



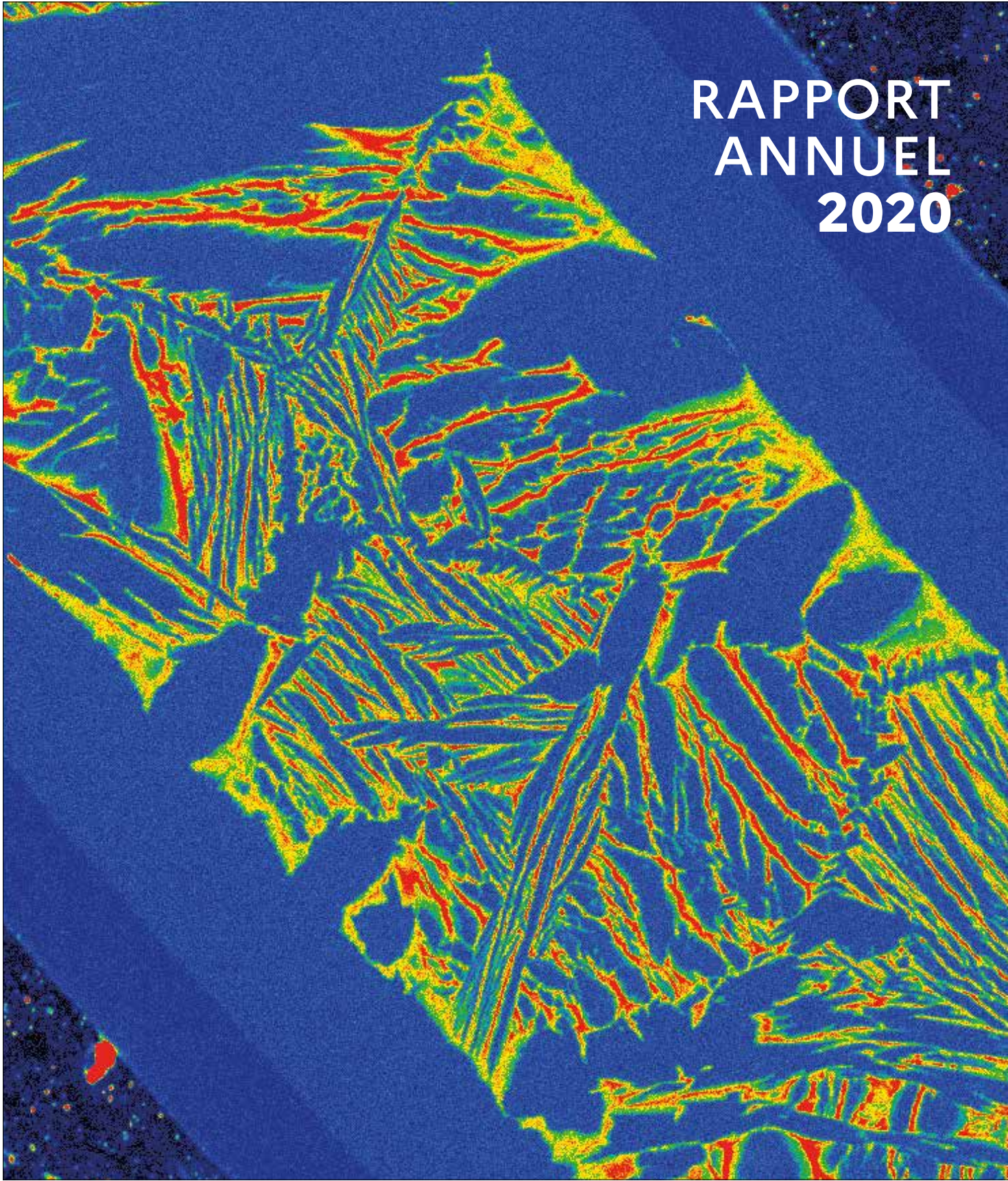
RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*

IRSN

INSTITUT DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

RAPPORT ANNUEL 2020



MEMBRE DE

ETSON

PROFIL

L'expert public des risques nucléaires et radiologiques

Expertiser, rechercher, 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 qui se posent 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. Ils contribuent ainsi à améliorer l'accès à l'information et à créer les conditions du dialogue avec les parties prenantes.

L'Institut concourt aux politiques publiques de sûreté et sécurité nucléaires, de santé, d'environnement et de gestion de crise. Établissement public à caractère industriel et commercial (EPIC) sous la tutelle conjointe du ministre chargé de l'environnement, du ministre chargé de la défense, et des ministres chargés 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.



Rendez-vous
sur le site irsn.fr

Édito p.4

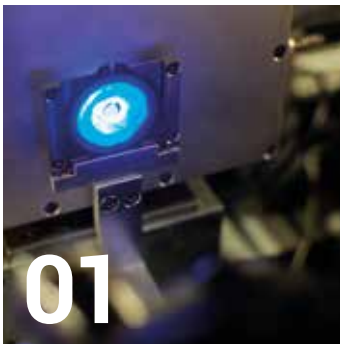
Regard p.7

Temps forts p.8

L'Institut en chiffres p.10

Recherche

p.12



Expertise de sûreté nucléaire

p.22



Sûreté nucléaire de défense, sécurité nucléaire, non-prolifération nucléaire et chimique

p.30



Radioprotection des personnes et de l'environnement

p.36



Transformation

p.44



Responsabilité sociétale

p.52



Organigramme p.56

Instances de gouvernance p.58

Glossaire p.62



[Édito

Marie-France Bellin,
Présidente du conseil
d'administration

Jean-Christophe Niel,
Directeur général
de l'IRSN



Pour l'IRSN comme pour la plupart des entreprises et des organismes, l'année 2020 aura été celle d'une mise à l'épreuve de notre capacité d'adaptation à des changements aussi rapides que profonds, et 2021 sera celle du retour d'expérience des mois traversés. Le premier constat que nous tirons de la pandémie de Covid-19 est la forte capacité de résilience dont a fait preuve l'Institut dans un contexte difficile, grâce à l'implication de chacun au service des missions qui sont les nôtres. En dépit des difficultés organisationnelles générées par la crise sanitaire, la volonté collective d'adaptation de nos équipes à de nouveaux modes de travail et de fonctionnement a permis à l'IRSN d'être au rendez-vous de ses engagements. En adoptant de nouveaux outils, en suivant de nouvelles procédures de

travail à distance, en respectant des mesures de protection sanitaire inédites, chacun a contribué à la remise, dans les délais prévus, des avis destinés aux autorités et aux pouvoirs publics, permis le grément de notre centre de crise et la poursuite d'activités aussi indispensables que le recrutement de nouveaux collaborateurs, la programmation budgétaire pour 2021, le dialogue avec la société ou encore la signature d'accords de partenariat. Un second constat est l'attention aux autres dont ont fait preuve les femmes et les hommes de l'Institut, qu'il s'agisse de dons d'équipements de protection individuelle comme les masques aux établissements hospitaliers ou d'initiatives comme le « Stay@home challenge ». Qu'ils en soient sincèrement remerciés.



Le premier constat que nous tirons de la crise sanitaire est la forte capacité de résilience de l'Institut dans un contexte difficile.

JEAN-CHRISTOPHE NIEL

Tirer parti du retour d'expérience de la crise sanitaire

Au-delà de l'observation des comportements individuels et collectifs, c'est toute une réflexion qui est engagée au sujet du retour d'expérience de la pandémie de Covid-19, sous le pilotage de Louis-Michel Guillaume, le directeur général adjoint de l'IRSN délégué pour les missions de défense et de sécurité. Celle-ci vise à identifier les enseignements porteurs de progrès en matière de fonctionnement de l'Institut et de démarches métiers, ainsi que les éventuels besoins d'études ou de recherche mis en lumière par la crise sanitaire. Car, si 2021 offre la perspective de maîtriser cette pandémie de Covid-19 grâce à la vaccination, l'enjeu est néanmoins de nous préparer au mieux à faire face à une éventuelle pandémie dans le futur et de nous interroger sur la manière de gérer des situations imprévues. Il est aussi de tirer parti, au quotidien et dans la durée, des nouveaux modes de fonctionnement élaborés dans l'urgence, parmi lesquels le télétravail. Cette réflexion porte une attention particulière à la gestion de crise.

S'appuyer sur nos fondamentaux pour progresser

Le premier d'entre eux est le rôle de l'IRSN en tant qu'expert public du risque radiologique et nucléaire, chargé d'éclairer les décisions aux plans scientifique et technique pour toutes les activités mettant en œuvre des rayonnements ionisants. Il implique que l'évaluation menée réponde aux exigences de la science, qu'elle soit toujours à l'état de l'art, indépendante et impartiale. C'est une condition *sine qua non*

pour que l'IRSN continue d'être un interlocuteur de confiance des pouvoirs publics, de ses partenaires et de la société en répondant à leurs attentes de qualité, de transparence et d'ouverture. Ce rôle d'expert public suppose également que l'IRSN continue de tenir, en matière de risque radiologique et nucléaire, sa fonction de vigie aux plans national, européen et international, notamment par son implication dans le suivi des installations et des transports, par son exploitation du retour d'expérience, par ses réseaux de surveillance environnementale et par les multiples relations institutionnelles tissées tant en France qu'à l'international. Le deuxième socle de l'Institut est sa culture de l'anticipation du risque, fondée notamment sur les enseignements tirés de crises de différentes natures : nucléaire, comme l'accident survenu, il y a tout juste dix ans, dans la centrale de Fukushima-Daiichi, chimique, comme celui de Lubrizol au mois de septembre 2019 ou encore sanitaire, comme la pandémie de Covid-19. Dans ces situations de crise – si diverses soient-elles – il apparaît clairement que l'anticipation, la préparation et l'implication de chaque acteur à sa juste place constituent des facteurs essentiels de prévention et de protection. Pour sa part, l'IRSN doit être pour les pouvoirs publics un instrument d'anticipation dans le domaine de la gestion des risques – en particulier ceux liés à l'utilisation des rayonnements ionisants – et le développement de la culture de sûreté. Dans cet esprit, l'IRSN s'est fixé un certain nombre de priorités : dynamiser la recherche en lien avec l'expertise, tirer parti de la révolution des données et du numérique, avec notamment l'utilisation de l'intelligence artificielle, identifier l'évolution des préoccupations sociétales par une politique renforcée de dialogue avec le public, capitaliser les compétences et les connaissances, poursuivre la construction d'un réseau de partenaires en France et à l'international, mener une veille active notamment pour prévenir ou suivre les situations d'urgence potentielles ou avérées...



Autant d'engagements inscrits dans le contrat d'objectifs et de performance qui lie l'Institut à l'État pour la période 2019-2023. Un dernier volet de nos fondamentaux est notre recherche de la performance et de l'efficacité. À ce titre, l'IRSN poursuit quatre grands programmes de transformation : celle des modes de collaboration, celle des pratiques managériales, celle du numérique et celle des relations sociales et sociétales. En effet, pour mener ses missions de recherche et d'expertise, anticiper les besoins de demain, contribuer au développement des doctrines, appuyer l'État dans l'élaboration de ses politiques publiques ou encore interagir avec la société, l'IRSN doit être performant, efficace et prospectif. Ces grands programmes de transformation déboucheront sur l'évaluation de la manière dont l'Institut se transforme afin de rendre à la collectivité le meilleur niveau de service attendu.

Préparer l'avenir

Quelles que soient les décisions prises dans notre pays dans le domaine nucléaire, tant du point de vue énergétique que de celui de la défense, le rôle de l'IRSN sera de contribuer au respect d'une exigence absolue en matière de sûreté et de sécurité nucléaires ainsi que de protection des personnes et de l'environnement contre les rayonnements ionisants. Tout au long de 2020, l'Institut a engagé ou poursuivi dans différents domaines des chantiers structurants pour être, demain, en position de répondre aux attentes des pouvoirs publics, de nos partenaires et de la société. C'est le cas de celui de la métrologie environnementale, avec la construction, sur le site du Vésinet (Yvelines), d'un laboratoire de traitement et d'analyse d'échantillons environnementaux pour accroître notre capacité de mesure et d'innovation dans ces domaines. C'est également, dans le domaine de la recherche en sûreté nucléaire, celui de la poursuite des essais menés dans le réacteur expérimental CABRI au sujet du comportement du combustible nucléaire en situation accidentelle. Dans le domaine de la protection des travailleurs exposés aux rayonnements ionisants, la refonte du système d'information de suivi dosimétrique SISERI en fera le guichet unique de renseignement



Si 2021 offre la perspective de contrôler la pandémie de Covid-19, l'enjeu est néanmoins de nous préparer à faire face à une éventuelle pandémie dans le futur.

MARIE-FRANCE BELLIN

et de consultation des données pour les différents acteurs de la surveillance radiologique des travailleurs.

Enfin, pour accroître son efficacité, l'IRSN a poursuivi en 2020, notamment, la révision de son dispositif de gestion des risques majeurs et la rationalisation de ses implantations sur les sites de Fontenay-aux-Roses (Hauts-de-Seine) et de Cadarache (Bouches-du-Rhône) dans le cadre d'un schéma pluriannuel de stratégie immobilière et dans celui du plan de relance. Dans un même esprit, l'Institut a mené à bien l'évaluation conjointe avec l'Autorité de sûreté nucléaire du processus d'instruction des dossiers qui lui sont confiés. Cet audit conjoint a conclu au bon fonctionnement global de la relation ASN-IRSN et dégagé des pistes de progrès pour répondre aux besoins liés à l'examen des futurs dossiers de sûreté.

En 2021, l'IRSN commémorera au mois de mars l'accident de la centrale de Fukushima-Daiichi, rappelant à cette occasion, par le biais de différentes initiatives, les enseignements tirés de ce tragique événement et la contribution de l'Institut à l'action menée afin, d'une part, de prévenir une telle situation dans notre pays et, d'autre part, d'en limiter les conséquences sanitaires et environnementales si elle devait survenir.

Enfin, l'IRSN célébrera les vingt ans de sa création au mois de mai 2021. Par-delà son caractère festif, ce jubilé sera lui aussi l'occasion de nous pencher, en interne et avec tous nos interlocuteurs, sur notre action au service de la sûreté nucléaire, de la sécurité et de la radioprotection, fidèles à nos valeurs d'excellence, d'indépendance, de partage et d'anticipation. •

[Regard

Par Louis-Michel Guillaume,
 Directeur général adjoint
 délégué pour les missions relevant
 de la défense et chargé du pôle
 défense, sécurité et non-prolifération

Marquée par les contraintes liées à la pandémie de Covid-19, l'année 2020 aura été, pour les équipes de l'IRSN en charge de la sûreté nucléaire de défense, de la sécurité nucléaire et de la non-prolifération nucléaire et chimique, l'occasion de prendre du recul par rapport à la conduite de leurs activités. La pandémie a affecté la poursuite de nos missions à des degrés divers en fonction des activités concernées. Elle a eu relativement peu d'incidence sur des activités de sûreté nucléaire de défense telles que l'instruction des dossiers de sûreté relatifs à l'accueil des sous-marins nucléaires d'attaque de type *Suffren* ou encore l'examen de sûreté des travaux programmés dans les centres du CEA, pour ne citer que ces deux exemples.

Les contraintes induites par la crise sanitaire ont été en revanche ressenties différemment dans le domaine des activités de sécurité nucléaire, dont la sensibilité est souvent incompatible avec un cadre de télétravail. Afin d'estimer au plus juste les effectifs à mobiliser sur les sites de l'IRSN, un dialogue étroit avec les autorités compétentes et les exploitants a été mené en vue de cerner les dossiers prioritaires à examiner. De même, les activités expérimentales ont été adaptées aux contraintes d'accès aux installations. Mais il a été possible de faire progresser des dossiers à fort enjeu tels que l'évaluation de la sensibilité de l'architecture informatique des installations nucléaires à des actes de malveillance. Bien qu'entravées la majeure partie de l'année par l'impossibilité de se rendre sur site, les activités en matière de non-prolifération nucléaire et chimique ainsi que de coopération internationale n'ont pas été stoppées. Les experts sont en effet parvenus à accompagner les inspections



menées par Euratom et l'AIEA dans le nucléaire ou l'OIIAC dans le chimique.

Dans ce dernier domaine, la délégation reçue par le directeur général adjoint de l'IRSN délégué pour les missions de défense et de sécurité, le 1^{er} février 2020, afin de délivrer les autorisations d'activités relatives aux produits relevant du tableau 1 de la Convention pour l'interdiction des armes chimiques témoigne de la confiance accordée à l'IRSN par les pouvoirs publics. À l'international, les experts de la DEND ont pu participer à la 3^e conférence internationale sur la sécurité nucléaire organisée en février par l'AIEA et organiser en novembre le symposium annuel de l'Association européenne de recherche et développement en matière de garanties (ESARDA), dont la France assurera la présidence en 2021. Enfin, dans le cadre de la préparation du Brexit, ils ont contribué à l'action des pouvoirs publics français dans la définition des nouvelles règles d'échange et de contrôle des matières nucléaires avec le Royaume-Uni. Les enseignements tirés des défis relevés tout au long de 2020 nourriront, en 2021, les réflexions menées en vue de renforcer la cohérence d'ensemble de notre action au service des autorités et des pouvoirs publics. •

[Temps forts 2020

Janvier

Bilan du projet IVMR : stabilisation et rétention du corium en cuve.
Le projet intitulé *In-Vessel Melt Retention* (IVMR) est une initiative de l'IRSN, engagée en 2015 et financée par la Commission européenne.

> voir page 15



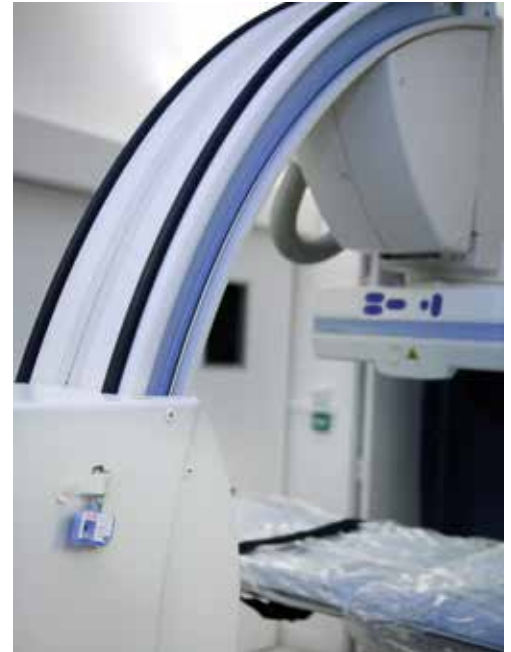
Mars

PRIODAC : obtention d'une autorisation de mise sur le marché de l'iodure de potassium étendue aux prises répétées chez l'adulte et l'enfant de plus de 12 ans.

> voir page 21

Remise de l'avis de synthèse relatif au réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe dans le cadre de leurs 4^{es} visites décennales (RP4-900).

> voir page 24



Avril

Publication du 6^e bilan des niveaux de référence diagnostique en imagerie médicale (NRD).

> voir page 38

L'IRSN a mobilisé son réseau de surveillance de l'environnement

lors de l'incendie qui s'est déclaré le 4 avril 2020 dans la zone d'exclusion de Tchernobyl (Ukraine).

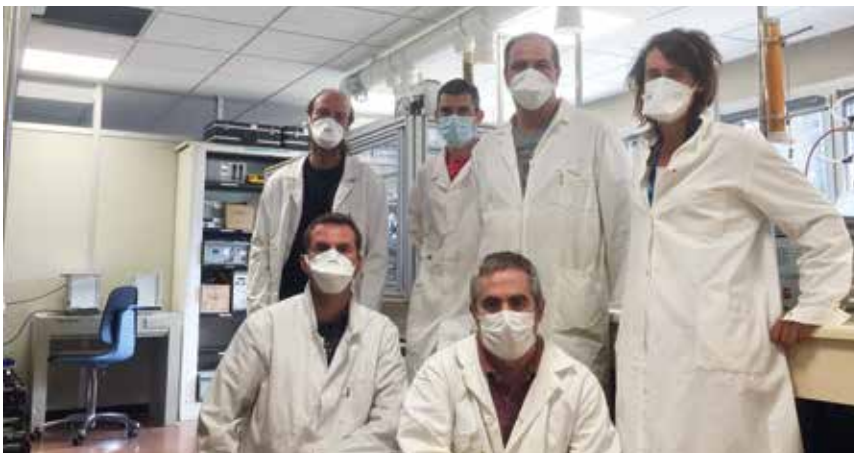
> voir page 42



Mai

L'IRSN apporte sa contribution aux travaux relatifs aux masques de protection dans le cadre de la Covid-19.

> voir page 27



Juillet

Démarrage du projet H2020 LD SAFE de recherche sur la découpe par laser pour le démantèlement des réacteurs nucléaires.

> voir page 18

Remise des conclusions de l'examen de sûreté des projets de la Marine nationale à la Commission de sûreté des réacteurs.

> voir page 32

Août

Du 25 au 27 août 2020, l'IRSN a participé à un exercice de crise international dans le cadre du réseau d'assistance en situation de crise et d'urgence RANET de l'AIEA.

> voir page 43



Novembre

Lancement de la campagne de mesures des niveaux d'activités en tritium dans la Loire.

> voir page 41

Décembre

Labellisation de CABRI par l'AIEA au statut ICERR.

> voir page 19

Mise en ligne du module d'apprentissage sur la protection des sources de rayonnements ionisants.

> voir page 34

Rapport relatif à la qualité d'image et la dose délivrée en mammographie numérique.

> voir page 39



Septembre

Rapport ExPRI : analyse de l'exposition de la population aux rayonnements ionisants due aux examens d'imagerie médicale diagnostique.

> voir page 38

Octobre

Premier essai du programme COAL

L'Institut a mené au mois d'octobre 2020, en collaboration avec Stern Laboratories, au Canada, la première campagne d'essais du programme COAL.

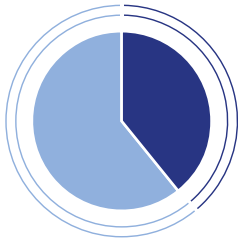
> voir page 18



[L'Institut en chiffres

BUDGET •

39,2 %
du budget consacrés
à la recherche



273 M€
de recettes

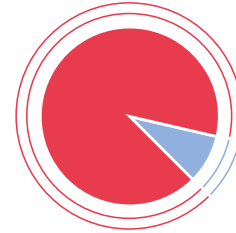
271 M€
de dépenses, dont

14 M€
d'investissement
en équipements

PROFIL •

1 816

PERSONNES
(EFFECTIFS AU 31/12)



1 657
CDI

159
CDD

54
mises à disposition

85,26
doctorants

53
docteurs d'État ou
personnes habilitées
à diriger des recherches

7,53
postdoctorants (CAP)

ACTIVITÉ DE L'INSTITUT •

À L'INTERNATIONAL

230

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

63

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

49

pays concernés
par ces accords

8

projets dont
l'IRSN est coordonnateur

POUR LA RECHERCHE

229

publications répertoriées
dans les journaux
du *Journal Citation Reports*

20

thèses soutenues

151

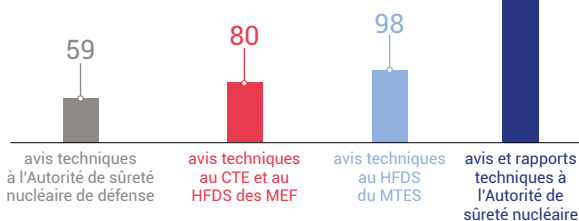
communications scientifiques
dans des congrès



APPUI TECHNIQUE
AUX POUVOIRS PUBLICS
ET AUX AUTORITÉS •

52 %

de budget consacré à l'appui
technique et aux missions
d'intérêt public (hors projet Feurs)



FORMATIONS •



126

heures d'enseignement dispensées au cours
des 17 sessions de formation en radioprotection

161

heures d'enseignement dispensées au cours
des 8 sessions de formation en sûreté nucléaire

CRISE.



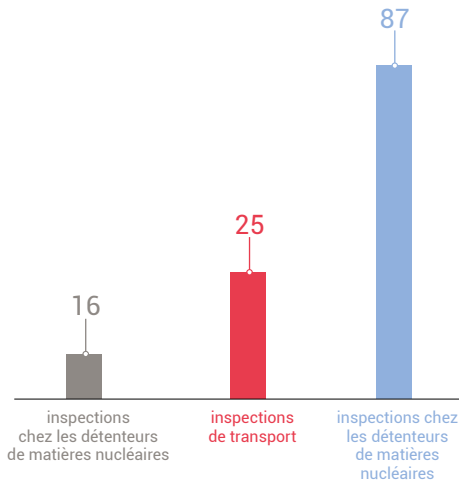
6
grèvements réels du centre technique de crise (CNPE Nogent)

2
exercices nationaux de crise nucléaire hors activités intéressant la défense

2
évaluations de dose d'exposition aux rayonnements ionisants par dosimétrie biologique

13
réunions impliquant l'IRSN dans le cadre des travaux du CODIRPA consacré au post-accidentel

SURETÉ NUCLÉAIRE DE DÉFENSE.



4
missions d'accompagnement des inspections internationales relatives à l'interdiction des armes chimiques

29
missions d'accompagnement des inspections relatives au contrôle international des matières nucléaires

46
contrôles techniques des moyens agréés pour le transport de matières nucléaires

ENVIRONNEMENT ET HOMME.



507
balises (constituent le réseau de télésurveillance du territoire)

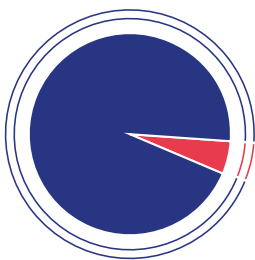
505
points de prélèvement d'échantillons pour la surveillance de la radioactivité sur l'ensemble du territoire

572
anthroporadiométries réalisées pour le suivi des travailleurs dont 479 avec les moyens mobiles

4 978
échantillons de l'environnement prélevés pour des mesures radiologiques

139
points de mesure du débit de dose ambiant

DIFFUSION DES CONNAISSANCES.



3 577 114
pages consultées sur le site internet de l'IRSN

190 750
pages consultées dans la rubrique « La recherche » du site internet de l'IRSN

11
interventions de l'IRSN dans les Commissions locales d'information

194
avis et rapports publiés sur le site internet de l'IRSN

104
sollicitations adressées à l'IRSN par les Commissions locales d'information

 **PLUS D'INFORMATION**
www.irsn.fr





39,2 %

DU BUDGET CONSACRÉS
À LA RECHERCHE
(HORS PROJET FEURS)



20

THÈSES SOUTENUES



151

COMMUNICATIONS
SCIENTIFIQUES
DANS DES CONGRÈS

01 Recherche



Source de connaissances nouvelles, la recherche constitue pour l'IRSN l'irremplaçable fondement scientifique et technique d'une expertise fiable et indépendante.

Par essence finalisée, cette recherche vise à apporter des réponses aux questionnements soulevés aujourd'hui par les experts de l'IRSN, dans le cadre de l'analyse de sûreté des installations nucléaires, de la surveillance radiologique de l'environnement ou de leur action au service de la protection du public contre les rayonnements ionisants. Finalisée, mais parfois fondamentale, elle investit des domaines d'un intérêt non-immédiat pour l'expertise, mais dont l'étude est nécessaire pour être, le moment venu, en capacité d'évaluer, du point de vue de la sûreté nucléaire et de la radioprotection, les nouvelles technologies et organisations développées par les industriels.

La recherche conduite par l'Institut se définit par son caractère partenarial, comme en témoigne la multiplicité des collaborations bilatérales et multilatérales signées aussi bien au plan national avec le monde académique et industriel qu'en Europe et à l'international, tant au sein du réseau ETSON des organismes techniques de sûreté européens – dans le cadre notamment du programme H2020 – que d'organismes comme l'Agence pour l'énergie nucléaire de l'OCDE (AEN) ou l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA). En France, l'année 2020 aura vu à cet égard le renouvellement de l'accord-cadre en vigueur avec le Centre national de la recherche scientifique et la mise en chantier d'une feuille de route structurant les collaborations avec cinq de ses instituts ainsi que celui de l'accord quadripartite qui préfigure pour les années à venir les relations de l'Institut avec le CEA, EDF et Framatome en matière de recherche liée à la sûreté nucléaire et à la radioprotection. À l'international, la réaccréditation de l'IRSN par l'IAEA en tant que Centre international s'appuyant sur des réacteurs de recherche (ICERR) en est également une illustration.

Si la crise sanitaire a pesé l'an passé sur la conduite de certains projets de recherche en limitant l'accès aux installations expérimentales, elle n'a pas empêché la poursuite d'activités importantes pour l'Institut, comme le programme doctoral. Ainsi, malgré l'impossibilité d'accéder à leurs laboratoires pendant toute la durée du premier confinement, la centaine de doctorants et de post-doctorants du programme de formation par la recherche de l'IRSN a pu, grâce notamment à la forte implication de leurs encadrants et collègues, poursuivre ses travaux pendant l'année 2020. De même, la réflexion menée au sujet du potentiel de valorisation des plateformes de l'IRSN auprès de partenaires externes a progressé au cours de l'année. À cet égard, le conseil d'administration a validé le programme de déploiement d'outils de cartographie, de présentation interactive et de gestion opérationnelle des plateformes destinés à faire émerger, dans l'esprit du COP 2019-2023, des projets d'utilisation de celles-ci par des acteurs industriels. Avec pour objectif de conforter la position de l'IRSN dans le paysage de la recherche en sûreté nucléaire et en radioprotection, cette démarche de valorisation est également appelée à s'élargir aux partenaires académiques, comme en témoigne la signature d'un partenariat entre l'IRSN et le laboratoire des Géosciences Paris-Sud (GEOPS) de l'université Paris-Saclay autour de la mutualisation d'utilisation d'équipements et du partage des savoirs et savoir-faire.



Recherche en sûreté nucléaire



Limitation des rejets de produits de fission gazeux en cas d'accident de fusion du cœur d'un réacteur : le projet MIRE prolongé de 30 mois

Lancé en janvier 2014 par l'IRSN, le projet de mitigation des rejets à l'environnement en cas d'accident nucléaire (MIRE) est l'un des sept projets pilotés par l'Institut et retenus pour un financement par les Investissements d'avenir dans le cadre de l'appel à projets Recherche en matière de sûreté nucléaire et radioprotection (RSNR) opéré par l'ANR. Il associe différents partenaires académiques et industriels autour d'un objectif : réduire les rejets de produits de fission gazeux en cas d'accident de fusion du cœur d'un réacteur.

Dans cet esprit, il comporte différents axes de recherche dont la finalité globale est d'émettre des recommandations visant à remplacer les filtres utilisés en cas d'événement de l'atmosphère de l'enceinte de confinement par des filtres plus efficaces, piégeant en priorité des éléments tels que les iodures volatils ou le tétraoxyde de ruthénium. En effet, les filtres à sable qui équipent aujourd'hui les centrales nucléaires françaises permettent de retenir la plus grande partie des aérosols en suspension dans l'enceinte de confinement lors d'un accident grave de réacteur, mais pas de réduire significativement les rejets de produits de fission gazeux.

D'une durée initiale de six ans, le projet MIRE a bénéficié en 2020 d'une prolongation de 30 mois financée par le Programme d'investissements d'avenir (PIA), au vu des résultats obtenus à l'issue de la première phase du projet. Celle-ci a en effet permis de mieux évaluer les rejets associés à la phase d'événement de l'atmosphère d'une enceinte en cas de fusion du cœur et de mieux connaître les performances et limites des filtres existants ainsi que la capacité de piégeage de certains matériaux poreux. La seconde phase du projet permettra d'explorer plus en amont les capacités de ces matériaux, en réalisant notamment des essais les plus proches possibles des conditions accidentelles des réacteurs à eau sous pression.

• BRÈVE • RENOUELEMENT, AU MOIS DE NOVEMBRE, DE L'ACCORD-CADRE QUI LIE L'IRSN AU CNRS

Il constitue une étape importante dans la structuration tant des partenariats scientifiques de l'Institut que de ses relations avec le monde académique. Il pose pour les cinq années à venir les bases d'une collaboration renforcée entre les deux organismes sur les grands enjeux scientifiques liés à la sûreté nucléaire et à la radioprotection. Dans cet esprit, le comité de coordination mis en place se consacrera, au cours des prochains mois, à l'élaboration d'une feuille de route qui définira l'ambition scientifique partagée à mettre en œuvre sur la durée de l'accord.

Stabilisation et rétention du corium en cuve : le bilan du projet IVMR dressé en 2020

Le projet intitulé *In-Vessel Melt Retention* (IVMR) est une initiative de l'IRSN, engagée en 2015 et financée par la Commission européenne en vue d'évaluer l'efficacité de la stratégie de rétention en cuve (IVR) du corium – mélange de matériaux radioactifs fondus et d'acier – lors d'un accident de fusion du cœur pour des réacteurs d'une puissance supérieure ou égale à 1 000 MWe, grâce à un refroidissement externe. Ce projet, coordonné par l'IRSN, a fédéré 32 organismes internationaux qui se sont réunis lors d'un séminaire final en janvier 2020 afin de passer en revue les résultats de plus de quatre années de recherche. Une nouvelle méthodologie d'évaluation de la stratégie IVR (pour *in-vessel retention* soit rétention en cuve) a été développée. Elle s'appuie tout d'abord sur une approche déterministe transitoire, approche fondée sur une description physique du système constitué du corium et de la cuve, ainsi que sur une modélisation établie à partir de lois physiques et qui prend en compte l'évolution de ce système depuis l'arrivée du corium dans le fond de la cuve jusqu'à la rupture éventuelle de celle-ci. Elle s'appuie, d'autre part, sur l'utilisation d'un nouveau critère de sûreté, basé sur l'épaisseur résiduelle de la cuve, plus général que le critère précédemment utilisé, basé sur une comparaison des flux thermiques.

Grâce à cette méthodologie, il a été possible d'identifier des paramètres de conception d'un réacteur qui ont un effet très favorable pour la rétention en cuve. On peut ainsi conclure qu'un choix optimal de ces paramètres permet de concevoir un réacteur de grande puissance (au-delà de 1 000 MWe) pour lequel la rupture de la cuve serait évitée. Pour les réacteurs où ces paramètres ne sont pas favorables, le refroidissement externe est le seul moyen de retarder la rupture de la cuve, avec une efficacité variable.

Le projet a été l'occasion d'apporter au logiciel dénommé *Accident Source Term Evaluation Code* (ASTEC), utilisé par de nombreux organismes dans le monde, d'importants développements spécifiques à la rétention du corium en cuve. Ce logiciel développé à l'origine conjointement par l'IRSN et son homologue allemand GRS, et aujourd'hui exploité et maintenu par l'Institut, permet de simuler l'ensemble des phénomènes se produisant au cours d'un accident de fusion du cœur d'un réacteur refroidi à l'eau. La stratégie IVR concernant une quinzaine de réacteurs dans le monde, et certainement davantage dans la prochaine décennie, le séminaire s'est terminé par un forum qui a permis de définir les suites à donner aux projets de R&D sur le sujet dans d'autres cadres internationaux.

 **PLUS D'INFORMATION**
www.ivmr2020.com



BRÈVE •

L'IRSN PRÉSENT DANS 14 PROJETS SÉLECTIONNÉS PAR LA COMMISSION EUROPÉENNE DANS LE CADRE DE SON 4^E APPEL À PROPOSITIONS H2020

Dans le domaine de la sûreté nucléaire, ils concernent notamment les problématiques de vieillissement des structures et équipements – notamment celui des matériaux métalliques qui les constituent –, le démantèlement des installations, les études probabilistes sur le risque sismique ou la gestion du risque d'explosion hydrogène en situation accidentelle. Dans celui de la radioprotection, ils portent sur les risques liés à l'exposition au radon ainsi qu'aux matières radioactives naturelles (NORM) et sur la préparation d'un agenda stratégique concernant les applications médicales des rayonnements ionisants.



229

PUBLICATIONS RÉPERTORIÉES
DANS LES JOURNAUX DU JCR
(JOURNAL CITATION REPORTS)

Évaluation et mitigation du terme source : achèvement de STEM2 et lancement d'ESTER

En cas d'accident de fusion du combustible dans un réacteur nucléaire, des produits radioactifs hautement volatils tels que l'iode et le ruthénium sont susceptibles d'être rejetés dans l'environnement. L'ensemble des informations qui caractérisent ces rejets est désigné sous l'appellation de « terme source ». Afin de mieux appréhender les différentes formes physico-chimiques possibles de ces rejets et de mieux s'en protéger, l'IRSN et huit partenaires allemand, américain, anglais, canadien, finlandais, japonais, sud-coréen et suédois ont mené le programme d'évaluation et de mitigation du terme source (STEM). Celui-ci a été conduit en deux phases, de 2011 à 2019, sous l'égide de l'AEN. La deuxième phase de ce programme, dénommée STEM2, s'est achevée avec la présentation de ses principaux résultats.

Les données expérimentales obtenues ont permis de développer et de consolider des modèles de simulation des différents états physico-chimiques de radioéléments tels que l'iode et le ruthénium en condition d'accident grave dans un réacteur nucléaire. Ces modèles alimentent les outils de calcul destinés à évaluer les rejets – notamment sous forme gazeuse et d'aérosols – en conditions accidentelles. Leur partage dans un cadre international permet de converger vers une compréhension commune du comportement de ces produits de fission qui peut s'avérer déterminante pour la définition des actions de protection des populations, au-delà du périmètre d'évacuation, typiquement dans les 24 heures après le début de l'accident.

Lors du séminaire de bilan du programme STEM2, l'IRSN et ses partenaires ont identifié la nécessité de mieux cerner l'origine des rejets radioactifs différés, rejets susceptibles d'intervenir en cas d'accident de fusion du combustible, à la suite d'une remobilisation des produits de fission principalement déposés dans le circuit primaire du réacteur. Ils ont décidé de lancer, toujours dans le cadre de l'AEN, le programme ESTER dédié à la compréhension de ce phénomène.

L'IRSN se dote de nouveaux équipements expérimentaux et optimise sa capacité de simulation d'accidents majeurs de réacteurs

Afin de disposer de connaissances à l'état de l'art dans les domaines de la maîtrise du refroidissement du combustible et de celle des transferts d'aérocontaminants – deux aspects majeurs de la sûreté des installations nucléaires – l'IRSN a continué en 2020 de doter ses plateformes expérimentales de moyens complémentaires d'acquisition de données. Le premier de ces moyens concerne l'étude de la phénoménologie des accidents de perte de refroidissement des piscines d'entreposage de combustible usé, une des conséquences de l'accident survenu sur le site de la centrale de Fukushima-Daiichi. L'Institut a pu compléter l'expérimentation déjà menée dans le cadre du programme de recherche DENOPI d'étude du dénoyage accidentel des piscines d'assemblages de combustibles, grâce au dispositif d'essai ASPIC installé en 2020 sur sa plateforme THEMA, installation de recherche en thermohydraulique. Ce dispositif permet en effet d'étudier, dans une installation à l'échelle 1, les phénomènes thermohydrauliques liés au refroidissement d'un assemblage combustible usé partiellement ou totalement dénoyé.

S'agissant des transferts d'aérocontaminants entre une installation nucléaire et l'environnement extérieur, l'Institut s'est doté de deux boucles aérauliques dénommées DIESE et BEMOL qui viennent enrichir la plateforme MISTRAL, installation expérimentale dédiée à la recherche dans les domaines de l'aérodispersion et du confinement. Dans un domaine clé au plan de la protection des personnes et de l'environnement, ces nouveaux moyens représentatifs de la complexité d'un réseau de ventilation d'une installation nucléaire permettront d'améliorer les modèles de dépôt actuellement utilisés dans les codes de calcul, la mesure sur site des performances des barrières successives de filtration à très haute efficacité (THE) ainsi que la surveillance des rejets vers l'environnement.

Enfin, les évolutions apportées au système de logiciels ASTEC afin d'en accroître l'opérationnalité ont permis de mener à bien les études d'accidents majeurs réalisées dans le cadre du 4^e réexamen de sûreté des réacteurs de 900 MWe (RP4-900). ASTEC est d'ailleurs de plus en plus utilisé au niveau international, le positionnant comme un code de référence pour les accidents graves.

BRÈVE • **ATTRIBUTION, DÉBUT NOVEMBRE, DE L'ETSON AWARD** à une équipe composée de chercheurs du CEA, du CNRS et de l'IRSN pour leur contribution à l'étude du comportement des poussières tritiées dans les réacteurs de fusion comme ITER ou le tokamak de Cadarache. Ce prix remis à Samuel Peillon de l'IRSN récompense la meilleure contribution produite conjointement par une équipe de jeunes ingénieurs issus de différents organismes techniques de sûreté nucléaire et de membres d'EUROSAFE.



B R È V E •

SIGNATURE FIN AVRIL 2020 D'UN ACCORD GÉNÉRAL DE COOPÉRATION DU CONSORTIUM CONCRETE,

qui réunit l'IRSN, l'université Gustave Eiffel (UGE) de Marne-la-Vallée, le Laboratoire matériaux et durabilité des constructions (LMDC) de l'Institut national des sciences appliquées, Toulouse ainsi que le Laboratoire de mécanique et d'acoustique (LMA), Unité Mixte de Recherche du CNRS. Par cet accord conclu pour quatre ans, les partenaires se fixent pour objectif d'approfondir leur compréhension des conséquences des pathologies de gonflement interne du béton sur les propriétés mécaniques des ouvrages nucléaires en complétant les expériences menées dans le cadre du projet international ODOBA.



Les membres du projet AGORAS valorisent huit années de recherche en matière de gouvernance des risques nucléaires

L'accident nucléaire de Fukushima-Daiichi survenu au mois de mars 2011 a été l'occasion d'un retour d'expérience concernant les dimensions humaines et organisationnelles qui interviennent dans la gouvernance des risques nucléaires. C'est dans ce contexte que l'IRSN a participé, dans le cadre du programme Recherche en sûreté nucléaire et radioprotection, au projet dit d'Amélioration de la gouvernance des organisations et des réseaux d'acteurs de la sûreté nucléaire (AGORAS), lancé en 2014. Ce projet s'organisait en deux volets complémentaires :

- un volet prévention des accidents qui analyse l'impact de l'accident de Fukushima-Daiichi sur l'approche de la sûreté des installations et sur les relations entre acteurs de la gouvernance des risques nucléaires ;
- un volet gestion de crise qui analyse la manière dont cet accident contribue à faire évoluer la perception de l'accident nucléaire et les modalités de préparation à la gestion de la situation accidentelle et post-accidentelle. Le colloque de clôture du projet, organisé à Nantes au mois d'octobre 2019, a permis d'en discuter les enseignements, à commencer par la complexité des systèmes techniques et organisationnels

mobilisés, qui peut générer des risques spécifiques tels qu'une inertie dans les prises de décision ou dans la mise à jour des référentiels techniques, inertie susceptible de poser des difficultés pour le maintien des connaissances et compétences. À cet égard, un autre acquis du projet concerne la capacité de certains outils, comme les règles fondamentales ou les guides de sûreté, à permettre une meilleure gestion de cette inertie en contribuant à articuler, d'une part, l'état des connaissances nécessaires à l'expertise et, de l'autre, celui des installations. Les membres du projet AGORAS ont également mis en débat le cadre procédural de la gestion de crise afin que sa bonne maîtrise donne aux acteurs une plus grande agilité et ne contribue pas à créer des routines paralysantes.

L'IRSN entend désormais travailler avec les acteurs opérationnels de la gouvernance des risques nucléaires pour tirer parti des résultats du projet et développer les liens tissés entre ces acteurs et les chercheurs académiques.



PLUS D'INFORMATIONS SUR NOTRE SITE INTERNET
www.irsn.fr/AGORAS

Refroidissement du cœur d'un réacteur lors d'un APRP : premier essai du programme COAL

L'accident de perte de réfrigérant primaire (APRP) dans un réacteur nucléaire entraîne un échauffement du combustible qui doit être maîtrisé par les systèmes d'injection de sécurité afin que l'endommagement en résultant ne remette pas en cause le refroidissement du cœur du réacteur et évite sa fusion. Le comportement thermomécanique du combustible et la thermohydraulique dans le cœur du réacteur dans une telle situation font l'objet du projet « Étude de la perte de refroidissement » (PERFROI), lancé en 2013 par l'IRSN dans le cadre du programme Recherche en sûreté nucléaire et radioprotection pour une durée de huit ans.

Dans le cadre du projet PERFROI, l'Institut a mené au mois d'octobre 2020, dans une boucle de thermohydraulique mise à disposition par Stern Laboratories, au Canada, la première campagne du programme d'essais COAL, dont l'objet est d'étudier la capacité à refroidir le cœur d'un réacteur en situation d'APRP. En effet, les déformations du gainage des crayons de combustible sous l'effet de leur pression interne sont susceptibles d'altérer la circulation de l'eau dans le cœur du réacteur, pouvant ainsi compromettre les possibilités d'un refroidissement du cœur. Si ces phénomènes de déformation ont déjà été investigués, le programme COAL vise à étudier plus particulièrement, au travers d'essais sur des grappes de crayons non irradiés avec simulation de bouchage partiel et de relocalisation de combustible, l'effet ajouté à la diminution des capacités de refroidissement par les surpuissances locales liées aux relocalisations de combustible dans les parties « ballonnées » des crayons. Les résultats de ces essais seront utilisés pour la validation des modèles du logiciel DRACCAR, développé par l'IRSN pour simuler le comportement du combustible nucléaire lors d'un APRP.

Démarrage du projet de recherche H2020 LD SAFE sur la découpe par laser pour le démantèlement des réacteurs nucléaires

Le retrait de service et le démantèlement de nombreux réacteurs nucléaires au cours des prochaines décennies impliquera des opérations de découpe à grande échelle qui doivent être optimisées sous trois aspects : la sécurité, le temps et l'investissement. Dans ce contexte, l'IRSN participe au projet H2020 LD SAFE — avec une contribution couplant des travaux de recherche et d'expertise — qui vise à évaluer les risques liés à la technologie laser, notamment pour la découpe d'équipements tels que la cuve du réacteur et ses composants internes. Du fait de leurs grandes dimensions, de l'épaisseur du métal qui les constitue et de la complexité de leur structure, ceux-ci ne peuvent guère être découpés efficacement à l'aide de techniques conventionnelles comme la coupe mécanique, la coupe à l'arc plasma ou la coupe au jet d'eau abrasif. Utilisée depuis plus d'une

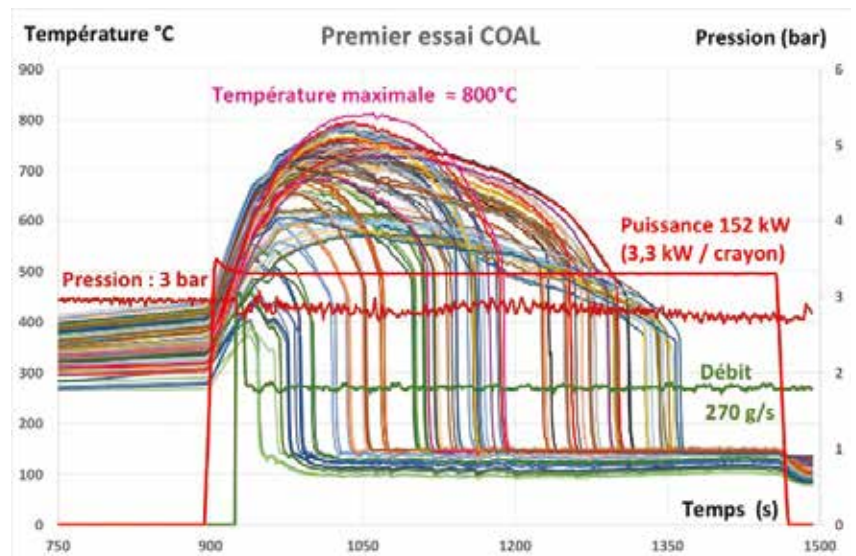
décennie par l'industrie manufacturière, la technologie de découpe laser est aujourd'hui identifiée en Europe et dans le monde comme une alternative prometteuse, mais dont la sûreté notamment en termes de dissémination d'aérosols potentiellement radioactifs et l'efficacité restent à démontrer pour le démantèlement d'installations nucléaires.

Dans ce contexte, le projet LDSAFE lancé au mois de juillet 2020, pour une durée de quatre ans, a pour objectif d'étudier la maturité de la technologie de découpe laser sous air et sous eau aux plans de la technique, de la sûreté, de l'impact environnemental et du bilan économique. Menés par un consortium réunissant le CEA, l'IRSN, Lloyd's Register Consulting-Energy AB, Technatom et Technobel, les premiers travaux ont été engagés à l'automne.



35

BREVETS FRANÇAIS
EN VIGUEUR
(DONT 9 EN COPROPRIÉTÉ)



• B R È V E •

L'ACCORD-CADRE DE COLLABORATION EN VIGUEUR ENTRE L'IRSN, LE CEA, EDF ET FRAMATOME DANS LE DOMAINE DE LA R&D A ÉTÉ RENOUVÉLÉ POUR UNE DURÉE DE QUATRE ANS,

jusqu'au 31 décembre 2023. Cet accord-cadre porte sur la programmation et la réalisation d'actions de R&D collaboratives pluriannuelles, opérées par l'IRSN et le CEA, dans les domaines de la sûreté des réacteurs électrogènes, de la santé des travailleurs et des transferts dans l'environnement. Il constitue en outre un outil essentiel de financement de la R&D de l'Institut.

LABELLISATION DE CABRI PAR L'AIEA AU STATUT ICERR

La France avait soumis à l'AIEA, pour la période 2020-2025, une demande de renouvellement du statut ICERR (International Centres based on Research Reactors). L'objectif de ces centres est d'aider les États Membres, notamment les nouveaux pays entrants, à accéder rapidement aux infrastructures nucléaires en s'appuyant sur des réacteurs de recherche afin de renforcer leurs compétences et de développer leur R&D. Les installations de recherche associées à cet ICERR incluent certains laboratoires du CEA et les réacteurs expérimentaux situés à Cadarache, comme CABRI, que le CEA exploite au bénéfice de l'IRSN, notamment pour ce renouvellement de labellisation.

Caractérisation thermodynamique des débris de combustible et produits de fission : achèvement du projet TCOFF de l'AEN

Le projet de Caractérisation thermodynamique des débris de combustible et des produits de fission basée sur l'analyse de scénarios de progression d'accidents graves à la centrale nucléaire de Fukushima-Daiichi (TCOFF) est l'un des trois projets de recherche engagés par le Japon sous l'égide de l'AEN.

TCOFF a consisté, entre 2017 et 2020, à mener des évaluations thermodynamiques conjointes de la progression des accidents graves à l'intérieur et à l'extérieur de la cuve des réacteurs 1, 2 et 3 de la centrale de Fukushima-Daiichi, dans le but de caractériser notamment la fusion du combustible, la relocalisation du corium, le comportement des produits de fission ou encore la composition chimique et les phases des débris de combustible et de structures, ainsi que leurs mécanismes de formation. L'IRSN a joué un rôle important dans ce projet par la mise à disposition, notamment, des bases thermodynamiques NUCLEA et MEPHISTA de sa plateforme logicielle MASTER qui regroupe des codes de calculs dédiés aux accidents graves, parmi lesquels le code ASTEC.

TCOFF aura permis d'améliorer les connaissances relatives notamment à la chimie du césium et de consolider les acquis en matière de caractérisation thermodynamique des débris de combustible et produits de fission par l'obtention de nouvelles données.

L'IRSN collabore avec le DOE à la préparation des nouvelles expériences de criticité dans le cadre du projet PRINCESS

Le projet d'acquisition de données expérimentales en neutronique-criticité en support à la sûreté (PRINCESS) est mené par l'IRSN en collaboration avec différents partenaires étrangers disposant d'installations expérimentales dans ce domaine – dont le ministère américain de l'Énergie



(DOE) –, notamment à des fins de validation des logiciels scientifiques pour différents radionucléides.

L'enjeu du projet est double : d'une part, maîtriser les marges de sûreté relatives à la criticité dans les installations nucléaires et les transports de matières radioactives, de l'autre, mieux caractériser les propriétés neutroniques des matériaux mis en œuvre dans celles-ci. Au titre de l'accord de coopération en vigueur entre le DOE et l'IRSN, le premier met à disposition notamment ses moyens expérimentaux et le second apporte sa contribution à la conception des expériences à mener. Ainsi, après avoir réalisé des expérimentations pour la validation des données neutroniques de radionucléides comme le plutonium, les deux partenaires envisagent d'en mener sur le rhodium et le molybdène. Dans cet esprit, l'IRSN a finalisé en 2020 deux livrables concrétisant un travail important de conception d'expériences critiques dans l'installation SPRF/CX du SANDIA National Lab : pour le rhodium (absorbant neutronique que l'on retrouve sous forme de produit de fission dans les combustibles usés), l'Institut a transmis à son partenaire américain son rapport de conception préliminaire d'expériences et, pour le molybdène (absorbant qu'on utilise notamment dans le combustible des réacteurs de recherche et que l'on retrouve également sous forme de produit de fission dans les installations de retraitement des combustibles usés), son rapport de conception détaillée. Ces documents permettront la réalisation d'expériences pour la validation des données neutroniques de ces produits de fission pris en compte dans les démonstrations de sûreté des opérations de retraitement des combustibles usés, les expérimentations avec du molybdène étant planifiées en 2021-2022.

ÉTUDES THÉMATIQUES RELATIVES AU RETOUR D'EXPÉRIENCE D'EXPLOITATION DES CENTRALES NUCLÉAIRES

Le consortium mené par l'IRSN, son homologue allemand GRS et l'institut tchèque Statni Ustav Radiacni Ochrany v.v.i. (SURO) a remporté l'appel d'offres lancé par l'Union européenne dans ce domaine, dans le cadre de la European Clearinghouse on Operating Experience Feedback, plateforme de partage du retour d'expérience d'exploitation d'installations nucléaires.



76

BREVETS EN VIGUEUR
À L'ÉTRANGER

Recherche en santé et environnement

Étude des effets secondaires des radiothérapies : entrée en phase d'exploitation du microfaisceau MIRCOCOM

Afin de mieux identifier les mécanismes biologiques des effets secondaires des radiothérapies, l'IRSN poursuit depuis 2009 le programme de Radiobiologie des systèmes intégrés pour l'optimisation des traitements utilisant des rayonnements ionisants et évaluation du risque associé (ROSIRIS). L'objectif principal de ce programme est de comprendre les mécanismes physiques et biologiques qui se déclenchent à la suite d'une irradiation, depuis le transfert d'énergie du rayonnement aux molécules jusqu'aux effets biologiques tardifs.

La mise en œuvre de ROSIRIS s'appuie notamment sur une installation expérimentale, le microfaisceau MIRCOCOM, implantée à Cadarache (Bouches-du-Rhône). Celle-ci est l'une des rares installations dans le monde capable de cibler, avec une précision micrométrique, des éléments cellulaires ou subcellulaires avec un nombre défini de particules chargées et de suivre par vidéo-microscopie les effets biologiques précoces d'une irradiation. Après une première campagne d'irradiation de cellules fin 2018, MIRCOCOM est entré en phase d'exploitation en 2019, permettant d'engager l'exploration des dysfonctionnements radio-induits aux échelles subcellulaire, cellulaire, tissulaire, jusqu'aux petits organismes multicellulaires.

Les derniers résultats obtenus fin 2019 et début 2020 avec des protons de 4 MeV ont permis de déterminer que le diamètre du microfaisceau et la précision de ciblage sont de 2 µm sur cellules. Ces résultats montrent la capacité du microfaisceau à réaliser des irradiations précises et reproductibles de structures cellulaires et subcellulaires. Deux publications ont été soumises en 2020 sur les travaux menés par l'IRSN lors des premières campagnes expérimentales sur le microfaisceau. Deux thèses, l'une en physique, l'autre en biologie, sont actuellement en cours sur l'installation MIRCOCOM. Deux collaborations ont par ailleurs démarré en 2020, d'une part avec le CEA sur l'étude des mécanismes de réparation des dommages radio-induits de l'ADN, d'autre part avec le CNRS sur l'homéostasie moléculaire du myotube après exposition aux rayonnements ionisants. Ces deux sujets ont fait l'objet de campagnes expérimentales sur MIRCOCOM en 2020.

À terme, le programme ROSIRIS devrait permettre d'améliorer la prédiction d'apparition de complications des tissus sains, d'optimiser – voire de personnaliser – les protocoles de radiothérapie, et d'ouvrir de nouvelles pistes de traitement à visée prophylactique ou curative.



Remédiation des sols et des effluents contaminés : clôture du projet DEMETERRES

L'IRSN est partie prenante au projet de Développement de méthodes bio et écotechnologiques pour la remédiation raisonnée des effluents et des sols en appui à une stratégie de réhabilitation post-accidentelle (DEMETERRES). Soutenu par le programme d'investissements d'avenir, ce projet a été engagé en 2013 sur la base du retour d'expérience de la gestion post-accidentelle de l'accident de Fukushima-Daiichi au plan de la stratégie opérationnelle de réhabilitation des sols et effluents contaminés. Celle-ci a, en effet, révélé les lacunes des technologies alors mises en œuvre à deux égards : d'une part, la restauration durable de l'usage, notamment agricole, des sols et, de l'autre, la génération de volumes de déchets excédentaires au regard des filières de traitement disponibles.

Au sein du consortium international coordonné par le CEA pour conduire le projet DEMETERRES, dont le séminaire de clôture s'est tenu au mois de décembre 2019, l'IRSN s'est concentré sur les interactions entre le potassium et le césium en vue soit de limiter le transfert racinaire de ce dernier, soit de l'accroître dans un objectif de phytoremédiation.

BRÈVE • MISE EN PLACE D'UNE COLLABORATION SCIENTIFIQUE ENTRE L'IRSN ET L'UNIVERSITÉ DE TOKYO POUR L'ÉTUDE DE LA DISPERSION DES AÉROSOLS

Dans le contexte de la préparation du retrait du corium des réacteurs de la centrale de Fukushima-Daiichi, l'objectif de cette collaboration est d'améliorer les connaissances relatives aux interactions entre gouttes et aérosols solides dans une optique de mitigation de la dispersion de ces derniers au cours des opérations de découpe du corium. Conclue pour une durée de cinq ans, cette collaboration a déjà conduit à la réalisation d'une dizaine d'essais de collecte d'aérosols par des brouillards d'eau dans l'installation TOSQAN de l'IRSN.

Les avancées de l'IRSN en matière de stratégie thérapeutique innovante du syndrome hématoïétique

Les patients atteints d'un syndrome aigu d'irradiation, à l'issue d'une surexposition, souffrent notamment d'une destruction partielle ou totale de leurs cellules souches sanguines menant à une chute de l'immunité et à un défaut de la coagulation du sang, avec pour conséquences des infections et des hémorragies internes importantes et potentiellement mortelles. Dès lors, il est crucial de pouvoir traiter ces patients par un apport de cellules souches hématoïétiques, à l'origine des cellules sanguines. Aussi l'IRSN poursuit-il différents programmes de recherche dont le projet GIPSIS, mené avec Sorbonne Université, dans l'objectif de mettre au point une stratégie thérapeutique innovante du syndrome hématoïétique en générant des cellules souches hématoïétiques à partir de cellules souches pluripotentes induites (iPS). Le projet a ainsi permis de reprogrammer génétiquement des cellules de peau afin de les rendre capables de se multiplier à l'infini et de se différencier dans tous les types de cellules constitutifs d'un organisme adulte, comme le font les cellules souches embryonnaires.

Dans la continuité du projet GIPSIS, la faisabilité de la production et de la différenciation de cellules iPS a pu être démontrée afin d'obtenir des greffons de cellules souches sanguines de taille suffisante pour traiter un patient humain. Cette preuve de concept a marqué le passage de la phase de R&D à celle du déploiement de thérapeutiques opérationnelles. Elle s'est traduite au mois de novembre 2020 par la signature d'un accord entre l'Établissement français du sang et l'entreprise TreeFrog Therapeutics, en collaboration avec l'IRSN, pour la production de greffons hématoïétiques universels et prêts à l'emploi, à partir de banques de cellules souches.

BRÈVE • PARTICIPATION DE L'IRSN AU PROJET EUROPÉEN RADONORM, engagé en 2020 pour cinq ans et piloté par l'Office fédéral allemand de radioprotection (BfS). Ce projet vise à améliorer la protection des travailleurs et du grand public contre le radon et les résidus de procédés industriels contenant des matières radioactives naturelles (NORM) par une meilleure connaissance des effets des faibles doses de rayonnements ionisants émis par celles-ci. L'objectif est notamment d'élaborer des recommandations scientifiques en appui à de futures dispositions réglementaires dans ce domaine.

Obtention d'une autorisation de mise sur le marché de l'iodure de potassium étendue aux prises répétées chez l'adulte et l'enfant de plus de 12 ans

En cas d'accident nucléaire entraînant des rejets d'iode radioactif dans l'environnement, comme ce fut le cas à Fukushima-Daiichi, la prise d'iodure de potassium stable par la population permet de saturer la thyroïde et d'empêcher de la sorte la fixation des isotopes radioactifs de l'iode. Le risque de cancer de la thyroïde peut ainsi être limité. L'examen des modalités d'administration de cet iode stable en situation de rejets radioactifs répétés ou prolongés a été mené par l'IRSN dans le cadre du programme de recherche dénommé « Prophylaxie répétée par l'iode stable en situation accidentelle » (PRIODAC). Lancé au mois de mars 2014 pour une durée initiale de cinq ans et financé dans le cadre du PIA, PRIODAC a été prolongé de trois ans en 2020 en vue de renforcer la définition d'une prophylaxie répétée la plus adaptée aux catégories de la population les plus sensibles que sont la femme enceinte et les jeunes enfants. Les résultats obtenus lors de la première phase (2014-2019) concluent, pour une prise de 130 mg par jour réitérée pendant sept jours, à une efficacité satisfaisante de la saturation de la thyroïde sans toxicité notable. Ils ont permis d'acquiescer les connaissances scientifiques nécessaires à l'obtention d'une nouvelle autorisation de mise sur le marché de l'iodure de potassium pour des prises répétées chez l'adulte et l'enfant de plus de 12 ans.

PRIODAC illustre ainsi le lien entre la recherche et l'appui technique destiné à guider l'action des autorités en charge de la protection des populations.





02

Expertise de sûreté nucléaire



404

AVIS ET RAPPORTS TECHNIQUES TRANSMIS À L'ASN (HORS ACTIVITÉS INTÉRESSANT LA DÉFENSE)



5

INSTRUCTIONS TECHNIQUES RÉALISÉES EN SUPPORT DES RÉUNIONS DES GROUPES PERMANENTS D'EXPERTS PLACÉS AUPRÈS DE L'ASN DANS LE DOMAINE DE LA SÛRETÉ



161

HEURES D'ENSEIGNEMENT DISPENSÉES AU COURS DES 8 SESSIONS DE FORMATION EN SÛRETÉ NUCLÉAIRE



Les travaux d'expertise menés par l'IRSN ont pour objectif premier d'éclairer, aux plans scientifique et technique, les prises de position des autorités et pouvoirs publics sur un ensemble de dossiers dans les domaines de la sûreté nucléaire et de la radioprotection.

Dans l'esprit tant de sa stratégie à l'horizon 2030 que du contrat d'objectifs et de performance qui le lie à l'État pour la période 2019-2023, l'Institut a poursuivi tout au long de l'année 2020 ses actions de modernisation avec une préoccupation majeure : accroître toujours la qualité du service rendu à la collectivité. La réflexion conduite par ses équipes au sujet de la robustesse de son organisation et de ses processus procède de cette volonté d'optimisation.

Au regard de la situation sanitaire qui a marqué l'année 2020, l'IRSN a également dû démontrer sa capacité à adapter ses interventions en matière d'expertise au décalage d'activités telles que les arrêts de tranches pour maintenance et rechargement du cœur en combustible. En dépit des contraintes imposées par la crise, l'Institut a su mener à bien des dossiers d'expertise majeurs comme l'avis de synthèse du 4^e réexamen périodique de sûreté des réacteurs de 900 MWe.

Toujours dans un esprit d'optimisation de son intervention au service des autorités et pouvoirs publics, l'IRSN a continué de renforcer la priorisation des dossiers de sûreté à expertiser, notamment par une identification plus fine des enjeux liés à chacun d'entre eux. Parallèlement, et dans un objectif d'amélioration du processus de travail mis en œuvre entre l'Institut et l'Autorité de sûreté nucléaire, l'IRSN et l'ASN ont procédé à une évaluation conjointe de leur mode de fonctionnement pour ce qui concerne les instructions techniques réalisées dans le domaine des installations du cycle du combustible, des déchets et du démantèlement. Cette coévaluation des relations entre les deux organismes permet à l'Institut de tirer des enseignements utiles pour adapter sa réponse aux enjeux en matière de sûreté en hiérarchisant au mieux les demandes de l'ASN en termes de priorité et de charge de travail.

Dans le même temps, l'IRSN a poursuivi, dans le champ de l'ouverture à la société, son effort visant à associer les parties prenantes à ses travaux d'expertise. Celui-ci s'est traduit en 2020 par des actions de dialogue technique avec public sur certains dossiers de sûreté présentant des enjeux majeurs pour la collectivité. L'Institut a ainsi mis à la disposition du public des avis commentés et des webinaires destinés à rendre la plus accessible possible au citoyen l'expertise sur ces sujets. Il a aussi intégré à son questionnement une partie des questions soulevées par le public lors des échanges techniques.

L'activité menée par l'IRSN en matière d'expertise de sûreté nucléaire aura été marquée en 2020 par la remise à l'ASN, au mois de mars, de l'avis de synthèse du 4^e réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe. Priorité majeure fixée conjointement entre l'Autorité de sûreté nucléaire et l'IRSN dans le protocole qu'ils ont signé, cet avis agrège les conclusions d'une quarantaine d'avis établis par l'Institut au cours de ce réexamen. Ce dernier illustre le lien étroit entre recherche et expertise, comme le montrent les essais réalisés dans la boucle Viktoria, installation dédiée aux expériences représentatives des conditions que pourrait rencontrer un réacteur dans l'éventualité d'un accident de rupture de son circuit primaire, ou encore les études réalisées à l'aide du code ASTEC, système de logiciels permettant de simuler l'ensemble des phénomènes qui interviennent au cours d'un accident de fusion du cœur d'un réacteur. L'autre grand dossier d'expertise de sûreté qui a mobilisé les experts de l'IRSN en 2020 est la poursuite du processus d'examen préalable à la mise en service de l'EPR de Flamanville avec, en particulier, l'évaluation du traitement des écarts de réalisation des soudures des lignes de vapeur principales du réacteur.

En parallèle, ceux-ci ont poursuivi le réexamen de sûreté de plusieurs installations du cycle du combustible nucléaire, comme l'INB 118 de l'usine Orano de La Hague.

Cherchant à optimiser l'efficacité de ses travaux d'expertise, l'IRSN continue d'innover dans des méthodes et outils d'aide à la décision. Après avoir lancé en 2019, avec le soutien du Fonds pour la transformation de l'action publique, l'outil PIREX, qui utilise l'apprentissage profond (*deep learning*) afin de permettre à ses experts de tirer le meilleur parti des bases de données de retour d'expérience d'exploitation des installations nucléaires, l'Institut a développé en 2020 un outil d'aide à la décision dans le domaine du risque d'incendie. Centré sur le logiciel SEVEN, cet outil utilise l'intelligence artificielle en vue de tirer le meilleur parti possible des données issues de la recherche au profit de l'expertise et de l'évaluation des risques, dans une logique « d'expertise augmentée ».



RP4-900 : les principales conclusions et recommandations de l'IRSN

Émis le 31 mars 2020, l'avis de synthèse relatif au réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe dans le cadre de leurs 4^{es} visites décennales (RP4-900) consolide plus de 40 expertises réalisées par l'Institut sur ce dossier dans le cadre de son appui technique à l'Autorité de sûreté nucléaire. Ce réexamen s'inscrit dans un contexte de prise en compte du retour d'expérience de l'accident survenu dans la centrale de Fukushima-Daiichi au Japon et de prolongation de la durée d'exploitation des réacteurs souhaitée par EDF. Il représente plus de 200 000 heures de travail, soit plus de 130 équivalents temps plein travaillé sur la période 2015-2020. Les experts de l'IRSN se sont focalisés sur deux enjeux majeurs : d'une part, la conformité des installations à leur référentiel de conception et, d'autre part, l'amélioration de leur niveau de sûreté visant à se rapprocher de celui des réacteurs de conception récente.

À l'issue de ce travail conséquent, l'IRSN considère que le plan d'action proposé par EDF devrait permettre à ce dernier d'atteindre les objectifs fixés à ce réexamen par l'ASN, moyennant des compléments substantiels en termes de modification des installations ou de démonstration de sûreté. Ces compléments concernent par exemple la tenue de certains équipements existants au séisme « noyau dur » – séisme d'une intensité supérieure à celle prise en compte lors du dimensionnement des installations et retenu à la suite de l'accident de Fukushima-Daiichi –, ou encore les risques de colmatage des circuits de recirculation de l'eau de refroidissement des réacteurs, utilisés en situation accidentelle.

À la suite de ce réexamen, qui aura permis de franchir un important jalon d'expertise, s'engagera une phase particulière pour chacun des 32 réacteurs de 900 MWe, donnant lieu à des analyses spécifiques par réacteur.

 **LIRE L'AVIS**
www.irsn.fr/RP4-900-Synthese

RP4-900 : les essais menés par l'IRSN sur le risque de colmatage des filtres des puisards du bâtiment réacteur

Dans le cadre du RP4-900, et en vue de mieux apprécier le risque de colmatage des filtres des puisards de l'enceinte de confinement qui présente un enjeu majeur en termes de sûreté, l'IRSN a mené des essais dans des installations expérimentales afin de disposer de nouvelles connaissances sur le sujet, démontrant encore une fois le lien étroit entre recherche et expertise.



Ainsi, des essais ont été effectués dans la boucle expérimentale VIKTORIA, construite en collaboration avec la société d'ingénierie slovaque VUEZ et inaugurée en 2011 à Levice (Slovaquie).

Ces campagnes d'essais conjoints entre l'IRSN et VUEZ s'inscrivent dans le cadre de la recherche menée sur les accidents de réacteurs, notamment ceux de perte de réfrigérant primaire (APRP) consécutifs à une brèche sur le circuit primaire. En effet, dans une telle situation, les systèmes de sauvegarde ont pour rôle d'assurer à court et long termes, grâce à un circuit de recirculation d'eau, le refroidissement du cœur du réacteur et l'évacuation de sa puissance résiduelle hors de l'enceinte. L'eau nécessaire est, dans un premier temps, pompée dans un réservoir situé hors du bâtiment du réacteur, puis, lorsque celui-ci est vide, récupérée dans les puisards situés au fond du bâtiment réacteur, refroidie, puis renvoyée dans le circuit primaire. Chargée en débris, cette eau doit être filtrée pour assurer le bon fonctionnement des systèmes de sauvegarde et permettre, *in fine*, le refroidissement du cœur.

Les résultats obtenus ont permis de mieux apprécier les effets de certains paramètres sur le risque de colmatage – tels que la température et la chimie de l'eau, la nature des débris, etc. – afin de conforter les conclusions de l'Institut quant au dossier de sûreté présenté par EDF.

AVIS DE SYNTHÈSE

AVIS DE SYNTHÈSE DE L'IRSN

relatif au réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe dans le cadre de leurs 4^e visites décennales.



40

EXPERTISES RÉALISÉES PAR L'IRSN DANS LE CADRE DE SON APPUI TECHNIQUE À L'AUTORITÉ DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE



200 000

HEURES DE TRAVAIL SOIT L'ÉQUIVALENT DE + DE 130 ÉQUIVALENTS TEMPS PLEIN (ETPT) SUR LA PÉRIODE 2015-2020

Examen du vieillissement sous irradiation des cuves de réacteurs nucléaires

Dans le cadre du RP4-900, l'IRSN a évalué l'aptitude à la poursuite d'exploitation jusqu'à 50 ans des cuves des réacteurs concernés. Composant essentiel de leur sûreté, celles-ci ne sont pas remplaçables. Toutefois, l'acier qui les constitue vieillit sous l'effet des neutrons provenant du cœur du réacteur. Tandis que les unités de 900 MWe du parc EDF atteignent progressivement 40 ans de fonctionnement, hypothèse initialement prise en compte pour le calcul de l'effet de l'irradiation neutronique, l'exploitant doit démontrer l'aptitude des cuves à fonctionner 10 ans de plus, condition *sine qua non* à la prolongation du fonctionnement des réacteurs.

Le dossier de sûreté transmis par EDF a fait l'objet d'un examen approfondi par les experts de l'IRSN, en plusieurs étapes, portant sur les éléments clés de la tenue des cuves : évaluation de la quantité de neutrons reçue, évolution des propriétés de l'acier, défauts génériques et spécifiques à considérer dans les cuves et quantification des sollicitations subies par la cuve en cas de situation accidentelle. Pour mener à bien cette analyse, les experts de l'Institut ont réalisé leurs propres évaluations, en utilisant notamment des modèles de neutronique, de thermohydraulique et de mécanique des solides développés dans le cadre de programmes de recherche que l'IRSN a menés avec plusieurs partenaires sur ces différentes disciplines. La pluralité des compétences présentes au sein de l'Institut et l'aptitude au travail en commun des équipes concernées ont été essentielles pour traiter, dans le temps imparti, la complexité que présente le caractère multiphysique des questions soulevées par ce dossier. Cette analyse a aussi été l'objet d'échanges nourris avec les acteurs de la société civile, dans le cadre tant des dialogues techniques organisés avec l'Anccli que de la concertation publique menée sous l'égide du HCTISN. À l'issue de ce processus, l'IRSN estime que l'aptitude des cuves à la poursuite d'exploitation jusqu'à 50 ans est démontrée, sous réserve de compléments attendus d'EDF pour certaines cuves affectées de défauts spécifiques, et sous réserve du résultat des contrôles en service effectués lors de la visite décennale de chaque réacteur.

RP4-900 : l'association des parties prenantes au processus d'expertise

Depuis 2014 – et tout au long du processus d'expertise lié au RP4-900 – un dialogue technique continu a été mis en place entre l'IRSN et la société civile afin de permettre l'accès de celle-ci aux travaux des experts de l'Institut et d'accompagner la montée en compétence de ses membres. Ce dialogue a revêtu différentes formes. Tout d'abord, afin d'échanger sur les enjeux de sûreté associés à ce 4^e réexamen périodique et aux orientations de ce dernier, des membres de l'Anccli et de l'IRSN ont constitué un groupe de travail qui s'est réuni à cinq reprises entre 2014 et 2016. En complément, l'Anccli, la Commission locale d'information des grands équipements énergétiques du Tricastin (Cligeet), l'ASN et l'IRSN ont organisé conjointement un séminaire dédié au mois d'octobre 2016 à Valence (Drôme). Par ailleurs, trois réunions ont été organisées entre 2017 et 2018 par l'Anccli, l'ASN et l'IRSN afin de recueillir les questions de la société civile relatives aux expertises menées dans le cadre de ce réexamen, sur des sujets spécifiques comme le vieillissement des réacteurs et leur conformité aux référentiels de sûreté, les agressions internes et externes et les accidents graves.

Dans le cadre de la concertation publique menée par le HCTISN sur le RP4-900 avec pour but d'associer la société civile à l'examen des conditions de la poursuite du fonctionnement de ces réacteurs après 40 ans, l'IRSN a contribué aux débats des différentes réunions publiques (Bugey, Chinon, Cruas, Dampierre, Gravelines, Le Blayais, Saint-Laurent-des-Eaux et Tricastin), ainsi que sur la plateforme dédiée à cette concertation (<https://concertation.suretenucleaire.fr/>).

L'Institut a en outre alimenté régulièrement son propre site internet et celui de la concertation au moyen de documents pédagogiques et éléments d'information visant à éclairer les débats. Enfin, il a publié quelques avis commentés présentant et expliquant de manière didactique la démarche et les conclusions de ses experts sur un certain nombre de sujets, et de manière générale explicité, dans les avis publiés, la prise en compte et le traitement des questions posées par des participants issus de la société civile au sujet de ce 4^e réexamen de sûreté.



BRÈVE

AU MOIS DE JUIN 2020, LANCEMENT PAR L'IRSN ET EDF, SOUS L'ÉGIDE DE L'AEN, DU PARANGONNAGE INTERNATIONAL SOCRAT

dans le domaine du comportement des ponts roulants pendant un séisme. La défaillance de ces équipements largement utilisés dans l'industrie nucléaire peut, pour certains scénarios, contribuer de façon significative à la probabilité de fusion du cœur du réacteur.

Le parangonnage de Simulation sismique d'un pont roulant sur table vibrante (SOCRAT) vise donc à identifier les meilleures pratiques de modélisation de leur comportement ainsi que les critères de défaillance les plus pertinents pour en tirer des recommandations utiles au monde industriel. Il bénéficie des études expérimentales menées à l'aide de la table vibrante AZALÉE du CEA.

La participation à cette référenciation organisée sous l'égide de l'AEN est ouverte à tous les experts – issus d'organismes de recherche, d'organismes techniques de sûreté, d'autorités réglementaires, etc. – intéressés par la modélisation de ponts roulants testés expérimentalement.

Évaluation par l'IRSN de la nouvelle organisation de l'usine Framatome Le Creusot

L'usine Framatome Le Creusot réalise des pièces de grande taille nécessaires à la fabrication de composants primaires des réacteurs nucléaires. L'évaluation de la nouvelle organisation mise en place dans cette usine, évaluation réalisée par l'IRSN à la demande de l'ASN, constitue une expertise atypique pour l'Institut, car cette installation n'est pas une INB. Du fait de la nature des composants qui y sont fabriqués, elle présente cependant de forts enjeux de qualité et de conformité et donc, *in fine*, de sûreté.

Le périmètre de l'expertise a principalement porté sur les processus et pratiques récemment appliqués au sein de l'usine pour améliorer la qualité des pièces. L'IRSN a également examiné les modalités mises en œuvre par la direction afin de doter ses personnels des compétences indispensables à la réalisation de leurs activités et de pérenniser celles nécessaires au regard des projets actuels et futurs de fabrication de pièces. Par ailleurs, les actions

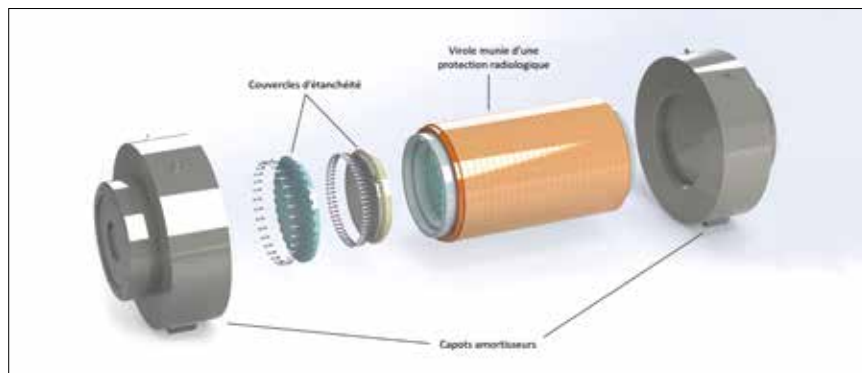
d'amélioration des interfaces de l'usine avec les différentes parties prenantes (fournisseurs, sous-traitants, ingénierie, clients...) de la chaîne de fabrication et d'approvisionnement ont été analysées.

Cette mission a montré les apports d'une synergie entre recherche et expertise, au travers de la participation d'un laboratoire de l'IRSN dédié à l'étude des risques de nature organisationnelle et humaine à l'expertise menée par l'Institut sur la thématique du management de la chaîne d'approvisionnement.

Transports de matières radioactives : examen par l'IRSN de la conformité du nouveau modèle de colis TN Eagle®

À la demande de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), l'IRSN a examiné en 2020 la conformité du nouveau modèle de colis TN Eagle® à la réglementation des transports de matières radioactives, fondée sur la demande d'agrément déposée par Orano TN au mois de décembre 2019. Celle-ci concerne le transport par voies routière, ferroviaire, fluviale ou maritime, sur le domaine public, de ce modèle de colis, destiné au transport d'assemblages combustibles usés provenant des réacteurs à eau sous pression ou à eau bouillante. Celui-ci pourra en outre être utilisé pour l'entreposage à sec de combustibles usés.

L'expertise de l'IRSN ne portait pas sur l'utilisation de ce modèle de colis pour ce dernier usage. L'Institut a toutefois examiné la sûreté des transports intervenant après une phase d'entreposage (gestion du vieillissement des matériaux...). Sur la base du dossier de sûreté transmis et des informations apportées par Orano TN au cours de l'expertise, l'IRSN estime que le modèle de colis TN Eagle® est conforme aux prescriptions de l'édition 2018 de la réglementation de l'AIEA applicable aux colis de type B(U) pour le transport des matières fissiles.



© ORANO NPS

Réexamen décennal de sûreté de l'INB 118 de l'établissement Orano de La Hague : les conclusions de l'IRSN

L'IRSN a remis à l'ASN, au mois de septembre 2020, son rapport d'expertise relatif au réexamen périodique décennal de sûreté de la station de traitement des effluents STE3 (INB 118) de l'établissement Orano de La Hague et de son impact environnemental et sanitaire.

Compte tenu des engagements de l'exploitant et du plan d'actions qu'il a défini pour la poursuite de l'exploitation de l'installation, l'IRSN conclut que les conditions sont réunies sur le plan de la sûreté pour permettre son fonctionnement sur les dix ans à venir, sous réserve de la vérification par l'exploitant du comportement au séisme d'engins de manutention – contrôle qui pourrait potentiellement conduire à des modifications de ces engins – et des investigations complémentaires concernant certaines cuves d'effluents actifs. De manière plus spécifique, l'avis de l'IRSN relève le caractère primordial des moyens d'extinction qui équipent les halls d'entreposage des fûts contenant les déchets issus du traitement des effluents afin de garantir la maîtrise du risque incendie, notamment en cas de séisme. En outre, il souligne l'importance du respect des exigences de sûreté en matière de comportement des équipements qui seraient utilisés pour limiter les conséquences en cas d'agression extrême sur le site.

L'IRSN et l'ASN évaluent conjointement leurs relations

L'appui technique apporté par l'IRSN à l'ASN est formalisé au moyen d'une convention pluriannuelle qui précise les domaines et modalités techniques selon lesquelles s'opère cet appui technique. L'application de cette convention a fait l'objet d'une évaluation conjointe dont les conclusions ont été présentées aux directeurs généraux des deux organismes le 29 septembre 2020. De l'évaluation du risque réalisée par l'Institut à la prise de position de l'Autorité, c'est l'ensemble du dispositif d'instruction technique mis en œuvre qui a été examiné.

La convention ASN-IRSN joue un rôle essentiel, dans la mesure où l'Institut adresse chaque année à l'Autorité de l'ordre de 500 avis d'expertise, rapports ou notes techniques couvrant de nombreux domaines : sûreté des installations nucléaires, des colis de transport, des déchets, radioprotection, suivi des sources radioactives, gestion des situations d'urgence...



La coévaluation réalisée par des membres des deux organismes visait à vérifier l'adaptabilité de cette convention et de ses processus constitutifs à des enjeux de sûreté variables selon les dossiers et à améliorer leurs pratiques en termes de fonctionnement.

S'appuyant sur des instructions menées dans les domaines des laboratoires, des usines du cycle et des installations en démantèlement, domaines qui ont connu de profondes évolutions ces dernières années avec notamment la généralisation des réexamens de sûreté, la mission a conclu à un bon fonctionnement global du processus. Parmi les pistes d'amélioration et recommandations proposées, il faut retenir la mise en place de comités de pilotage spécifiques lors de l'instruction de dossiers à forts enjeux, la définition d'une stratégie partagée d'instruction de la prochaine campagne de réexamens de sûreté et le développement de projets informatiques collaboratifs pour faciliter les échanges.

BRÈVE

MISE EN ŒUVRE DE LA DIRECTIVE DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE 2014/87/EURATOM PAR LES ÉTATS MEMBRES DE L'UE

À la demande de la Commission européenne, un consortium « ETSO » dirigé par le TSO allemand GRS et comptant l'IRSN parmi ses membres a mené sur ce sujet une étude dont les conclusions ont été présentées au mois d'octobre 2020. Pour sa part, l'IRSN a piloté une étude basée sur les réponses des autorités de sûreté à un questionnaire visant à illustrer la mise en œuvre de la directive dans chaque pays. Il a également contribué au projet en présentant les améliorations de sûreté apportées aux réacteurs nucléaires français au titre de la maîtrise des accidents graves.



Contamination au plomb d'espaces publics extérieurs : l'IRSN participe à un groupe d'expertise de l'ANSES

Saisie par les ministères chargés de la Santé et du Travail, l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) a souhaité intégrer l'IRSN à son groupe d'expertise collective en urgence (GECU), en vue de bénéficier des connaissances acquises par l'Institut dans le domaine du comportement des aérosols. Un expert de l'Institut a ainsi participé à ces travaux. En effet, dans l'objectif d'analyser les dispositions prises par les exploitants d'installations nucléaires afin de confiner les particules radioactives, l'Institut mène de longue date des programmes de recherche sur la mesure des aérosols et la remise en suspension des particules, en relation avec différents partenaires.

Si la compétence de l'IRSN s'exerce en premier lieu dans le domaine nucléaire et radiologique, il est néanmoins important que les connaissances de l'Institut puissent être partagées au service de l'évaluation d'autres risques sanitaires. Il en va ainsi du risque lié à la contamination au plomb, comme celle consécutive à l'incendie de la cathédrale Notre-Dame de Paris, qui constitue un questionnement de santé publique.

Les résultats et conclusions des travaux du GECU, mandaté pour apporter son expertise au sujet de la contribution de la contamination au plomb des surfaces d'espaces publics extérieurs à l'exposition des personnes, ont conduit à la publication d'un avis de l'Anses le 7 février 2020.

Participation de l'IRSN à l'établissement par WENRA de niveaux de référence de sûreté pour les réacteurs de recherche

Les niveaux de référence de sûreté sont rédigés sous la forme d'exigences de sûreté établies, à l'issue d'un consensus, sur la base des meilleures pratiques des pays membres de l'Association des autorités de sûreté nucléaire des pays d'Europe de l'Ouest (WENRA). À la demande du Groupement européen des autorités de sûreté nucléaire (ENSREG) d'élaborer des niveaux de référence de sûreté pour les réacteurs de recherche existants, WENRA a créé un groupe de travail dédié en vue de répondre à cet objectif. L'IRSN participe, en appui à l'ASN, aux réunions de ce groupe dont les travaux ont été enclenchés en 2017, en lui apportant ses connaissances dans le domaine de la sûreté des réacteurs de recherche français. Le groupe a commencé par évaluer la possibilité de transposer aux réacteurs de recherche les 342 niveaux de référence de sûreté applicables aux réacteurs de puissance existants. S'il a conclu que près de 90 % de ces niveaux de référence pourraient s'appliquer à tous les réacteurs de recherche, moyennant le cas échéant certaines adaptations, le groupe a ajouté une thématique relative aux dispositifs expérimentaux utilisés dans les réacteurs de recherche et élaboré un guide concernant les études probabilistes de sûreté de ces réacteurs, en support à l'unique niveau de référence défini pour cette thématique.

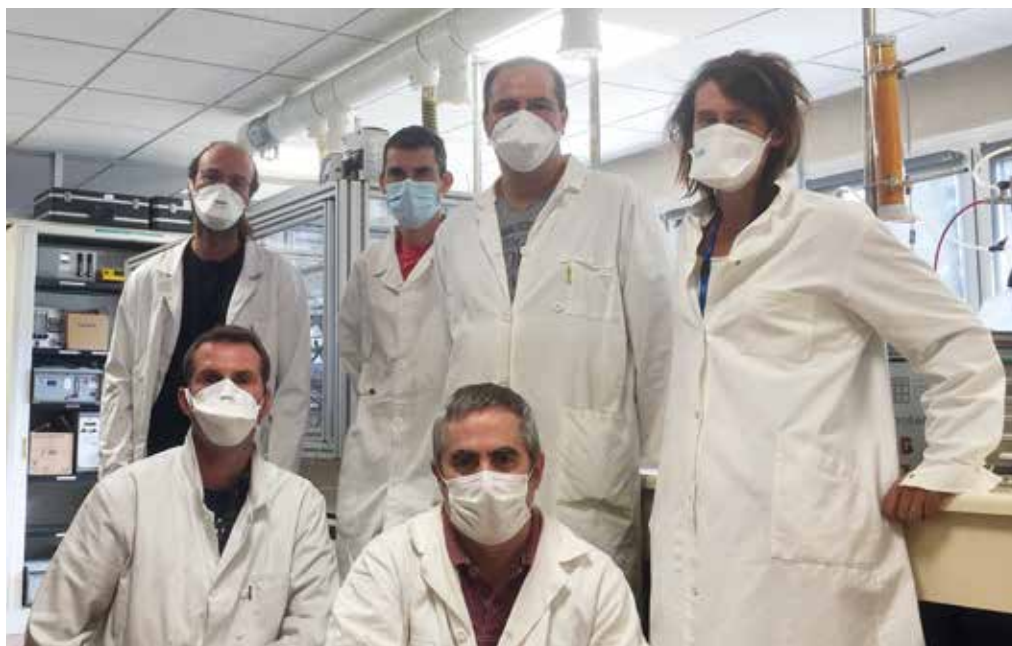
L'ensemble des niveaux de référence retenus a ensuite été adressé pour remarques aux parties prenantes concernées par les réacteurs de recherche. Après acceptation de celles-ci par WENRA au mois de novembre 2020, les niveaux de référence applicables aux réacteurs de recherche existants sont désormais disponibles sur le site internet de l'association. Par ailleurs, WENRA a chargé le président du groupe de travail de proposer un programme d'activité à cinq ans, qui sera examiné lors de la prochaine réunion plénière de WENRA, prévue au mois d'avril 2021 et auquel l'IRSN et l'ASN participeront.

FORMATION PROFESSIONNELLE DES EXPERTS DE TSO EUROPÉENS

En 2020, l'IRSN et ses partenaires européens au sein du GEIE ENSTTI (Institut européen de formation et tutorat en sûreté nucléaire) ont décidé d'interrompre cette expérience de 10 années au profit de modèles plus adaptés aux conditions post-Covid. L'IRSN restera ainsi engagé dans les actions de formation professionnelle des experts des TSO européens et poursuivra le travail précurseur de l'ENSTTI sur l'harmonisation des parcours de formation des analystes en sûreté et sécurité nucléaire et en radioprotection.

En particulier, l'IRSN a repris les activités de formations que l'ENSTTI assurait depuis 2012 en soutien à deux projets de la Commission européenne relatifs à la formation des autorités de sûreté et des TSO hors UE en sûreté nucléaire et en contrôle des matières nucléaires.

L'IRSN restera également partenaire du projet européen ELSE, *European Leadership for Safety Education*, projet lancé par l'ENSTTI et porté par l'université Côte d'Azur.



L'IRSN apporte sa contribution aux travaux relatifs aux masques de protection dans le cadre de l'épidémie de Covid-19

Outre les gestes barrières et la distanciation sociale, le port d'un masque contribue à limiter la transmission d'une personne à l'autre d'agents pathogènes comme le SARS-CoV-2, à l'origine de la pandémie de Covid-19. Dans le contexte de la crise sanitaire que traversent la plupart des pays dans le monde, la démonstration de l'efficacité de ces masques au plan de la filtration constitue un critère essentiel pour répondre aux attentes de protection du public. L'IRSN apporte sa contribution aux travaux sur ce sujet, forte de son expérience de la protection des personnes contre la contamination particulaire en milieu nucléaire. En effet, la radioactivité comme le virus sont transportés par des aérosols.

Les masques – qu'il s'agisse de masques barrières, de masques chirurgicaux ou de masques de type FFP2 – sont sujets à de nombreux questionnements : quel type de masque pour quel usage (protection individuelle ou collective) ? Peut-on le réutiliser après lavage ? À performances constantes et, si tel est le cas, à quelles conditions ? Pour l'IRSN, qui a développé des compétences reconnues dans le domaine de la physique des aérosols et qui dispose d'installations lui permettant d'acquérir des connaissances et d'évaluer la performance des équipements de protection individuelle dans le cadre de sa mission d'expert au service de la protection des travailleurs exposés au risque radiologique, il était naturel de mettre à disposition de la collectivité – tant au plan national qu'international – ses connaissances et ses installations. L'Institut a ainsi répondu en 2020 aux sollicitations de l'Afnor relatives aux masques barrières et, d'autre part, à différents consortiums en vue de mesurer l'évolution des

performances de filtration de masques soumis à divers procédés de stérilisation. Les résultats de ces travaux apportent à l'ensemble des acteurs, publics et industriels, des éléments d'appréciation conjointe des performances initiales de filtration des masques évalués et de leur maintien à l'issue des traitements appliqués.

Partage des connaissances sur les événements significatifs : journée d'échange permettant d'identifier les besoins des CLI

L'Anccli (Association nationale des comités et commissions locales d'information) et l'IRSN ont organisé conjointement, le 23 juin 2020, une journée de partage des connaissances sur le traitement des événements significatifs. Cette journée très appréciée des participants a réuni l'ensemble des acteurs concernés (inspecteurs, experts, exploitants, société civile). Elle a permis de partager les pratiques des CLI en matière d'information et de traitement des événements significatifs déclarés par les exploitants nucléaires français à l'Autorité de sûreté nucléaire ainsi que les différentes étapes de la « vie d'un événement ».

Au-delà de l'accompagnement de la montée en compétence des acteurs de la société civile, un travail en atelier a permis de préciser les besoins des CLI au regard du projet de Plateforme intégrée de retour d'expérience (PIREX). Cette plateforme numérique que développe l'IRSN en utilisant les capacités de l'intelligence artificielle pour le traitement de ces événements significatifs a été lauréate de l'appel à projets 2019 du Fonds pour la transformation de l'action publique (FTAP).

03

Sûreté nucléaire de défense, sécurité nucléaire, non-prolifération nucléaire et chimique



59

AVIS TECHNIQUES TRANSMIS
À L'AUTORITÉ DE SÛRETÉ
NUCLÉAIRE DE DÉFENSE



29

MISSIONS
D'ACCOMPAGNEMENT
DES INSPECTIONS
RELATIVES AU CONTRÔLE
INTERNATIONAL DES
MATIÈRES NUCLÉAIRES



46

CONTRÔLES TECHNIQUES
DES MOYENS AGRÉÉS
POUR LE TRANSPORT DE
MATIÈRES NUCLÉAIRES



Au titre de son appui ou de son concours technique aux autorités compétentes, l'IRSN apporte son expertise dans les domaines de la sûreté nucléaire de défense, de la sécurité nucléaire et de la non-prolifération nucléaire et chimique. Cet appui s'exerce dans le cadre d'activités variées : expertise de dossiers, participation à des inspections ou des contrôles, conduites d'études ou de recherches ou encore contribution à des actions de l'État en matière de non-prolifération... Il se traduit également par la participation aux travaux de la Commission européenne ou de l'AIEA.

En 2020, l'IRSN a renouvelé les conventions le liant au Délégué à la sûreté nucléaire et à la radioprotection pour les installations et activités intéressant la défense (DSND), aux Hauts fonctionnaires de défense et de sécurité (HFDS) du ministère de la Transition écologique (MTE) et des ministères économique et financier et de la relance (MEFR) ainsi qu'au Comité technique Euratom (CTE).

Dans le domaine de la propulsion navale, l'Institut a, en particulier, finalisé l'examen du rapport préliminaire de sûreté du futur sous-marin nucléaire lanceur d'engins (SNLE) de 3^e génération et l'instruction des dossiers de sûreté relatifs aux infrastructures d'accueil des sous-marins nucléaires d'attaque (SNA) de type *Suffren* en cohérence avec l'avancement de ce programme d'armement. Il a également poursuivi l'évaluation des dossiers liés au réexamen d'une INBS de l'Île Longue (Finistère). Dans le domaine des réacteurs de recherche et d'expérimentation, il a examiné le dossier d'options de sûreté de l'INBS du Centre CEA de Cadarache (Bouches-du-Rhône) et dans celui des installations du cycle du combustible intéressant la défense, il a poursuivi l'examen de sûreté lié aux travaux programmés dans les différents centres du CEA et d'Orano de Pierrelatte (Drôme).

En matière de sécurité nucléaire, l'IRSN se concentre sur des actions prioritaires au regard d'un contexte de menace élevée et durable. Elles concernent en particulier l'expertise des dispositions mises en œuvre par les exploitants en vue d'assurer la conformité des installations et transports aux exigences de la protection et du contrôle des matières contre des actions malveillantes.

L'enjeu pour l'IRSN est non seulement d'apporter cette expertise dans le cadre des procédures et de l'analyse des dossiers soumis par les exploitants, mais aussi d'assurer les missions opérationnelles prévues par la réglementation, comme l'accompagnement des inspections destinées à vérifier le respect des exigences liées aux engagements pris par la France ou la tenue de la comptabilité centralisée des matières nucléaires.

Enfin, en vue d'apporter un soutien toujours plus réactif aux autorités compétentes, l'IRSN a poursuivi les actions de rénovation de ses outils avec, entre autres, celle de plusieurs systèmes d'information et logiciels destinés à la comptabilité centralisée des matières nucléaires ou à l'étude de la cybersécurité d'installations nucléaires, à la poursuite de la dématérialisation des procédures relatives à la protection et au contrôle des matières nucléaires, de leurs installations et de leurs transports ainsi qu'à la protection des sources de rayonnements ionisants.



Sûreté nucléaire de défense

PROPULSION NAVALE

Poursuite de l'examen de sûreté des projets de la Marine nationale

Dans le cadre de son appui technique au Délégué à la sûreté nucléaire pour les installations et les activités intéressant la défense (DSND), l'IRSN a poursuivi en 2020 l'examen de projets structurants pour la Marine nationale : il a ainsi accompagné la poursuite des essais à la mer du sous-marin nucléaire d'attaque (SNA) *Suffren* ainsi que les travaux d'adaptation des ports de Brest et Toulon pour l'accueil de ce sous-marin. En parallèle, l'examen du référentiel technique de conception et du rapport préliminaire de sûreté des sous-marins nucléaires lanceurs d'engins de 3^e génération (SNLE-3G) a constitué une étape importante. Composante de la politique de dissuasion française, ces bâtiments destinés à remplacer les sous-marins de la classe *Le Triomphant* se doivent de répondre à un niveau d'exigence de sûreté élevé prenant en compte, d'une part, les enseignements du passé comme les améliorations apportées à la conception et aux moyens de contrôle et d'essais et, d'autre part, les évolutions de doctrine, notamment en matière d'agressions ou d'accidents graves... Une même exigence s'applique à la modernisation à venir des installations destinées à leur accueil à Cherbourg, à Brest et à l'Île Longue.

En dépit de la complexité inhérente à la crise sanitaire de la Covid-19, l'engagement des équipes tant de l'IRSN que de l'exploitant a permis de poursuivre l'instruction de ces dossiers même en période de confinement et de réunir, au mois de juillet 2020, une commission de sûreté des réacteurs qui a pu rendre ses conclusions au DSND.



98

AVIS TECHNIQUES REMIS
AU HAUT FONCTIONNAIRE
DE DÉFENSE ET DE SÉCURITÉ
(HFDS) DU MINISTÈRE DE
LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE (MTE)



LABORATOIRES ET USINES INTÉRESSANT LA DÉFENSE

Expertise menée sur le site CEA de Marcoule

Dans le cadre du programme de reprise et de conditionnement des déchets sur le site CEA de Marcoule (Gard), l'IRSN a instruit en 2020 différents dossiers de sûreté parmi lesquels le réexamen de sûreté des casemates de la station de traitement des effluents liquides du site.

Dans son avis à destination de l'Autorité de sûreté nucléaire de défense (ASND), l'IRSN a souligné l'importance des améliorations attendues et de la définition de dispositions pratiques à prendre pour limiter les conséquences en cas de séisme. Les conclusions de l'IRSN ont été présentées à la Commission de sûreté des laboratoires et usines et de la gestion des déchets (CSLUD) afin de lui permettre de formuler son avis.

L'institut a par ailleurs finalisé l'expertise des dossiers de sûreté des modules existants et à venir de l'entreposage intermédiaire polyvalent (EIP) dans le cadre du réexamen des alvéoles existants et de la mise en service de nouveaux alvéoles.



Sécurité nucléaire

EXPERTISE

Instruction de l'étude de sécurité de réacteurs du parc EDF

En vertu de l'arrêté ministériel du 3 août 2011 pris en application du code de la défense, une étude de sécurité complète relative aux installations autorisées à détenir des matières nucléaires doit être menée afin de montrer que les mesures proposées par l'exploitant en vue de s'assurer de la protection de celles-ci dans ses installations permettent de prévenir un acte malveillant susceptible de conduire à des conséquences radiologiques inacceptables.

L'instruction technique approfondie par l'IRSN d'une première étude de sécurité menée par EDF a permis d'analyser les dispositions techniques et organisationnelles proposées afin de prévenir tout acte visant à altérer, détériorer ou disperser des matières nucléaires. Dans son expertise, l'Institut a examiné en détail l'identification des menaces et des cibles potentielles ainsi que l'évaluation de la vulnérabilité de celles-ci. Ce travail d'analyse, qui a nécessité de nombreux échanges avec l'exploitant, constitue une instruction pilote qui servira de référence pour celles à venir au cours des années suivantes.

ÉTUDES

Études en cybersécurité : simulation d'attaques et d'intrusion de cybercriminels au moyen de la plateforme HYDRA

La plateforme de simulation HYDRA dont s'est doté l'IRSN permet de modéliser des architectures informatiques complexes dans le but d'en étudier la résistance aux attaques informatiques. Grâce à cet équipement réalisé sur une base fournie par Airbus Cybersécurité, l'Institut a la capacité d'étudier en laboratoire les impacts des cyberattaques, qu'elles soient ciblées ou génériques.

Constituée d'un ensemble de serveurs, HYDRA est capable de cloner les environnements informatiques industriels que l'on trouve classiquement sur les sites nucléaires. En combinant virtualisation et possibilité de raccordement à des équipements réels, la plateforme offre une bonne représentativité des environnements qui permet aux ingénieurs de l'Institut de reproduire des attaques réelles comme d'imaginer des scénarios malveillants et de constater les effets sur les équipements. À partir de ces résultats, l'expertise plus large de l'IRSN permet de développer les conséquences physiques sur les installations.

Relance des activités expérimentales de l'IRSN sur l'effet des explosions

La compréhension des mécanismes physiques régissant la propagation des ondes de souffle qui résultent de la détonation de charges explosives constitue un enjeu important pour la sécurité des installations nucléaires. En vue d'approfondir ses connaissances dans ce domaine, l'IRSN a donc mené entre 2006 et 2011 six campagnes d'essais à l'aide d'une table permettant d'étudier des niveaux de pression générés par différentes détonations.

Au titre d'un accord-cadre avec ArianeGroup, l'IRSN a repris la réalisation de campagnes d'essais pyrotechniques avec ce prestataire habilité à la mise en œuvre des explosifs. Pour l'occasion, l'Institut a conçu des maquettes qui reproduisent la géométrie 3D d'une installation nucléaire réelle, permettant l'insertion des capteurs aux points présentant le plus d'intérêt en termes de mesure.

Grâce à une loi d'échelle qui permet de partir d'une expérience à l'échelle réduite pour faire des extrapolations à l'échelle 1, les résultats de ces essais contribuent à améliorer la modélisation des effets des ondes de souffle sur une installation nucléaire réelle. Ils permettent ainsi aux ingénieurs des services d'expertise de l'Institut de disposer d'arguments factuels sur la résistance des structures aux effets de souffle pour analyser les dossiers de sécurité d'installations nucléaires.



CONCOURS TECHNIQUE

Maintien de l'analyse des demandes d'accord d'exécution et du suivi des transports de matières nucléaires dans le contexte de la COVID-19

L'échelon opérationnel des transports (EOT) de la direction de l'expertise nucléaire de défense de l'IRSN est chargé notamment de la gestion et du traitement des demandes d'accord pour l'exécution des transports de matières nucléaires et du suivi de ces derniers. En temps normal, ce suivi est assuré par deux équipes de quart de cinq personnes, qui peuvent être réduites en fonction d'autres impératifs tels que des inspections ou des contrôles techniques. Pendant le confinement, la continuité d'activité a pu être assurée avec un effectif réduit de deux équipes de quart de deux personnes et en maintenant les autres équipiers en télétravail.

Cette adaptation visait à réduire le risque de contamination lié à un travail mené en openspace et à disposer d'équipiers de réserve en cas de mise en quarantaine. L'organisation a parfaitement fonctionné, permettant d'instruire toutes les demandes d'accord d'exécution de transports de matières nucléaires pour l'approvisionnement des centrales nucléaires ou de l'usine Orano de fabrication de combustibles MOX à Marcoule (Gard).

Pendant la première période de confinement, les missions d'inspections et de contrôles techniques réalisées par l'EOT pour le compte du Haut fonctionnaire de défense et de sécurité (HFDS) du ministère de la Transition écologique (MTE) ont été interrompues pour se concentrer sur les activités de gestion et de suivi des transports. Elles ont repris à l'été et se sont poursuivies lors du second confinement.

INTERNATIONAL

Suivi des collaborations entre l'IRSN et le DOE

Le partenariat dédié aux garanties et à la sécurité nucléaire entre l'IRSN et le ministère américain de l'Énergie (DOE) est régi par un protocole d'accord (MoU) signé au mois de juillet 2006. Au titre de celui-ci, les équipes de l'Institut et de la National Nuclear Security Administration du DOE (DOE/NNSA) proposent respectivement des actions de collaboration sur des sujets d'intérêt commun pour lesquelles chacun des deux partenaires prend à sa charge une part du financement.

Le suivi de cet accord est effectué lors de la réunion annuelle d'un groupe permanent de coordination. La 13^e édition de cette réunion s'est tenue en visioconférence, au mois d'octobre 2020. Elle a permis de faire le bilan des collaborations en cours sur différents sujets comme la R&D en matière de cybersécurité, le renforcement de la sécurité des matières nucléaires pendant leur transport par la route, ou encore l'élaboration de guides d'utilisation des systèmes de mesures de spectrométrie gamma en sécurité nucléaire. Une nouvelle action a été décidée pour développer un atelier sur la coordination entre la protection physique, le suivi physique et la comptabilité des matières nucléaires lors d'un événement de sécurité nucléaire.

Sécurité des sources de rayonnements ionisants contre les actes de malveillance

Dans le cadre de l'entrée en application, au 1^{er} janvier 2021, de l'arrêté du 29 novembre 2019 relatif à la protection des sources de rayonnements ionisants contre les actes de malveillance, l'IRSN a développé avec l'Institut européen de formation et de tutorat en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection (ENSTTI) un module d'apprentissage en ligne sur la protection des sources de rayonnements ionisants. Mis en ligne le 1^{er} décembre 2020, ce module s'adresse aux responsables d'activités nucléaires détenant, utilisant, fabriquant, distribuant, important, exportant ou transportant des sources de rayonnements ionisants, ainsi qu'aux personnels autorisés à accéder aux sources de rayonnements ionisants et à les convoier.



BRÈVE • DU 10 AU 14 FÉVRIER 2020, À VIENNE, 10 EXPERTS DE L'IRSN ONT PARTICIPÉ À LA 3^e CONFÉRENCE INTERNATIONALE DE L'AIEA SUR LA SÉCURITÉ NUCLÉAIRE (ICONS 2020)

Ils ont animé plusieurs tables rondes et présentations traitant notamment du trafic illicite de matières nucléaires, de la mise en œuvre des réglementations nationales et de la cybersécurité. Ils ont également participé à un événement consacré à la mise en œuvre des tests normalisés pour les systèmes de détection des matières radioactives.

Non-prolifération nucléaire et chimique

CONVENTION D'INTERDICTION DES ARMES CHIMIQUES

Délivrance par le DGA défense et sécurité de l'IRSN des autorisations d'activités relatives aux produits relevant du tableau 1 de la CIAC

Depuis le 1^{er} février 2020, le directeur général adjoint de l'IRSN délégué pour les missions de défense et de sécurité nationale (DGA/D) a reçu délégation du ministre en charge de l'industrie pour délivrer les autorisations d'activités relatives aux catégories chimiques jugées les plus proliférantes au regard de la Convention pour l'interdiction des armes chimiques (CIAC). Pour être éligibles à ces autorisations, les activités menées à l'aide de ces produits doivent être à des fins médicales, pharmaceutiques, de recherche ou de protection et dans des quantités limitées à ce que peuvent strictement justifier ces fins.

Dans ce cadre, le bureau chimie du service de non-prolifération et de comptabilité des matières nucléaires de l'IRSN analyse chaque dossier et transmet un avis au DGA/D, en vue d'une décision d'autorisation délivrée sur cette base ainsi que sur les conclusions du contrôle préalable réalisé sur site par les services du ministère chargé de l'industrie. La délivrance de la première autorisation a eu lieu au mois de septembre 2020 et deux nouveaux dossiers devraient être soumis dans le courant de 2021.

GARANTIES NUCLÉAIRES

Participation de l'IRSN, pour le compte de la Direction générale de l'énergie et du climat (DGEC) ainsi que du Comité technique Euratom (CTE), à l'élaboration de l'arrêté de mise en œuvre du protocole additionnel français à l'Accord de garanties en matière de non-prolifération

Cet arrêté publié le 13 mars 2020 précise les modalités de déclaration par les industriels et le rôle de l'IRSN comme collecteur de celles-ci. À cet égard, l'Institut intervient notamment dans le recueil des déclarations via son portail dédié PASTEL et clarifie les attendus auprès des exploitants. Il est également impliqué, en étroite collaboration avec le CTE, dans l'accompagnement des accès complémentaires menés par l'AIEA conformément aux dispositions du protocole additionnel français.



Organisation par l'IRSN du symposium 2020 de l'Association européenne de recherche et développement en matière de garanties (ESARDA) pour le compte du Comité technique Euratom (CTE), au titre de la présidence française de l'Association

S'appuyant sur divers travaux du symposium de 2019, dont en particulier un *world cafe* visant à dynamiser l'action de l'association, et malgré le contexte de la crise sanitaire de la Covid-19, le symposium 2020 d'ESARDA a réuni jusqu'à 160 participants pour des échanges virtuels fluides très appréciés. Il a ainsi démontré la capacité de cette association à constituer un forum d'échange au service de l'évolution du monde des garanties.



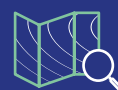
04

Radioprotection des personnes et de l'environnement



4 978

ÉCHANTILLONS DE
L'ENVIRONNEMENT
PRÉLEVÉS POUR DES
MESURES RADIOLOGIQUES



505

POINTS DE PRÉLEVEMENT
D'ÉCHANTILLONS POUR
LA SURVEILLANCE DE
LA RADIOACTIVITÉ SUR
L'ENSEMBLE DU TERRITOIRE



126

HEURES D'ENSEIGNEMENT
DISPENSÉES AU COURS
DES 17 SESSIONS
DE FORMATION EN
RADIOPROTECTION



L'IRSN intervient dans les domaines de la surveillance de l'environnement et de la protection des personnes contre les rayonnements ionisants avec le souci de contribuer toujours plus efficacement aux politiques publiques visant à encourager une prise en compte globale des enjeux liés à la santé environnementale, comme en témoignent les lignes directrices du 4^e Plan national santé-environnement (PNSE). La contribution de l'IRSN à des travaux menés en 2020 afin de mieux comprendre l'origine de certains *clusters* de cancers – comme pour les cas de glioblastomes observés autour de la plateforme chimique de Salindres, dans le Gard – en est l'illustration. L'Institut entend, plus généralement, intensifier son effort de mise à disposition de données environnementales et sanitaires avec l'objectif de contribuer, à terme, à la création d'un *Green Data Hub* national.

Un premier axe stratégique à souligner dans le domaine de la radioprotection des personnes est la volonté de l'IRSN, qui mène aujourd'hui des recherches précliniques sur les effets des expositions prolongées aux rayonnements ionisants, de se rapprocher des organismes et hôpitaux en charge de la recherche clinique et de contribuer notamment à la réflexion menée par l'Institut national du cancer (INCa) au sujet de l'avenir de la recherche sur le cancer. Le recours à la puissance de l'intelligence artificielle pour accroître l'efficacité du traitement des données issues de la surveillance radiologique des travailleurs constitue un deuxième axe de progrès en matière de radioprotection des personnes. Dans cet esprit, l'Institut a engagé en 2020, en lien avec la Direction générale du travail (DGT), la rénovation de son Système d'information de la surveillance de l'exposition aux rayonnements ionisants (SISERI) sur la base d'un financement du Fonds pour la transformation de l'action publique (FTAP). L'expertise augmentée des données de la base de niveaux de référence diagnostiques, objet du projet EXPRI, illustre également cette tendance.

Dans le domaine de la surveillance de l'environnement, l'IRSN poursuit sa politique d'acquisition de connaissances approfondies de l'état radiologique d'un territoire donné, par le biais des constats radiologiques territoriaux qu'il dresse dans différentes régions de France. 2020 aura été une année particulièrement riche à cet égard, avec la parution de constats relatifs à trois régions : la Méditerranée, le Sud-Ouest et le Nord-Est.

Concernant la gestion des crises, dans le contexte de la pandémie de Covid-19 et des dispositions restrictives associées, l'IRSN a su faire la preuve de la robustesse de son organisation à l'occasion de plusieurs événements survenus au cours de l'année 2020, notamment lors des feux de forêts qui ont ravagé à partir du mois d'avril la région de Tchernobyl, en Ukraine, et du départ de feu sur le site de Creys-Malville (Isère).

Dans le domaine des risques naturels, l'Institut a réalisé et publié, en collaboration étroite avec des équipes académiques, des travaux visant à mieux comprendre les caractéristiques du séisme du Teil (Ardèche) survenu au mois de novembre 2019 et engagé un projet de recherche européen intitulé DARE visant à étudier les effets de site dans la vallée du Rhône.

Enfin, l'IRSN a intensifié son dialogue avec la société, par le biais notamment de ses interactions avec les commissions locales d'information, des associations et de tous les acteurs institutionnels qui se font le relais des préoccupations du public en matière de santé et de radioprotection.



Radioprotection des personnes

BRÈVE •

MITOCHONDRIES ET RADIOTHÉRAPIE

L'IRSN est partenaire du projet « La machinerie d'import mitochondriale régulée par CHCHD4* et son ciblage pour le traitement du cancer ». Porté par l'Institut Gustave Roussy, ce projet a pour objectif d'étudier l'impact du métabolisme mitochondrial sur la croissance tumorale et la réponse à l'irradiation. Il a permis d'étudier plus précisément les communications moléculaires entre les cellules tumorales et les cellules endothéliales vasculaires dont le comportement est influencé par les mitochondries, à la suite d'une radiothérapie.

EXPOSITION PROFESSIONNELLE AU RADON

L'IRSN a rendu un avis sur les évolutions introduites par la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) avec la mise à jour des coefficients de dose pour le radon dans le milieu du travail. L'Institut conclut que l'une des conséquences pourrait être un abaissement du niveau de référence pour le radon dans les lieux de travail. L'IRSN souligne également la complexité liée à l'usage de coefficients de dose différents selon les activités professionnelles pour un intérêt relatif, car l'exposition au radon concerne également le public dans l'habitat.

EN SAVOIR PLUS
www.irsns.fr/coeff-Radon

* Protéine mitochondriale dont l'une des utilités est de réguler la consommation d'oxygène de la cellule et donc son métabolisme

Implication dans la recherche en cancérologie

L'IRSN a participé, à la demande de l'Institut national du cancer (INCa), à la réflexion engagée dans le cadre de la stratégie décennale de lutte contre le cancer. L'Institut a notamment partagé son travail et ses réflexions en matière de traitements des cancers, plus particulièrement concernant les conséquences des radiothérapies externes et internes et la délivrance de la juste dose à la tumeur en garantissant la protection des tissus sains... L'action de l'Institut dans ce domaine vise la limitation des effets indésirables liés aux traitements par radiothérapie pour améliorer autant que possible la qualité de vie des patients. Lors des échanges entre les deux organismes ont été abordés divers sujets comme l'évaluation des nouveaux dispositifs ou protocoles de traitement ou encore l'intérêt de créer une base de données permettant d'évaluer de manière systématique les traitements réalisés, de relier les doses aux effets ou encore de développer des traitements innovants de prise en charge des séquelles.

Parmi les projets destinés à fédérer la dynamique nationale de recherche en cancérologie figure l'initiative Radiotransnet dont l'IRSN est partenaire. Officiellement labellisé par l'INCa fin 2018 pour une durée de deux ans, ce projet vise à structurer la recherche translationnelle – de la phase préclinique au stade clinique – dans le domaine de la radiothérapie. Il implique plus de 80 laboratoires dans l'objectif de dégager des priorités de recherche, en favorisant les interactions scientifiques et cliniques à l'interface de la radiothérapie et de la radiobiologie. Quatre séminaires ont été organisés en 2019 et 2020 afin de dégager des recommandations qui permettront d'élaborer un agenda stratégique de recherche. À cet égard, l'INCa a d'ores et déjà retenu dans sa stratégie décennale de lutte contre le cancer un axe stratégique ciblant la limitation des séquelles des traitements anticancéreux et l'amélioration de la qualité de vie des patients. L'IRSN a reconduit son partenariat historique avec Gustave Roussy autour de cet axe stratégique.

6^e bilan des niveaux de référence diagnostiques en imagerie médicale

L'IRSN a publié en avril 2020 son 6^e bilan des niveaux de référence diagnostiques en imagerie médicale (NRD), pour la période 2016-2018. Sur la base des données adressées par les professionnels, ce bilan montre une diminution des valeurs dosimétriques dans tous les domaines : la très grande majorité d'entre elles se situe de 0 à 25 % en dessous des NRD en vigueur depuis le 1^{er} juillet 2019.

Afin de limiter l'exposition radiologique liée notamment aux actes de mammographie, l'IRSN préconise le recueil de données issues d'examens réels et non l'utilisation de

mannequins, afin d'évaluer la qualité de l'image radiographique ou de calibrer l'exposition radiologique des patientes. Il propose également d'élargir le recueil de données à de nouveaux examens. Enfin, il suggère de compléter la démarche d'optimisation des doses par une approche intégrant la qualité de l'image nécessaire à l'élaboration du diagnostic.

LIRE LE BILAN COMPLET
www.irsns.fr/NRD-bilan

Poursuivre l'optimisation des doses en imagerie médicale

Dans le cadre de ses missions de santé publique, l'IRSN apporte son expertise dans le domaine de l'imagerie médicale à des fins diagnostiques, dans l'objectif d'optimiser les doses auxquelles les patients peuvent être exposés.

Ainsi, l'Institut examine périodiquement l'exposition de la population aux rayonnements ionisants due aux examens d'imagerie médicale diagnostique (rapport ExPRI). Il a publié en 2020 un nouveau rapport, qui porte sur l'année 2017 et compare les données recueillies à celles de 2012. Celui-ci propose une analyse par modalité d'imagerie (radiologie conventionnelle, interventionnelle et dentaire, scanner et médecine nucléaire), par région anatomique explorée, par âge et par sexe. Il est réalisé à partir des actes d'imagerie diagnostique extraits d'un échantillon représentatif des bénéficiaires de l'Assurance maladie. Les évolutions observées sur les moyennes de la fréquence des actes et de la dose efficace annuelle par individu sont globalement faibles, cette dernière se stabilisant à 1,53 mSv (1,56 mSv en 2012). La médecine nucléaire, troisième contributeur à la dose efficace collective, est la modalité ayant connu l'augmentation la plus importante sur ces cinq ans, à la fois en fréquence et en contribution à la dose efficace collective. Toutefois, la scanographie reste de loin la modalité contribuant le plus fortement à l'exposition de la population (74,2 %). Le rapport met aussi en relief la problématique du cumul d'examens, qui conduit plusieurs centaines de milliers de patients, à l'échelle nationale, à intégrer sur trois ans des doses efficaces pouvant dépasser 100 mSv, posant la question des éventuels effets radio-induits à long terme.

LIRE LE RAPPORT
www.irsns.fr/expri

En 2020, l'IRSN a rendu un avis relatif à l'imagerie médicale de positionnement en radiothérapie. Sur la base d'un état des lieux des pratiques et des solutions industrielles pour les optimiser, l'IRSN recommande la mise en place de groupes pluridisciplinaires dans les services de radiothérapie, le déploiement de procédures spécifiques pour la pédiatrie ou encore le renforcement de la formation.

Rapport relatif à la qualité d'image et la dose délivrée en mammographie numérique

La Direction générale de la santé (DGS) a saisi l'IRSN afin de mener une expertise portant sur les installations de mammographie numérique mises en œuvre dans le cadre du dépistage organisé du cancer du sein. Cette demande faisait suite au constat de l'INCa d'une hétérogénéité des taux de détection des cancers par ces installations, en fonction du fabricant des systèmes de lecture.

L'IRSN a analysé de manière quantitative les documents de contrôle qualité externe relatifs à la qualité de l'image et à la dose délivrée pour un échantillon d'installations de mammographie numérique. Un total de 126 rapports a été analysé, représentant environ 6 000 données exploitées. L'IRSN a également comparé les doses délivrées par les installations à partir de la base de données des niveaux de référence diagnostiques (NRD) en vue de déceler d'éventuelles différences selon les marques de mammographes. Ces analyses n'ont pas mis en évidence de différences significatives sur les résultats détaillés des contrôles de qualité de l'image entre les différentes marques de systèmes de lecture. Sur cette base, il n'est pas possible de conclure à une moindre performance technique de certaines marques susceptibles d'expliquer les différences entre les taux de détection des cancers constatés par l'INCa. Cette expertise a cependant mis en évidence l'existence d'une différence nette des doses moyennes susceptibles d'être délivrées à la glande mammaire en fonction des types d'installations de mammographie, conduisant l'IRSN à recommander de s'interroger sur les performances techniques et cliniques des types d'installations présentant à la fois les plus forts taux d'exposition et les plus faibles taux de détection de tumeurs. Les investigations vont être poursuivies dans le cadre du plan d'actions élaboré par la DGS en collaboration avec l'INCa, l'Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé (ANSM) et l'IRSN.

 **DÉCOUVRIR LE RAPPORT**
www.irsn.fr/mammographie-numerique

Enfin, l'IRSN a participé à une campagne européenne de sensibilisation en faveur d'un usage approprié des examens d'imagerie médicale, lancée le 8 novembre 2020, à l'occasion de la Journée internationale de la radiologie. Pilotée par l'ASN au niveau français, cette campagne a été menée dans un cadre européen par 19 pays membres de l'Association des responsables des autorités européennes compétentes en radioprotection (HERCA). L'IRSN a assuré le pilotage du groupe de travail qui a élaboré les fiches destinées aux médecins demandeurs d'examens radiologiques.



BRÈVE

EXPOSITION RADIOLOGIQUE DES TRAVAILLEURS

L'IRSN a publié les résultats de la surveillance dosimétrique des 395 000 personnes exposées aux rayonnements ionisants dans le cadre de leur activité professionnelle en 2019. L'effectif suivi a augmenté de 1,2 % par rapport à 2018 et la dose collective mesurée par dosimétrie externe passive de 8 %. Ces résultats sont liés principalement au volume accru des travaux de maintenance dans l'industrie nucléaire et à l'augmentation des doses reçues par le personnel navigant exposé au rayonnement cosmique, en lien avec l'activité solaire. Ce bilan est pour la première fois décliné dans une version numérique et interactive.

 **DÉCOUVRIR LE BILAN**
expro.irsn.fr


572

ANTHROPADIOMÉTRIES
 RÉALISÉES POUR LE SUIVI
 DES TRAVAILLEURS DONT 479
 À L'AIDE DE MOYENS MOBILES

BRÈVE

RADON ET ACTIONS TERRITORIALES : LE CITOYEN ACTEUR DE LA MAÎTRISE DU RISQUE RADON DANS L'HABITAT

Dans le cadre de sa stratégie d'ouverture à la société, l'IRSN a contribué depuis plusieurs années au développement d'actions territoriales dédiées à la gestion du risque radon dans l'habitat. La réflexion se poursuit, dans un souci d'impliquer durablement les acteurs locaux des territoires et d'identifier des moyens innovants à mettre en place pour leur permettre d'être pleinement acteurs de la maîtrise du risque radon, depuis la sensibilisation et l'incitation à la mesure jusqu'à l'accompagnement à la mise en œuvre de travaux de remédiation.

BRÈVE

RADIOPROTECTION DES ÉLÈVES ET DES ENSEIGNANTS

L'IRSN a élaboré des fiches pratiques pour la gestion des sources radioactives utilisées à des fins pédagogiques afin d'assurer la radioprotection des scolaires et des enseignants. Ces fiches contiennent des consignes de sécurité pour la manipulation et l'entreposage des sources susceptibles d'être encore présentes dans les établissements scolaires.

Radioprotection de l'environnement



507

BALISES CONSTITUENT
LE RÉSEAU
DE TÉLÉSURVEILLANCE
DU TERRITOIRE

SURVEILLANCE

L'IRSN a publié en 2020 les constats radiologiques des régions Nord-Est, Sud-Ouest et Méditerranée. Ces études actualisent les connaissances relatives aux marquages radiologiques environnementaux de ces régions. Elles viennent en complément de la surveillance régulière de la radioactivité dans l'environnement français, assurée à proximité des installations nucléaires, dans le but de détecter d'éventuelles évolutions ou écarts par rapport aux niveaux de référence.

FAILLES ACTIVES

L'IRSN a mis en ligne en accès libre une base de données répertoriant les failles potentiellement actives du territoire français métropolitain. Réalisée avec le soutien du ministère de la Transition écologique, cette base de données permet d'identifier les failles dont l'activité sismique passée ou actuelle peut servir de base pour évaluer l'aléa sismique à prendre en compte pour la sûreté des installations nucléaires.

Vers un guide technique pour l'évaluation du risque radiologique pour la faune et la flore sauvages

Dans le cadre de ses travaux sur la prise en compte du risque radiologique sur la faune et la flore sauvage, l'IRSN a, à la demande de l'ASN, piloté la réalisation d'un projet de guide technique finalisé en décembre 2020 sur l'impact d'une installation ou d'une activité nucléaire sur la faune et la flore. Ce travail a été réalisé au sein d'un groupe pluridisciplinaire et pluraliste animé par l'Institut et composé d'intervenants concernés par la radioprotection de l'environnement : exploitants, bureaux d'études, autorités et société civile.

La méthode proposée est fondée, comme pour le risque chimique, sur le principe de « l'écart à la référence », c'est-à-dire la comparaison d'une exposition par rapport à une valeur de référence. Le deuxième principe fondateur de cette méthode est l'utilisation d'une approche graduée en trois niveaux, du plus conservatif au plus réaliste : les niveaux 1 et 2 permettent de conclure à un risque négligeable. Le troisième niveau n'est mis en œuvre que lorsqu'un doute subsiste quant à l'aspect négligeable du risque évalué à l'issue des deux premiers. Outre la cohérence dans la méthode d'évaluation des risques qu'ils soient chimiques, sanitaires ou radiologiques, il est à souligner l'implication de l'ensemble des membres du groupe de travail dans la co-construction du document.

Tritium et eaux destinées à la consommation humaine

À la demande de la DGS et de l'ASN, l'IRSN a analysé la référence de qualité réglementaire relative au tritium dans les eaux destinées à la consommation humaine.

Dans son analyse, l'Institut rappelle que le tritium est l'un des radionucléides les moins toxiques, selon les données scientifiques les plus récentes. Il souligne par ailleurs que les études épidémiologiques actuelles ne permettent pas de mettre en évidence un risque spécifique au tritium, soit parce qu'elles ne concernent pas spécifiquement l'exposition à ce radioélément, soit par manque de signifiante statistique des évaluations, en raison du faible effectif des cohortes sur lesquelles celles-ci sont basées. Il montre enfin que l'ingestion de tritium dans les eaux de boisson, aux niveaux observables dans l'environnement, conduit à une exposition extrêmement faible. Aussi, l'Institut estime que les données scientifiques acquises ne justifient pas une évolution importante et rapide des critères et niveaux de gestion du risque tritium mis en place. Il recommande cependant de s'interroger périodiquement sur la validité des modèles et critères de gestion du risque radiologique et d'en partager les résultats.

Évaluation des doses reçues en Polynésie française de 1975 à 1981

L'IRSN a examiné, à la demande du Comité d'indemnisation des victimes des essais nucléaires, une évaluation des doses efficaces potentiellement reçues par les populations de Polynésie française sur la période 1975-1981.

Cette évaluation complexe devait prendre en compte les principaux radionucléides contributeurs aux trois voies d'exposition (ingestion, exposition externe et inhalation). Dans cet objectif, l'Institut s'est appuyé sur trois sources d'information : les rapports déclassifiés du CEA ; la bibliographie internationale ; la mesure, à partir des filtres d'aérosols datant de cette époque, conservés dans son échantillonnage, du césium 137, du strontium 90 et des isotopes du plutonium. Les résultats de cette évaluation montrent que l'exposition radiologique des populations de Tureia, des Îles Gambier et de Tahiti aux retombées des essais nucléaires atmosphériques entre 1975 et 1981 se situe en deçà de 100 μ Sv/an, soit le dixième de l'exposition naturelle en Polynésie française et de la limite de 1 mSv/an fixée pour l'exposition du public aux rayonnements ionisants.

Reconstituer le parcours des contaminations dans les cours d'eau français

Piloté par l'IRSN, le projet TRAJECTOIRE a été lancé en janvier 2020 pour quatre ans. Il a été retenu par l'Agence nationale de la recherche et vise à reconstituer le parcours des contaminants résultants des activités anthropiques et détectés aux exutoires des grands bassins-versants français : Garonne, Loire, Meuse, Moselle, Rhin, Rhône, Seine.

Le projet croise des archives documentaires répertoriant les activités humaines (rejets des industries, modes de consommation, productions, normes, réglementation...) sur ces milieux et des archives sédimentaires retraçant l'historique de leur contamination. Les données obtenues seront analysées pour déterminer une relation de cause à effet entre activités humaines et contaminations. Trois familles de contaminants seront étudiées : radionucléides, microplastiques et métaux rares utilisés dans les hautes technologies.

L'objectif final du projet TRAJECTOIRE est de développer un modèle prédictif des concentrations de contaminants dans les systèmes fluviaux en considérant l'évolution des pressions résultant des activités humaines, sur la base de *scenarii* de changements climatiques et sociétaux. Les travaux de recherche permettront d'évaluer les trajectoires des contaminants étudiés, au travers de la réponse des environnements soumis aux perturbations anthropiques appliquées à leurs bassins-versants, ainsi que la capacité



LIRE L'AVIS COMPLET
www.irsn.fr/Avis-2020-005



BRÈVE

STOCKAGE DES DÉCHETS

Après le débat public sur le Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs, les échanges techniques avec la société civile sur le stockage des déchets de haute et moyenne activités à vie longue ont repris en 2020, avec l'identification de sujets techniques à traiter comme les alternatives au stockage géologique. Sur ce sujet, un webinaire a eu lieu le 25 septembre, suivi d'une nouvelle journée le 15 décembre qui a porté sur les connaissances relatives aux colis de déchets.

des grands cours d'eau à revenir à leur état initial après une perturbation, c'est-à-dire leur capacité de résilience.

Le projet TRAJECTOIRE vise à fournir aux parties prenantes un outil d'aide à l'élaboration de la réglementation environnementale et de dispositions telles que les modes de conduite des opérations de démantèlement et de remédiation ou encore la gestion de matériaux tels que les métaux critiques utilisés par les nouvelles technologies dans la perspective de la protection des milieux aquatiques.

Lancement de la campagne de mesures des activités en tritium dans la Loire

L'IRSN a débuté au mois de novembre 2020, en lien avec l'ASN, une campagne de mesures des activités en tritium dans la Loire, sur la base de prélèvements sur la commune de Saumur (Maine-et-Loire). Celle-ci vise à comprendre l'origine d'une activité en tritium anormalement élevée (310 Bq/L) dans la Loire mesurée par l'Association pour le contrôle de la radioactivité dans l'Ouest (ACRO) au mois de janvier 2019. Elle fait suite à des modélisations des niveaux de tritium attendus dans la Loire, à partir des rejets déclarés par les Centres nucléaires de production d'électricité (CNPE) d'EDF, qui n'ont pas permis de reproduire de telles concentrations à Saumur. L'IRSN a émis l'hypothèse d'un mélange imparfait des rejets de la centrale de Chinon, entraînant une hétérogénéité de distribution du tritium dans le lit du fleuve sur de longues distances. La campagne de prélèvements engagée fin 2020 pour quatre mois permettra d'approfondir cette hypothèse. Les objectifs et la méthodologie de cette campagne ont été présentés le 19 octobre 2020 aux représentants des parties prenantes : ville de Saumur, CLI de Chinon, ACRO, Réseau de préleveurs citoyens et EDF. Ces derniers ont exprimé le souhait de constituer un comité de suivi pluraliste, qui s'est réuni le 2 décembre 2020 à Saumur.

Étude radiologique du site de Saint-Alban

L'IRSN a poursuivi en 2020 l'étude radiologique engagée en 2019 autour du site de Saint-Alban (Isère). Après avoir réalisé plus de 300 prélèvements en 2019 l'année 2020 a porté sur des prélèvements dans le milieu aquatique ainsi que sur les enquêtes de proximité pour actualiser les informations sur les modes de vie des habitants résidant à proximité.

Saint-Alban constitue le premier site choisi par l'Institut pour développer une méthodologie applicable en routine, destinée à améliorer ses connaissances et son approche de l'évaluation de l'impact environnemental et sanitaire des sites nucléaires. Les études radiologiques permettent de diversifier les types de prélèvements et d'analyses d'échantillons environnementaux et de vérifier la bonne adaptation des outils de modélisation aux spécificités d'un site. Elles visent aussi à répondre aux préoccupations des populations riveraines et proposent de les impliquer dans la mesure de la radioactivité environnementale afin de mieux appréhender la question du risque radiologique. À cette fin, un groupe de suivi de l'étude a été constitué par la CLI de Saint-Alban afin de partager et d'échanger sur l'avancement, les résultats et l'implication d'acteurs du territoire (agriculteurs, chasseurs, pêcheurs, familles...) pour les besoins de l'étude.

L'IRSN organise des formations à la spectrométrie gamma

Le contrôle de la qualité radiologique des denrées alimentaires est effectué par des laboratoires agréés par l'État. Ils bénéficient dans ce cadre de l'appui méthodologique de l'IRSN qui, en sa qualité de laboratoire national de référence, dispense des formations et organise des essais d'intercomparaison permettant de s'assurer de l'aptitude des laboratoires à réaliser ces contrôles et contribuant au maintien des compétences de leurs personnels. La mesure de la radioactivité dans les denrées alimentaires repose sur des opérations dont la réalisation nécessite un haut degré de qualification. Aussi est-il important, pour les 12 laboratoires agréés en France au titre de cette activité de pouvoir disposer périodiquement de formations destinées à parfaire leur pratique par le biais d'exercices en lien avec les différentes phases clés du processus de mesure. L'IRSN est chargé d'animer ce réseau de laboratoires, de dispenser les formations et d'organiser des essais d'intercomparaison nécessaires à la délivrance des agréments. C'est à ce titre que l'Institut a organisé les 8 et 9 octobre 2020, dans son site du Vésinet (Yvelines), des journées de formation à la spectrométrie gamma pour 10 laboratoires du Service commun des laboratoires, service à compétence nationale des ministères économiques et financiers, et du réseau des laboratoires d'analyses vétérinaires et départementaux. Ces journées sont également l'occasion d'échanges entre les experts de l'IRSN et ceux des laboratoires au sujet des spécificités de mesure des différents échantillons rencontrés dans le cadre de leur activité de surveillance des denrées alimentaires et, plus généralement, sur l'ensemble des questionnements techniques liés à cette activité.

Suivi et gestion de crise

Exercice de crise international

Du 25 au 27 août 2020, l'IRSN a participé à un exercice de crise international dans le cadre du réseau d'assistance en situation de crise (RANET) de l'AIEA. Ce type d'exercice vise à tester les procédures des États membres et des organisations internationales susceptibles de demander ou d'offrir une assistance internationale en cas d'urgence nucléaire ou radiologique. Le scénario technique de l'exercice, qui considérait une situation accidentelle survenant en France, a été préparé et animé par l'IRSN.

L'organisation de crise de l'Institut a été activée, incluant pour la première fois la mobilisation de la cellule internationale au sein de son centre technique de crise.

Outre les missions habituelles d'expertise lors de situations d'urgence, l'exercice a permis de mettre en œuvre les procédures d'alerte et de partage d'informations avec l'AIEA, de partager nos stratégies de mesure de la radioactivité dans l'environnement et d'utiliser une méthode main-tenant commune d'expertise entre centres de crise : la méthode 3D3P.

Sept pays ont participé à cet exercice : Afrique du Sud, Biélorussie, Bulgarie, États-Unis, France, Pakistan et Russie.

Départ de feu sur le site de Creys-Malville

Le 30 juin 2020, l'IRSN a activé son organisation de crise après avoir été informé d'un départ de feu survenu à l'intérieur du bâtiment du réacteur en cours de démantèlement de la centrale nucléaire Superphénix située à Creys-Malville, dans l'Isère. Dans le cadre de cette mobilisation, l'Institut a déployé sur le terrain ses moyens de mesure mobiles, en accord avec les autorités, afin d'effectuer des relevés *in situ* et des prélèvements dans l'environnement du site nucléaire. Les résultats des mesures ainsi que les analyses des prélèvements effectuées dans les laboratoires de l'Institut n'ont relevé aucune élévation du niveau de radioactivité imputable à cet événement dans l'environnement du site nucléaire de Creys-Malville.

GESTION DE CRISE : MOBILISATION DE L'IRSN SUITE À L'INCENDIE SUR LE SOUS-MARIN NUCLÉAIRE D'ATTAQUE PERLE

L'IRSN a activé le 12 juin 2020 son organisation de crise après avoir été informé d'un incendie à bord du sous-marin nucléaire d'attaque *Perle* à Toulon.

Ce sous-marin était en travaux en cale sèche depuis janvier 2020. Dans le cadre de ce chantier, le réacteur avait été mis à l'arrêt et il n'y avait plus aucun combustible nucléaire à bord. Durant toute la durée de l'incendie, l'Institut a contribué au suivi de la situation au profit des autorités. En particulier, il a exploité ses moyens de mesures fixes situés à proximité de la base navale et a déployé des moyens mobiles depuis son site des Angles (Gard) afin de confirmer l'absence d'impact radiologique.

Surveillance des feux de forêts à Tchernobyl

Le 4 avril 2020, un incendie s'est déclaré dans la zone d'exclusion de Tchernobyl (Ukraine). Un tel événement, qui s'est déjà produit par le passé, peut conduire à la remise en suspension de césium 137 dans l'air.

C'est pourquoi l'IRSN a mobilisé son organisation de crise pour suivre la situation et évaluer les conséquences de la propagation en France de masses d'air potentiellement contaminées. Il a notamment analysé, à un rythme quotidien, l'ensemble des mesures issues de ses propres réseaux de surveillance environnementale – comme les stations de son réseau OPERA-AIR dédié à la surveillance de la radioactivité des aérosols atmosphériques – ainsi que les informations communiquées par ses partenaires européens, en particulier ukrainiens.

Sur la base de ces données et des modèles de simulation numérique, les experts de l'IRSN ont notamment établi une estimation de la radioactivité remobilisée par les flammes, et de la dispersion du panache en Europe en recourant aux données météorologiques fournies par Météo-France. Ils ont régulièrement publié des notes de situation sur ces incendies et sur l'impact radiologique associé : un impact qui est resté très faible et sans conséquence sanitaire pour la population et l'environnement.

6

GRÈEMENTS RÉELS
DU CENTRE TECHNIQUE
DE CRISE

2

EXERCICES NATIONAUX
DE CRISE NUCLÉAIRE
HORS ACTIVITÉS
INTÉRESSANT LA DÉFENSE

Élévation des niveaux de radioactivité dans l'air en Europe du Nord

Du 28 juin au 22 juillet 2020, l'Institut a activé le niveau 1 de son organisation de crise, suite à la détection en Europe du Nord d'une élévation des niveaux de radioactivité dans l'air. Durant le mois de juin, les autorités de sûreté et de radioprotection des pays scandinaves ont détecté différents radionucléides artificiels dans l'atmosphère (cobalt-60, césium134, césium137, ruthénium103 notamment). Cette élévation a également été détectée par l'Organisation du traité d'interdiction complète des essais nucléaires.

Les mesures effectuées par les stations du réseau OPERA-AIR du nord de la France n'ont pas mis en évidence de présence de radionucléides liés à cet épisode.

À partir des données fournies par Météo-France et des résultats de mesure disponibles en Europe, l'Institut a

réalisé des simulations afin de localiser la zone de rejet et d'évaluer la quantité de radionucléides rejetée.

La zone de rejet la plus plausible se situe sur un territoire couvrant une partie des pays baltes et l'ouest de la Russie, sans qu'il soit possible de préciser la localisation exacte du point de rejet

Concernant la cause du rejet, l'IRSN a partagé l'analyse de l'AIEA d'une origine probablement liée à un réacteur en exploitation ou en arrêt pour maintenance. L'Institut a noté en effet une activité significative de cobalt-60, « produit d'activation » qui se forme dans le cœur de réacteurs nucléaires. Les autres radionucléides mesurés et leurs proportions relatives correspondent à un combustible nucléaire dont l'irradiation aurait pris fin il y a plusieurs mois.



Liban

Suite à l'explosion survenue dans le port de Beyrouth le 4 août 2020, le gouvernement libanais a sollicité l'aide de l'AIEA, au travers de son réseau d'assistance RANET. L'explosion ayant pu conduire à des pertes d'intégrité de sources radioactives à vocation médicale ou industrielle, les autorités libanaises souhaitent l'assistance d'experts pour effectuer une caractérisation radiologique de plusieurs sites dans Beyrouth et effectuer des mesures radiologiques de plusieurs échantillons de l'environnement (sols, eau de mer, matériaux de construction) prélevés dans la ville. En lien avec le ministère de l'Europe et des Affaires étrangères et le CEA/DRI, l'IRSN a élaboré une réponse à cette demande d'assistance, réponse soumise par l'ASN à l'AIEA. La proposition d'assistance de la France, à travers la participation d'experts de l'IRSN à la mission de terrain et à la mesure des échantillons dans les laboratoires de l'Institut, a été retenue par l'Agence et approuvée par le gouvernement libanais. La mission de l'AIEA s'est rendue à Beyrouth du 11 au 18 septembre 2020. Elle comprenait, outre les coordonnateurs de l'AIEA, deux experts de l'IRSN et deux experts danois. La mission a permis de procéder à la caractérisation radiologique de plusieurs sites de stockage de déchets conventionnels et à la vérification de l'intégrité de dispositifs contenant des sources radioactives dans deux hôpitaux et des installations industrielles. Des échantillons ont fait l'objet de mesures radiologiques dans les laboratoires de métrologie de l'IRSN dont les résultats ont été communiqués dès leur obtention à l'AIEA et aux autorités libanaises : les échantillons mesurés n'ont pas montré de niveau de radioactivité anormal.

BRÈVE

PRISE EN CHARGE MÉDICALE

Dans le cadre d'une mission de l'AIEA diligentée à la demande des autorités péruviennes, les experts de l'IRSN sont intervenus pour assurer la prise en charge médicale d'un patient péruvien victime d'une surexposition au cours d'un acte de radiologie interventionnelle. Leur intervention aux côtés des équipes médicales locales a permis d'établir un diagnostic et de proposer le traitement le plus approprié.





29

LOGICIELS ET BASES
DE DONNÉES DÉPOSÉS
À L'AGENCE POUR
LA PROTECTION
DES PROGRAMMES
(DONT 7 EN COPROPRITÉ)

IRSN

05

Transformation



2

2020 aura constitué une année charnière dans le processus de transformation de l'IRSN, avec le croisement de fait des ambitions issues du chantier IRSN 2030 et des adaptations liées à la crise sanitaire de la Covid-19.

Ce contexte particulier marque également la première année effective de transformation de l'Institut notamment pour développer son attractivité et le maintien des compétences nécessaires à l'exercice de ses missions d'expertise et de recherche. Pierre angulaire de cette évolution, la direction de la transformation ainsi créée s'est donnée une ambition tant en matière d'attractivité de l'Institut que de performance et d'efficacité pour répondre aux enjeux de la sûreté nucléaire et de la radioprotection.

C'est dans cet esprit qu'ont été engagés quatre programmes de transformation dans les domaines du numérique, du management, des modes d'organisation et de collaboration et, enfin, de la RSE*. Par ailleurs, et afin d'accélérer et de tester ces programmes selon des modalités innovantes, l'Institut a créé l'IRSN Lab, laboratoire d'innovation pluridisciplinaire au service de tous les collaborateurs.

En effet, la crise sanitaire a imposé une évolution des modalités du travail au quotidien à l'Institut. Le passage d'un mode de collaboration présentiel à un environnement où une grande partie de l'activité se fait à distance, en faisant évoluer le suivi quotidien de l'exécution des tâches, a favorisé la responsabilisation et une plus grande transversalité, servie par la généralisation d'outils de travail collaboratifs numériques. Cela a aussi renforcé l'objectif du développement d'un fonctionnement en mode projet et de l'échange entre communautés d'utilisateurs.

En outre, la protection des salariés vis-à-vis du coronavirus, notamment par la généralisation du télétravail, a nécessité un effort de transformation numérique permettant de rendre nomade toute l'institution en maintenant le niveau de sécurité informatique très élevé inhérent, par exemple, aux activités d'expertise de sûreté.

En 2020, la stratégie de l'IRSN en matière de gestion des données a été stimulée avec la mise en place d'une politique en matière de données et la création d'un poste de *chief data officer* en charge d'orchestrer notamment les projets d'intelligence artificielle ou d'expertise augmentée, destinés à accroître l'efficacité du travail accompli par les experts de l'Institut.

En résumé, l'année 2020 aura vu la mise en place progressive d'une dynamique de transformation destinée à mettre l'Institut en capacité d'évoluer constamment, avec souplesse, pour s'adapter à son contexte, en favorisant les initiatives et l'expérimentation.

* Responsabilité sociétale des entreprises



Les relations avec la société

BRÈVE •

VOCABULAIRE DE L'INGÉNIERIE NUCLÉAIRE

Le 2 septembre 2020, 16 listes d'une trentaine de termes ont été publiées au Journal officiel, sur proposition du collège « énergie nucléaire » du dispositif d'enrichissement de la langue française, auquel participent deux experts de l'IRSN.

Les principales tendances du Baromètre IRSN 2020

Publié en juin 2020, le Baromètre IRSN sur la perception des risques et de la sécurité par les Français fournit une photographie du positionnement de la population en matière de risques et de la confiance accordée aux pouvoirs publics pour les gérer. Cette édition 2020 est fondée sur une enquête menée auprès d'un millier de personnes fin 2019, avant le début de la pandémie.

À l'époque, les principales préoccupations concernaient la grande pauvreté et l'exclusion, suivies par le dérèglement climatique et le terrorisme, avec un questionnement croissant sur « l'instabilité géopolitique mondiale ». Concernant les installations industrielles, le Baromètre n'a pas enregistré d'évolution à la suite de l'incendie de l'usine Lubrizol à Rouen en septembre 2019 : les installations chimiques restent stables (18 %), en troisième place derrière les centrales nucléaires (33 %) et les stockages de déchets radioactifs (20 %). Par ailleurs, la confiance des Français dans la science et l'expertise se situe toujours à un niveau élevé, avec un plébiscite pour l'accès à une information transparente et de qualité.

Parce que l'enquête de terrain avait été réalisée avant la crise liée à la Covid-19, l'IRSN a inséré des questions du Baromètre dans un sondage « omnibus » réalisé en mai 2020 auprès de 1 000 personnes. Il en ressort que l'opinion que les Français ont des experts reste bonne mais subit une baisse : 44 % de « bonne opinion » contre 55 % en moyenne. Par ailleurs, le risque attribué aux laboratoires de recherche sur les virus connaît une hausse importante, ce qui les positionne derrière les centrales nucléaires, les stockages de déchets radioactifs et les installations chimiques.

 **CONSULTER LE BAROMÈTRE**
www.irsn.fr/barometre_2020

SCIENCE PARTICIPATIVE

La première réunion de la communauté OpenRadiation s'est déroulée à Paris le 13 janvier 2020. Elle a réuni 80 citoyens engagés dans ce projet de science ouvert (*open source* et *open data*). Directement issue de l'accident nucléaire de Fukushima-Daiichi, OpenRadiation implique des citoyens du monde entier dans la mesure de la radioactivité dans l'environnement.

 **VOIR LE SITE INTERNET**
www.openradiation.org

Des avancées significatives en matière d'ouverture à la société

Figurant depuis plusieurs années parmi les priorités de l'IRSN, l'ouverture à la société s'appuie depuis 2009 sur une Charte qui traduit la volonté de l'Institut de répondre à l'exigence de transparence et à une aspiration de la société au dialogue avec les experts. 10 ans après l'adoption de celle-ci, le bilan met en valeur un contact durable et productif établi entre l'Institut et la société civile.

Cet échange se traduit entre autres par la réponse aux sollicitations régulières émanant des CLI et des associations permettant à l'Institut de partager ses connaissances sur la sûreté nucléaire, la surveillance de l'environnement ou encore la santé des populations et des travailleurs. De même, la publication sur Internet de ses avis et rapports et l'accès aux articles scientifiques qu'il publie illustrent sa volonté de transparence en matière de maîtrise des risques nucléaires et radiologiques. En retour, l'implication citoyenne enrichit l'expertise et la recherche en multipliant les points de vue. Pour répondre à une demande croissante de la société civile d'être actrice de l'évaluation des risques, notamment au niveau local, les dialogues techniques ont évolué significativement, en partenariat avec l'Anocli. Le 4^e examen périodique des réacteurs de 900 MWe et le stockage des déchets radioactifs en sont les exemples les plus récents. Il en est de même des initiatives territoriales pluralistes, relatives notamment à la gestion du risque radon. Enfin, des projets de science participative se développent : par exemple pour la mesure de la radioactivité dans l'environnement (projet OpenRadiation).

 **EN SAVOIR PLUS**
www.irsn.fr/10ans-Charte-OS



L'optimisation des ressources de l'Institut

Vers une nouvelle direction des affaires européennes et internationales pour l'IRSN

L'IRSN est, de longue date, investi dans des coopérations scientifiques et techniques dans les domaines de l'expertise et de la recherche en sûreté nucléaire et en radioprotection, avec de nombreux partenaires dans le monde. En outre, l'Institut assure des prestations au bénéfice de certains partenaires, en particulier dans le cadre de financements mis en place via l'Instrument de coopération pour la sûreté nucléaire (ICSN) européen.

En vue de renforcer le pilotage d'ensemble de ses actions institutionnelles et de ses prestations, l'Institut a engagé en 2020 une réflexion visant à favoriser les synergies internes et diffuser plus efficacement ses savoir-faire au bénéfice de l'amélioration de la sûreté nucléaire dans le monde et, en particulier, dans les pays au voisinage de l'Europe.

Cette réflexion a conduit à la création, à compter du 1^{er} janvier 2021, de la direction des affaires européennes et internationales chargée de mettre en œuvre la stratégie globale de l'Institut tant dans le champ européen que dans celui des relations bilatérales et des coopérations avec les organisations multilatérales pertinentes.

L'IRSN cartographie ses risques d'entreprise

Tant en qualité d'organisme certifié ISO 9001-V2015 qu'au titre de son contrat d'objectifs et de performance État-IRSN, l'IRSN a intégré la gestion des risques de l'entreprise à son système de management par la qualité. Le management de la qualité se structure autour de 15 processus qui couvrent l'ensemble de ses activités, tant opérationnelles que fonctionnelles et support.



Les risques à prévenir relèvent de différents domaines tels que la gestion des ressources humaines, la gestion de projet, le respect de règles financières et comptables, la conformité des installations, l'éthique et la déontologie ou encore la sécurité des systèmes d'information. Ils concernent également la continuité d'activité, particulièrement d'actualité en 2020.

Afin de mettre en œuvre les moyens de maîtrise appropriés, l'Institut a cartographié en 2020 les risques liés à son activité – avec une vision partagée de leurs causes et de leurs conséquences – et établi une cotation en termes de gravité, de probabilité d'occurrence et d'efficacité des dispositions de maîtrise existantes. Cette démarche a permis d'identifier 33 risques à gérer au niveau Institut, dont 12 risques « majeurs », présentés au Conseil d'administration. Appelés à être suivis par la direction générale, ces derniers font l'objet d'un indicateur annuel dans le COP 2019-2023.

BRÈVE • CONTINUITÉ DE FONCTIONNEMENT DU CSE PENDANT LA CRISE SANITAIRE

La crise sanitaire n'a pas interrompu le fonctionnement du CSE. Il s'est au contraire intensifié puisqu'en 2020, le CSE s'est réuni 20 fois (au lieu de 11 habituellement).

Il a rapidement mis en place un fonctionnement à distance pour continuer de mener à bien l'ensemble de ses missions pendant le confinement, et notamment participer au déploiement des plans de reprise et de continuité d'activité. Il a bien entendu traité également tous les sujets hors crise demeurés d'actualité.

Créé en décembre 2019, le CSE et ses commissions ont su reprendre avec succès les missions du comité d'entreprise.



Évolution de la politique de gestion des ressources humaines

Dans le cadre de ses orientations stratégiques, l'IRSN s'est engagé à revoir ses dispositifs de gestion prévisionnelle de l'emploi et des compétences (GPEC), notamment pour mieux attirer et fidéliser de nouveaux collaborateurs, et à réorienter sa politique en matière d'emploi en faveur des jeunes tout en proposant des modalités incitatives pour le départ en retraite de ses collaborateurs. Ces objectifs se sont concrétisés par :

- le lancement du projet Tra-G, projet transverse d'ampleur planifié sur trois ans et structuré en plusieurs lots, tous liés aux outils de GPEC. Tra-G mobilise, pour ces différents travaux, un large spectre de compétences de l'Institut au sein de groupes de travail thématiques, des systèmes d'information à la gestion des ressources humaines en passant par les opérationnels ou le management des compétences. Les principaux chantiers ouverts en 2020 couvrent la reconstruction d'un référentiel des métiers et des compétences, une pesée des postes, la refonte de l'entretien annuel et professionnel. Par ailleurs, le développement de la « marque employeur » par la mise en place d'une *task force recrutements* a permis à l'Institut de renforcer ses recrutements en 2020 ;
- la signature, en mars 2020, d'un accord unanime sur la transmission et le renouvellement des compétences qui prévoit une majoration des indemnités de départ en retraite pour les salariés nés en 1961 et avant, dès lors qu'ils s'engagent à partir en retraite entre 62 et 64 ans. En parallèle, l'Institut s'est engagé dans le renforcement de la politique de recrutement de jeunes ingénieurs et de jeunes chercheurs et la dynamisation de l'accueil d'alternants.

Vers une rationalisation du parc immobilier

Le deuxième schéma pluriannuel de stratégie immobilière de l'IRSN a été approuvé, le 5 mars 2020, par son conseil d'administration. Il vise en priorité à rationaliser les implantations immobilières de l'Institut, notamment par une réduction des surfaces tertiaires et une mutualisation d'espaces dédiés aux activités scientifiques, sur les sites de Fontenay-aux-Roses (Hauts-de-Seine) et de Cadarache (Bouches-du-Rhône). Il vise également une plus grande maîtrise du parc immobilier de l'Institut, via des actions en matière tant de développement durable que de développement technologique et un accroissement de la qualité de vie au travail.

Dans le cadre de la mise en œuvre de ce schéma, l'IRSN a répondu au mois d'octobre à l'appel à projets pour le financement de travaux de rénovation du parc immobilier de l'État. Ainsi, une série d'opérations d'amélioration des performances énergétiques de bâtiments sur les sites de Cadarache, Fontenay-aux-Roses, Orsay (Essonne) et du Vésinet (Yvelines) ont été retenues. De plus, un projet de construction d'un bâtiment de grande taille sur le site de Cadarache permettra de rassembler dans un seul immeuble les activités tertiaires de natures scientifique, technique ou administrative actuellement dispersées dans treize bâtiments sur le site. Ces opérations, financées par le plan de relance du gouvernement, seront engagées dès le début de 2021.

Valorisation des plateformes scientifiques et techniques

L'IRSN a créé, au mois de juillet 2019, un service chargé de la valorisation et de l'optimisation de ses plateformes scientifiques et techniques. Il a pour missions de recenser les installations et équipements, d'accompagner les unités dans la construction de projets et de promouvoir l'ouverture des plateformes. Dès la première année, une cartographie de celles-ci a été réalisée et un projet a été conçu pour la partager avec des usagers (internes, partenaires, clients, prospects). Plusieurs visites virtuelles 3D (station Tournemire...) ont été réalisées et une Journée des plateformes scientifiques de l'IRSN a été organisée au mois d'octobre sur le thème des sondes ioniques, réunissant une soixantaine de participants lors d'un webinar.

L'année 2020 a aussi vu l'accompagnement de deux projets. Soumis au mois de décembre 2020 pour un appel à projets génériques de l'ANR et réunissant trois partenaires (l'université Aix-Marseille, l'industriel Sartorius et l'IRSN), le premier projet – DESIRELESS – avait pour objectif d'étudier la dégradation de matériaux polymères par irradiation. Le second est une convention, signée en octobre 2020 avec le laboratoire GEOPS (UPS) afin de favoriser les collaborations scientifiques, de mutualiser des équipements et de répondre conjointement à des appels à projets.

La transformation numérique

BRÈVE

VALORISATION DES DONNÉES

L'IRSN a créé en 2020 le poste de *chief data officer*. Cette création s'inscrit dans la démarche de l'Institut de concrétiser, dans le respect des exigences de protection s'appliquant aux données, sa stratégie de valorisation de ses données au moyen d'une organisation adaptée afin de les identifier, les collecter, les exploiter et les valoriser.

PIREX, un nouveau pas vers l'expertise augmentée

Pensée comme une « aide à la décision » dans le domaine du traitement des événements significatifs déclarés par les exploitants nucléaires français, la plateforme PIREX s'inscrit dans la transformation numérique de l'IRSN et, notamment, dans les actions relatives à « l'expertise augmentée ». Ainsi, elle est dotée d'algorithmes d'intelligence artificielle et de principes de data-visualisation permettant d'ouvrir la réflexion vers des nouvelles pratiques quant au traitement du retour d'expérience à l'Institut. Lauréat de l'appel à projets 2019 du Fonds pour la transformation de l'action publique (FTAP), PIREX a été déployée en 2020 au sein de l'IRSN et va s'ouvrir progressivement à l'ASN, aux exploitants puis à la société civile, pour soutenir un partage étendu des enseignements tirés du retour d'expérience. La plateforme donnera ainsi à l'IRSN un rôle central dans l'écosystème du traitement de celui-ci.

Développement d'un portail national à partir de SISERI

Le projet de portail national de surveillance de l'exposition des travailleurs aux rayonnements ionisants a été retenu en juillet 2020 par le FTAP. Déposé conjointement par la DGT et l'IRSN, il répond aux priorités gouvernementales de modernisation et de simplification en permettant notamment une plus grande transparence des données et une meilleure traçabilité de l'exposition des travailleurs. Le projet s'appuie sur la refonte de SISERI, le système d'information de suivi dosimétrique des travailleurs exposés aux rayonnements ionisants dont l'IRSN assure la gestion. Le projet doit permettre d'en optimiser l'exploitation en minimisant le besoin de consolidation des données issues de différentes sources. À terme, SISERI sera le lieu unique de renseignement et de consultation des données pour les acteurs concernés par la surveillance de l'exposition des travailleurs aux rayonnements ionisants : travailleurs, employeurs, services de médecine du travail, organismes et laboratoires de mesure, inspection du travail, IRSN. Pour offrir un portail au plus près des besoins de ces acteurs, le projet s'inscrit dans une démarche centrée utilisateurs, avec l'accompagnement de l'IRSN Lab, plateforme d'innovation lancée en 2020 qui permet d'expérimenter de nouvelles méthodes de recherche de solutions à des enjeux organisationnels, scientifiques et techniques ou sociétaux. Outre une interopérabilité avec les systèmes d'information connexes de l'État ou d'opérateurs privés, le nouveau portail prévoit d'intégrer des fonctionnalités utilisant des outils d'intelligence artificielle comme la détection automatique de doses potentiellement anormales, compte tenu du contexte d'exposition des travailleurs. Dans cette perspective, l'Institut développe actuellement un prototype dans le cadre d'un appel à manifestation d'intérêt financé par la Direction interministérielle de la transformation publique.



BRÈVE

COLLABORATIF

Le programme de transformation numérique adopté en 2019 a été poursuivi en 2020, avec un accent particulier sur les actions liées au développement d'outils collaboratifs et d'un environnement de travail digital et nomade. Initialement prévues pour favoriser le télétravail, ces actions, engagées dès avant la pandémie, sont devenues prioritaires avec le premier confinement lié à la crise sanitaire. Elles ont rencontré une adhésion très rapide de la part des collaborateurs, préfigurant ainsi un changement plus profond dans l'organisation du travail qui permet par exemple de privilégier les réunions à distance par rapport à certains déplacements sur sites. Outre la mise à disposition d'outils nomades pour les collaborateurs, le programme a aussi vu l'évolution du système d'information, avec le stockage des données sur le cloud, ce qui lui assure connectivité, flexibilité et innovation.

La transformation managériale

L'IRSN a l'obligation de s'adapter à l'environnement sociétal qui a profondément évolué, ces dernières années, tant dans les pratiques professionnelles, avec l'avènement du numérique et du télétravail, que dans la relation au travail, avec l'importance croissante attachée par les salariés à la qualité de vie au travail.

Dans ce contexte, l'IRSN a engagé un programme de transformation managériale pour associer les managers à ces évolutions et aux évolutions nécessaires tant au bon fonctionnement de l'Institut qu'à son attractivité et sa capacité de fidélisation.

Ce programme repose sur une gouvernance associant notamment la direction du capital humain, la direction du management des connaissances et des compétences, le laboratoire d'innovation de l'IRSN (voir page 51), le TIM, *think tank* créé mi-2019 réunissant des managers précurseurs en matière de réflexion sur les nouveaux modes

de management et le *board* de la transformation managériale créé mi-2020, cercle de managers de haut niveau. Il repose sur le principe de l'intelligence collective, de l'innovation et de l'expérimentation.

À titre d'exemple, des travaux ont été engagés sur les filières d'évolution, le mentorat et les principes de management, impliquant les managers ainsi que des collaborateurs issus de toutes les unités de l'IRSN, cadres et non-cadres, managers et non-managers.

Une démarche de partage de pratiques a également été engagée qui a notamment permis au comité d'état-major de l'IRSN (CEM) d'échanger, au mois de septembre, avec les dirigeants de la Française des jeux sur leur expérience de transformation managériale.

Enfin, au mois de novembre, un premier séminaire de la transformation managériale consacré à ces sujets a rassemblé à distance l'ensemble de la ligne managériale de l'Institut.

La transformation du modèle managérial par l'intelligence collective

Une démarche en continu qui place l'utilisateur final au cœur de la réflexion et favorise l'émergence d'idées et d'approches nouvelles.



La transformation par le développement de nouveaux modes de travail collaboratifs

Dans le cadre de sa stratégie IRSN 2030, l'IRSN s'est engagé dans le développement de nouveaux modes de collaboration fondés sur le partage des connaissances, l'intelligence collective et l'expérimentation pour déployer de nouvelles façons d'agir ensemble. Cette démarche qui s'appuie sur les femmes et les hommes de l'Institut vise à faire évoluer la culture de l'IRSN vers une organisation plus apprenante en renforçant son agilité et sa performance dans un environnement évolutif. Elle se traduit par des actions pour développer :

- la gestion de projet, les communautés de pratiques ;
- les méthodes d'intelligence collective ;
- des nouvelles compétences associées (management transversal, animation collaborative...) et une filière métier en gestion et management projet ;
- des outils de partage des connaissances ;
- des espaces collaboratifs polyvalents.

Ainsi, par exemple, pour développer la gestion de projet, un atelier pluraliste a permis en 2020 d'élaborer un prototype de kit du chef de projet (parcours de formation, référentiel, outils de gestion de projet, une communauté de pratique dédiée). Ce kit sera enrichi au fil des expérimentations.



Pour s'adapter à la crise sanitaire, le développement de compétences s'est orienté sur le *digital learning* et des modes de fonctionnement et d'interaction collaboratifs à distance (*e-learning*, webinaires, classe virtuelle...), et le déploiement de TALENTSOFT FORMATION (nouvelle plateforme interactive de la formation professionnelle continue intégrant une offre de formation numérique). L'IRSN Lab a pour vocation d'accélérer la transformation de l'Institut par l'innovation.

Projet de transformation :

« Développer et accompagner de nouveaux modes de travail collaboratifs » pour définir de nouvelles façons d'agir ensemble. »

La transformation de l'IRSN par l'innovation

Créé dans le cadre du projet Ambitions & Stratégie 2030, l'IRSN Lab est une plateforme d'innovation qui permet d'expérimenter de nouvelles méthodes de recherche de solutions à des enjeux organisationnels, scientifiques et techniques ou sociétaux. Lancée en 2020, une partie des travaux en ateliers a été conduite à distance.

L'IRSN Lab s'appuie sur une équipe composée d'un responsable et de facilitateurs sollicités au besoin, entourée d'un premier cercle de salariés particulièrement impliqués dans la démarche de transformation de l'Institut par l'innovation. L'IRSN Lab dispose d'espaces dédiés, conçus pour stimuler la créativité des équipes.

Les méthodes de recherche de solutions sont orientées sur les utilisateurs. Il s'agit d'identifier leurs attentes pour qu'ils s'approprient les solutions proposées. De nombreuses thématiques de travail sont à l'étude : l'organisation interne, le rôle du citoyen face au risque radon, la conduite de projet, la production de prototypes d'appareils de mesure, etc.

06

Responsabilité sociétale





Portée par la démarche Ambitions & Stratégie 2030, encouragée par le ministère de la Transition écologique avec la démarche Services publics écoresponsables ou, plus globalement, avec les objectifs du développement durable fixés par la France à horizon 2030, la démarche RSE de l'Institut s'est renforcée en 2020 selon des modalités adaptées au contexte sanitaire.

Cette démarche se structure au travers d'une politique RSE signée en 2020 qui s'articule autour de quatre axes :

- un institut engagé pour la protection de tous ;
- une mission et des actions en faveur de l'environnement ;
- une exigence d'excellence et de responsabilité ;
- une implication active dans les évolutions de la société.

Les premières actions déclinées préfigurent la feuille de route RSE prévue pour 2021.

Une gouvernance pour impliquer l'ensemble de l'Institut

La gouvernance de la RSE au sein de l'IRSN a été élaborée pour mettre en œuvre les premières actions dès 2020. Elle s'appuie sur deux instances, le Cercle des directeurs et le Conseil RSE.

Ce dernier est composé d'une cinquantaine de salariés de l'Institut sur la base du volontariat. Dans le contexte de la pandémie, le Cercle des directeurs et le Conseil RSE ont contribué activement aux actions RSE de l'IRSN. À titre d'exemple, en 2020, une démarche intitulée Biodiversité et entreprise a été engagée et, dans le cadre de la Semaine européenne du développement durable, des fiches pratiques consacrées aux gestes écoresponsables ont également été diffusées.

Exigences éthiques et déontologiques

Conformément aux principes transversaux de la norme ISO 26000 relative à la responsabilité sociale des entreprises, l'Institut porte une attention particulière aux exigences en matière d'éthique et de déontologie. Cette attention se traduit également dans le COP 2019-2023 et, à ce titre, fait l'objet d'un suivi annuel. Parmi les actions menées en 2020, la diffusion sur le site internet de l'IRSN du rapport d'activités 2016-2019 de la Commission d'éthique et de déontologie illustre cet engagement et l'exigence de transparence qui l'accompagne.



Des réalisations 2020

UN INSTITUT ENGAGÉ POUR LA PROTECTION DE TOUS

Accompagnement au télétravail transitoire

Les mesures de protection liées à la pandémie ont conduit à la mise en œuvre massive du télétravail pour les collaborateurs de l'Institut. Si le développement du télétravail faisait partie des thématiques identifiées dans le cadre de la réflexion RSE de l'Institut, son déploiement accéléré a conduit à la rédaction d'un guide de recommandations pour aider les salariés en situation de télétravail à s'adapter à ce nouvel environnement. En parallèle, un guide destiné aux managers a également été diffusé pour les accompagner dans ce nouveau mode de fonctionnement et d'interaction à distance. Un numéro vert a été mis en place pour répondre aux situations particulières de salariés.

Guider les salariés en longue maladie

Dans le prolongement de son engagement au travers de la charte « Cancer et emploi » lancée par l'INCa, l'IRSN a engagé une démarche plus globale autour de la prise en charge des salariés en situation d'affections de longue durée ou chroniques. Il s'agit d'identifier des pistes innovantes favorisant le maintien ou le retour à l'emploi des personnes en situation d'affections de longue durée ou chroniques. Les pistes identifiées à ce jour sont un guide rassemblant l'ensemble des informations sur les aides et accompagnements proposés au sein de l'Institut et l'identification d'interlocuteurs ou de référents les plus à même d'accompagner les salariés en fonction de leur situation.

UNE MISSION ET DES ACTIONS EN FAVEUR DE L'ENVIRONNEMENT

Participation à la Semaine européenne du développement durable

L'IRSN a participé à la Semaine européenne du développement durable qui s'est déroulée du 18 septembre au 8 octobre 2020 afin de promouvoir notamment la RSE, qui constitue un fondement majeur du développement durable, et de sensibiliser le plus grand nombre à ses enjeux. Des rendez-vous quotidiens ont été proposés via le site ntranet : vidéos, conférences Teams, fiches pratiques, reportages sur les sujets de mobilisation portés par la RSE de l'IRSN. Plusieurs thématiques telles que la biodiversité, l'économie circulaire ou la sobriété numérique ont été abordées. En particulier, une première campagne de sensibilisation à la sobriété numérique a été lancée pour inciter les salariés à optimiser leur espace individuel de stockage. Ce critère RSE était pris en compte dans le cadre de l'intéressement.

Enfin, des actions d'associations agissant au profit du développement durable, à proximité des sites de l'Institut, ont été valorisées.

Biodiversité et entreprise

Participant au bien-être au travail et indissociable des enjeux écologiques, l'environnement des sites d'implantation de l'IRSN est l'objet du comité de pilotage et des ateliers « Biodiversité et entreprise » mis en place en 2020 notamment sur le site de Fontenay-aux-Roses. Diagnostic du site, réappropriation de l'environnement au profit des piétons et améliorations en matière de biodiversité ont donné lieu à des projets d'action comme la création d'un jardin partagé ou de zones refuges pour la biodiversité. D'autres ateliers équivalents sont prévus pour les sites de Cadarache (Bouches-du-Rhône) et du Vésinet (Yvelines).



UNE IMPLICATION ACTIVE DANS LES ÉVOLUTIONS DE LA SOCIÉTÉ

Lancement d'une démarche « économie circulaire »

Identifiée comme prioritaire lors des réflexions relatives à la RSE et à l'optimisation des ressources de l'Institut, une démarche volontaire en matière d'économie circulaire a été lancée à l'occasion de la Semaine européenne du développement durable au moyen de deux outils : une plateforme d'échange appelée Océane, initialement réservée aux équipements scientifiques et techniques de l'Institut et dont l'usage a été étendu aux petits équipements et aux consommables, ainsi que la plateforme gouvernementale destinée à simplifier les démarches de dons.

Une charte commune d'ouverture à la société

Exprimant leur volonté commune d'un dialogue constructif et fructueux avec les citoyens, l'IRSN et sept autres organismes publics ont signé en novembre 2020 une charte d'ouverture à la société. Fédérés autour de cette charte, l'Anses, le BRGM, l'Ifremer, l'Ineris, Inrae, l'IRSN, l'université Gustave Eiffel et Santé publique France attestent de la même ambition : apporter une meilleure compréhension des risques ainsi que les moyens de les prévenir et de les réduire. Ils s'engagent à déployer des dispositifs spécifiques et pérennes afin de mettre en œuvre le dialogue avec la société au travers de trois priorités : accompagner les acteurs de la société dans l'acquisition de compétences, mettre en partage les connaissances scientifiques disponibles, accroître la transparence des travaux.

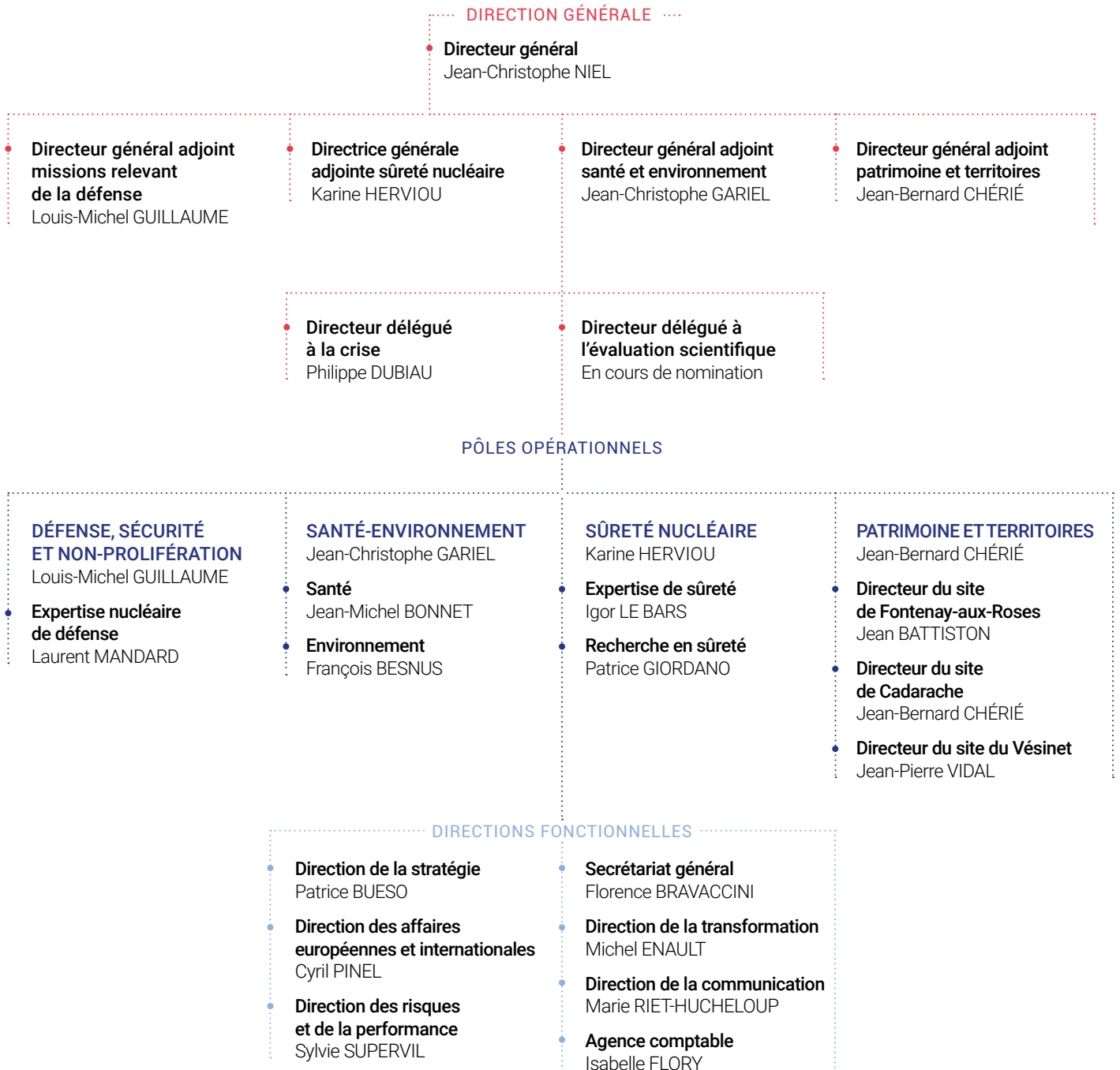
UNE EXIGENCE D'EXCELLENCE ET DE RESPONSABILITÉ

Une démarche d'économie et de responsabilité

Le projet « Dépensons responsable » vise à analyser certaines pratiques internes de l'Institut pour optimiser les coûts de fonctionnement de l'IRSN en prenant notamment en compte des critères écologiques. Des groupes de travail ont été constitués en mars 2020 sur des sujets comme les déplacements professionnels, la consommation énergétique des bâtiments, les abonnements presse et scientifiques ou les équipements des programmes scientifiques.



L'organigramme au 1^{er} février 2021





- 1 **Jean-Christophe NIEL**, directeur général 2 **Louis-Michel GUILLAUME**, directeur général adjoint délégué pour les missions relevant de la défense, chargé du pôle défense, sécurité et non-prolifération
- 3 **Jean-Bernard CHÉRIÉ**, directeur général adjoint chargé du pôle patrimoine et territoires
- 4 **Karine HERVIOU**, directrice générale adjointe chargée de la sûreté nucléaire
- 5 **Jean-Christophe GARIEL**, directeur général adjoint chargé du pôle santé et environnement
- 6 **Sylvie SUPERVIL**, directrice des risques et de la performance 7 **Michel ENAULT**, directeur de la transformation
- 8 **Patrice BUESO**, directeur de la stratégie 9 **Cyril PINEL**, directeur des affaires européennes et internationales
- 10 **Marie RIET-HUCHELOUP**, directrice de la communication 11 **Florence BRAVACCINI**, secrétaire générale
- 12 **Philippe DUBIAU**, directeur délégué à la crise auprès du directeur général



• **CONSEIL D'ADMINISTRATION
AU 1^{ER} FÉVRIER 2021**

Missions

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

• **Une députée**

Perrine GOULET,
députée de la Nièvre

• **Un sénateur**

Stéphane PIEDNOIR,
sénateur de Maine-et-Loire

• **Dix représentants de l'État**

Christian DUGUÉ,
inspecteur pour la sécurité nucléaire à la Direction générale de l'armement, représentant la ministre des Armées

Un représentant du ministre chargé de l'Environnement

en attente de nomination

Joëlle CARMES,

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

Aurélien LOUIS,

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

Frédéric RAVEL,

directeur scientifique du secteur énergie, développement durable, chimie et procédés à la Direction générale de la Recherche et de l'Innovation, représentant le ministre chargé de la Recherche

Un représentant du ministre chargé de la Sécurité civile en attente de nomination
en attente de nomination

Frédéric TÉZÉ,

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

Alicia SAOUDI,

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

Alain GUILLEMETTE,

délégué à la sûreté nucléaire et à la radioprotection pour les installations et activités intéressant la défense

Bernard DOROSZCZUK,

président de l'Autorité de sûreté nucléaire

• **Cinq personnalités qualifiées**

Michel FRITSCH,

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

Ginette VASTEL,

docteure d'État en pharmacologie, sur proposition du ministre chargé de l'Environnement

Marie-France BELLIN,

présidente du conseil d'administration de l'IRSN, professeure des universités, praticien hospitalier dans le service de radiologie diagnostique et interventionnelle des hôpitaux Bicêtre-Paul-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

• **Huit représentants du personnel**

Nicolas BRISSON,
CGT

Laurence FRANÇOIS,
CGT

Léna LEBRETON,
CGT

Patrick LEJUSTE,
CGT

Annie CONSTANT,
CFDT

Thierry FLEURY,
CFDT

David BOIREL,
CFE-CGC

Sandrine ROCH-LEFÈVRE,
CFE-CGC

• **Personnalités présentes de droit ou associées**

Cédric BOURILLET,

directeur général de la prévention des risques et commissaire du gouvernement

Jean-Pascal CODINE,
contrôleur budgétaire

Jean-Christophe NIEL,
directeur général

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

Isabelle FLORY,
agent comptable

Cédric GOMEZ,
secrétaire du comité social et économique

• **COMITÉ D'ORIENTATION AUPRÈS DE LA DIRECTION DE L'EXPERTISE NUCLÉAIRE DE DÉFENSE (CODEND) AU 1^{ER} FÉVRIER 2021**

Missions

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

Alain GUILLETTE,

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

Nicolas LEVERRIER,

général de brigade aérienne, représentant du chef d'état-major des armées

Marc VÉRAN,

vice-amiral, inspecteur des armements nucléaires

Christian DUGUÉ,

ingénieur général de l'armement, représentant le délégué général de l'armement

Franck MOLLARD,

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

Alicia SAOUDI,

représentante de la directrice du budget du ministère de l'Économie, des Finances et de la Relance

François COTTEL,

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

Christian DUFOUR,

haut fonctionnaire de défense et de sécurité adjoint, représentant le haut fonctionnaire de défense et de sécurité du ministère de l'Économie, des Finances et de la Relance

Mario PAIN,

haut fonctionnaire de défense adjoint, chef du Service de défense, de sécurité et d'intelligence économique (SDSIE), représentant le haut fonctionnaire de défense et de sécurité du ministre de la Transition écologique

Serge POULARD,

personnalité qualifiée nommée par le ministre chargé de l'Industrie

• **CONSEIL SCIENTIFIQUE AU 1^{ER} FÉVRIER 2021**

Missions

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

La liste des nouveaux membres du conseil scientifique sera officialisée en 2021, à l'issue du processus de renouvellement en cours

• **COMMISSION D'ÉTHIQUE ET DE DÉONTOLOGIE AU 1^{ER} FÉVRIER 2021**

Missions

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

Françoise ROURE,

inspectrice générale, présidente de la section « Sécurité, sûreté et risques » du Conseil général de l'économie, de l'industrie, de l'énergie et des technologies et membre du Comité de l'inspection

Lionel BOURDON,

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

Marc CLÉMENT,

président de chambre au tribunal administratif de Lyon, membre de l'Autorité environnementale du Conseil général de l'environnement et du développement durable. Membre du comité d'application de la Convention 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. Auteure de travaux de recherche et d'expertise sur le droit des déchets, des sols, de l'eau, également membre du GDR NoST (réseau de recherche Normes-sciences et techniques)

Mauricette STEINFELDER,

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

Éric VINDIMIAN,

ingénieur général du génie rural, des eaux et forêts, spécialiste des impacts toxiques sur l'environnement et la santé, et de l'expertise dans les politiques publiques environnementales, membre de l'Autorité environnementale et coordinateur du collège recherche et technologie du Conseil général de l'environnement et du développement durable

• **COMITÉ D'ORIENTATION DES RECHERCHES EN SÛRETÉ NUCLÉAIRE ET EN RADIOPROTECTION - (COR) AU 1^{ER} FÉVRIER 2021**

Missions

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

• **Pouvoirs publics**

Représentants des ministères de tutelle

Sylvain ROTILLON,

chef de la mission Science, société et territoires, service de la recherche, Direction de la recherche et de l'innovation, représentant le ministère de la Transition écologique

François-Xavier GOMBEAUD,

inspecteur de l'armement pour la sécurité nucléaire délégué, inspection de l'armement, représentant le ministère des Armées

Fabrice LEGENDRE,

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

Représentant de la Direction du travail

Hervé VISSEAUX,

chef du Pôle prévention des risques physiques, direction générale du travail

Représentant de l'Autorité de sûreté nucléaire

Bastien POUBEAU,

directeur de cabinet du directeur général de l'ASN

• **Entreprises et associations professionnelles**

Manuel CARRASCO,

directeur adjoint à la direction technique – Lyon, EDF

Bernard LE GUEN,

président de la Société française de radioprotection (SFRP)

Bertrand MOREL,

directeur recherche et développement, représentant d'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

Martine DOZOL,

FO

Patrick BIANCHI,

CFTC

Jacques DELAY,

CFE-CGC

Christian HOLBÉ,

CGT

• **Élus**

Représentants de l'OPECST

Philippe BOLO,
député de Maine-et-Loire et un(e)
en attente de nomination

**Représentant des commissions locales
d'information (CLI)**

en cours de nomination

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

Bertrand RINGOT,
maire de Gravelines

• **Associations**

Jean-Paul LACOTE,
représentant de France Nature
Environnement

Simon SCHRAUB,
administrateur de la Ligue nationale
contre le cancer

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

• **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, professeure des universités,
praticien hospitalier dans le service de
radiologie diagnostique et interventionnelle
des hôpitaux Bicêtre-Paul-Brousse

• **Organismes de recherche**

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

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

Inserm
en cours de nomination

Étienne AUGÉ,
professeur de physique, vice-président
de Paris-Sud, représentant de la Conférence
des présidents d'université (CPU)

Vincent LAFLÈCHE,
directeur de ParisTech,
représentant de ParisTech

• **Personnalités étrangères**

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

Ted LAZO,
Agence pour l'énergie nucléaire (AEN), OCDE

• **Personnalités présentes de droit**

Patrick LANDAIS,
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

Président du Conseil scientifique de l'IRSN,
en cours de nomination

Jean-Christophe NIEL,
directeur général de l'IRSN

A

AEN Agence pour l'énergie nucléaire de l'OCDE
AIEA Agence internationale de l'énergie atomique
ANCCLI Association Nationale des Comités et Commissions Locales d'Information
ANDRA Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs
ANR Agence nationale de la recherche.
ASN Autorité de sûreté nucléaire.
ASND Autorité de sûreté nucléaire de défense

B

BRGM Bureau de recherches géologiques et minières

C

CABRI Réacteur d'essais du CEA, utilisé par l'IRSN pour mener des expériences concernant la sûreté du combustible
CIAC Convention sur l'interdiction des armes chimiques
CIPR Commission internationale de protection radiologique
CLI Commission locale d'information.
CODIRPA Comité directeur pour la gestion de la phase post-accidentelle
COR Comité d'orientation de la recherche en sûreté nucléaire et en radioprotection de l'IRSN
CRITICITÉ (RISQUES DE) Risques associés aux réactions en chaîne non maîtrisées dans des matériaux fissiles
CTE Comité technique Euratom

D

DOE *Department of Energy* – Ministère de l'Énergie aux États-Unis
DOSIMÉTRIE Détermination, par évaluation ou par mesure, de la dose de rayonnement (radioactivité) absorbée par une substance ou un individu
DSND Délégué à la sûreté nucléaire et à la radioprotection pour les activités et installations intéressant la défense

E

ENSTTI *European Nuclear Safety Training and Tutoring Institute* – Institut européen de formation et de tutorat en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection
EPIC Établissement public à caractère industriel et commercial
EPR *Evolutionary Power Reactor* – Réacteur européen à eau sous pression
ETSON *European Technical Safety Organisation Network* – Réseau européen des organismes techniques de sûreté
EURATOM Communauté européenne de l'énergie atomique

G

GPEC Gestion prévisionnelle des emplois et des compétences

H

HCTISN Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire
HFDS Haut fonctionnaire de défense et de sécurité

I

INB Installation nucléaire de base
ISNC/ICSN *Instrument for Nuclear Safety Cooperation* – Contrat de coopération financé par la Commission européenne

M

MTE Ministère de la Transition écologique.
MIRCOM Microfaisceau d'ions dédié à la radiobiologie des communications intra et intercellulaires
MOX Mélange d'oxyde de plutonium et d'oxyde d'uranium – Combustible nucléaire
MWe Mégawatt électrique – Unité de mesure de la puissance électrique produite

O

OCDE Organisation de coopération et de développement économiques
OIAC Organisation pour l'interdiction des armes chimiques
ODOBA Observatoire de la durabilité des ouvrages en béton armé – Programme qui a pour objectif d'étudier les pathologies du béton et leurs conséquences à l'échelle des ouvrages nucléaires

P

PIA/RSNR Programme d'investissements d'avenir/Recherche en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection
PNGMDR Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs

R

RADIONUCLÉIDE Isotope radioactif d'un élément
RSE Responsabilité sociétale des entreprises

S

SFRP Société française de radioprotection.
SISERI Système d'information de la surveillance de l'exposition aux rayonnements ionisants
STEM *Source Term Evaluation and Mitigation* – Programme visant à mieux connaître le comportement de produits radioactifs susceptibles d'être rejetés dans l'environnement en cas d'accident de fusion de combustible dans une installation nucléaire

T

TSO *Technical Safety Organization* – Organisme technique de sûreté

U

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

LE PRÉSENT RAPPORT ANNUEL A ÉTÉ APPROUVÉ PAR LE CONSEIL D'ADMINISTRATION DU 25 FÉVRIER 2021

Image obtenue à la microsonde électronique SX100 (CAMECA) du Laboratoire d'Expérimentation en Mécanique et Matériaux de l'IRSN sur un échantillon de gaine combustible en alliage de zirconium ayant subi une oxydation à 1 200 °C sous vapeur d'eau pour simuler un Accident de Perte de Réfrigérant Primaire. L'image illustre la diffusion du fer pendant la phase accidentelle. La microsonde électronique (EPMA pour Electron Probe MicroAnalysis ou microsonde de Castaing) est un outil qui utilise un faisceau d'électrons focalisés pour bombarder la surface d'un échantillon et analyser le spectre en énergie du rayonnement X émis par l'échantillon. Cette technique permet de déterminer la composition élémentaire d'un matériau avec une résolution spatiale qui est de l'ordre du micron.

CRÉDITS PHOTOGRAPHIQUES : © Francesco Acerbis, © Philippe Castano, © Martial Chevreuil, © Antoine Devouard, © Philippe Dureuil, © Marine Nationale, © MEDDE – Arnaud Bouisson, © Noak/Le Bar Floréal, © ORANO NPS, © Philippe Puisieux/Emapress, © r.baltz@me.com, © L. Zylberman/Graphix Images, iStock | N° D'ISSN DU RAPPORT ANNUEL EN FRANÇAIS : ISSN 2679-6783 |

CONCEPTION & RÉALISATION CIM&YA



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.irsn.fr

E-MAIL

contact@irsn.fr

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

Retrouvez
le Rapport annuel
sur internet :

<http://www.irsn.fr/ra-2020>