

Repères



Le magazine d'information de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire IRSN

N°19
octobre 2013

ÉTUDIANT

Passer une thèse
à l'Institut

IMAGERIE MÉDICALE

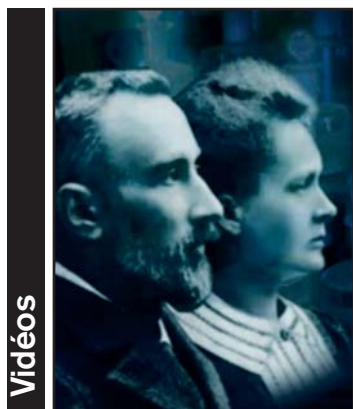
Niveaux de référence
diagnostiques : atout
ou contrainte ?

Retour d'expérience

Construire les règles de **sûreté** de **demain**

Retrouvez chaque trimestre une sélection de manifestations, événements, nouveautés... de l'IRSN.

Un siècle et demi d'histoire de la radioactivité



Sept films évoquent les grands moments de la radioactivité : les découvertes des rayons X, de la radioactivité et de la fission nucléaire, les développements de l'industrie du radium et de celle du nucléaire, les progrès de la radiologie médicale, de la médecine nucléaire et de la radiothérapie.

D'une vidéo à l'autre, l'internaute découvre les moyens pour protéger les travailleurs, la population et l'environnement des effets potentiellement nocifs. Chaque thématique est présentée de manière originale : le récit scientifique s'inscrit dans le contexte politique, social et culturel du XX^e siècle, en faisant revivre des personnages tels que Marie Curie ou Wilhelm Conrad Röntgen, qui a découvert les rayons X.

www.irsn.fr/films-radioprotection/



Périodique

www.irsn.fr/aktis-EN

La version anglaise d'Aktis vient de paraître

Pour mieux faire connaître ses recherches auprès de la communauté scientifique internationale, l'IRSN publie en version anglaise son trimestriel d'informations scientifiques, Aktis. Le premier numéro, paru mi-septembre 2013, est la traduction du numéro 13. L'étude du comportement de l'iode dans un réacteur en cas d'accident grave y est traitée. La lettre est disponible sur abonnement gratuit, par e-mail ou pour mobile, au format PDF ou texte. Il est possible de l'obtenir en plusieurs formats, en français ou en anglais.



Guide

www.irsn.fr/inondations/

Protection des installations nucléaires de base contre les inondations

Disponible sur www.irsn.fr, le guide pour la *Protection des installations nucléaires de base contre les inondations d'origine externe* détaille les recommandations pour évaluer cet aléa naturel sur les sites. Il préconise les dispositions pour y faire face, compte tenu des conséquences possibles : isolement d'un site, indisponibilité de fonctions sup-

ports, comme les alimentations électriques... Ce document de référence s'applique à toutes les installations nucléaires de base. Il a été édité par l'Autorité de sûreté nucléaire et l'Institut a largement participé à son élaboration.



Manifestation

Stand n° 128A

Rendez-vous aux JFR 2013

L'Institut sera présent à la 61^e édition des Journées françaises de radiologie, du 18 au 22 octobre 2013 au Palais des congrès de Paris. Des experts apporteront conseils et assistance sur les niveaux de référence diagnostiques, l'expertise médicale, la formation et la dosimétrie. Certains participeront à des présentations, comme celle sur l'exposition des enfants aux rayonnements ionisants, ou à des ateliers de formation.



Sommaire

En couverture : Au travers du REX, les installations nucléaires font l'objet d'améliorations face aux agressions externes : la neige, la canicule, les inondations...
Crédit photo : David Queyrel/EDF

INTÉRÊT PUBLIC

Déchets. Les experts répondent aux questions des Français | 09

EN PRATIQUE

Étudiant. Passer une thèse à l'Institut | 17

EN DÉBAT

Imagerie médicale. Niveaux de référence diagnostiques : atout ou contrainte ? | 20

STRATÉGIE

L'innovation, une autre façon de faire avancer la sûreté | 22
Consolider ensemble un dialogue technique | 23

À lire dans le prochain numéro du magazine *Repères* (sortie janvier 2014)

Dossier Radiologie interventionnelle

TEMPS FORTS

Mieux évaluer l'étanchéité des enceintes de confinement
● Progrès dans le suivi des travailleurs exposés ● "Nous aider à diminuer les doses délivrées aux enfants" ● Les capacités d'assistance testées à Fukushima ● Les recherches sur les accidents de dénoyage de piscine | 04

FAITS & PERSPECTIVES

Comprendre la situation, évaluer les risques et trouver des solutions pour le patient | 06



Le REX, un outil d'amélioration de la sûreté

"La sûreté n'est jamais définitivement acquise; elle doit toujours progresser." Avec la recherche, l'analyse du retour d'expérience (REX) d'exploitation des installations nucléaires est un élément clé de la démarche d'amélioration continue de la sûreté.

Le dossier de ce numéro est consacré à ce sujet; il est axé sur l'analyse des incidents d'exploitation. Il rappelle les fondements de cet examen et son rôle dans l'amélioration de la sûreté.

Examiner un REX ne s'improvise pas. Cela nécessite des outils performants, une organisation adaptée et des moyens humains dédiés. L'Institut en a développés et les a renforcés au fil du temps. Ils permettent de tirer parti de tous les éléments de REX disponibles, en incluant ceux issus d'installations étrangères et ceux liés à une analyse "transverse" de l'ensemble des événements. Le dossier présente un exemple récent montrant l'efficacité de cette organisation.



Jean-Paul Daubard,

chargé de l'analyse transverse du REX à l'IRSN.

Magali Delporte/IRSN

Pour dialoguer avec

un expert de l'IRSN:
reperes@irsn.fr

Pour vous **abonner**
irsn.fr
rubrique
Publications

Siseri

Des progrès attendus dans le suivi des travailleurs exposés

"...Une carte de suivi médical numérique, une gestion des accès sécurisés complètement dématérialisée en 2014", annonce Pascale Scanff, responsable de l'unité de suivi et d'analyse des expositions professionnelles de l'IRSN.

Voilà de nouvelles fonctionnalités, dont bénéficieront, dès l'année prochaine, les personnes compétentes en radioprotection et les médecins du travail, utilisateurs du système d'information de la surveillance de l'exposition aux rayonnements ionisants (Siseri). Certaines découlent de la révision de l'arrêté du 30 décembre 2004.

Géré par l'Institut depuis sa mise en service en 2005, l'outil garantit la traçabilité des doses reçues par les personnels exposés aux rayonnements tout au long de leur vie professionnelle. Avec ces changements consécutifs aux évolutions réglementaires, "la base de gestion des doses des travailleurs va s'enrichir de données sur leurs activités, leurs métiers, leurs conditions d'emploi. Les employeurs devront renseigner ces informations administratives, complète Pascale Scanff. La base de données enrichie permettra d'établir des statistiques d'exposition plus fines et d'apporter des éléments utiles pour guider les actions de radioprotection".



Pour en savoir plus :

• www.irsn.fr/GP-Siseri

I En chiffre...

19%

des établissements en radiologie conventionnelle transmettent leurs données dosimétriques à l'IRSN*.

En Belgique, ils sont passés de 20 à 80 % en six ans. Lire le débat sur les niveaux de référence diagnostiques pages 20-21.

*Source : IRSN.

Le vieillissement des enceintes en béton fait l'objet de recherches. Ici, la centrale de Fessenheim (Haut-Rhin), la plus ancienne en exploitation.



Noak/Le bar Floreal/IRSN

Comportement des ouvrages en béton

Mieux évaluer l'étanchéité des enceintes de confinement

Comment quantifier les fuites radioactives à travers les parois des enceintes de confinement en béton des réacteurs, en cas d'accident grave ? Au-delà des tests périodiques réalisés par les exploitants, "le principe est de s'appuyer sur une maquette à échelle réelle pour valider et perfectionner les outils de simulation numérique, résume Georges Nahas, ingénieur en génie civil à l'Institut. Développés par l'IRSN, ces derniers permettent de renforcer la sûreté et le dialogue avec les exploitants".

Le projet sur l'étude du confinement des ouvrages en béton armé (Écoba) a été soumis à l'Agence nationale de la recherche, dans le programme blanc, en 2009.

Les premiers essais ont débuté mi-2013 à l'École centrale de Nantes (Loire-Atlantique). Ils sont effectués sur une maquette, unique en France, en béton armé de 2,40 mètres de hauteur sur 3,90 mètres de largeur. Elle reproduit une partie courante d'une enceinte d'un réacteur à eau sous pression de 1 300 mégawatts. Celle-ci constitue la troisième barrière de confinement vis-à-vis de l'environnement, après la gaine des combustibles et la cuve en acier du réacteur. "Les expérimentations apporteront des connaissances sur la fissuration des enceintes et les débits de fuites associés, poursuit l'expert. Ces données sont inaccessibles aux recherches menées par les exploitants. Elles



Agnès Dumas/IRSN

La maquette utilisée pour l'étude du confinement des ouvrages en béton armé.

devraient les inciter à s'en saisir pour améliorer leurs méthodologies de simulation. Ces travaux permettront de mieux répondre aux exigences de sûreté dans un contexte post-Fukushima."

Le programme pourra aussi aborder le vieillissement des enceintes des réacteurs français. "En accélérant artificiellement la dégénérescence du béton armé par intégration de phénomènes contrôlés – réaction de gonflement, corrosion... –, la durabilité de cette barrière de confinement sera ainsi explorée." ■



Pour en savoir plus :

• www.ecoba.ens-cachan.fr

Bilan de l'exposition pédiatrique

"Nous aider à diminuer les doses délivrées aux enfants"

"Un enfant sur trois a été exposé à des rayonnements ionisants à des fins diagnostiques en 2010." C'est ce que l'on peut lire dans le premier rapport de l'IRSN sur l'exposition pédiatrique française liée aux actes d'imagerie médicale. *"Toutes les informations collectées sur nos pratiques sont un progrès, commente le Pr Hubert Ducou Le Pointe, chef du service de radiologie pédiatrique à l'hôpital Trousseau (Paris). Elles peuvent aider les professionnels à diminuer les doses auxquelles sont soumis les jeunes patients."*

Sur les 600 actes réalisés chaque année pour 1 000 enfants, le bilan met en évidence certaines spécificités de la pédiatrie : les radiographies représen-

tent presque 98 % des actes ; parmi ceux-ci, les examens dentaires, utilisant de très faibles doses, sont les plus fréquents, à 42 %. Les examens scannographiques, jusqu'à 1 000 fois plus irradiants, sont beaucoup moins pratiqués que chez l'adulte : 2 % contre 10 %.

"Ces données sont rassurantes, mais il reste des gisements d'amélioration. Pour le dépistage des luxations congénitales de la hanche, par exemple, l'examen de référence est l'échographie, relève le Pr Ducou Le Pointe. Or encore un quart des bébés de moins d'un an ont eu une radiographie du bassin."

"Ce nouveau rapport renforce l'information sur l'exposition de la population aux rayonnements, souligne Cécile Étard, chargée de ce dossier à l'Insti-



Philippe Castano/IRSN

En imagerie médicale, la radiosensibilité particulière des enfants doit être prise en compte.

tut. Il sera peut-être à l'origine de nouveaux moyens pour faciliter l'accès à l'IRM¹, par exemple." Remis aux sociétés savantes et aux autorités de santé, il devrait rappeler aux praticiens les bonnes pratiques à mettre en œuvre. ■



Pour en savoir plus :

• www.irsn.fr/Radioprotection-pediatrique-2010

1. Imagerie par résonance magnétique : méthode non irradiante très peu développée en France.

International

Les capacités d'assistance testées à Fukushima

"Conduire cet exercice en conditions réelles, avec autant de participants, les faire travailler ensemble et partager expériences et équipements a été un challenge, déclare Pat Kenny, chargé du réseau Ranet¹ à l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA). Le résultat est un succès logistique, scientifique et humain." Du 28 au 31 mai 2013, un exercice de mesure de la radioactivité a réuni pour la première fois une quarantaine d'experts de 18 pays, sur les lieux accidentés de la centrale de Fukushima. Parmi eux, six étaient de l'IRSN. Organisé par Ranet, il a permis de renforcer les capacités de préparation et d'assistance apportées à un pays en cas d'accident nucléaire ou d'urgence radiologique.

Chaque pays a embarqué ses propres équipements : radioprotection de base, spectromètres gamma *in situ* ou systèmes de cartographie. Ils ont évalué la contamination en différents endroits situés à moins d'un kilomètre de la centrale. Les données ont été comparées entre chaque équipe pour mesurer le degré de compatibilité des dispositifs. Rodolfo Gurriaran, expert en

L'IRSN a participé au premier atelier de terrain du réseau Ranet près de la centrale japonaise accidentée.



Xavier Cagnat/IRSN

mesures de la radioactivité dans l'environnement à l'Institut, commente : *"Faire un exercice à Fukushima représente une opportunité unique de tester en milieu contaminé nos équipements et nos procédures. Cela nous a fait prendre conscience des difficultés techniques, climatiques, organisationnelles... et des niveaux de radiations rencontrés : jusqu'à 150 microsieverts par heure en point chaud, soit environ 1 500 fois plus qu'en région parisienne."*

D'autres ateliers auront lieu à Fukushima dans les prochaines années, où l'AIEA vient d'implanter ses installations. ■

Wgama

Vers des recherches sur les accidents de dénoyage de piscine

Quelles sont les conséquences des accidents de dénoyage de piscine ? Quelles sont les parades à mettre en place par les exploitants ?...

La catastrophe de Fukushima a rappelé que les risques liés aux réacteurs concernent également les piscines d'entreposage de combustibles usés. L'objectif du groupe de travail Wgama¹ est de *"dresser un état des connaissances sur les accidents de ce type et les moyens pour y faire face"*, explique François Barré, chargé des programmes liés au combustible à l'IRSN et pilote de ce groupe. *Cela permettra de proposer des programmes de recherche et de mettre au point des outils de simulation"*. L'équipe réunit une vingtaine d'organismes techniques de sûreté (TSO), d'exploitants et d'instituts de recherche, issus de douze pays. Cette réflexion internationale a été initiée par l'Agence pour l'énergie nucléaire (AEN) de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE). Les travaux devraient se conclure en 2015.

1. Working group on the analysis and management of accidents.

1. Response and Assistance Network : réseau international, regroupant 23 pays, qui a pour but de porter assistance au pays en crise et de coordonner les moyens techniques et humains mis en œuvre.



Laurent Zylierman/Graphix Images/IRSN



Aster-CHRU Lille/BSIP

Comprendre la situation, évaluer et trouver des solutions pour le

Accidents de radioprotection. La radiothérapie ou la radiologie interventionnelle conduit parfois à une surexposition du patient. Des experts de l'Institut mènent l'enquête. Ils conseillent les professionnels de santé pour éviter que cela ne se reproduise.

Souvent, tout commence avec l'apparition d'une brûlure sur la peau. Un médecin traitant ou un dermatologue la remarque quelques jours après la pose d'un *stent*¹ dans les artères de son patient. L'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) est alertée par l'établissement responsable de l'acte. Elle charge alors l'Institut d'investiguer : que s'est-il passé ? Des équipes se mobilisent pour comprendre la situation, évaluer les conséquences et trouver des solutions : reconstitution des faits, meilleure prise en charge médicale des personnes exposées, actions correctives et enseignements.

De telles surexpositions en radiologie interventionnelle ou en radiothérapie ne sont pas fréquentes. "Il y en a moins d'une dizaine par an en France, confirme Alain Rannou, expert en radioprotection à l'IRSN.

Ces incidents ou accidents ne sont pas des urgences médicales : l'évolution des lésions progresse sur plusieurs semaines.

La pression est cependant forte dans les premières heures qui suivent la connaissance de l'événement. "Les

autorités souhaitent des réponses rapides, témoigne Alain Rannou, qui a coordonné trois expertises récentes. Le contour de l'intervention de l'Institut est défini dans les 24 ou 48 heures. Selon le nombre de patients touchés, l'évaluation précise de la dose reçue nécessite une à deux semaines. Un rapport, avec des recommandations d'actions correctrices, est rendu sous quatre semaines."

Recherche d'indices

Les experts mobilisés rencontrent les équipes médicales pour collecter le maximum d'informations.

En radiologie interventionnelle, la durée de l'intervention et/ou les paramètres de l'examen – dose par image et fréquence de celle-ci – sont relevés. En radiothérapie, le plan de traitement et le réglage des machines – angle, ouverture du collimateur... – sont consignés. L'objectif est de vérifier que ce qui a été programmé correspond au protocole qui avait été prescrit. Si tel n'est pas le cas, il faut en rechercher la cause. Ce peut être la force de l'habitude, un mauvais paramétrage de la machine, un dysfonctionnement de la

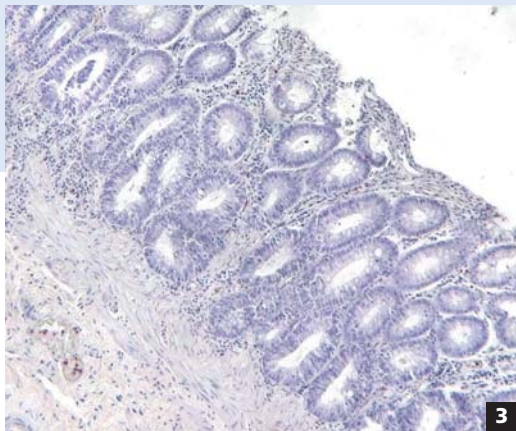
chambre de mesure de contrôle du faisceau, un détecteur inadapté sous-estimant la dose délivrée par des mini-faisceaux²...

En cas de surexposition importante, une expertise plus poussée peut être déclenchée, notamment si des soins sont requis.

"Il existe un lien causal entre la dose et l'effet, précise Jean-François Bottollier-Depois, physicien à l'IRSN, chargé de reconstituer la dose reçue et sa distribution aux organes. Connaître la dose et sa distribution dans l'organisme orientera le diagnostic et la stratégie thérapeutique."

Première solution technique : le code de calcul *Sesame*, développé par l'Institut. Il permet de simuler *a posteriori* l'exposition de la victime d'un surdosage. Il nécessite de connaître avec précision les paramètres de la source – nature du rayonnement, intensité, réglages de la machine – et ceux du patient – taille, poids, morphologie obtenue par image scanner en 3D du corps ou, à défaut, par l'utilisation de fantômes anthropomorphes numériques. Le logiciel va estimer la distribution dans le corps de la victime pour obtenir la dose aux tissus lésés. Ces informations sont essentielles au diagnostic et à la mise en œuvre de traitements éventuels.

Pour les cas exceptionnels où les données relatives à l'irradiation manquent, une dosimétrie rétrospective



Source: IRSN

1. Des recherches sont menées pour mieux connaître la dose reçue au cœur lors d'une radiothérapie. 2. Le médecin explique au patient le traitement qu'il va recevoir. 3. Coupe histologique de la muqueuse rectale d'un porc irradié après trois injections de cellules souches mésenchymateuses (CSM).

les risques patient

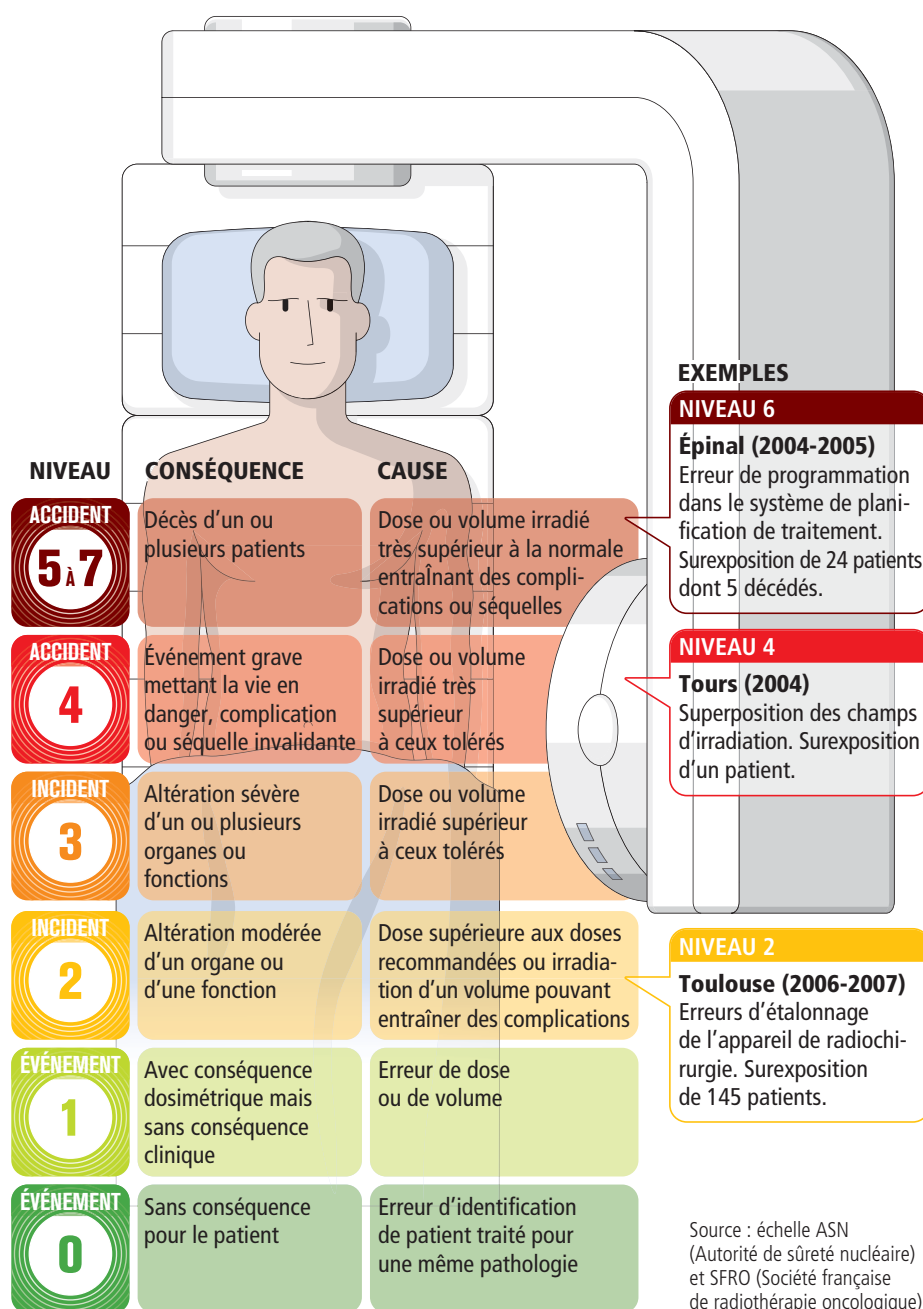
serait possible. "Par résonance paramagnétique électronique, il est possible de mesurer les radicaux libres créés par l'irradiation, sur un petit morceau d'émail de dent, d'ongle ou d'os, poursuit Jean-François Bottollier-Depois. La dose peut être évaluée en certains points de l'organisme." Cette approche a été mise à profit avec succès dans plusieurs cas d'accidents d'irradiation dans le domaine industriel.

La thérapie cellulaire

Les rayonnements utilisés en chirurgie interventionnelle sont peu pénétrants. En cas de surexposition, les lésions constatées sont superficielles, essentiellement cutanées, voire musculaires. Le traitement consiste en une excision de la zone nécrosée. Il peut être amélioré grâce à l'injection concomitante de cellules stromales mésenchymateuses, appelées aussi cellules souches. Elle favorise la cicatrisation des parties lésées. "L'intérêt de la thérapie cellulaire a été démontré grâce à un programme de recherche, explique Marc Benderitter, expert en radiopathologie à l'IRSN. Celui-ci a commencé il y a six ans, en partenariat avec l'hôpital de Percy [Hauts-de-Seine]. Ces cellules ont été utilisées, à titre compassionnel, sur huit patients irradiés souffrant de graves brûlures et chez quatre des irradiés d'Épinal [Vosges]. L'objectif était de soulager leurs douleurs, de stopper les saignements, de réduire l'inflammation et

Hierarchiser les incidents en radiothérapie

En France, une échelle a été définie pour la prise en compte des événements de radioprotection affectant des patients lors d'une radiothérapie. Classés selon leur gravité, ils sont rendus publics.



de stabiliser l'évolution de la nécrose."

Les espoirs de cette technique sont tels que plusieurs programmes de recherche de l'IRSN cherchent à identifier d'autres cellules aussi efficaces et permettant de traiter d'autres types de lésions radio-induites.

Chaque expertise donne lieu à un rapport. Il est accompagné de recommandations, dont certaines se répètent, comme l'importance de la formation. "À Clermont-Ferrand [Puy-de-Dôme], se souvient Bernard Aubert, physicien médical à l'IRSN, spécialiste de la radioprotection du patient, l'équipe d'experte

médicale a optimisé les appareils à la suite d'un incident de radiologie interventionnelle. La dose a ainsi été divisée par trois pour un même niveau d'efficacité: si à 6 grays, il y a des signes de brûlure, à 2 grays, il n'y en a plus."

Les spécialistes de l'Institut travaillent main dans la main avec les professionnels de terrain. "Lors de nos journées scientifiques de juin 2013, plusieurs experts sont intervenus, se remémore Dominique Le Du, président de la Société française de physique médicale. Ils ont fait le point sur l'estimation de la dose au patient, sur le retour

●●● d'expérience des récents événements de surexposition et sur les perspectives d'évolution des niveaux de référence diagnostiques."

L'accident survenu en 2007 à l'hôpital de Rangueil du CHU de Toulouse (Haute-Garonne) avait pointé le besoin d'un référentiel pour l'étalonnage des mini-faisceaux. "Après quatre années de recherche menées grâce à la collaboration avec les physiciens médicaux de plusieurs établissements de santé en France, l'IRSN a pu en 2013 mettre à la disposition de la profession un protocole d'étalonnage", poursuit Bernard Aubert.

Les cassures de l'ADN

D'autres travaux scientifiques ouvrent de larges perspectives : "Les traitements compassionnels réalisés à la suite de l'accident d'Épinal ont contrôlé l'inflammation et bloqué le processus nécrotique, explique Marc Benderitter. Avec ces résultats, nous venons de proposer à l'Institut national du cancer une étude clinique sur l'intérêt de ce traitement pour les 3 à 5 % de cas de complications sévères en radiothérapie."

À plus long terme, des programmes de recherche, comme Rosiris qui a débuté en 2009, amélioreront le traitement des patients. Il cherche à comprendre le lien entre le dépôt d'énergie et les effets aux niveaux cellulaire et tissulaire. "Par exemple, une irradiation crée des cassures de l'ADN

3 questions à... Pr Jean-Marc Cosset,

radiothérapeute à l'Institut Curie (Paris), ex-membre du comité 3 (radioprotection en médecine) de la CIPR¹.

Collaborez-vous avec des experts de l'Institut ?

Lors de missions confiées par l'Agence internationale de l'énergie atomique, j'ai travaillé avec eux pour définir la stratégie de traitement et le transfert en France d'irradiés accidentels d'Iran, de Géorgie, de Panama, de Pologne...

L'IRSN participe-t-il aussi au traitement ?

Oui, les chirurgiens opèrent après reconstitution de la dose qu'ils reçoivent de l'Institut : la cartographie réalisée identifie les tissus lésés, même s'ils n'en présentent pas encore tous les signes. Il n'y a qu'une intervention contre cinq ou six successives auparavant. Ceci facilite grandement la prise des greffes.

1. Commission internationale de protection radiologique, dont le travail participe à la prévention du cancer et d'autres maladies et effets associés à l'exposition à des rayonnements ionisants, et à la protection de l'environnement. 2. Publication n° 112 : www.icrp.org, rubrique Publications.

Quid en termes de prévention ?

L'IRSN a analysé les accidents d'Épinal [Vosges] ou ceux liés à de nouvelles technologies, comme la radiothérapie conformationnelle avec modulation de l'intensité. Ces techniques permettent de "sculpter" le volume irradié, par exemple de traiter une tumeur enroulée autour de la moelle épinière sans irradier celle-ci. Les travaux de l'IRSN ont alimenté les dernières recommandations internationales de prévention des accidents² de la CIPR.



Jean-Pierre Labordet/Institut Curie

lors du passage de la particule ionisante, simplifie Jean-François Bottollier-Depois. Nous cherchons à identifier les effets cellulaires pour chaque type de particules et d'énergie." ■

1. Ressort métallique positionné dans une artère, pour éviter qu'elle ne s'écrase, durant une opération suivie en continu par radioscopie.
2. Appareils de radiothérapie caractérisés par des champs de rayonnement réduits (inférieurs à 10mm), utilisés pour traiter des petites tumeurs ou lésions et celles difficiles d'accès pour la chirurgie, comme les malformations artérioveineuses du cerveau.



Pour en savoir plus :

- Dossiers La radiothérapie, Les accidents de radiothérapie, Mieux protéger les patients en radiothérapie, L'accident d'Épinal : www.irsn.fr/radiotherapie
- Programme Rosiris : www.irsn.fr/rosiris/
- Guide n° 16 de déclaration des événements significatifs de radioprotection patient en radiothérapie : www.asn.fr, rubrique Les activités contrôlées > Utilisations médicales



Lecture d'une radiographie des poumons.

Villareal/BSIP

AILLEURS La radioprotection, une question de culture

L'application des normes de radioprotection est variable d'un pays à l'autre. En France, de nombreux chirurgiens considèrent les effets liés à la dose reçue par le patient lors d'une opération cardiaque comme un dommage collatéral mineur au regard du succès d'une intervention qui lui sauve la vie. Une radiographie réalisée avec une dose élevée peut conduire à un plus "beau" cliché mais pas forcément à un meilleur diagnostic. En Allemagne, les praticiens, plus sensibilisés, se satisfont d'une image moins "belle", mais suffisamment informative. "Pour tout acte de radiologie conventionnelle réalisé en France, comme une radiographie du poumon chez l'adulte, il existe un texte réglementaire sur la dose précisant les niveaux de référence, concept pour lequel le Royaume-Uni a été précurseur, remarque Bernard Aubert, physicien médical à l'IRSN spécialisé dans la radioprotection du patient. Depuis 1997, ils sont devenus une obligation européenne. La radiologie interventionnelle quant à elle n'est pas actuellement encadrée. En Suisse, par exemple, des niveaux de référence existent pour ce type d'actes." ■

Les experts répondent aux questions des Français

Stockage des déchets. 2013 est marqué par le débat public sur le stockage profond de déchets nucléaires en France. Réunions, cahiers d'acteurs, site Internet... l'IRSN apporte des éclairages techniques aux citoyens.

"Pourquoi avoir choisi le site de Bure [Meuse – Haute-Marne] pour le stockage des déchets nucléaires ? Quelle est la différence entre l'entreposage et l'enfouissement ?..." Le 11 juillet dernier, près de 1 000 internautes ont participé au premier débat contradictoire sur Internet sur le stockage profond des déchets radioactifs de haute et moyenne activité à vie longue, intitulé Cigéo. Il portait sur la diversité des déchets. François Besnus, expert en déchets et géosphère à l'IRSN, y participait, aux côtés du président de la Commission, du directeur de la maîtrise des risques de l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra) et du président de l'association Global chance. *"Plus d'une centaine de questions ont été reçues par e-mail, par SMS ou sur le réseau social dédié, raconte-t-il. Les sujets abordés étaient variés : qualité des formations géologiques, coûts, impact d'une éventuelle guerre, stockage des combustibles, déchets étrangers..."* Le 23 septembre, un autre débat contradictoire s'est tenu sur le thème de la comparaison des expériences internationales.

Dans le cadre du débat public qui se tient du 15 mai au 15 décembre 2013, géologues et ingénieurs en sûreté apportent leur éclairage technique aux interrogations des Français. Ces échanges se font au cours de réunions, de la conférence citoyenne et de débats en ligne organisés par la Commission particulière du débat public.

Plusieurs dizaines de cahiers d'acteurs sont disponibles sur son site. D'autres sont attendus d'ici à la fin de l'année. Présentant les positions des acteurs y participant, ces contributions portent sur l'opportunité, les objectifs et les caractéristiques du projet. Chaque numéro est rédigé par un contributeur : organisme public (IRSN, collectivités locales...), exploitant (EDF,



Depuis mai 2013, un site Internet présente les recherches et les expertises sur les déchets de haute activité et de moyenne activité à vie longue.

Areva), association, syndicat ou particulier. Le premier, réalisé par l'Institut, propose une réponse à la question : *"Le stockage géologique est-il une option incontournable du dispositif de gestion durable des déchets radioactifs ?"*

Du néophyte à l'averti

L'IRSN a lancé en mai 2013 un site pour informer sur les risques liés à la gestion de ces déchets. Il présente ses recherches et ses expertises. Il est complété de fiches thématiques pédagogiques. Elles portent sur l'inventaire des déchets à Cigéo, la réversibilité, les installations d'entreposage, la séparation et la transmutation, la phase d'exploitation, le scellement du stockage, la barrière géologique ou les risques d'exploitation géothermique à l'aplomb du site. *"L'objectif est de rendre accessible l'information tant aux néophytes qu'aux avertis. Une même thématique est traitée sous des degrés de complexité différents."* L'outil est conçu pour être pérenne. Il continuera à être alimenté avec des questions des internautes.

Toutes ces actions sont dans la continuité du *"dialogue technique sur les déchets à moyenne et haute activité à vie longue"*. Ce dernier a été initié en

juin 2012 par l'Association nationale des comités et commissions locales d'information, le Comité local d'information et de suivi du laboratoire souterrain de recherche sur la gestion des déchets radioactifs de Bure et l'Institut. Cette initiative accompagne la montée en compétences des commissions locales, associations, élus... Elle permet aux experts, autorités et exploitants de mieux appréhender les préoccupations de la société. Elle reprendra à la fin du débat public. Elle prend la forme de séminaires pluriannuels réunissant experts et acteurs de la société.

"L'idée est que chacun comprenne les éléments techniques pour construire son opinion et prendre part au débat, précise François Rollinger, chargé de l'ouverture à la société à l'IRSN. La société civile disposera de réponses tout au long du processus de décision de Cigéo, jusqu'en 2015 au moins." ■



Pour en savoir plus :

- www.debatpublic-cigeo.org
Dates des prochains débats contradictoires les 16, 23 et 30 octobre et le 13 novembre 2013
- www.irsn.fr/dechets
- www.cigeo.com

L'amélioration de la sûreté des installations nucléaires est une priorité constante. Elle passe notamment par la diffusion des bonnes pratiques et l'analyse des incidents. Comment le retour d'expérience de ces événements contribue-t-il à faire évoluer ce processus ? À qui peut-il servir ? Précisions au travers d'exemples et de témoignages.

Retour d'expérience

Construire les règles de sûreté de demain

Les réunions interservices "REX INB" ont lieu une fois par semaine. La diversité et la complémentarité des experts sont utiles pour appréhender tous types de dysfonctionnement d'une installation.

DOSSIER



Arrêt automatique d'un réacteur ou mise en service d'un système de sauvegarde à la suite d'une anomalie, non-respect d'une procédure... tout dysfonctionnement qui survient ou est détecté sur une installation nucléaire pouvant affecter sa sûreté fait l'objet d'un "retour d'expérience", appelé REX. *"Il s'agit d'analyser le problème et d'en tirer les enseignements afin qu'il ne se reproduise plus, ni sur cette installation ni ailleurs, rapporte Hervé Bodineau, spécialiste du REX pour les réacteurs à eau sous pression (REP) à l'IRSN. La communauté nucléaire internationale a pris conscience de l'importance de cette approche avec l'accident de Three Mile Island [États-Unis] en 1979. Un simple blocage de vanne y a entraîné une fusion partielle du cœur. D'autres centrales avaient déjà connu – et géré – le même incident précurseur. Mais aucun retour n'avait été fait, et encore moins partagé."*

Le REX repose avant tout sur l'exploitant, premier responsable de la sûreté de l'installation. C'est à lui de disposer d'un système fiable pour détecter de manière précoce toute anomalie. Il doit en identifier la cause – défaillance technique, erreur humaine ou organisationnelle... Il doit en tirer les mesures à mettre en œuvre – changer une pièce défectueuse, imaginer une nouvelle organisation... Cette responsabilité s'opère en France sous le contrôle de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN).

Depuis la construction des premiers REP dans les années 1970, l'exploitant est tenu de déclarer tout événement significatif. Il peut s'agir d'accidents, d'incidents, d'anomalies ou d'écarts de fonctionnement. *"Il a quarante-huit heures pour le faire, sauf en cas d'accident grave où la déclaration doit être immédiate, précise Hervé Bodineau. Il a ensuite deux mois pour transmettre un compte rendu de l'incident et ses actions correctives à l'ASN et à l'IRSN."* En copie de ces déclarations, les spécialistes de l'Institut chargés des sites concernés "décortiquent" le REX. *"Leur objectif premier est d'analyser de façon indépendante la gravité de l'événement et le caractère précurseur; souligne l'expert. Ils vérifient que ce qui est important est traité de manière correcte."*

Les grands froids de 2012

Un autre examen de deuxième niveau consiste à identifier ce qu'il est possible de transposer d'une installation à une autre, *"entre les réacteurs de puissance, les laboratoires, les usines et les réacteurs de recherche"*, souligne Jean-Paul Daubard, chargé de l'analyse transverse du REX à l'IRSN. Certaines ●●●

●●● thématiques se retrouvent dans tous les types d'installations nucléaires de base (INB), comme la radioprotection, les dispositions de maîtrise des risques d'incendie ou les perturbations météorologiques extrêmes. *"L'hiver 2012 a fait l'objet d'une période de grand froid, illustre Jean-Paul Daubard. Des événements se sont produits dans tous les types d'installations. Des aspects génériques ont été identifiés au cours de l'examen transverse, comme une mauvaise anticipation de cette période. Celle-ci a mené à des défaillances de matériels que les exploitants auraient pu éviter."*

Ces enseignements sont formalisés dans des fiches diffusées au sein de l'Institut. *"L'inondation de la centrale de Blayais [Gironde], à la suite de la tempête de 1999, avait conduit à revoir la méthodologie d'analyse des risques d'inondation, complète-t-il. Cela a permis de déterminer ce que l'installation peut redouter et les dispositions à prendre, comme la construction d'une digue de hauteur suffisante."*

Le REX a vocation à être partagé, y compris à l'international. *"Des réunions sont régulièrement organisées entre les*

différents pays exploitant des réacteurs, sous l'égide de l'Agence internationale de l'énergie atomique [AIEA], de l'Organisation de coopération et de développement économiques [OCDE] et de la Commission européenne, précise Didier Wattrélos, spécialiste du REX international à l'IRSN. Les pays membres de ces instances peuvent tirer profit des retours des autres pays."

Le pouls des installations

Le REX a connu un essor avec l'informatique. Plusieurs bases de données recensent les incidents et leur traitement. L'IRSN dispose de Sapide, qui rassemble tous les événements significatifs déclarés par les exploitants. On en compte aujourd'hui, pour les réacteurs de puissance, plus de 20000¹, telle la perte de source froide à la centrale de Cruas (Ardèche), en 2009. On en recense plus de 5000 pour les autres INB.

À l'international, l'AIEA dispose de la base IRS (International Reporting System), alimentée par les pays membres. *"L'IRSN envoie, pour la France, une dizaine de rapports par an,*

CHIFFRE

■ **850 événements significatifs** sont déclarés par an en France pour 58 réacteurs à eau sous pression en exploitation. *"Cela peut sembler beaucoup. Environ 90 % ne sont pas classés dans l'échelle Ines", développe Jean-Paul Daubard, chargé de l'analyse transverse du REX à l'IRSN. Il s'agit d'événements d'importance souvent mineure, tels que des non-respects de spécifications techniques. Ceux-ci ne génèrent pas de conséquence, mais les points faibles d'une installation sont mieux connus. Contrairement aux autres pays, comme le Japon, la France a fait le choix de demander aux exploitants de les déclarer. Tout dysfonctionnement, même minime, peut être le précurseur d'un incident plus grave."*

1. Échelle internationale de mesure de gravité des incidents nucléaires civils.

"Toute action corrective est pesée"

C'est le principe du retour d'expérience (REX) : tout incident ou dysfonctionnement sur une installation nucléaire de base appelle une action corrective. Les roulements du moteur des pompes d'injection de sécurité du palier de 900 mégawatts ont ainsi été modifiés en 2005, en raison d'une anomalie. *"Cette action relève d'un savant compromis entre urgence et réflexion", souligne Hervé Bodineau, spécialiste du REX pour les réacteurs à eau sous pression à l'IRSN. Des mesures*

surdimensionnées seraient inutiles, voire contreproductives face à un problème mineur ne mettant pas en péril la sûreté de l'installation. "L'exploitant ne peut pas s'affranchir des contraintes technologiques et économiques, poursuit le spécialiste. Quand la centrale est en exploitation, il ne peut pas faire n'importe quoi." Engager des travaux de modification, tel un changement de câble électrique ou d'une pompe, peut présenter de réels risques, comme un départ de feu à cause d'une étincelle lors d'une soudure ou l'indisponibilité de matériels importants pour la sûreté. Toute modification entraîne des répercussions, qu'il est nécessaire de prévoir : en changeant une pièce – moteur de pompe ou servomoteur d'une vanne –, continue-t-on de garantir le bon fonctionnement du matériel ? En revoyant une procédure, qu'est-ce qui est impacté ? *"À l'occasion d'un arrêt de tranche, il est parfois plus sage de mettre en place des moyens temporaires fiables plutôt qu'une solution technique définitive hasardeuse", rapporte Hervé Bodineau. Et de conclure : "Les solutions proposées doivent être proportionnées aux enjeux de sûreté."*



Hervé Bodineau, spécialiste du REX pour les réacteurs à eau sous pression.

Guillaume Elmassian/IRSN

complète Didier Wattrélos. Il analyse en retour le REX étranger pour évaluer si certains incidents peuvent être transposés sur les installations françaises." Des bases de données thématiques existent également, à l'instar d'Eria, lancée par l'IRSN en 2010. Elle est dédiée aux incidents de radioprotection. Ces outils valorisent le retour d'expérience au-delà de l'installation concernée. *"Leur utilisation peut servir à déterminer les thématiques instruites lors des réexamens de sûreté, illustre Hervé Bodineau. Elle est le socle de toutes les instructions techniques réalisées à l'IRSN, du simple avis au plus complexe, comme les évaluations complémentaires de sûreté²."*

L'Institut utilise aussi ces bases de données – où chaque événement est codifié – pour prendre le "pouls" des installations. *"Des indicateurs statistiques sont construits et observés, tel le nombre d'arrêts automatiques de réacteurs, développe le spécialiste. Cela permet d'évaluer le niveau de sûreté global du parc français, de suivre les tendances et de détecter d'éventuelles disparités entre les différentes installations."* En plus de veiller à la sûreté d'un site, le REX contribue à la faire avancer dans sa globalité. ■

1. Sur les 20 000 événements, 90 % sont classés au niveau 0 et 10 % au niveau 1 de l'échelle Ines.
2. État des lieux complet des installations françaises, débuté en 2011 à la suite de l'accident de Fukushima.

Un incident précurseur bénéfique au parc mondial

Groupe électrogènes à moteur diesel. Depuis 2009, des moteurs de secours en centrales présentent plusieurs défaillances. Des investigations ont été menées et des solutions trouvées. Ce retour d'expérience a bénéficié à d'autres installations.

Comment un problème de matériel défaillant sur quelques groupes électrogènes a pu aboutir à un renouvellement de pièces mécaniques sur l'ensemble du parc français – centrales nucléaires, mais aussi laboratoires et usines – et à l'international ? Comment cet événement a-t-il mené à de nouvelles procédures de surveillance ? C'est là toute la force du retour d'expérience (REX).

Tout commence en 2008. Des avaries de moteurs diesels apparaissent lors de tests de sûreté sur les groupes électrogènes de secours de centrales à Chinon, en Indre-et-Loire, en Allemagne et en Chine. Ces essais périodiques ont pour but de surveiller les paramètres de fonctionnement. *“Les exploitants concernés s'approvisionnaient tous chez le même fabricant finlandais de diesel, Wärtsilä, raconte Monique Davanture, spécialiste des groupes électrogènes de secours à l'Institut. Les investigations menées ont mis en évidence une défaillance des coussinets liée à un défaut de fabrication. Ils s'échauffaient trop vite lorsque le moteur tournait et entraînaient son grippage. Le constructeur avait changé de fournisseur pour cette pièce. Mais il n'avait pas fait les essais de qualification nécessaires : les tests d'endurance dans des conditions extrêmes.”*



David Querrel/EDF

Maintenance sur un moteur diesel d'un groupe électrogène de secours lors d'une visite décennale à la centrale de Cattenom (Moselle).

Wärtsilä demanda au fabricant de corriger la non-conformité. Une deuxième génération fut alors mise sur le marché fin 2009.

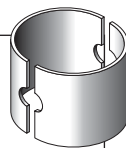
L'année suivante, ces nouvelles pièces installées posent problème. *“Fin 2010, des avaries de moteurs diesels sont déclarées à Cruas [Ardèche] et au Blayais [Gironde], décrit Monique Davanture. L'attention d'EDF est immédiatement attirée. Les expertises menées montrent une usure prématurée des coussinets de seconde génération. L'ASN et l'IRSN se penchent immédiatement sur la question. Ils entament le dialogue avec EDF, qui a trouvé lui aussi l'origine du problème. L'exploitant décide de passer les avaries de Cruas et Blayais en événements génériques, concernant tous les équipements du même type. Il lance des investigations sur l'ensemble de son parc.”* Environ 80 moteurs diesels, répartis sur les 34 réacteurs potentiellement

concernés – ceux du palier 900 mégawatts – sont examinés. Il s'avère que 26 d'entre eux sont équipés de coussinets de deuxième génération. *“Le cas le plus problématique se retrouve à Tricastin [Drôme], poursuit la spécialiste. Pour deux des quatre réacteurs, tous les diesels de secours sont équipés avec ces pièces jugées à risque. En février 2011, l'événement est classé niveau 2.”*

GLOSSAIRE

■ Qu'est-ce qu'un coussinet ?

Il s'agit d'une petite pièce mince qui, lubrifiée, facilite le frottement entre l'arbre (vilebrequin) et les attelages mobiles d'un moteur diesel. Elle évite l'usure et, à terme, le remplacement de l'arbre. Un coussinet est constitué de deux demi-cylindres, d'environ 10 centimètres de diamètre. Il est en acier recouvert d'une couche de plomb.



La surface en plomb se dégrade

L'exploitant prend une double décision préventive. Il l'applique à l'ensemble de son parc. Les coussinets endommagés de deuxième génération sont remplacés par des neufs. Une surveillance renforcée des moteurs diesels est mise en place. *“À chaque essai périodique – tous les deux mois –, EDF mesure la teneur en plomb de l'huile des moteurs, détaille Monique Davanture. L'exploitant a montré que, lorsque la sur-”*

●●● face en plomb du coussinet se dégrade, des particules se retrouvent dans l'huile. Une corrélation est établie entre la concentration en plomb dans celle-ci et l'usure de la pièce. Un seuil est fixé, au-delà duquel cette dernière est considérée comme usée et doit être remplacée." Saisi par l'Autorité pour expertiser la solution proposée, l'IRSN rend un avis favorable. Il demande des justifications complémentaires pour garantir que la surface du vilebrequin au contact du coussinet n'est pas endommagée. EDF mènera des investigations avec Wärtsilä pour répondre à cette question. Elles se révéleront rassurantes.

En parallèle de ce travail, le retour d'expérience se propage aux autres installations concernées. "Le diéséliste informe sa clientèle – EDF, Areva, les exploitants espagnols... – des problèmes rencontrés et des solutions proposées, notamment par l'exploitant", indique Hervé Bodineau. L'IRSN échange également avec ses homo-

logues étrangers. "Nous avons présenté l'incident lors de réunions internationales en 2011 aux autorités et organismes de sûreté, témoigne Didier Watrelos, spécialiste du REX international à l'IRSN. Nous avons partagé nos informations et analyses avec l'Allemagne, l'Espagne, la Finlande..., en communiquant les numéros de lots concernés par les anomalies."

En France, l'analyse est élargie aux réacteurs de recherche, aux laboratoires et aux usines. "Dès que le problème des coussinets a été connu, les spécialistes des REP à l'IRSN ont fait passer le message à leurs homologues, se souvient Marianne Berne, spécialiste du REX transverse à l'IRSN. L'idée était de voir si ce type de problème avait déjà été rencontré, ou s'il risquait de l'être." Des événements similaires sur des groupes électrogènes avaient été recensés dans deux usines : en 2008, dans celle de fabrication de combustible nucléaire, Melox, située à Marcou-

le (Gard), et, en 2010, dans celle de traitement des combustibles usés, à La Hague (Manche). Les moteurs avaient connu plusieurs pannes successives, rendant difficile la remontée jusqu'à l'origine exacte du problème. "Le REX établi par EDF a éclairci ces événements. Les solutions adoptées ont été confortées ou revues", poursuit Marianne Berne.

Une 3^e génération de coussinets en fabrication

Pour l'exploitant, l'autorité de sûreté ou l'appui technique, la solution retenue garantit un fonctionnement sûr des réacteurs, mais ne suffit pas. L'objectif reste d'en trouver une qui soit pérenne. EDF poursuit ses investigations pour identifier la cause de l'usure prématurée des coussinets : il s'agirait d'un écart géométrique avec ceux d'origine qui perturberait la circulation d'huile. L'exploitant travaille en partenariat avec le diéséliste pour concevoir de nouvelles pièces. "Il a

Le retour d'expérience des groupes électrogènes à moteur diesel : un effet bo

Comment le signalement d'une défaillance technique a fait évoluer la sûreté ? Le dialogue entre les différents acteurs a permis de et généralisables face à des incidents similaires. Les répercussions étape par étape.

FIN 2010

Recevoir une alerte

L'autorité de sûreté espagnole signale à l'ASN une défaillance de moteur sur l'une de ses centrales. Origine : usure prématurée des coussinets de 2^e génération du fournisseur Wärtsilä*.

Analyser les incidents précurseurs

Saisi par l'ASN, l'IRSN s'intéresse à des incidents similaires à l'Espagne.

Cruas (Ardèche) et Blayais (Gironde), survenus fin 2010. Même cause qu'en Espagne.

DÉBUT 2011

Trouver des solutions

EDF élargit ses investigations à l'ensemble de son parc : 26 moteurs diesels sont équipés de coussinets de 2^e génération.

Partager les enseignements à partir du REX EDF

IRSN : les experts du suivi des incidents d'EDF partagent leur analyse du REX avec ceux chargés des autres installations nucléaires : laboratoires, usines et réacteurs de recherche. L'Institut informe ses homologues étrangers : rapport pour la base de données IRS de l'AIEA qui recense les incidents à l'international...

ASN : demande à tous les exploitants nucléaires français de vérifier la fiabilité des coussinets de leurs groupes électrogènes de secours.

Wärtsilä : diffuse auprès de ses clients une liste de mesures pour les moteurs équipés de coussinets de 2^e génération.

Areva : l'usine de La Hague met en place les préconisations de Wärtsilä.

Autorité de sûreté allemande : alerte les exploitants concernés dans son pays pour une vérification générale.

REX EDF
Remplacement des coussinets de 2^e génération endommagés par des neufs et mise en place d'une surveillance renforcée. Proposition expertisée par IRSN, à la suite d'une saisine ASN. Action IRSN : avis favorable sur les préconisations EDF.

Chinon (Indre-et-Loire), Allemagne et Chine, survenus en 2008 et 2009. Cause : défaillance des coussinets de 1^{re} génération. Ces anciens incidents avaient provoqué la fabrication des coussinets de 2^e génération.

* Fournisseur finlandais de groupes électrogènes de secours à moteur diesel pour les installations nucléaires de base.

pris le dossier à bras-le-corps, reconnaît Hervé Bodineau. Il a mobilisé ses équipes de recherche, en développement et en expertise.”

Fin 2012, une troisième génération passe des essais de qualification en usine. L'IRSN a été saisi par l'ASN pour évaluer les résultats, qui semblent prometteurs. “Un avis favorable a été rendu sur ces nouveaux coussinets, indique Monique Davanture. Ils ont été testés en grandeur réelle sur un moteur diesel du parc d'EDF. Des justifications complémentaires ont toutefois été demandées sur leur tenue à des vitesses plus élevées que celles testées jusqu'alors.” Si tout se passe bien, Wärtsilä pourra lancer la fabrication de cette troisième génération en attendant que soit développé et qualifié un nouveau type de coussinets. Il changera les pièces potentiellement défectueuses de ses clients au fur et à mesure des maintenances. Ce travail aura servi la sûreté bien au-delà des frontières hexagonales. ■

Les moteurs diesels du site de La Hague (Manche) sont concernés par l'usure des coussinets de seconde génération.



Jean-Marie Tallat/Areva

Des enseignements transposés à d'autres installations

Concerné par la fiabilité des coussinets fournis par le diéséliste finlandais Wärtsilä, EDF s'est investi, dès les premières anomalies constatées, dans la résolution du problème. Les différentes solutions ont bénéficié à d'autres.

À la demande de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), Areva a procédé à l'examen de tous ses groupes électrogènes pour en vérifier l'usure des pièces. Les coussinets des moteurs diesels du site de La Hague (Manche) sont des modèles de seconde génération. Les mesures préconisées par Wärtsilä – et inspirées des procédures de l'exploitant français – ont été instaurées, comme le suivi de la teneur en plomb des huiles. Ces pièces avaient été installées sans surveillance particulière, à la suite de dégâts importants survenus lors d'un essai de moteurs en mars 2010. Le “REX diesel d'EDF” n'était pas encore connu. “Le diffuser à l'ensemble des exploitants nucléaires, dont Areva, a aidé à corriger le tir et à mettre au point une maintenance préventive”, souligne Hervé Bodineau, spécialiste du REX pour les réacteurs à eau sous pression (REP) à l'IRSN.

À l'inverse, l'exploitant a été conforté dans son choix pour l'usine de fabrication de combustible Melox de Marcoule (Gard). “En 2008, le même type d'avarie de moteurs diesels a été enregistré. L'exploitant avait opté pour la location de groupes électrogènes mobiles provisoires en attendant de remplacer les anciens moteurs fixes par de nouveaux. Le choix s'est porté sur ceux de la marque Caterpillar. L'exploitant a vérifié que ceux-ci n'étaient pas équipés des mêmes pièces défectueuses que ceux de Wärtsilä”, développe le spécialiste.

À l'international, ce “REX diesel” a été partagé. “Les experts de l'IRSN nous ont tout de suite informés car ils savaient que certaines de nos centrales disposaient de coussinets du même fabricant, se souvient le Dr Albert Kreuser, spécialiste des REX à la GRS¹, homologue de l'IRSN en Allemagne. Nous avons à notre tour fait passer l'information aux deux exploitants concernés. Depuis, les réacteurs en question ont été fermés à la suite de décisions politiques – et non à cause de ce dysfonctionnement.” Tous les enseignements tirés par EDF – procédure de surveillance rapprochée, travail en partenariat avec Wärtsilä pour concevoir des équipements fiables... – sont profitables à toutes les installations par l'intermédiaire du fabricant. ■

1. Gesellschaft für Anlagen-und Reaktorsicherheit.

uile de neige

construire des solutions pérennes

2011 et 2012

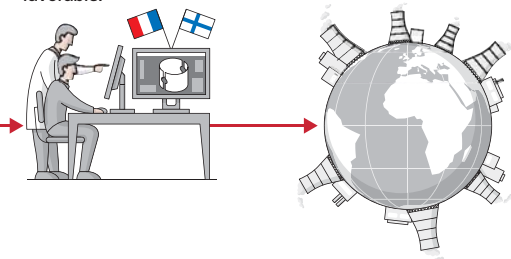
Mettre en place les mesures correctives

EDF et Wärtsilä travaillent à la conception d'une 3^e génération de coussinets. Des essais de qualification sont réalisés en Finlande. Préconisations EDF : test des coussinets de 3^e génération en situation réelle sur un moteur. L'IRSN rend un avis favorable.

2013

Tester et fabriquer

Si les tests EDF sont concluants, **fabrication des coussinets de 3^e génération.** Remplacement des anciens, au cours des maintenances, chez tous les clients Wärtsilä.



Hervé Bouilly/IRSN - Source : IRSN



Durée de vie moyenne d'un coussinet : plus de 10 ans. Ceux de 2^e génération de Wärtsilä ne durent qu'un an environ.

Du nucléaire aux autres industries à risque

Transversalité. Les échanges de retours d'expérience existent entre différents secteurs industriels. Grâce à des thématiques partagées par le monde du nucléaire et par celui de l'industrie, la connaissance est profitable à chacun.

Le retour d'expérience (REX) nucléaire peut être utile au monde industriel, et vice versa. "Certains incidents peuvent survenir dans les deux milieux : défaillance du réseau d'extinction d'incendie, explosion liée à un mélange de produits chimiques incompatibles...", illustre Simon-Pierre Eury, responsable du bureau d'analyse des risques et pollutions industriels (Barpi) au ministère du Développement durable. Face à ces risques, les deux domaines ont tout à gagner à s'intéresser l'un à l'autre et à dialoguer.

"En septembre 2012, il y a eu un accident en Corée du Sud sur une grosse plateforme industrielle chimique, avec rejet d'acide fluorhydrique, rapporte l'ingénieur. Ce composé toxique est aussi un sous-produit de la fabrication du combustible nucléaire. Areva et l'IRSN se sont rapprochés du Barpi pour avoir des informations complémentaires et voir dans quelle mesure le REX de cet accident pouvait bénéficier aux installations nucléaires de base [INB]." De même, les risques liés à l'hydrogène ou à l'ammoniac, analysés dans le monde industriel, se retrouvent dans le secteur nucléaire.



Simon-Pierre Eury, responsable du bureau d'analyse des risques et pollutions industriels (Barpi).

"Le vieillissement des installations est une thématique transverse sur laquelle le monde industriel a plus de recul, poursuit Simon-Pierre Eury. Les sites ont dix à vingt ans de plus. Tout le travail réalisé dans l'industrie est utile au nucléaire."

Utilisé en pétrochimie

Le "REX nucléaire" peut servir dans l'industrie. C'est le cas pour les accidents survenus lors de contrôle par gammagraphie. Après celui de Flamanville (Manche) en 2010, l'IRSN a proposé des mesures de radioprotection applicables dans les centrales et dans l'industrie. La signalisation du positionnement de la source a été améliorée pour la rendre visible dans toutes les conditions.

Des outils développés, issus du REX "nucléaire", peuvent être transposés au monde industriel.

C'est le cas d'un dispositif ayant fait l'objet d'un brevet co-déposé en 2003 par le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives



Le "REX nucléaire" peut servir à l'industrie, et inversement.

(CEA) et l'Institut. "Il s'agit d'un appareil à ultrasons pour contrôler l'état des pièces métalliques, quelle que soit leur forme, précise Gérard Cattiaux, ingénieur spécialisé dans les contrôles des matériels mécaniques à l'IRSN et co-inventeur de cet appareil. Il a été inventé à la suite des REX en INB qui montraient des difficultés de détection de défauts sur des pièces de forme complexe avec des irrégularités de surface. Une étude de faisabilité industrielle est en cours pour l'Arabie saoudite. Ce dispositif pourrait être utilisé pour le contrôle des pipelines en pétrochimie." ■

POUR EN SAVOIR PLUS

- **Le point de vue de l'IRSN** sur la sûreté et la radioprotection du parc électronucléaire français en 2011 : www.irsn.fr/parc2011/
- **Synthèse du rapport de l'IRSN** sur le REX des réacteurs d'EDF en exploitation et des réacteurs étrangers pour 2006-2008 : www.irsn.fr/Rex-Reacteurs-2006-2008/
- **Guide** relatif aux modalités de déclaration des événements significatifs dans les domaines des installations nucléaires et du transport de matières radioactives et Critères de déclaration des événements

considérés comme significatifs : www.asn.fr, rubrique Professionnels > Installations nucléaires de base

- **La sûreté nucléaire et la radioprotection en France en 2012** : www.asn.fr, rubrique S'informer > Publications

- **La base de données Aria** des incidents industriels recensés par le Barpi : www.aria.developpement-durable.gouv.fr, rubrique Qui sommes-nous ?

CONTACTS

POUR DIALOGUER AVEC LES EXPERTS IRSN :

- **REX des réacteurs à eau sous pression français**
herve.bodineau@irsn.fr
- **REX des réacteurs de puissance à l'international**
didier.wattrelos@irsn.fr
- **Analyse transverse du REX**
jean-paul.daubard@irsn.fr

Comment passer une thèse à l'IRSN ?

Acteur de la recherche en sûreté et en radioprotection, sur des sujets fondamentaux, expérimentaux et appliqués, l'IRSN accueille chaque année des dizaines de doctorants. Leurs travaux étayent ceux des chercheurs. Comment devenir doctorant ? Comment se déroule une thèse ? Explications.

- **TÉMOIGNAGE** Une doctorante. • **DÉCRYPTAGE** De la candidature à la soutenance, itinéraire d'un thésard.
- **AVIS D'EXPERT** Le chargé de la formation doctorale à l'IRSN.

TÉMOIGNAGE

“ Un contexte favorable aux échanges ”

Après un master de physiopathologie, Clélia Le Gallic a débuté une thèse en novembre 2011 au laboratoire de radiotoxicologie expérimentale de l'IRSN, situé à Fontenay-aux-Roses (Hauts-de-Seine). Le sujet : l'influence d'une contamination chronique à faibles doses par ingestion de césium 137 sur la progression de la pathologie athéromateuse¹.

“ Ici, les conditions de travail sont privilégiées, en termes de matériel et de structure, mais aussi de diversité des sujets de thèse proposés. Il faut cultiver cette diversité : elle éveille la curiosité d'acquérir de nouvelles

connaissances. Elle est aussi l'occasion, lorsque l'on partage ses travaux, de se voir poser des questions sous un autre angle, avec un œil neuf. J'en ai pris conscience durant les journées des thèses. Ce rendez-vous réunit chaque année tous les doctorants de première, deuxième et troisième années, qui présentent leurs travaux. Certains sont des chercheurs spécialistes de la sûreté, d'autres élaborent des modèles mécanistiques en biologie, d'autres encore travaillent sur l'accident de Fukushima, avec notamment l'étude des rayonnements ionisants sur les oiseaux. Je me suis sentie proche de ce dernier sujet, qui aborde un versant environnemental.

L'association des doctorants

Ces journées des thèses favorisent les échanges entre étudiants. Y a germé l'idée de créer une association des doctorants de l'IRSN : l'Ad'in. Sa création est officielle depuis le 31 août 2013.

Cette structure est à la fois un réseau pour la recherche d'emplois, un lieu de partage d'expériences entre laboratoires et un relais d'information. Il est pensé comme un moteur de la vie sociale de tous les étudiants de l'établissement.

Pour dresser des passerelles entre les savoirs, nous envisageons par exemple de demander aux doctorants du laboratoire d'épidémiologie d'organiser une présentation de cinq minutes intitulée *Biostats pour les nuls*.“ ■

1. Dépôts dans les artères de plaques constituées de lipides, notamment du cholestérol, qui sont impliquées dans la survenue de thrombus (caillot), d'accident vasculaire cérébral (AVC) et d'infarctus du myocarde.



DÉCRYPTAGE

De la candidature à la soutenance, itin

Le doctorat est une expérience de recherche de trois ans, durant lesquels proposé par l'organisme d'accueil. Suivons son parcours, de son recrutement

PROFIL

Être titulaire, ou en cours d'obtention, d'un **master 2 recherche** (ou équivalent).

Avoir moins de **26 ans**, sauf exception dûment motivée.

Maîtriser le **français**, et l'**anglais**.



1. Information sur www.irsn.fr



Dès janvier 2014

- **Consulter les propositions de sujets de thèse pour l'année en cours**, réparties en deux pôles : Radioprotection et Sécurité.

Ces sujets sont proposés par les différents laboratoires de l'IRSN. Ils sont évalués par une commission constituée d'universitaires et de scientifiques de l'IRSN.

- **S'informer des conditions** : domaines de compétences, lieu de travail, profil du candidat, description du sujet.

- **Contacter par e-mail le tuteur de la thèse** : connaître les éléments à fournir pour le dossier de candidature (CV, lettre de motivation...) et les modalités d'envoi, différentes selon le laboratoire.



2. Candidature



Février à juin 2014

- **Envoyer son dossier de candidature** à l'unité d'accueil.

Le tuteur et son laboratoire présélectionnent 1 candidat sur les 5 à 10 postulants en moyenne.

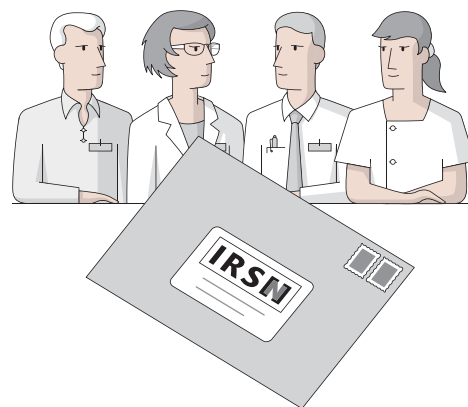


Juin ou septembre 2014

- **Présenter son cursus et ses motivations** devant une commission : stage de master, enjeux et grandes étapes envisagés pour le projet de thèse.

Jury constitué d'universitaires et de scientifiques de l'IRSN. Ils vérifient l'adéquation entre le sujet et le candidat : cursus et connaissances disciplinaires, capacité à situer et appréhender le sujet, qualité de restitution, motivation...

- **Connaître le résultat par courrier**, sous quelques jours. Dans le cas d'une admission, un dossier administratif est constitué avant octobre.



La charte du thésard

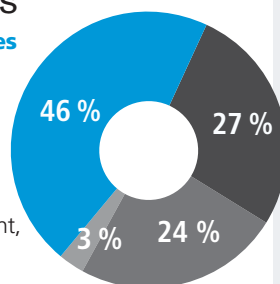
- **Au moment de leur admission**, les futurs doctorants de l'IRSN reçoivent un fascicule qui consigne les droits et devoirs de chacun. Il traduit l'engagement réciproque entre l'établissement et l'étudiant – identique quel que soit le site (Fontenay-aux-Roses, Saclay, Cherbourg, Cadarache...). Il décrit le domaine de recherche et le type de contrat (salarié IRSN ou non).

En chiffres

- **Répartition des sujets par discipline :**

- sciences de l'ingénieur,
- sciences de l'environnement,
- sciences de la santé,
- sciences humaines et sociales.

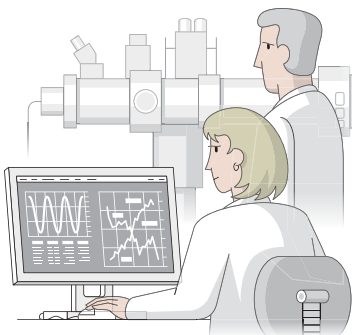
- **40 sujets** de thèse proposés/an par les laboratoires de l'IRSN.



- **25 à 35** nouveaux doctorants/an.
- **90 doctorants** présents à l'IRSN au 30 juin 2013.
- Répartition : **65%** en laboratoires IRSN, **10%** en laboratoires communs (IRSN et CNRS, universités...) et **15%** en laboratoires hors IRSN.
- **1,5** publication en moyenne par doctorant dans des revues à comité de lecture durant la thèse.
- Moins de **5%** des jeunes docteurs sont en recherche d'emploi trois ans après la soutenance (moyenne nationale : 10 %).

éaire d'un thésard

l'étudiant va se concentrer sur un sujet à l'IRSN à l'obtention du diplôme.



3. Thèse

Statut : salarié de l'IRSN en contrat à durée déterminée de 3 ans.



Octobre 2014 à avril 2017

- **Intégrer l'équipe du laboratoire.**
- **Mener ses travaux.**
- **Participer à des points réguliers** sur l'avancée de sa thèse.
- Lieu : au laboratoire, à l'université ou aux journées des thèses.

- **Participer aux journées des thèses** en octobre de chaque année :

2014 : les 1^{res} années présentent, sur un poster, leurs sujet et premiers travaux effectués.

2015 et 2016 : les 2^{es} et 3^{es} années présentent l'avancement de leurs travaux devant les autres doctorants, experts et universitaires.



Printemps 2017

- **Débuter la rédaction de sa thèse** pour les 3^{es} années.

4. Soutenance



Été 2017

- **Remettre le manuscrit** papier au tuteur et au directeur de thèse.

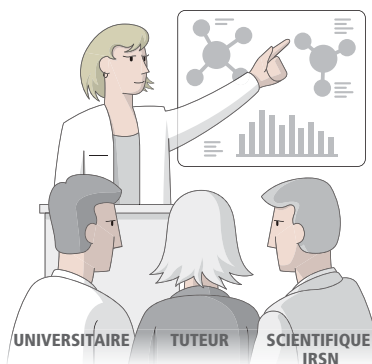
Deux rapporteurs jugent si le doctorant est prêt à soutenir ou si d'importantes corrections sont nécessaires. Au regard de cette évaluation, date de soutenance fixée.



Automne 2017

- **Présenter les résultats de ses travaux**

Jury constitué des deux rapporteurs, tuteur IRSN, directeur de thèse, scientifiques IRSN et universitaires, soit 6 à 8 personnes au total.



Hervé Bouilly/IRSN - Source : IRSN

Pour aller plus loin

- **Les thèses à l'IRSN :**
propositions de thèses, thèses en cours, soutenances passées et à venir : www.irsnn.fr/Theses
- **Les bilans annuels de la formation par la recherche :**
état des lieux documenté des doctorants, post-doctorants et habilités à diriger des recherches présents. Nombres clés, comparaisons avec les années précédentes,

bilan des publications, analyse statistique de l'insertion professionnelle dans les trois années ayant suivi la fin de contrat (ou la soutenance) : www.irsnn.fr/Bilans-Formation-Recherche/

Contact

Gauzelin Barbier

Tél. : 01 58 35 82 09

gauzelin.barbier@irsnn.fr

AVIS D'EXPERT

“ Entre monde de la recherche académique et industrie ”

Gauzelin Barbier,
chargé de la formation doctorale à l'IRSN.

“ À l'Institut, le doctorant va faire le lien entre le monde de la recherche académique et celui d'une recherche plus finalisée. Ce lien spécifique résulte du statut et des missions de l'IRSN, établissement public d'expertise et de recherche sur les risques radiologiques et nucléaires. Il influe sur les sujets de thèse. Il ne s'agit pas seulement d'acquérir des connaissances nouvelles et de répondre aux interrogations de la communauté scientifique. Il y a aussi une attente des pouvoirs publics et de la société civile. Les connaissances produites devront aider les experts à mieux appréhender les risques. Faire une thèse, c'est l'occasion d'avoir une vision du monde du travail. Les doctorants ont ici des moyens matériels qui sont jugés favorables par les étudiants. Si leur travail de thèse sert pour la rédaction d'un avis d'expert en sûreté ou en radioprotection, ils prennent conscience des contraintes de temps pour leur rendu.” ■



Guillaume Elmassian/IRSN

Niveaux de référence diagnos- atout ou contrainte pour les pr

Les niveaux de référence diagnostiques participent à l'optimisation des pratiques radiologiques techniques et humaines et le manque de remontée des données dosimétriques. Réactions d'un en radioprotection d'une autorité belge.

À RETENIR

- **Les niveaux de référence** diagnostiques sont des indicateurs dosimétriques de la qualité des pratiques. Ils sont destinés à identifier les situations nécessitant une action corrective. Ni "limite de dose", ni "dose optimale", ce sont des outils pour l'optimisation. Ils ne devraient pas être dépassés sans justification.
- **La profession** doit être sensibilisée sur le bien-fondé de la demande, la qualité de l'image et le nombre de clichés, par exemple en radiologie pédiatrique.

Repères : Les niveaux de référence diagnostiques (NRD) sont des indicateurs dosimétriques de la qualité des pratiques. Comment ne pas dépasser cette dose ?

Lodewijk Van Bladel : Réduire la quantité et la qualité des images est un premier axe. En Belgique comme en France, nous sommes habitués à une bonne définition et à un nombre de clichés souvent excessif, de façon à ne rien louper.

Jacques Ninety : Côté "qualité", les médecins radiologues doivent se remettre en question. Il faudrait revoir la formation initiale : passer de l'approche "meilleure image possible pour un diagnostic fin" à celle de "image

nécessaire et suffisante pour poser un diagnostic". L'amélioration repose sur une meilleure information du médecin, demandeur de l'examen, en termes de doses délivrées.

L. V. B. : Tout à fait. La démarche diagnostique doit être spécifiée par le demandeur. En général, c'est le médecin traitant. Il doit s'appuyer sur les guides de bonnes pratiques. Les praticiens ne sont pas assez informés de l'existence de ces supports. Souvent, ils sous-estiment la valeur de l'information clinique. Celle-ci permet au radiologue et à ses collaborateurs la conduite optimale de l'examen.

J.N. : La Fédération nationale des médecins radiologues a proposé d'intégrer les NRD aux logiciels de gestion. La réaction des professionnels est toujours la même : "Qui paye ?" Se pose aussi la question de l'implication des constructeurs d'appareils. Ils devraient expliquer comment tirer toute l'efficacité d'un matériel, avant son installation et lors de sa mise en service. Sans oublier la formation continue des radiologues et du personnel paramédical afin d'éviter les dérives d'utilisation.

“ Les NRD sont perçus comme une partie essentielle de l'optimisation des pratiques d'imagerie, centrées sur le patient. L'objectif est d'obtenir les meilleurs renseignements, pour une exposition minimale. ”

Dr Jacques Ninety

Médecin radiologue du secteur privé, installé en région parisienne. En 2005, il devient président de la Fédération nationale des médecins radiologues.

Le taux de transmission des données à l'IRSN est très bas en France : moins de 20 % des établissements en radiologie conventionnelle. Comment le faire progresser ?

L. V. B. : L'autorité belge a choisi une approche progressive, mais radicale. Après une phase préliminaire de concertation entre autorités et organisations représentatives des médecins concernées, la première action a été de sensibiliser les 1500 radiologues à partir de 2010. Cela a permis d'en convaincre plus de la moitié. Une seconde a débouché sur la publication des bons et mauvais "élèves" sur le site web de l'Agence fédérale belge de

tiques : professionnels ?

pour les praticiens. Celle-ci est freinée par les limites
président de syndicat professionnel français et d'un expert

contrôle nucléaire en 2011. Une troisième a été très efficace : conditionner le remboursement des actes à l'adhésion aux règles imposées par la réglementation en matière de radioprotection. En six ans, nous sommes passés de 20 % à 80 % de retours, et à plus de 95 % en scanographie.

J. N. : Je suis pour une prise de conscience dans l'intérêt du patient. Les moyens coercitifs ne vont pas dans ce sens. Il reste d'autres voies à explorer en France. Médecins radiologues et constructeurs doivent balayer devant leur porte. L'Institut devrait nous inciter à être proactifs via un retour rapide sur nos pratiques, à la suite de la transmission des données. J'ai envoyé les miennes en septembre. J'ai reçu l'accusé de réception en mars, sans commentaire. Le dernier rapport de synthèse porte sur 2009-2010. Ces chiffres – qui remontent à deux ans – ne sont pas cohérents avec les évolutions rapides du métier. Ce n'est pas vécu de façon positive par notre profession.

L. V. B. : En Belgique, une cellule dédiée traite les données transmises à l'Agence. À l'origine, elle répondait au cas par cas pour mener des actions correctives. La masse d'informations à traiter a conduit à publier une synthèse globale annuelle. Les pratiques doivent s'améliorer au fil du temps, notamment en scanographie, en radiologie interventionnelle et pédiatrique. Dans cette dernière discipline, l'entrée manuelle de certaines données – taille, poids... – pose problème. Elle est chronophage et source d'erreurs humaines potentielles. Nous discutons avec les constructeurs pour qu'ils développent des outils afin d'obtenir automatiquement les paramètres nécessaires et d'y accéder facilement.

J. N. : Les appareils actuels ont, *a minima*, des procédures adaptées aux enfants. Elles sont intégrées dans leurs

logiciels. Il faut s'assurer qu'elles soient bien utilisées. Pour minimiser le risque pour les patients, le mieux reste... de ne pas les exposer ! Une IRM¹ n'émet pas de rayonnement. Contrairement à nos amis belges, les Français sont les plus mal lotis d'Europe, avec un déficit de 600 appareils. ■

1. Imagerie par résonance magnétique.



Pour en savoir plus :

- **NRD (concept, réglementation, outil Micado, transmissions des données...):** nrd.irsn.fr
- **Fédération nationale des médecins radiologues :** www.fnmr.org
- **Agence fédérale belge de contrôle nucléaire :** www.fanc.fgov.be

“ La finalité n'est pas de se rapprocher de cet indicateur, mais de se positionner en dessous et de chercher la dose la plus basse possible donnant une réponse à la question diagnostique posée. ”

Lodewijk Van Bladel

Médecin, expert senior en radioprotection à l'Agence fédérale belge de contrôle nucléaire.

Les NRD en France : cadre réglementaire et rôle de l'IRSN

En mars 2011, l'IRSN a lancé une base de données consacrée aux niveaux de référence diagnostiques, accessible par Internet. Depuis, tout envoi d'informations dosimétriques conduit à un accusé de réception. Le rôle de l'Institut (*cf. arrêté du 24 octobre 2011*) est de les recueillir, de les valider individuellement et de les analyser globalement. Il revient à chaque professionnel de comparer ses données aux valeurs nationales, puis d'adopter des mesures d'optimisation.

À l'Institut, deux experts spécialisés en physique médicale répondent aux sollicitations des professionnels et les contactent si besoin, en particulier si des données demandent à être précisées.

Un site Internet, une ligne téléphonique et un e-mail dédiés ont été créés pour contacter l'unité d'expertise en radioprotection médicale (UEM).

La parution en avril 2013 du bilan des données 2009-2010¹ est due à un changement du mode de recueil de celles-ci – à la suite de la mise en place de la base. L'IRSN accepte désormais d'intégrer les données de l'année N jusqu'au 30 avril de l'année N+1, afin de disposer d'un maximum d'informations. La prochaine édition portera sur les valeurs 2011-2012. Sa finalisation est prévue pour fin 2013 et sa parution pour 2014.

• **Contact :** tél. : 01 58 35 70 77,
e-mail : nrd@irsn.fr, site : nrd.irsn.fr

1. Analyse des données relatives à la mise à jour des niveaux de référence diagnostiques en radiologie et en médecine nucléaire.



L'innovation, une autre façon de faire avancer la sûreté

Patrimoine immatériel. L'Institut valorise des dispositifs conçus par ses collaborateurs. Ces inventions, pour certaines brevetées, doivent répondre à l'objectif de sûreté et aux besoins de la société et du marché.

"De par son statut, l'établissement n'a pas vocation à mener une recherche visant à déposer un maximum de brevets, explique Matthieu Schuler, directeur de la stratégie, du développement et des partenariats à l'Institut. En matière d'innovation, son objectif est d'identifier les attentes industrielles et sociétales et d'accompagner les idées de ses collaborateurs." La stratégie est fondée sur la qualité et le potentiel de l'invention. Depuis quatre ans, "une équipe sensibilisée à la propriété intellectuelle repère les innovations potentielles", indique Frédéric Goldschmidt, spécialisé en innovation à l'IRSN. Tous les domaines de recherche de l'Institut sont concernés. Parmi les récentes demandes de brevets, les formulations pharmaceutiques pour le traitement de contaminations cutanées par des actinides. Une autre se rapporte à un dispositif de généra-



Frédéric Goldschmidt,
spécialisé en innovation.

Fabien Panza, doctorant à l'IRSN, a mis au point le dispositif mobile de mesure de radionucléides Marcassin.



Michel Hans/IRSN

tion d'un aérosol à granulométrie contrôlée. Les contraintes techniques et financières peuvent conduire à des solutions innovantes. "Notre laboratoire de Tournemire a développé un procédé de forage de grand diamètre non destructif. Il a été protégé par une demande de brevet", complète l'expert.

"Innovez, vous n'êtes pas seuls" est le slogan pour encourager les initiatives. Le service de la prospective et de l'innovation est chargé d'évaluer le fac-

teur risque lié à la propriété industrielle ; quant aux juristes, ils mettent en œuvre la stratégie de protection la mieux adaptée au contexte. Le projet peut se traduire par une demande de brevet déposé seul ou en copropriété avec des partenaires. La sensibilisation porte ses fruits : entre 2009 et 2012, quatre brevets sont déposés chaque année, soit le double par rapport à la période 2002-2009. "La majorité concernent, ces deux dernières années, la sur-

La France valorise sa recherche à l'international

Que valent les établissements français de recherche en matière de propriété intellectuelle ? Les conclusions de l'enquête nationale sur les indicateurs de valorisation et de partenariats vont apporter la réponse. Elle a été menée par le ministère de la Recherche, d'avril à juillet 2013, auprès d'acteurs publics : organismes, universités, centres hospitaliers, associations... "Les premiers résultats, rendus publics à l'automne 2013, auront quatre impacts, synthétise Céline

Clausener, responsable de l'enquête pour le département des partenariats et de la valorisation. Le ministère veut disposer de données fiables pour définir et consolider ses orientations stratégiques : par exemple, l'impact de la mise en place des dispositifs mutualisés de transfert de technologie à compter de 2006. La communauté scientifique s'appuiera sur ces données pour orienter sa recherche. Le pays gagnera en visibilité au niveau européen et international en reflétant la qualité de son patrimoine

intellectuel. Les établissements impliqués pourront s'inter-comparer avec ceux de profils similaires sur la base de données rendues anonymes. Ils pourront intégrer les enseignements de l'enquête dans leur stratégie globale." L'important taux de participation souligne l'intérêt des acteurs publics de la recherche pour l'évaluation des effets de leur investissement. Cette première étude s'intéresse à la période 2008-2011. L'outil va être pérennisé sur une base annuelle. ■

veillance de l'environnement. Les travaux de thèse restent une source féconde d'innovation potentielle, comme les projets de recherche exploratoire. Ceux-ci se penchent sur des sujets 'originaux', comme le fluxmètre thermique inverse, breveté en 2012 avec l'université de Provence Aix-Marseille [cf. Repères n°15], ou le traitement des données du dispositif Marcassin de mesure des concentrations en radionucléides dans les sols [cf. Repères n°18]."

Stratégie "gagnant-gagnant"

Sans diffusion, le savoir n'est rien. "Notre volonté est de transférer nos technologies et nos connaissances, fût-ce à titre gracieux, lorsque cela fait progresser la sûreté, souligne Matthieu Schuler. Le concept de 'noyau dur'¹, né après les événements de Fukushima, en est un exemple."

La valorisation des inventions repose sur la confiance et sur des collaborations durables. "En miroir des échanges entre partenaires de R&D, nous cherchons à associer nos licenciés, petites et moyennes entreprises et industries, à nos analyses sur l'évolution du secteur concerné par l'innovation qu'ils portent... En retour, ils participent à notre veille stratégique en remontant des données du terrain et les problématiques de leurs clients", apprécie Frédéric Goldschmidt.

Une stratégie "gagnant-gagnant" : l'industriel maîtrise mieux son marché dans un environnement concurrentiel; l'IRSN consolide les revenus d'exploitation de ses licences et renforce sa notoriété dans le développement de solutions nouvelles. "L'objectif n'est pas de ressortir une marge. Il s'agit de rester leader dans nos domaines de compétences. Nous nous positionnons en moteur de la recherche et développement, à l'échelle européenne, insiste Matthieu Schuler. L'Institut veut se placer en animateur. Les organismes européens ne sont plus des adversaires. Ce sont des collègues avec qui nous travaillons à l'émergence de projets communs, en phase avec les attentes de la société civile." ■

1. Dispositif de sûreté pour résister aux situations extrêmes.



Pour en savoir plus :

- Enquête nationale sur la valorisation et les partenariats de la recherche publique : www.curie.asso.fr, rubrique Services > Indicateurs de la valorisation



Grégoire Maisonneuve/IRSN

Jacques Repussard, directeur général de l'IRSN (à gauche), et Jean-Claude Delalonde, président de l'Anccli, le 19 juin 2013 à Paris.

Consolider ensemble un dialogue technique

Coopération. L'Institut et l'Anccli approfondissent leur collaboration au service de la vigilance des citoyens dans les domaines de la sûreté et de la radioprotection.

"La vigilance sociétale est un des moteurs essentiels du progrès continu de la sûreté nucléaire."

En une phrase, Jacques Repussard, directeur général de l'IRSN, résume l'essence de la coopération entre l'Institut et l'Association nationale des comités et commissions locales d'information (Anccli).

Après dix ans de collaboration, développer la concertation engagée après l'accident de Fukushima sur les dossiers de sûreté est un des objectifs essentiels des années à venir. "La gouvernance du risque nucléaire a évolué", complète François Rollinger, chargé de l'ouverture à la société à l'IRSN. "Après le drame japonais, les comités locaux d'information nous ont interpellés pour être impliqués dans le processus des évaluations complémentaires de sûreté. Nous avons innové en construisant ensemble un dialogue technique sur ces dossiers. Cette démarche doit s'étendre à d'autres sujets. Ce dialogue permet d'identifier les thèmes prioritaires et d'affiner la qualité de nos analyses pour améliorer la sûreté nucléaire."

Des séminaires et des réunions sont organisés avec l'association pour faciliter l'implication de la société

civile dans le débat public sur le stockage des déchets nucléaires. Ces actions accompagneront l'ensemble du processus de décision jusqu'à son terme, prévu en 2019.

Les initiatives communes se multiplient sur les thèmes de l'environnement, de la santé et de la sûreté. Les collaborations en cours : la mise au point et le déploiement du dispositif de sensibilisation aux enjeux postaccidentels à destination des acteurs locaux (Opal). Cet outil cartographique a pour objectif d'aider les élus, si un accident nucléaire survenait, à se préparer à faire face aux enjeux à affronter sur leurs territoires.

L'ouverture citoyenne reste le maître mot de la coopération entre les deux partenaires. Elle se manifeste aussi par des actions communes à l'échelle européenne. "Le modèle français d'échanges avec la société civile est montré en exemple par nos pays voisins", conclut Jean-Claude Delalonde, président de l'Anccli. ■



Pour en savoir plus :

- Anccli-IRSN : après dix ans de coopération, signature d'un nouvel engagement en soutien à la vigilance citoyenne : www.irsn.fr/IRSN-Anccli



Des experts pour former des experts



Laurent Zylberman/Graphic-Images/IRSN

Jeunes diplômés ou professionnels du secteur nucléaire, d'Europe ou d'ailleurs, vous pouvez devenir les experts de demain en suivant les formations de l'ENSTTI. L'Institut européen de formation et de tutorat en sûreté nucléaire propose des stages, de quelques jours à plusieurs mois selon le module choisi, dans différents domaines : sûreté des réacteurs ou du cycle du combustible, analyse du

retour d'expérience des installations, maîtrise des risques d'incendie, mise en application de la réglementation pour le transport des matières radioactives, statistiques et contrôle qualité en dosimétrie biologique... Les cours, en langue anglaise, sont dispensés par des experts issus des organismes techniques de sûreté européens. Les programmes, théoriques et pratiques, incluent des exercices en groupes de travail et des visites sur site.

Programme 2013-2014 et inscription en ligne sur www.enstti.eu

enstti
TRAINING & TUTORING NUCLEAR SAFETY

**Renseignez-vous
dès maintenant**

Tél. : 01 58 35 72 32

E-mail : contact@enstti.eu
Site : www.enstti.eu