opérations de secours, les équipes de l'IRSN ont coordonné les mesures visant à affiner la connaissance des niveaux de radioactivité dans les différents milieux impactés par les rejets radioactifs. La stratégie de mesure après rejet permettant de conforter les évaluations du Centre technique de crise (CTC) de l'IRSN a été testée de manière réaliste : des cartographies de la contamination au sol, à l'aide de détecteurs installés sur un hélicoptère et dans un véhicule, ont été réalisées en conditions réelles. Celles-ci ont permis d'identifier en moins d'un jour la zone contaminée dans laquelle les populations ne pourraient pas rester vivre durablement.

Très riche d'enseignements, cet exercice permettra à l'IRSN d'améliorer encore ses moyens et stratégies de mesures et leur déploiement. Le préfet disposera ainsi des informations pour prendre les décisions de protection des populations les plus appropriées.



ORGANISATION

Gestion de crise : participer à la révision du Plan national

Dans le prolongement du travail mené en 2022, l'IRSN a contribué en 2023 à la révision du Plan national de réponse à un accident nucléaire ou radiologique majeur, qui a été créé en 2014.

Engagée en 2022 par le Secrétariat général de la défense et de la sécurité nationale (SGDSN), la mise à jour de ce plan a largement avancé au cours de l'année 2023. L'objectif général était, 10 ans après sa première version, d'intégrer plus complètement le retour d'expérience de l'accident de Fukushima-Daiichi, ainsi que les travaux menés au niveau national sur les doctrines, notamment sur le post-accidentel. L'IRSN a participé aux différents groupes de

travail (communication, mesures radiologiques, biens manufacturés, déchets, transports, zonage radiologique...) mis en place en 2023 et dont l'objectif était la mise à jour des fiches d'actions du plan. Sur la base de ses connaissances scientifiques et techniques, l'Institut a contribué à l'élaboration d'une quinzaine de fiches. Cette nouvelle version du Plan national de réponse à un accident nucléaire ou radiologique majeur sera finalisée début 2024.

VEILLE ACTIVE

Ukraine : maintenir une veille continue

L'IRSN a mobilisé son organisation de crise dès le lendemain de l'invasion de l'Ukraine par la Russie, survenue le 24 février 2022. Depuis, l'Institut assure un suivi continu de la situation.

Depuis le début de la guerre d'agression de l'Ukraine par la Russie, l'IRSN apporte un conseil scientifique et une assistance opérationnelle aux pouvoirs publics français et aux instances internationales. Comme en 2022, l'Institut a répondu aux questions et sollicitations directes des ministères sur le risque radiologique, et échange régulièrement avec son homologue ukrainien ou l'AIEA.

Ainsi, en 2023, l'IRSN a réévalué à différentes reprises, au vu du temps écoulé depuis l'arrêt des réacteurs, les conséquences potentielles d'un accident de fusion de cœur qui reste toujours possible en cas de perte de l'ensemble des moyens de refroidissement.

Par ailleurs, à la suite de l'endommagement, le 6 juin 2023, du barrage de Kakhovka, situé en aval de la centrale nucléaire ukrainienne de Zaporizhzhya, l'IRSN a évalué les risques de perte des ressources en eau du site et suit désormais régulièrement leur évolution.

Au quotidien, les équipes de l'IRSN maintiennent également un suivi régulier des niveaux de radioactivité notamment en Ukraine et dans les pays limitrophes.

Une synthèse intégrant également les informations issues des instances internationales et un résumé de l'actualité au niveau des médias est maintenue en interne chaque semaine au profit de l'ensemble des équipes de crise.

BRÈVE

UN DISPOSITIF D'ASTREINTE RENFORCÉ

Pour la Coupe du monde de rugby 2023 qui s'est déroulée en France, l'IRSN, en tant qu'expert du risque nucléaire et radiologique, avait renforcé son dispositif d'astreinte de 25 fonctions supplémentaires (cellule santé du CTC, laboratoires fixes de mesure santé et environnement). Ainsi, pendant toute la durée de cet événement sportif majeur, du 8 septembre au 28 octobre, 300 équipiers de crise se sont mobilisés au total afin que, chaque semaine, une équipe de 60 personnes soit prête à intervenir. Un dispositif semblable est prévu pour les Jeux olympiques et paralympiques de Paris 2024.



POST-ACCIDENTEL

OPAL 2.0 : un outil au service des territoires

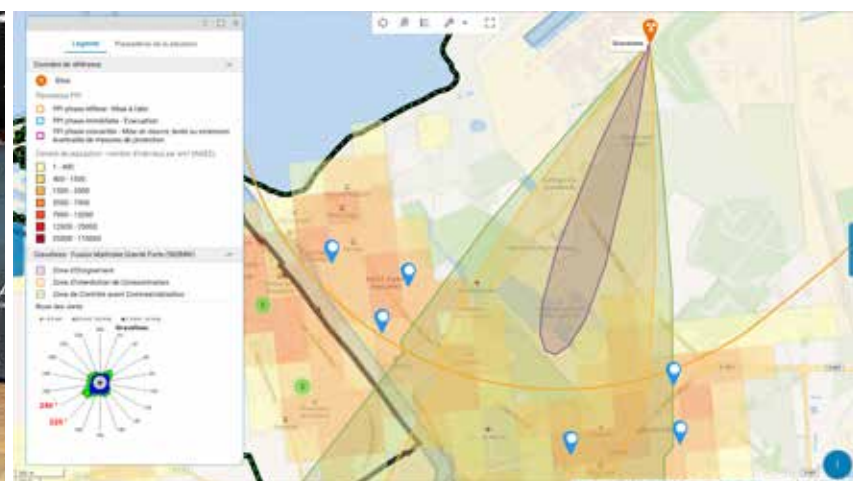
L'outil de sensibilisation aux problématiques post-accidentelles à destination des acteurs locaux, OPAL, a évolué, en 2023, avec une nouvelle version plus riche et plus ergonomique, qui a été testée lors d'un atelier de co-construction.

Fruit de la collaboration entre l'IRSN et l'Anccli depuis 2010, OPAL est destiné aux Cli et aux élus. Cet outil permet de visualiser de manière cartographique les conséquences de scénarios d'accidents de moyenne ampleur en phase post-accidentelle, afin d'anticiper et de se préparer en amont à la gestion à long terme d'un accident.

Le 4 juillet 2023, un atelier participatif a été organisé par l'IRSN Lab, à Fontenay-aux-Roses (Hauts-de-Seine), avec des membres de Cli et de l'Anccli pour tester la nouvelle version d'OPAL (zonage post-accidentel mis à jour, outils de recherche, ergonomie plus fluide, etc.) et recueillir leurs

attentes. À l'issue de cet atelier, une vingtaine de nouveaux besoins utilisateurs ont été identifiés et sont en cours d'intégration.

Le 14 septembre 2023, une journée de sensibilisation aux situations post-accidentelles s'est déroulée à Gravelines (Nord), à l'initiative de la Cli de Gravelines et de l'Anccli. Une cinquantaine de personnes étaient présentes, dont de nombreux entrepreneurs de Dunkerque. L'IRSN y a présenté la nouvelle version d'OPAL qui a servi, à cette occasion, à réaliser des cartes support à la réflexion des participants. La nouvelle version d'OPAL ou « OPAL 2.0 » sera mise en production en 2024.



Un atelier « post-accident » avec des étudiants

Le 9 mai 2023, l'équipe du SPOS s'est rendue à l'Université technologique de Compiègne (Oise) afin de tester un atelier participatif dédié au post-accident avec des étudiants de tous niveaux. Un jeu sérieux a invité ces derniers à discuter des différentes alternatives possibles pour gérer une situation post-accidentelle sur un territoire. Cet atelier s'inscrit dans le projet de recherche Demeterres Mousse coordonné par le CEA dont une partie vise à développer un outil d'aide à la décision pour la gestion post-accidentelle d'un territoire.



[6]

INTERNATIONAL

Diversifier et enrichir les partenariats pour faire progresser la sûreté nucléaire et la radioprotection

De nouvelles opportunités européennes et internationales pour l'IRSN

« L'année 2023 a été marquée par l'accélération, au niveau mondial, de l'intérêt exprimé par de nombreux pays pour le nucléaire et par une attention toute particulière à la technologie des SMR.

L'IRSN a accompagné cette dynamique, en veillant, aux plans scientifique et technique, à la prise en compte des enjeux de sûreté nucléaire liés. Nous avons ainsi pu conforter notre place d'"expert européen du risque radiologique". Les événements organisés en 2023 à la Maison Irène et Frédéric Joliot-Curie à Bruxelles ont permis de renforcer nos relations avec la Commission européenne et l'ensemble de nos partenaires européens. La nomination, au mois de juin dernier, du directeur général de l'IRSN, Jean-Christophe Niel, au poste de président d'ETSON, le réseau européen des TSO, est mise au service du leadership français

en sûreté nucléaire. Par ailleurs, avec notre implication de premier plan dans le projet PIANOFORTE, nous contribuons, avec nos partenaires, à la définition de la stratégie de recherche européenne en radioprotection.

Enfin, au niveau international, l'Institut a poursuivi sa coopération avec l'AIEA, notamment dans le cadre de la guerre en Ukraine et des risques qu'elle fait peser sur les installations nucléaires ukrainiennes, et l'a renforcée dans le domaine de la santé et de la lutte contre le cancer (programme "Rays of Hope"). »

Cyril Pinel

Directeur des affaires européennes et internationales

Contrats internationaux

L'IRSN apporte un appui technique à six organisations de sûreté nucléaire.

Dans les domaines de la sûreté nucléaire et de la radioprotection, en 2023, l'IRSN a répondu à quatre appels d'offres pour l'Asie du Sud-Est (ASEAN), la Turquie, la Bulgarie et l'Ukraine, et a remporté les deux derniers. D'une durée de six mois, le contrat avec l'autorité de sûreté bulgare porte sur des études de sûreté de réacteurs VVER. Quant à celui avec l'Ukraine, il s'inscrit dans la continuité des précédents, financés par la Commission européenne. L'IRSN collabore en effet avec l'Ukraine depuis une dizaine d'années maintenant. Par ailleurs, l'IRSN était déjà impliqué, cette année, dans quatre contrats pluriannuels de prestations d'expertise au bénéfice de la *Nuclear Safety Clearinghouse* (animée par le Centre commun de recherche de la Commission européenne), de l'Irak, de la Norvège et des Pays-Bas. Ces contrats d'expertise illustrent l'excellence scientifique et technique de l'IRSN, ainsi que son engagement et son rayonnement international. D'autre part, comme chaque année, l'Institut a également instruit en 2023 les dossiers de vente de licences de codes de calcul développés en interne, en particulier le code ASTEC. Ce dernier permet de simuler l'ensemble des phénomènes qui interviennent au cours d'un accident de fusion du cœur d'un réacteur refroidi à l'eau.



Jean-René Jourdain

Directeur délégué au développement commercial international

« La Business Unit Développement commercial à l'international contribue au rayonnement international de l'IRSN en exportant l'approche et le savoir-faire français en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection. Les activités de cette unité contribuent également, au travers de contrats internationaux, à maintenir des compétences rares au sein de l'Institut (par exemple, la connaissance des réacteurs VVER très répandus dans le monde) et d'acquérir de nouvelles compétences. Elles participent également à la formation des jeunes experts de l'Institut. »

10 COLLABORATEURS

au sein de la BU-DCI.

11 RÉPONSES

à des appels d'offres internationaux depuis janvier 2021, avec un taux de succès de 50 %.

L'IRSN participe à la Conférence générale de l'AIEA

Du 25 au 28 septembre 2023, le directeur général de l'IRSN, Jean-Christophe Niel, a conduit la délégation de l'Institut participant à la 67^e Conférence générale de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), à Vienne en Autriche.

Les risques pour la sûreté nucléaire induits par la guerre en Ukraine étaient au cœur des préoccupations, ainsi que l'intérêt croissant de nombreux pays pour l'énergie nucléaire. Jean-Christophe Niel a pu s'entretenir avec le directeur général de l'AIEA, Rafael Mariano Grossi, pour évoquer la coopération de l'Institut avec le centre de crise de l'Agence (IEC), et la contribution de l'Institut au programme *Rays of Hope* de lutte contre le cancer. L'IRSN sera d'ailleurs labellisé en 2024 par l'AIEA pour son offre de formation sur cette thématique.

Par ailleurs, Jean-Christophe Niel s'est entretenu en bilatéral avec les dirigeants des principaux partenaires étrangers de l'Institut et, en tant que président d'ETSON, avec la Commission européenne, WENRA et Lydie Evrard, directrice

générale adjointe de l'AIEA chargée de la sûreté et de la sécurité nucléaires. Lors du forum INSAG organisé en marge de la Conférence, il est intervenu sur le thème *Resilience to strengthen safety* et des experts de l'IRSN ont participé à d'autres événements parallèles dédiés notamment à la crise ou aux SMR.



Émirats arabes unis : une coopération renouvelée

Lors de la Conférence générale de l'AIEA en septembre 2023, l'Autorité de sûreté émiratie (FANR) et l'IRSN ont renouvelé leur accord-cadre de coopération. À cette occasion, ils ont pu partager le succès du projet MORAD, programme d'étude de dispersion atmosphérique des radio-nucléides. Ce programme, qui implique aussi l'université Khalifa, a démarré en 2018 dans le cadre de la mise en service progressive de la centrale nucléaire de Barakah. Le dernier atelier de cette collaboration s'est tenu les 9 et 10 octobre 2023 à Abu Dhabi où a notamment été discutée la perspective d'un nouveau programme de collaboration.



Conférence ETSON

Les 11 et 12 octobre 2023, Jean-Christophe Niel a participé à la deuxième conférence ETSON^[1], organisée à Bruxelles par BEL V, l'homologue belge de l'IRSN. L'occasion pour la quarantaine de participants des 15 membres du réseau européen d'échanger sur les principaux enjeux, dans un contexte particulier pour les acteurs de la sûreté. L'IRSN y a présenté ses actions en lien avec l'ouverture à la société, la stabilité du corium et les différents travaux en cours dans les groupes techniques d'ETSON.

[1] Intitulée « TSO Challenges in a Rapidly Evolving Environment ».

BREVES

UNE FORMATION DE POINTE

L'AIEA fait régulièrement appel à des experts de l'IRSN pour assurer des formations de pointe dans le domaine de la gestion médicale et sanitaire des urgences radiologiques et nucléaires. Dernier exemple en date en mai 2023 à la centrale nucléaire de Barakah, aux Émirats arabes unis. Regroupant médecins, infirmières et physiciens, la formation s'est notamment appuyée sur des exemples d'accidents d'irradiation et des exercices pratiques de procédures de décontamination.

SIGNATURE D'UN PROTOCOLE D'ENTENTE AVEC L'UKRAINE

Du 11 au 14 septembre 2023, l'IRSN a reçu la visite de Ihor Shevchenko, directeur du « Centre scientifique et technique pour la sûreté nucléaire et radiologique » (SSTC NRS) de l'Ukraine. L'opportunité pour Jean-Christophe Niel de signer avec lui un protocole d'entente, renforçant la coopération dans de nombreux domaines (situations d'urgence, code ASTEC, etc.), tandis que l'agression à laquelle fait face l'Ukraine continue de menacer la sûreté de ses installations nucléaires.

L'EXPERTISE DE L'IRSN UNE NOUVELLE FOIS RECONNUE DANS LES INSTANCES INTERNATIONALES

2023 aura marqué la reconnaissance, à l'international, de la qualité de l'expertise française. La nomination de Jean-Christophe Niel au titre de membre du Groupe consultatif international pour la sûreté nucléaire (INSAG) a été renouvelée le 24 mars par l'AIEA, jusqu'en 2026. Il a également été élu le 14 juin président d'ETSON, le réseau européen des organismes techniques de sûreté nucléaire. En parallèle, le 24 août, Louis-Michel Guillaume, directeur général adjoint, a été reconduit en tant que membre du Groupe de conseil sur la sécurité nucléaire AdSec, à l'AIEA, pour trois ans.

L'IRSN CERTIFIÉ PAR L'AUTORITÉ DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE POLONAISE

Le 11 juillet 2023, le directeur de la stratégie s'est rendu à Varsovie pour la signature officielle de la certification de l'Institut auprès de l'Autorité de sûreté nucléaire polonaise (PAA). Signe d'un partenariat renforcé, ce référencement offre la possibilité à l'IRSN d'être désormais consulté par la PAA en tant que support technique et scientifique afin d'évaluer la sûreté des futures installations nucléaires en Pologne.



MISE EN LUMIÈRE DE LA RECHERCHE DE L'IRSN À BRUXELLES

Membre permanent de la Maison Irène et Frédéric Joliot-Curie, passerelle entre la recherche française et les institutions européennes, l'IRSN y a organisé plusieurs événements en 2023 : une rencontre le 13 septembre sur la sûreté des SMR, mettant en avant l'installation PASTIS, et un événement le 8 décembre sur la contribution du projet ASTEC aux ambitions de la Commission européenne dans le domaine de la sûreté nucléaire^[1].

[1] Voir également « Lutte contre le cancer : vers une meilleure utilisation des rayonnements ionisants », chapitre 1.

Entretenir une collaboration soutenue avec le Japon

L'année 2023 a été marquée par deux rencontres majeures entre l'IRSN et le Japon.

La sûreté des installations du cycle du combustible et le site nucléaire de Fukushima-Daiichi ont fait partie des sujets majeurs qui ont été abordés.

Dans le cadre de la coopération franco-japonaise, un séminaire à distance a été organisé les 24 et 25 janvier 2023 afin que le pôle Sûreté nucléaire de l'IRSN puisse échanger avec son homologue japonais (NRA) et l'Agence de l'énergie atomique japonaise (JAEA). Principal objectif : évoquer la sûreté des installations du cycle du combustible. Au total, une trentaine de collaborateurs ont ainsi partagé l'actualité des installations de chacun des deux pays, les difficultés rencontrées, les expertises en cours et l'avancement de leurs programmes de R&D en support à l'évaluation des rejets.

Des enjeux communs

Quelques mois plus tard, l'IRSN a reçu, les 26 et 27 juin, une délégation japonaise composée de membres de la NRA et de représentants de l'université technologique de Nagaoka (NUT). Ils ont pu discuter des collaborations possibles quant à l'analyse de l'explosion survenue dans le réacteur n° 3 de la centrale de Fukushima-Daiichi. La réalisation d'essais de combustion complémentaires à ceux que la NRA met en œuvre avec la NUT a notamment été évoquée. Ils pourront être effectués par le laboratoire ICARE du CNRS à Orléans. Ainsi, par leur diversité, l'ensemble des échanges entre l'IRSN et ses homologues japonais illustre la constance de leur coopération, et ce, dans tous les domaines d'expertise de l'Institut.



LES RENCONTRES INTERNATIONALES LYCÉENNES DE LA RADIOPROTECTION

L'édition 2023 de ces Rencontres s'est déroulée les 23 et 24 mai au CEA de Marcoule (Gard). 93 lycéens et leurs professeurs, venant de France, du Japon et de Moldavie, ont présenté leurs travaux et leurs ateliers scientifiques dans le domaine de la radioprotection. Une belle occasion de démontrer leur implication et de partager leurs recherches, co-construites, sur la base du volontariat, durant l'année avec leurs professeurs et des experts, notamment de l'IRSN, par exemple, sur l'effet des irradiations sur les cellules.

ACCUEIL D'UNE DÉLÉGATION DU CENTRE COMMUN DE RECHERCHE DE LA COMMISSION EUROPÉENNE

À la suite d'une invitation lancée par l'IRSN en novembre 2022, une délégation du Centre commun de recherche (CCR) de la Commission européenne – emmenée par son directeur général adjoint, Bernard Magenhann, et sa directrice sûreté-sécurité, Ulla Engelmann – s'est rendue à Cadarache (Bouches-du-Rhône), le 16 octobre 2023. Au programme : visite des plateformes de recherche en sûreté et présentation des activités et des projets de l'IRSN dans ce domaine, avec un point particulier sur le code ASTEC et le projet PASTIS.





DIRECTIONS FONCTIONNELLES

Piloter la performance et être utile à la société

La transformation de l'IRSN s'est poursuivie

« Bien que l'année 2023 ait été particulière, principalement rythmée par le projet de fusion entre l'IRSN et l'ASN, et marquée par une augmentation du *turn-over* dans nos effectifs, le bilan reste positif. D'abord, dans le domaine de la valorisation et du partage des connaissances, le *digital learning*^[2] s'est étoffé et l'École du management a été lancée à la rentrée. Nous avons aussi initié, pour 2024, un partenariat avec l'Université des métiers du nucléaire. Les communautés de pratiques ont, quant à elles, poursuivi leur développement et connaissent un vrai succès ! Ensuite, nous avons construit et publié notre feuille de route du numérique responsable pour les cinq prochaines années. Et un certain nombre de projets emblématiques de notre transformation numérique ont été achevés : conservation des données, refonte de l'application SISERI, nouveau site web, etc. Par ailleurs, la fonction RH a été réorganisée autour de trois grands

enjeux : l'emploi et l'attractivité (avec la professionnalisation du processus de recrutement dans un marché de l'emploi tendu), la GPEC (avec la mise en place d'un nouveau référentiel des métiers) et la QVCT (avec la renégociation de l'accord de télétravail et le déploiement de la démarche de prévention des risques psychosociaux). Quant à la RSE, elle représente un des sujets majeurs de la transformation de l'institution publique, donc de l'IRSN, où elle est présente à tous les niveaux. Enfin, l'IRSN Lab a accompagné et accéléré de nombreux projets, cette année : il est définitivement ancré dans la culture de l'Institut. »

[2] Apprentissage numérique.

Michel Enault

Directeur de la transformation

COMMUNICATION, INFORMATION ET PÉDAGOGIE

Communication digitale : importantes évolutions pour le site web de l'IRSN

Une refonte complète du site web www.irsn.fr

Lancée le 16 mars 2023, cette nouvelle version enrichie de contenus offre un design plus moderne, une navigation plus intuitive et une compatibilité *responsive* pour une consultation optimale sur ordinateur, tablette et smartphone. La page d'accueil met en avant, en textes et en vidéos, les contenus récents et les « Grands dossiers » de l'Institut. Des rubriques thématiques permettent un accès par thème (environnement, santé, sûreté...) aux nombreux contenus disponibles. Une nouvelle section, dédiée à la recherche, permet de découvrir les laboratoires, projets et installations. Le site conserve sa base de connaissances, riche en contenus pédagogiques, en infographies, en podcasts et en vidéos pour faciliter la compréhension du public.

Dans la foulée, la version anglaise en.irsn.fr a été mise en ligne.

Repères, un magazine désormais 100 % numérique, à lire sur reperes.irsn.fr

La vocation de *Repères*, le magazine de l'IRSN, est de donner aux professionnels et au grand public des clés de compréhension concernant la sûreté et la sécurité nucléaires, et la radioprotection, avec une approche pédagogique de la prévention des risques. Le magazine décrypte les actualités liées à ces enjeux et relaie les actions de l'Institut dans ces domaines.

Les habitudes de lecture évoluant, *Repères* est devenu, en novembre 2023, un média 100 % numérique, conçu lui aussi en *responsive design*. S'il offre une nouvelle expérience de lecture, l'esprit du magazine reste le même, privilégiant un traitement pédagogique des sujets.

www.irsn.fr
<https://reperes.irsn.fr/>

BREVE

MESURER LA RADIOACTIVITÉ : UNE NOUVELLE SÉRIE DE VIDÉOS PÉDAGOGIQUES

Quelle est la différence entre le Gray, le Sievert et le Becquerel ? Comment l'IRSN mesure la radioactivité dans l'environnement et chez l'être humain ? Des questions du public sont posées quotidiennement à l'IRSN sur la mesure de la radioactivité. Pour y répondre, dans le cadre de sa mission d'information, l'Institut a publié neuf vidéos pédagogiques de chercheurs et d'experts qui s'expriment dans leur domaine scientifique et technique.

YouTube @IRSNvideo



À la rencontre du grand public

Informier et sensibiliser le grand public aux enjeux liés aux risques nucléaires et radiologiques est l'une des missions de l'Institut. Zoom sur les principales actions menées en 2023.

Du 6 au 16 octobre, l'Institut s'est de nouveau mobilisé pour la Fête de la science. Des expertes du service d'études et d'expertise en radioprotection de l'IRSN ont participé à l'émission de la chaîne L'Esprit sorcier, « Science en direct », sur le thème des examens diagnostiques impliquant de la radioactivité. De plus, l'Institut a, cette année encore, ouvert les portes de son site du Vésinet (Yvelines). Environ 700 personnes sont venues rencontrer les experts de l'IRSN et découvrir leurs activités. L'Institut a participé à de nombreux événements sur tout le territoire : Festival « Dans les bras du Rhône » avec la visite de la station de surveillance radiologique de l'environnement d'Arles, Science dans les classes, ateliers dans les Villages des sciences à Nantes (Loire-Atlantique), Cherbourg (Manche) et Manosque (Hautes-Alpes).

Nouveauté cette année : à l'occasion des 60 ans du Laboratoire de radioécologie de Cherbourg, l'IRSN a accueilli le public, le 24 juin, lors d'une journée découverte en plein centre de la ville.



DECLICS

L'IRSN a participé pour la première fois aux *Dialogues entre chercheurs et lycéens pour les intéresser à la construction des savoirs* (DECLICS). Sept scientifiques de l'Institut ont rencontré, le 14 décembre, des lycéens de Clamart (Hauts-de-Seine), lors d'un *speed meeting*.

Gagner en impact

En 2023, l'IRSN a poursuivi son partenariat avec le magazine *Pour la science* et en a lancé un nouveau avec l'émission « Science en questions » de la chaîne L'Esprit sorcier TV.

Depuis 2020, l'IRSN collabore avec le magazine grand public *Pour la science*, imprimé à 55 000 exemplaires, afin de toucher un autre type de lectorat et élargir le public-cible de l'Institut. Quatre sujets ont été traités en 2023 : « Comment réduire le risque de submersion marine des centrales nucléaires ? », « Comprendre et prévenir la fusion du cœur d'un réacteur nucléaire », « Mieux estimer l'exposition aux radiations du personnel navigant » et « Réduire le risque d'explosion d'hydrogène lors d'un accident nucléaire ». À chaque fois, ces articles de trois pages valorisent des travaux de recherche de l'Institut. Ce partenariat positif sera poursuivi en 2024.

L'Esprit sorcier TV

Et pour la première fois, l'IRSN a été partenaire de l'émission « Science en questions » diffusée le mercredi à 19h sur la chaîne L'Esprit sorcier TV. Cette chaîne destinée aux familles a été lancée officiellement en décembre 2022. L'Institut a ainsi participé à trois premières émissions de 50 min environ et fait intervenir dans chacune d'entre elles deux de ses experts : « Nucléaire, comment éviter la catastrophe ? », « On baigne dans la radioactivité » et « Les effets de la radiothérapie ». Également disponibles sur YouTube, ces émissions comptabilisent entre 2 800 et 5 600 vues.

Retrouvez les émissions
« Science en questions »
sur la chaîne YouTube
de L'Esprit sorcier TV



BRÈVE

TOUS RÉSILIENTS FACE AUX RISQUES

La journée nationale « Tous résilients face aux risques », portée par le ministère de la Transition écologique, s'est déroulée le 13 octobre 2023 pour sensibiliser la population aux risques majeurs naturels et industriels, et développer une résilience collective. À cette occasion, l'Institut a mené, durant trois semaines, une campagne de communication sur les réseaux sociaux en valorisant des contenus pédagogiques, notamment l'exposition « Radioactivité » consacrée au nucléaire et à la radioprotection.

BRÈVE

ENQUÊTE SUR LA PERCEPTION DES RISQUES ET DE LA SÉCURITÉ PAR LES FRANÇAIS

Le baromètre IRSN suit depuis plus de 30 ans la perception des risques et de la sécurité par les Français. L'édition 2023 (enquête 2022) a été publiée le 19 juin. Parmi les points saillants à noter : les risques climatiques sont perçus comme plus élevés (+16 points par rapport à 2021) et l'opinion favorable des Français pour le nucléaire augmente. Ils sont 50 % (+6 points) à déclarer qu'il faut continuer à construire des centrales nucléaires.

<https://barometre.irsn.fr>



Participation très active de l'IRSN aux 40 ans de l'OPECST

À l'occasion de son 40^e anniversaire, l'OPECST a organisé plusieurs manifestations à l'Assemblée nationale et au Sénat afin d'illustrer le lien entre science et politique. Du 7 au 13 juillet 2023, une exposition a réuni, aux côtés de l'IRSN, une douzaine d'organismes

scientifiques. Cet événement a été l'occasion pour l'Institut de faire (re)découvrir la diversité de ses activités, de façon pédagogique et interactive, aux parlementaires et aux citoyens, qui ont pu échanger avec la trentaine de collaborateurs présents sur le stand.

À LA RENCONTRE DES JEUNES TALENTS

Pour valoriser ses métiers et continuer à constituer le vivier de ses futurs collaborateurs, l'IRSN a participé, en 2023, à de nombreux forums et salons (Forum Horizon Chimie et Forum Trium^[1] à Paris en octobre, salon Paris pour l'emploi en novembre...). L'Institut est aussi allé à la rencontre de nombreux étudiants d'écoles d'ingénieurs (INSA, INSTN, Grenoble - INP Phelma...). Enfin, nouveauté 2023, une campagne de recrutement d'alternants a été lancée en mai et relayée sur les réseaux sociaux.

[1] Le Forum Trium est le forum étudiants-entreprises organisé par et pour les étudiants des Mines Paris-PSL, de l'École des PontsParisTech, de l'ENSTA et de l'ENSAE.



CAPITAL HUMAIN

L'IRSN dévoile sa marque employeur

En avril 2023, à l'issue d'un travail mené conjointement par les directions de la communication et de la transformation avec les salariés, l'IRSN a révélé sa marque employeur.

Avec plus de 50 métiers et près de 1 800 collaborateurs, l'IRSN possède de nombreuses compétences. Dans un secteur en pleine croissance, liée au plan de relance du gouvernement, le marché de l'emploi est particulièrement tendu et concurrentiel. Les besoins sont nombreux : en 2023, l'Institut a programmé 170 recrutements. Dans ce contexte où l'engagement et le sens de l'action sont essentiels pour attirer et fidéliser, valoriser ses métiers auprès de la jeune génération et former massivement sont devenus des priorités.

Avec nous, faites rayonner vos talents !

Recrutement, attractivité et fidélisation des talents : pour répondre à ces enjeux, l'IRSN a lancé sa marque employeur en avril 2023. Deux campagnes de communication ont été menées. La première reposait sur la définition de cinq piliers : la mission de l'Institut, la fierté de se sentir utile, la réciprocité, la responsabilité sociale et l'ambition de rayonner. La deuxième s'est traduite par des portraits vidéos de collaborateurs partageant leur parcours et leur expérience professionnelle au sein de l'Institut. Pour une large visibilité, ces campagnes de communication ont été relayées sur les réseaux sociaux.

Gueules de l'emploi

Pour donner plus de visibilité à sa marque employeur, l'IRSN a participé, en novembre 2023, à l'exposition digitale « Gueules de l'emploi ». En associant un objet, symbole d'un métier, à chaque personne photographiée par l'artiste Christophe Duron, l'Institut donne à voir l'utilité de ses métiers. Objectifs ? Montrer sa richesse humaine, faire connaître ses métiers et mettre en avant des femmes et des hommes de tous horizons, fiers de leur Institut.

Voir l'exposition
en ligne en flashant
ce QR code.



L'IRSN partenaire de l'Université des métiers du nucléaire

En 2023, une convention de partenariat a été élaborée entre l'Université des métiers du nucléaire (UMN) et l'IRSN. L'Institut avait d'ailleurs participé, en mars, à la toute nouvelle Semaine nationale des métiers du nucléaire, co-organisée par l'UMN et Pôle emploi. L'IRSN est également intervenu, à la demande de l'UMN, dans des écoles d'ingénieurs pour sensibiliser les étudiants à la sûreté et à la radioprotection. Ses offres d'emploi seront bientôt relayées sur le portail de l'UMN^[2] et gagneront ainsi en visibilité.

[2] monavenirdanslenucleaire.fr.

TRANSFORMATION ET RÉORGANISATIONS

Le 16 janvier 2023, une nouvelle direction déléguée aux ressources humaines a été mise en place au cœur du pilotage stratégique de l'Institut afin de renforcer le déploiement de sa politique d'attractivité et de fidélisation des talents.

Le pôle santé-environnement a, lui aussi, mis en place une nouvelle organisation de la direction de l'environnement au 1^{er} juillet 2023. Cette réorganisation vise à rapprocher les équipes d'experts et de chercheurs, notamment sur les thématiques de la santé environnementale et des transferts de radionucléides dans les milieux.

NUMÉRIQUE

L'IRSN poursuit sa transformation numérique

Le programme de transformation numérique (PTN) regroupe des projets emblématiques de la transformation numérique de l'Institut, dans le cadre d'une trajectoire budgétaire soutenable et d'une gouvernance au plus haut niveau.

Sur les 29 projets inscrits au PTN en 2022, huit ont été achevés en 2023, dont la refonte de deux outils majeurs des missions régaliennes de l'Institut (SISERI et ICEBERG), la finalisation de la plateforme intégrée pour la gestion RH, ainsi que trois projets socles pour la gouvernance des données et le déploiement de la stratégie Data.

Déploiement de la stratégie Data

La feuille de route pour la valorisation des données scientifiques et techniques de l'Institut au service de ses missions s'est poursuivie en 2023 : la politique institutionnelle sur l'*open data* a été définie et le comité de gouvernance des données est désormais opérationnel. L'accompagnement au changement s'est notamment concrétisé par la mise en place d'un réseau de référents de proximité pour la gestion des données de la recherche, l'animation de la communauté DATAVAL et l'organisation d'une semaine de la donnée, du 9 au 17 octobre.

Développement des compétences et management des connaissances

Dans le domaine de la formation, une nouvelle École du management a été lancée en 2023, avec plusieurs parcours d'apprentissage venus compléter l'offre de l'Université interne.

De nouveaux modules de formation ont ainsi été créés sur le fonctionnement de l'Institut (RSE, qualité, chaîne de la dépense...). Par ailleurs, les formations en *e-learning* se sont développées (70 modules disponibles) et connaissent un grand succès auprès des salariés. Cette année, une réflexion a aussi été amorcée sur la quinzaine de communautés de pratiques qui se sont constituées depuis 2021 afin d'améliorer leur performance.

Enfin, pour faciliter encore davantage l'accès aux connaissances, l'IRSN a repensé l'interface utilisateur de son moteur de recherche ASK, qui permet d'accéder à plus de 700 000 documents. Optimisée grâce aux retours d'utilisateurs, la nouvelle version d'ASK est sortie début décembre.

BRÈVE

AVANCÉES EN MATIÈRE DE DATASCIENCE

La capacité à déployer et à maîtriser l'usage de la *datascience* à l'Institut constitue un enjeu d'efficience et de confiance dans la réalisation de ses missions. La mise à disposition d'une plateforme « *low code / no code* » de *datascience* et l'accompagnement de son usage pour en tester l'apport dans les projets métiers, la mise en place d'une offre de formation en *datascience* adaptée aux problématiques de l'IRSN, ainsi que la structuration d'un réseau de référents en *datascience* sont autant d'actions menées en 2023.

ÉTHIQUE ET DÉONTOLOGIE

L'IRSN se dote d'une nouvelle charte

Publiée en mars 2023, cette charte a pour objectif de mieux ancrer l'éthique et la déontologie dans les métiers de l'Institut, y compris en situation de crise ou d'urgence.

Construite avec les membres de la Commission d'éthique et de déontologie, elle couvre les différentes dimensions éthiques contemporaines^[3], ainsi que les enjeux déontologiques auxquels l'IRSN est confronté dans le cadre de ses missions : la rigueur scientifique, l'indépendance, l'intégrité, l'impartialité et le conflit d'intérêts. En 2024, un guide des bonnes pratiques sera décliné des principes énoncés dans cette charte.

[3] Éthique sociale, environnementale, de la recherche, biomédicale, de l'expérimentation animale, économique.

Consultez la charte d'éthique et de déontologie.



AGIR ENSEMBLE

En 2023, le déploiement de la politique RSE de l'IRSN s'est notamment concrétisé par des actions visant la sobriété énergétique, la mobilité durable et le numérique responsable. Afin de sensibiliser largement les salariés aux enjeux de la RSE, des actions ont été organisées sous plusieurs formats : appel à idées en matière de sobriété énergétique, *e-learning* RSE, formation des managers, défis, *serious game* et Fresque du climat. Cet enjeu d'engagement des salariés s'est également traduit dans le nouvel accord d'intéressement de l'Institut prévoyant une participation à ces actions à hauteur de 20 % des effectifs, qui a été atteinte en 2023. Enfin, lors de la Semaine européenne du développement durable, du 18 septembre au 8 octobre, les salariés ont pu échanger autour des actions menées sur les sites en matière de mobilité douce, de sobriété numérique, de biodiversité ou encore de réduction de l'impact environnemental.

RESPONSABILITÉ SOCIALE
DES ENTREPRISES

Valérie Marchal

Déléguée RSE

« En 2020, l'IRSN a formalisé sa politique RSE dans une feuille de route à horizon 2023. Le bilan des trois dernières années montre la diffusion et la prise en compte des enjeux de la transition écologique tant au niveau fonctionnel qu'opérationnel. La dynamique portée par la communauté de pratique RSE et la multiplication des unités engagées dans des démarches bas carbone en témoignent. Surtout, cette transformation est intégrée à la gouvernance de l'Institut avec une contribution active des salariés, et c'est l'une des clés de son dynamisme ! »

Numérique responsable :
la D3NSI remporte
le trophée Green Infra

Campagnes de sensibilisation, nombre d'équipements minimisé, réemploi solidaire des ordinateurs portables avec l'entreprise adaptée Ecodair, économie circulaire, bonnes pratiques, rationalisation des espaces de stockage de données, fusion d'applications... : la feuille de route Numérique responsable de l'IRSN croisant les enjeux de la stratégie numérique et de la RSE a été publiée au début de l'année 2023. Quelques mois plus tard, le 19 juin, lors de la remise des prix TopTech^[1], l'Institut, au travers de sa direction en charge du numérique, remportait le Trophée DSI Green Infra, confirmant ainsi son engagement exemplaire en faveur du numérique responsable.

[1] Organisés à Paris par le magazine L'Informaticien, les prix TopTech récompensent les meilleurs projets IT de l'année (performance, innovation, impacts environnementaux et sociaux).

PATRIMOINE

Le futur bâtiment HQE
prend forme à Cadarache

Financée par le programme France Relance, la construction du futur bâtiment tertiaire à Cadarache a bien avancé en 2023.

Ce bâtiment bioclimatique moderne, certifié Haute qualité environnementale (HQE), porte la forte ambition environnementale de l'IRSN avec un impact réduit de moitié et des émissions de gaz à effet de serre très faibles. Il regroupera plus de 200 collaborateurs de 14 entités différentes sur 5 400 m². En attendant leur emménagement en décembre 2024, les personnels ont été impliqués tout au long du projet pour préparer leur future installation.



GOUVERNANCE

Conseil d'administration au 1^{er} décembre 2023

Missions

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

Membres

Une députée

Natalia Pouzyreff, députée des Yvelines

Un sénateur

Stéphane Piednoir, sénateur de Maine-et-Loire

Dix représentants de l'État

Christian Dugué, inspecteur pour la sécurité nucléaire de la Direction générale de l'armement, représentant le ministre chargé de la Défense

Benoît Bettinelli, 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

Guillaume Bouyt, 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

Arnaud Gillet, 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

Anne Audic, sous-directrice des conditions de travail, santé et sécurité à la Direction générale du travail, représentant le ministre chargé du Travail

Arnaud Wieber, chef de bureau de l'énergie, des participations, de l'industrie et de l'innovation à la Direction du budget, représentant le ministre chargé du Budget

François Bugaut, 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

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'Edenkia, 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

Patrick Dufour, contrôleur général des armées à la retraite, sur proposition du ministre chargé de la Défense

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

Huit représentants du personnel

Patrick Lejuste, CGT

Léna Lebreton, CGT

Philippe March, CGT

Amokrane Allaoua, CGT

Thierry Fleury, CFDT

Valérie Bruno, CFDT

Vincent Chevalier, CFDT

Sandrine Roch-Lefevre, CFE-CGC

Six 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 de l'IRSN

Louis-Michel Guillaume, directeur général adjoint de l'IRSN, délégué pour les missions relevant de la Défense

Isabelle Flory, agente comptable de l'IRSN

Cédric Gomez, secrétaire du comité social et économique de l'IRSN

Conseil scientifique au 1^{er} décembre 2023

Missions

Le conseil scientifique donne un avis sur les programmes de l'IRSN. Il évalue leurs résultats et peut ainsi formuler des recommandations sur l'orientation des activités. 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. Son avis peut être sollicité sur toute question ou réalisation engageant l'IRSN.

Le conseil scientifique se réunit deux fois par an en réunion plénière et peut également se réunir à sa convenance en formation plus restreinte, éventuellement élargie à des experts extérieurs, afin d'examiner plus précisément un thème ou un programme de recherche.

Membres

Robert Barouki, professeur de biochimie à l'Université de Paris, directeur de l'unité Inserm T3S « Toxicité environnementale, cibles thérapeutiques, signalisation cellulaire et biomarqueurs », chef de service de biochimie métabolomique et protéomique à l'hôpital Necker-Enfants Malades, président du conseil scientifique

Jean-Christophe Amabile, médecin chef des services, professeur agrégé du Val-de-Grâce, directeur du service de protection radiologique des armées

Christine Argillier, directrice de recherche et directrice scientifique adjointe du département AQUA de l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement

Bernard Bonin, conseiller scientifique auprès de la Direction des énergies du Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives

Alain Kaufmann, directeur du Collaboratoire, unité de recherche-action, collaborative et participative de l'Université de Lausanne (Suisse)

Louis Laurent, directeur des études et recherches à l'Institut national de recherche et de sécurité (INRS) pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles

Elsa Merle, professeur des Universités à l'École d'ingénieurs Phelma de l'Institut Polytechnique de Grenoble

Michèle Sebag, directrice de recherche au Centre national de la recherche scientifique, Laboratoire interdisciplinaire des sciences du numérique de l'Université Paris-Saclay

Pierre Toulhoat, président du pôle environnement et changement climatique de l'Académie des technologies

Marc Verwerft, chef de groupe matériaux combustibles nucléaires au *Studiecentrum voor Kernenergie* / Centre d'étude de l'énergie nucléaire, fondation d'utilité publique, SCK CEN (Belgique)

Denis Veynante, directeur de recherche au Centre national de la recherche scientifique, laboratoire énergétique moléculaire et macroscopique, combustion de Centrale-Supélec, directeur-adjoint de la direction des données ouvertes de la recherche du Centre national de la recherche scientifique

Comité d'orientation des recherches en sûreté nucléaire et en radioprotection au 1^{er} décembre 2023

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.

Membres

Pouvoirs publics

Représentants des ministères de tutelle

Martin Rémondet, service de la recherche et de l'innovation, ministère de la Transition écologique

Général Nicolas Leverrier, inspecteur de l'armement nucléaire, inspection de l'armement, ministère des Armées

Xavier Averty, chargé de mission au bureau politique publique et tutelle, direction générale de l'énergie et du climat, ministère de la Transition écologique

Stéphane Grandjean, chargé de mission énergie nucléaire, direction générale de la recherche et de l'innovation (DGRl), ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche

Représentant de la direction générale du travail

Jean Galvé, chef du bureau des risques physiques, chimiques, biologiques et des maladies professionnelles, direction générale du travail

Représentant de l'Autorité de sûreté nucléaire

Vincent Cloitre, directeur de cabinet du directeur général de l'ASN

Entreprises et associations professionnelles

Philippe Laurent, directeur adjoint à la Direction technique – Lyon, EDF

Patrick Devin, président de la Société française de radioprotection (SFRP)

Émilie Lacroix, directrice sûreté et environnement, Orano

Jean-Marc Simon, professeur associé des universités, praticien hospitalier, service de radiothérapie-oncologie à l'hôpital Pitié-Salpêtrière

Sébastien Crombez, directeur en charge de la sûreté, de l'environnement et de la stratégie filières (DISEF) de l'Andra

Salariés du secteur nucléaire

Représentants des organisations syndicales nationales représentatives

Jean-Paul Cressy, FCE-CFDT

Jacques Delay, CFE-CGC

Patrick Bianchi, CFTC

Olivier Chaumont, FO

Christian Holbé, CGT

Élus

Représentant de l'OPECST

Philippe Bolo, député du Maine-et-Loire

Représentant des Commissions locales d'information (Cli)

Marie-Pierre Mouton, présidente de la CLIGEET (commission locale d'information auprès des grands équipementiers énergétiques du Tricastin)

Représentants de communes accueillant une installation nucléaire, proposé par l'association des maires de France

Bertrand Ringot, maire de Gravelines

Alain Gallu, maire de Pierrelatte

Associations

Jean-Paul Lacote, France Nature Environnement

Guy Kantor, administrateur national de la Ligue contre le cancer

Personnalités qualifiées

Jean-Claude Delalonde, président de l'Association nationale des comités et commissions locales d'information (Anccli)

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

Léna Lebreton, administratrice du conseil d'administration de l'IRSN

Organismes de recherche

Philippe Stohr, directeur de l'énergie nucléaire, CEA

Cyrille Thieffry, chargé de mission pour la radioprotection et les affaires nucléaires, IN2P3, CNRS

Étienne Augé, vice-président adjoint Science ouverte de l'université Paris-Saclay, représentant de France Universités

Vincent Laflèche, directeur de ParisTech

Personnalités étrangères

Christophe Badie, Head of Radiation Effects Department, UK Health Security Agency (UKHSA)

Ted Lazo, ancien chef du programme de protection radiologique à l'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire (AEN)

Personnalités présentes de droit

Vincent Berger, haut-commissaire à l'énergie atomique

Cédric Bourillet, commissaire du gouvernement, représenté par **Benoît Bettinelli**, chef de la mission de sûreté nucléaire et de radioprotection, ministère de la Transition écologique

Jean-Christophe Niel, directeur général de l'IRSN

Robert Barouki, président du conseil scientifique de l'IRSN

Comité d'orientation auprès de la direction de l'expertise nucléaire de Défense (CODEND) au 1^{er} décembre 2023

Missions

Le comité d'orientation placé auprès de la direction de l'expertise nucléaire de défense et de sécurité (DEND) examine le programme d'activité de cette direction au sein du pôle défense, sécurité, non-prolifération de l'IRSN, avant qu'il ne soit soumis au 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 toute recommandation au conseil d'administration relative à ses activités.

Membres

François Bugaut, président du CODEND, délégué à la sûreté nucléaire et à la radioprotection pour les activités et installations intéressant la Défense

Thierry Burkhard, général d'armée, chef d'état-major des armées, représenté par le contre-amiral **Frédéric Dreher**

Emmanuel Chiva, délégué général de l'armement, représenté par l'ingénieur général de l'armement **Christian Dugue**

Christophe Mauriet, secrétaire général pour l'administration du ministère des Armées, représenté par le lieutenant-colonel **Antony Peltier**

Général Nicolas Leverrier, inspecteur des armements nucléaires, représenté par le capitaine de vaisseau **Pierre Suleau**

Mélanie Joder, directrice du Budget du ministère de l'Économie et des Finances, représentée par **Arnaud Wieber**

Guillaume Ollagnier, directeur des affaires stratégiques, de sécurité et du désarmement du ministère de l'Europe et des Affaires étrangères

Anne Blondy-Touret, secrétaire générale, haut fonctionnaire de défense et de sécurité des ministères économiques et financiers, représentée par **Samuel Heuze**

Guillaume Leforestier, haut fonctionnaire de défense et de sécurité du ministre de la Transition écologique, représenté par **Nathalie Domblides**



Commission d'éthique et de déontologie (CED) au 1^{er} décembre 2023

Missions

La commission est une instance consultative 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 la séparation, au sein de l'établissement, entre les missions d'expertise réalisées au bénéfice des services de l'État et celles réalisées dans le cadre de prestations commerciales. Elle a aussi une mission de médiation dans l'éventualité de difficultés d'ordre éthique ou déontologique.

Membres

Françoise Roure, présidente de la commission, 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 (CGE) et membre du comité de l'inspection, docteur de troisième cycle et docteur d'État ès sciences économiques (HDR), discipline « Économie internationale », retraitée

Lionel Bourdon, médecin-chef des services hors classe, professeur agrégé du Val-de-Grâce. Directeur scientifique de l'Institut de recherche biomédicale des armées (IRBA, Brétigny-sur-Orge), directeur de la composante « recherche » du programme de transformation du Service de santé des armées « SSA 2020 », professeur titulaire de la chaire de recherche du Service de santé des armées, retraité

Raja Chatila, professeur émérite de robotique, d'intelligence artificielle et d'éthique à l'Université de la Sorbonne à Paris. Ses recherches couvrent plusieurs aspects de la robotique dans la navigation des robots, la planification et le contrôle des mouvements, les architectures cognitives et de contrôle, l'interaction homme-robot, l'apprentissage automatique et l'éthique. Membre du collège de déontologie du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation ainsi que du conseil scientifique d'Orange

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 d'Aarhus (Nations unies)

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 – autrice de travaux de recherche et d'expertise sur le droit des déchets, des sols, de l'eau, etc. Également membre du GDR NoST (réseau de recherche Normes - Sciences et techniques)

Mauricette Steinfelder, inspectrice générale, membre du Conseil général de l'environnement et du développement durable et de l'Autorité environnementale, retraitée

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 du Conseil général de l'environnement et du développement durable, retraité

Comité ODISCÉ au 1^{er} décembre 2023

Missions

Le comité ODISCÉ – Ouverture et impulsion du dialogue avec la société civile sur l'expertise – est une instance de conseil placée auprès du directeur général, composée d'experts et de référents de la participation. Il a pour objectif de favoriser de nouvelles interactions sciences-société sur l'expertise des risques nucléaires et radiologiques, d'impulser un dialogue régulier et approfondi, en élargissant les publics impliqués.

Membres

Michel Badré, président du comité ODISCÉ, premier président de l'Autorité environnementale et ancien vice-président du CESE, président de la CPDP « Nouveaux réacteurs et projet Penly »

Évelyne Allain, directrice de l'Institut français des formateurs risques majeurs et protection de l'environnement (IFFO-RME)

Isabelle Barthe, commissaire enquêteur, garante de la CNDP et membre de plusieurs CPDP (PNGMDR, Nouveaux réacteurs et projet Penly)

Guillaume Blavette, représentant de France Nature Environnement (FNE)

Anne Chevrel, maîtresse de conférences, consultante en ingénierie de la concertation et directrice de Vox Operatio

Paul Christophe, député du Nord et président de la Cli de Gravelines

Marc Clément, membre de l'Autorité environnementale et vice-président du comité d'application de la Convention d'Aarhus

Élise Courcault, responsable de la mission Démocratie sanitaire & Living Lab de l'INCa

Sébastien Farin, directeur dialogues et prospective de l'Andra

Emmanuelle Jannès-Ober, directrice adjointe de la direction pour la science ouverte de l'INRAE

Cécile Laugier, directrice déléguée en charge de l'environnement et de la prospective auprès de la direction de la production nucléaire d'EDF

Yves Lheureux, directeur de l'Association nationale des comités et commissions locales d'information (Anclli)

Clément Mabi, maître de conférences à l'UTC, spécialiste des relations entre innovation technologique et démocratie, notamment dans ses formes participatives

Alima Marie-Malikit, directrice de cabinet de la direction générale de SPF, en charge de l'ouverture et du dialogue avec la société

Yves Marignac, chef du pôle énergies nucléaire et fossiles de l'Institut négaWatt

Maïté Noé, adjointe au maire de Vinon-sur-Verdon, vice-présidente de la Cli de Cadarache

Christine Noiville, directrice de recherche au CNRS, présidente du HCTISN

Marion Roth, experte en participation citoyenne dans les collectivités, ancienne directrice de Décider ensemble

Yannick Rousselet, consultant indépendant en sûreté nucléaire, représentant Greenpeace France dans les Cli de la Manche

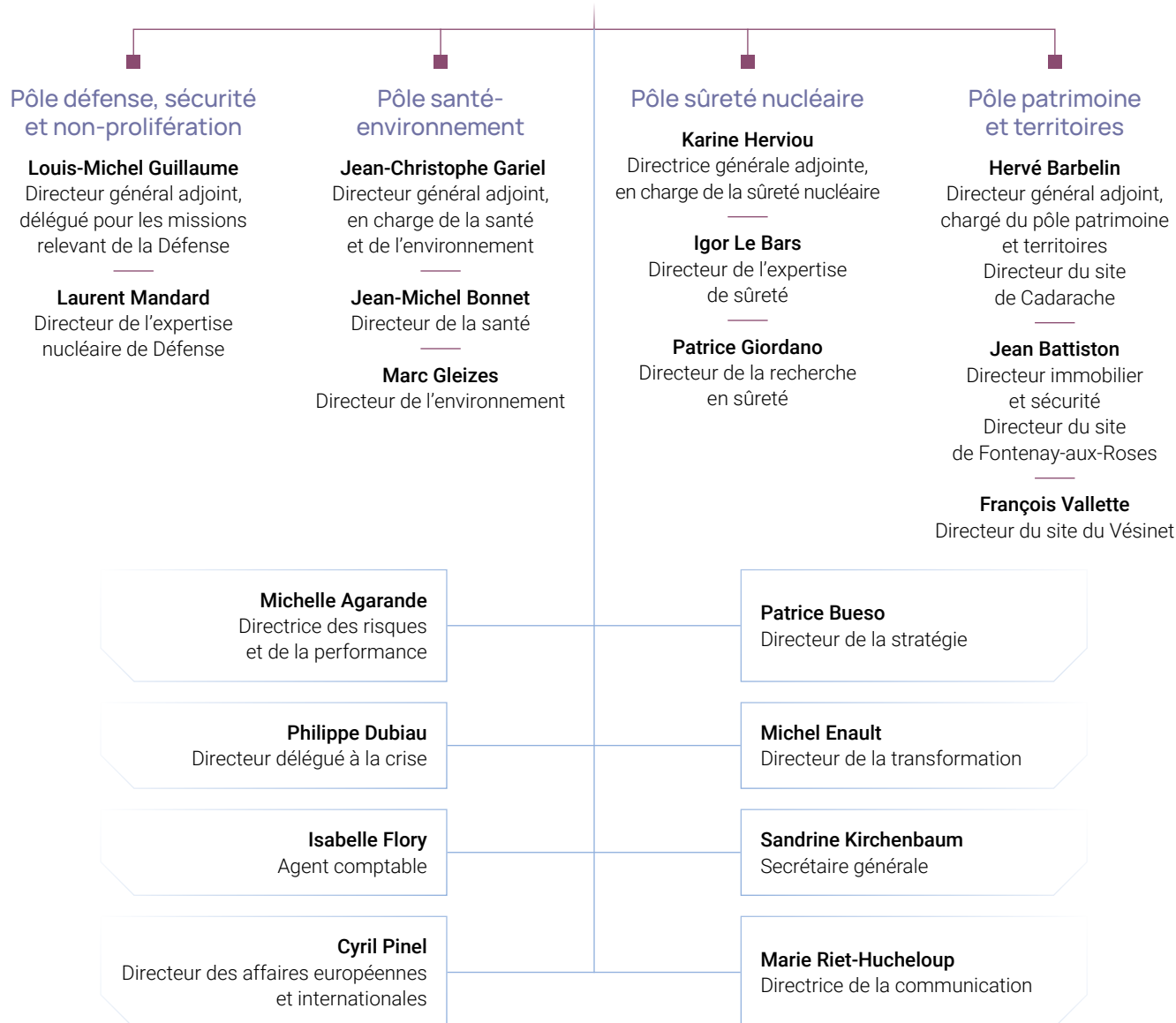
Simon Schraub, docteur en médecine et en sciences sociales, administrateur et vice-président de la Ligue contre le cancer (comité du Bas-Rhin)

Serge Vidal, représentant de la fédération nationale mines-énergie de la CGT

ORGANIGRAMME

Direction générale

Jean-Christophe Niel



De gauche à droite : Marie Riet-Hucheloup, Patrice Bueso, Louis-Michel Guillaume, Philippe Dubiau, Sandrine Kirchenbaum, Michel Enault, Jean-Christophe Niel, Karine Herviou, Jean-Christophe Gariel, Cyril Pinel, Isabelle Flory, Hervé Barbelin, Michelle Agarande

GLOSSAIRE

A

AdSec : *Advisory Group on Nuclear Security* / Groupe consultatif sur la sécurité nucléaire au sein de l'AIEA.
AIEA : Agence internationale de l'énergie atomique.
ANCCLI : Association nationale des comités et commissions locales d'information.
ASEAN : Association des nations de l'Asie du Sud-Est.
ASN : Autorité de sûreté nucléaire.
ASTEC : *Accident Source Term Evaluation Code* / Code d'évaluation du terme source en cas d'accident.

B

BEERAD : Évaluation des effets des rayonnements ionisants sur les abeilles.
BU-DCI : *Business Unit* / Développement commercial à l'international.

C

CCR : Centre commun de recherche de la Commission européenne.
CEA : Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives.
CEA/DAM : Direction des applications militaires du Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives.
CIP : *CABRI international program* / Programme international CABRI.
ClI : Commission locale d'information.
Clis : Comité local d'information et de suivi.
CPDP : Commission particulière du débat public.
CTC : Centre technique de crise de l'IRSN.

D

D3NSI : Direction déléguée au développement numérique et aux systèmes d'information de l'IRSN.
DECLICS : Dialogues entre chercheurs et lycéens pour les intéresser à la construction des savoirs.
DGA : Direction générale de l'armement.

E

EPR : *Evolutionary Power Reactor* / Réacteur nucléaire européen à eau sous pression.
ESARDA : *European Safeguards Research and Development Association* / Association européenne de recherche & développement sur les garanties.
ETSON : *European Technical Support Organizations Network* / Réseau européen des organismes techniques de sûreté nucléaire.
EURAD : *European Joint Programme on Radioactive Waste Management* / Programme commun européen pour la gestion des déchets radioactifs.

G

GPEC : Gestion prévisionnelle des emplois et des compétences.
GRS : *Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit* / Société pour la sûreté des installations et des réacteurs nucléaires d'Allemagne.

H

HCTISN : Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire.
HQE : Haute qualité environnementale.

I

IER : *Institute of Environmental Radioactivity* / Institut de la radioactivité environnementale de l'Université de Fukushima.
INCa : Institut national du cancer.
INRAE : Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement.
INMM : *Institute for Nuclear Materials Management* / Institut pour la gestion des matières nucléaires.
INSA : Institut national des sciences appliquées.
INSAG : *International Nuclear Safety Advisory Group* / Groupe consultatif international sur la sûreté nucléaire au sein de l'AIEA.
INSTN : Institut national des sciences et techniques nucléaires.
IRiMa : Gestion intégrée des risques pour des sociétés plus résilientes à l'ère des changements globaux.

J

JAEA : Agence de l'énergie atomique japonaise.

M

MACUMBA : Moyens d'essais appliqués à l'étude du confinement assuré par des murs en béton armé.
MODATS : *MONitoring equipment and DATA Treatment for Safe repository operation and staged closure* / Équipements de surveillance et traitement des données de surveillance des installations de stockage géologique.
MORAD : *MOdelling of RAdionuclide Dispersion* / Modélisation de la dispersion des radionucléides.

N

NRA : Autorité de sûreté nucléaire japonaise.
NRC : *Nuclear Regulatory Commission* / Commission de réglementation nucléaire des États-Unis.
NUS/SNRSI : *Singapore Nuclear Research and Safety Initiative of the National University of Singapore* / Unité de recherche en sûreté nucléaire de l'Université de Singapour.
NUT : Université technologique de Nagaoka.

O

OPECST : Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques.
ORRCH-IDEes : Orientation pluraliste de la recherche sur les risques chroniques-Initiatives sur le territoire de Dunkerque pour l'environnement et la santé.

P

PAA : Autorité de sûreté nucléaire polonaise.
PALLAS : Plateforme pluridisciplinaire de surveillance dans le cadre d'alternatives au stockage.
PASTIS : *Passive Systems Thermalhydraulic Investigations for Safety* / Études thermo-hydrauliques des systèmes passifs pour la sûreté.
PNGMDR : Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs.
PPI : Plan particulier d'intervention.

Q

QVCT : Qualité de vie et des conditions de travail.

R

RSE : Responsabilité sociétale des entreprises.
RSNR : Appel à projets de recherche en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection.

S

SGDSN : Secrétariat général de la défense et de la sécurité nationale.
SISERI : Système d'information de la surveillance de l'exposition aux rayonnements ionisants.
SITEX network : *Sustainable network for independent technical expertise* / Réseau durable d'expertise technique indépendante.
SMR : *Small Modular Reactor* / Petit réacteur nucléaire modulaire.
SNLE 3G : Sous-marin nucléaire lanceur d'engins de troisième génération.
SPF : Santé Publique France.
SPOS : Service des politiques d'ouverture à la société de l'IRSN.
SSTC NRS : *State Scientific and Technical Center for Nuclear and Radiation Safety* / Centre scientifique et technique de sûreté nucléaire et de radioprotection de l'Ukraine.

T

TSO : *Technical Safety Organizations* / Organismes techniques de sûreté.

U

UNGG : Uranium naturel graphite gaz.
UTC : Université technologique de Compiègne.

V

VVER : Acronyme russe pour « réacteur nucléaire à eau pressurisée ».

Le présent rapport annuel 2023 de l'IRSN a été approuvé
par le conseil d'administration le 7 mars 2024

Crédits photographiques

Romain Baltz / Médiathèque IRSN, Éric Bastin / IRSN,
Geneviève Beaumont / Médiathèque IRSN, Jean-Marc Bonzom /
IRSN, Arnaud Bouissou / MEDDE / Médiathèque IRSN,
Sophie Brändström / Signatures / Médiathèque IRSN,
Michael Brassart / IRSN, CIS-BIO, Nathalie Chaptal-Gradoz / IRSN,
Stéphanie Clavelle / Médiathèque IRSN, Agnès Dumas / IRSN,
Philippe Dureuil / Médiathèque IRSN, Christophe Duron,
Sandrine Expilly / Signatures / Médiathèque IRSN, Fabio Falsaperla /
IRSN, Rodolphe Gilbin / IRSN, Hélène Faye / IRSN, Julie Glevarec /
IRSN, Célia Goumard / Médiathèque IRSN, Romain Grimaldi /
Médiathèque IRSN, Laurent Guimier / IRSN, HUN-REN Centre for Energy
Research, Jean-Marie Huron / Signatures / Médiathèque IRSN,
IAEA Imagebank, Ineris, IRSN, Nicolas Jenner / IRSN,
Jean-René Jourdain / IRSN, Audrey Lebeau-Livé / IRSN,
Véronique Lejeune / IRSN, Véronique Leroyer / IRSN, L'Esprit sorcier TV,
Grégoire Maisonneuve / Médiathèque IRSN, Sandrine Marano / IRSN,
Valérie Marchal / IRSN, Renaud Martin / IRSN, Pascale Monti / IRSN,
Alexis Morin / Médiathèque IRSN, Emmanuelle Mur / IRSN, Noak /
Le Bar Floréal / Médiathèque IRSN, O'Communication, Caroline Pottier /
Le Bar Floréal / Médiathèque IRSN, Cynthia Réaud / IRSN,
Sylvain Renard / Médiathèque IRSN, Dorian Soulies / IRSN, Liane Tabet /
IRSN, Sophie Trelat / IRSN et Michel Sturtzer, Laurent Zylberman /
Graphix-Images / Médiathèque.

N° ISSN du rapport annuel en français
ISSN 2679-6783

Conception & réalisation

 AGENCEZEBRA.COM

Toute notre expertise pour vous protéger.

[Retrouvons-nous sur www.irsnn.fr]

IRSN
INSTITUT DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

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

COURRIER
BP 17
92262 Fontenay-aux-Roses Cedex

TÉLÉPHONE
+33 (0)1 58 35 88 88

SITE INTERNET
www.irsnn.fr

E-MAIL
contact@irsnn.fr
    

Retrouvez
le rapport annuel
sur internet :
<https://www.irsnn.fr/ra-2023>