

Repères



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

IRSN
N°14
juillet 2012



EN PRATIQUE

Obtenir l'autorisation de détenir une source radioactive scellée

FAITS ET PERSPECTIVES

Des experts auprès des réseaux régionaux de PCR

STRATÉGIE

Le noyau dur, dernier rempart contre les situations extrêmes

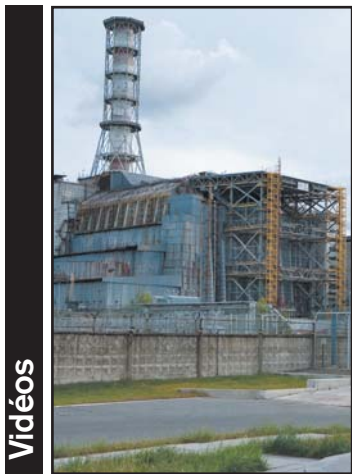
DOSSIER

Modéliser pour maîtriser les risques

Kiosque

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

Mise en ligne de six vidéos pédagogiques *Tchernobyl, 25 ans après*



L'IRSN met en ligne une série de vidéos pédagogiques consacrées à l'accident de Tchernobyl. Elles viennent compléter le livret *Tchernobyl, 25 ans après*, édité par l'Institut en 2011 pour les 25 ans de l'accident. À travers de nombreuses images d'époque, complétées d'explications et d'analyses par des experts de l'IRSN, ces vidéos offrent une vision d'ensemble de l'accident et de ses conséquences sanitaires et environnementales. Elles sont au nombre de six et traitent des thèmes suivants : ● Le déroulement de l'accident ● Les territoires contaminés autour de la centrale ● La dispersion du panache radioactif sur l'Europe ● Les retombées sur le territoire français ● La construction du premier sarcophage ainsi que le projet de nouveau confinement lancé en 1997 ● Les leçons tirées de cet incident, notamment en matière de gestion de crise.

www.irsn.fr/tchernobyl



Salon professionnel de l'énergie

L'IRSN sera présent à Power Energies, qui se tiendra du 25 au 27 septembre 2012 au parc des expositions d'Avignon (Vaucluse). Partenaire de ce salon destiné aux professionnels de l'énergie, l'Institut sera visible sous la forme d'un stand et d'une conférence.

L'IRSN pourra ainsi se faire connaître et valoriser son savoir-faire auprès des grands industriels du secteur de l'énergie et de leurs sous-traitants. Ce sera l'occasion de présenter certains de ses services comme ceux en radioprotection (dosimétrie, formation...) et en maîtrise des risques industriels (incendie, ventilation...).

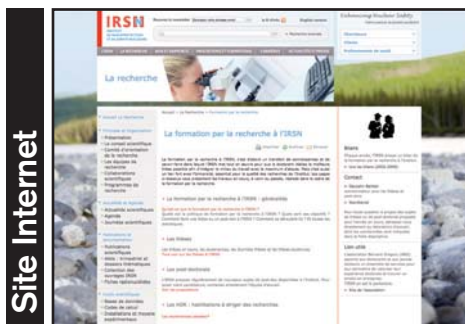
Stand IRSN n°i16. www.powerenergies.eu/2012/fr



L'opinion des Français sur les risques et la sécurité

Fukushima et la crise économique. Les résultats du *Baromètre IRSN 2012* – sondage annuel mesurant les évolutions de l'opinion sur les risques – sont marqués par ces deux événements. L'enquête montre que les préoccupations des Français se focalisent d'abord sur les problèmes économiques. La montée des craintes relatives au risque nucléaire est confirmée, mais reste modérée. La volonté de transparence est aussi confortée : à plus de 80 %, nos compatriotes souhaitent une évaluation pluraliste de la sûreté des installations nucléaires.

www.irsn.fr, rubrique L'IRSN > Publications institutionnelles > Baromètre IRSN



S'informer sur les thèses de l'IRSN

Quelles sont les thèses proposées cette année par l'IRSN ? Celles qui sont en cours et celles soutenues les années précédentes ? Quelles sont les unités d'accueil ? Sur le site irsn.fr, dans la partie "La recherche", la rubrique thèses permet d'accéder à l'ensemble de ces informations. Il est possible de suivre chaque sujet depuis son lancement jusqu'à sa soutenance. Les mémoires sont consultables en ligne. Des informations pratiques sont disponibles : déroulement du recrutement, contact au sein de l'Institut, journées des thèses...

www.irsn.fr, rubrique La recherche > Formation par la recherche



En couverture : Des experts utilisent le simulateur Sofia pour des études sur les réacteurs à eau sous pression. Crédit photo : Noak/Le bar Floréal/IRSN

INTÉRÊT PUBLIC

09 Les lycéens sensibilisés à la radioprotection

EN PRATIQUE

17 La démarche pour détenir une source radioactive scellée

EN DÉBAT

20 Les professionnels de santé seront-ils mieux protégés grâce à la réduction de la limite de dose au cristallin ?

STRATÉGIE

22 Le noyau dur, dernier rempart contre les aléas hors norme
23 Déontologie à l'IRSN : aller vers plus de transparence

À lire dans le prochain numéro du magazine *Repères* (sortie octobre 2012)

Dossier La radioprotection des patients en radiothérapie

TEMPS FORTS

04 Nouvel arrêté sur les niveaux de référence diagnostiques • Portes ouvertes à l'IRSN à l'occasion de son 10^e anniversaire • Un guide pour prévenir les inondations externes d'installations • Évaluation favorable à la poursuite du projet de stockage géologique des déchets • Un appareil qui simplifie les mesures de tritium dans l'air

FAITS & PERSPECTIVES

06 Les PCR mieux soutenues à travers les réseaux régionaux



La simulation, un outil incontournable

La simulation numérique – dans la complexité et la multiplicité de formes qui la caractérisent – fait partie de notre quotidien. *Repères* a choisi de traiter cette thématique essentielle pour la sûreté et la radioprotection. Le dossier du magazine met en valeur son rôle dans l'expertise et sa contribution aux études anticipatoires et aux analyses de sensibilité sur lesquelles se fondent les connaissances de l'Institut. Mais il alerte aussi sur ses limites.

Aussi détaillée et représentative de la réalité physique soit-elle, toute modélisation comporte des simplifications et des approximations, donc un domaine de validité et des incertitudes. Leur maîtrise fait partie du savoir de l'expert, qui est le concepteur des outils de simulation et le garant de leur pertinence.

C'est dans l'alchimie complexe entre les capacités toujours croissantes des machines et l'intelligence de l'homme que se concrétise l'essor de la simulation.



Olivier Seignette/Mikael Lafontan/IRSN

Giovanni Bruna,

directeur scientifique de l'IRSN

Pour dialoguer avec

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

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



Les 10 ans de l'IRSN

Cette année, à l'occasion de ses 10 ans, l'IRSN présente des exemples de ses contributions à l'avancée de la sûreté nucléaire et de la radioprotection.

Un tunnel pour des recherches sur la sûreté de futurs stockages de déchets

Dans l'ancien tunnel ferroviaire de Tournemire (Aveyron), devenu lieu d'expérimentation, les experts s'attachent à traquer les faiblesses des modèles de démonstration de la sûreté au long cours d'un site de stockage géologique de déchets, pour en renforcer la sûreté. "Les connaissances acquises permettent d'expertiser les dossiers de l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs [Andra]. Elles sont d'autant plus précieuses que Tournemire est un site argileux similaire à celui étudié en Meuse-Haute-Marne", rapporte Didier Gay, spécialiste de la géosphère à l'IRSN. Les premières études conduites à Tournemire montraient la possibilité de circulations de l'eau – et donc des radionucléides – à travers l'argile lorsque des failles la recourent. En 2001, une campagne sismique mettait en évidence le besoin de faire appel à des techniques plus précises de caractérisation in fine du site.

 **Pour plus d'information :**
www.irsn.fr/tournemire

I En chiffre...

4

 nouveaux brevets

ont été déposés par l'Institut dans les domaines de la caractérisation des aérosols, des dispositifs de diagnostic, de mesure et de prélèvement d'échantillons. L'établissement totalise aujourd'hui 73 brevets.

Santé publique : niveaux de référence diagnostiques

Un nouvel arrêté issu des recommandations de l'IRSN

"Les niveaux de référence diagnostiques [NRD] sont maintenant plus proches de notre pratique et plus faciles à recueillir dans notre établissement." Pour Mathilde Demonchy, physicienne médicale au centre hospitalier de Fréjus-Saint-Raphaël (Var), voilà deux évolutions importantes apportées par l'arrêté du 24 octobre 2011 relatif aux niveaux de référence diagnostiques en radiologie et en médecine nucléaire. Ce texte paru en janvier 2012, dont l'application est immédiate, remplace celui de 2004. Ces niveaux sont des indicateurs dosimétriques pour optimiser les procédures d'imagerie afin que les doses soient le plus basses possible par rapport à l'objectif médical recherché.

Pour cette professionnelle utilisant de longue date les NRD, les avancées permises par cette nouvelle réglementation sont nombreuses. "Pour les évaluations dosimétriques que je réalise et transmets à l'IRSN, il n'est plus nécessaire de trier les patients selon les critères de poids et de taille. Cela simplifie le recueil des données. En scanographie et en médecine nucléaire, il y a maintenant des NRD pédiatriques. C'est important, car les niveaux adultes que nous utilisions jusqu'à présent n'étaient pas représentatifs du risque radiologique pour les enfants."

Autre évolution : en radiologie, les NRD sont désormais définis par deux

En scanographie, près de 50% des professionnels adressent leurs NRD à l'Institut.



Philippe Gastano/IRSN

grandeurs dosimétriques, dont l'une "permettra d'avoir une information directe de l'irradiation, car elle est souvent donnée par l'appareil".

Cet arrêté fait suite aux bilans publiés par l'IRSN et à ses recommandations. L'Institut a en effet pour mission de suivre l'évolution des pratiques sur le plan national et de formuler des recommandations aux ministères pour l'ajustement des "niveaux de référence diagnostiques", applicables aux actes d'imagerie médicale de référence. "Ces nouveaux NRD me permettront de poursuivre la sensibilisation que je réalise à l'hôpital auprès des radiologues et prescripteurs. C'est un appui essentiel pour l'optimisation des doses", conclut M^{me} Demonchy. ■

 **Pour plus d'information :**
<http://lnrd.irsn.fr> • Assistance pour les professionnels : 01 58 35 70 77

15 septembre

Portes ouvertes à l'occasion du 10^e anniversaire de l'IRSN

Samedi 15 septembre prochain, "l'IRSN ouvre ses portes et son histoire au public sur son site de Fontenay-aux-Roses [Hauts-de-Seine] pour les Journées du patrimoine, une grande première pour notre institut. En effet, nous avons souhaité valoriser notre patrimoine scientifique, confie Marie-Pierre Bigot, directrice de la communication à l'IRSN. Cela reste peu connu de nos concitoyens, alors que ce patrimoine et cette mémoire, dont l'Institut est garant, contribuent à la sûreté des installations nucléaires."

Les visiteurs pourront se familiariser avec les missions et les métiers de l'Institut par un parcours de visites et d'ateliers animés par ses collaborateurs, soucieux de rendre leur savoir accessible. Une exposition interactive permettra de découvrir l'établissement et dix années de recherches et d'avancées scientifiques rendues possibles grâce à ses experts et ses chercheurs. ■

Sûreté des installations nucléaires

Un guide pour prévenir les inondations externes

Le guide *Protection des installations nucléaires de base contre les inondations externes* répond aux interrogations de sûreté pour des sites nucléaires de configuration très variée. Cet ouvrage complet a été conçu par l'Autorité de sûreté nucléaire et l'IRSN, en collaboration avec les exploitants et des experts du domaine¹. La contribution de l'Institut a consisté à piloter les travaux et les échanges entre les différents participants. Amené à remplacer la précédente règle fondamentale de sûreté de 1984, ce guide se fonde sur les connaissances actuelles en climatologie pour identifier les

situations à risque, les quantifier et s'en prémunir.

"EDF possède déjà le retour d'expérience de la centrale du Blayais² [Gironde], adapté aux réacteurs de puissance, mais ce guide généralise et précise les études à mener par tous les exploitants, en s'appuyant sur la méthodologie déjà mise en œuvre par EDF", apprécie Patricia Humann, ingénieure chargée des inondations externes à EDF, qui voit également un gain en termes de coût et de temps dans cette harmonisation des processus.

Sa publication est prévue pour la fin de l'année. ■



Inondation de la centrale de Fort Calhoun (États-Unis) provoquée par une crue du Missouri, en juin 2011.

1. Météo-France, IRSTEA (Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture – anciennement Cemagref), SHOM (Service hydrographique et océanographique de la marine), Cetmef (Centre d'études techniques maritimes et fluviales), CNR (Compagnie nationale du Rhône)...

2. Inondation survenue le 27 décembre 1999.

Stockage de déchets

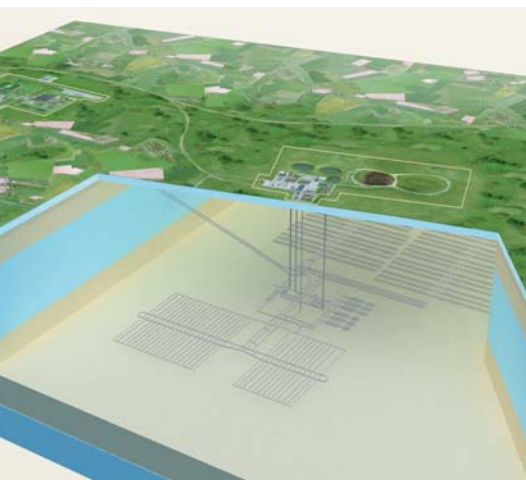
Une évaluation de sûreté favorable à la poursuite du projet

La démarche de sûreté adoptée par l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra) est satisfaisante : c'est la conclusion de l'IRSN après avoir évalué le projet de stockage de déchets radioactifs. Ce rapport a été présenté le 29 novembre

2010 au groupe permanent d'experts pour les déchets, placé auprès de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN). Il constitue un dossier d'étape en vue de la création d'un stockage de déchets de haute et moyenne activité à vie longue, en couche géologique profonde, prévu par la loi de programme du 28 juin 2006.

L'Institut a recommandé que certains points soient développés, notamment le système de confinement à mettre en œuvre pendant l'exploitation et les dispositifs de maîtrise des risques d'incendie. La nécessité de démontrer les performances des scellements des grands ouvrages de stockage a aussi été soulignée.

L'Autorité s'est fondée sur ces conclusions pour adresser sa lettre de suite à l'exploitant. ■



Vue en coupe du projet du centre industriel de stockage géologique (Cigéo) de l'Andra.

www.irsn.fr,
rubrique Avis et rapports
> Rapports présentés aux groupes permanents > GP déchets

Télex

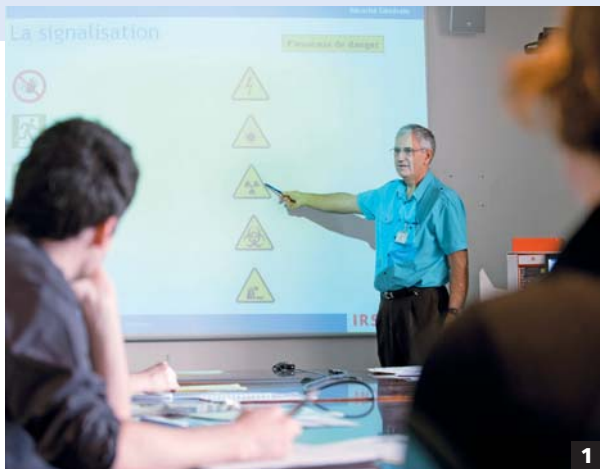
L'Institut s'est associé à la création d'une chaire à l'École des mines de Nantes, intitulée "Recherche en sûreté, organisation et hommes". Elle permettra d'approfondir les connaissances liées aux relations de sous-traitance et aux organisations en réseau, très développées dans le secteur nucléaire.

Tritium dans l'air

Un nouvel appareil pour des mesures simples et rapides

"Une heure suffit, contre 24 à 48 heures avant", se réjouit Vivien Bucciero, en résumant les performances du H3R7000, un nouvel appareil de prélèvement du tritium dans l'air. Ce dispositif est issu d'un brevet déposé conjointement par l'IRSN et l'École des applications militaires de l'énergie atomique. *"Cet appareil est pratique. Il permet des mesures ponctuelles et rapides. Il nécessite également peu de manipulations, ce qui réduit les sources d'incertitude. Le paramétrage est simple et convivial",* rapporte l'ingénieur. La section rayonnements ionisants, qu'il dirige au sein de la structure intégrée du maintien en condition opérationnelle des matériels terrestres (ministère de la Défense), l'a acquis en février dernier. Il a immédiatement servi à une campagne de mesures sur les postes de travail d'un régiment de l'armée de terre. Le H3R7000 est commercialisé par la société SDEC.

Pour plus d'information :
www.sdec-france.com/piegeur-condenseur-a-tritium-atmospherique-H3R7000.html



Les PCR mieux soutenues et e à travers les réseaux régionaux

Personnes compétentes en radioprotection.

Les réseaux régionaux de PCR se multiplient en France et relaient les questions de leurs membres. L'IRSN les accompagne en facilitant l'accès à l'information et en développant la formation.

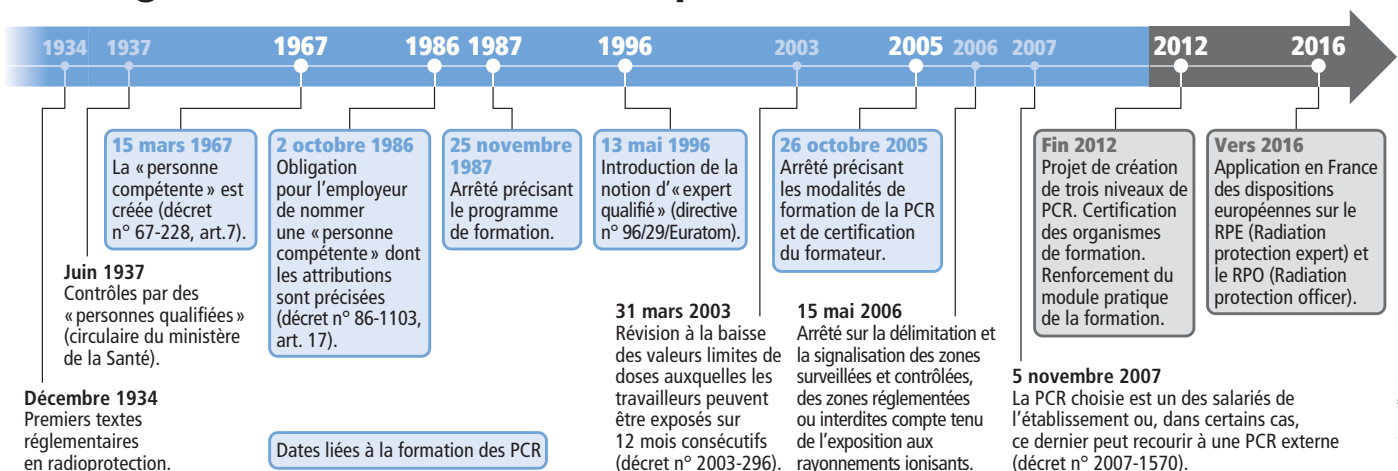
La nomination, début 2012, de deux interlocuteurs référents, Yann Billarand et Jean-Pierre Vidal, tous deux experts en radioprotection, l'atteste : l'IRSN s'organise pour accompagner le développement de réseaux régionaux regroupant des personnes compétentes en radioprotection (PCR). Ces deux têtes de pont seront l'interface des réseaux, chargées

de les aiguiller vers le spécialiste idoine de l'Institut. "Les équipes de l'Institut sont un vivier d'experts pour les réseaux", se réjouit Christian Lefaire, expert mis à la disposition de la coordination par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN).

Comme le rappelle M. Lefaire, les réseaux régionaux, lieux d'échange entre ces professionnels souvent iso-

lés, sont récents. "Le premier est né à Paris, dans le secteur médical, il y a une quinzaine d'années. Le second, il y a huit ans, dans le Grand Ouest. Tous les autres réseaux sont très récents." (Voir carte.) À l'origine de cette démarche, "le besoin de reconnaissance des PCR par leurs collègues et leur hiérarchie, mais aussi l'évolution rapide de la réglementation de ces dernières années", poursuit-il. Elles ont cherché à se regrouper pour discuter, échanger sur des difficultés communes ou mettre sur pied des groupes de travail informels pour étudier une problématique précise. Elles organisent aussi des journées de formation durant lesquelles sont parfois conviés des experts de

Les grands moments de la radioprotection





C. Dupont/CEA

1. Les formations de l'IRSN fournissent aux PCR les outils réglementaires et techniques nécessaires à leur mission. 2. Jean-Luc Rehel (à g.), expert, réalise une étude de poste au centre hospitalier Saint-Nicolas de Blaye (Gironde). 3. La PCR est, entre autres, chargée de délimiter les zones réglementées.

ntendues

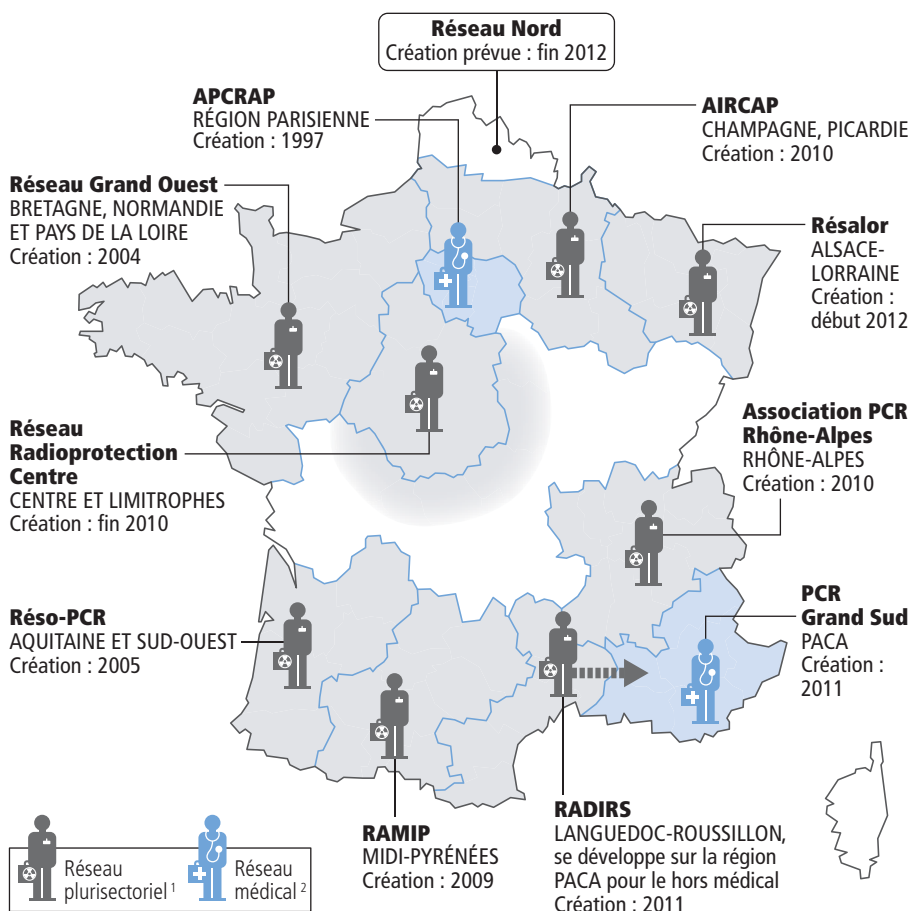
l'IRSN. Ainsi, Jean-Luc Rehel, ingénieur de l'unité d'expertise médicale, témoigne : "J'ai participé à l'élaboration d'un guide pratique pour la réalisation des études dosimétriques de poste de travail – une méthodologie destinée à la PCR pour déterminer le zonage et définir la classification du travailleur exposé. J'ai été plusieurs fois invité à répondre à des questions pratiques sur le sujet, telles que : quelles tâches du travailleur faut-il retenir ? Comment calculer les limites des zones réglementées ?"

Créer un club des utilisateurs de Siseri

L'avantage de ces réseaux est de "dé-multiplier les messages adressés aux PCR", comme l'explique Pascale Scanff, chef de l'unité de suivi des expositions professionnelles à l'IRSN. Elle a lancé, fin 2011, l'idée de mettre en place un club des utilisateurs de Siseri. Géré par l'Institut, ce système centralise tous les résultats de la surveillance dosimétrique des travailleurs exposés aux rayonnements en France. C'est un outil opérationnel, qui permet aux PCR de suivre la dosimétrie du personnel exposé de leur établissement. Il doit être adapté au mieux aux besoins de ces utilisateurs dans le respect des contraintes réglementaires. "Nous avons proposé une réunion annuelle avec un représentant de chaque réseau. Cela permet de faire remonter les éventuelles difficultés sur

Les principaux réseaux régionaux

En quinze ans, une dizaine de réseaux de personnes compétentes en radioprotection se sont développés. Certains sont généralistes, d'autres propres à un domaine d'activité. Tour de France de ces associations.



1. Plurisectoriel : industrie, recherche et médical.
2. Médical : médecine de soins, préventive, médico-légale, biologie médicale...

le terrain et les suggestions d'amélioration. La première réunion, qui s'est tenue en juillet 2011, a permis d'échanger sur la limitation réglementaire de l'accès aux données dosimétriques par la PCR. L'accès actuel est limité dans le temps [cumul sur les douze derniers mois seulement] et à certaines doses [la dose efficace, mais pas la dose équivalente aux extrémités par exemple]. Nous avons échangé sur l'évolution de Siseri. Le protocole d'accès au système est jugé trop fastidieux par eux, et il va être dématérialisé. À l'avenir, des démarches en ligne vont venir se substituer aux démarches actuelles. Des formulaires en ligne remplaceront les formulaires papier."

Faire remonter les attentes

Les réseaux régionaux sont de véritables caisses de résonance des PCR, à double sens, ainsi que le confirme Jean-Pierre Vidal, qui est à la fois interlocuteur référent et formateur en radioprotection. "Les formations certifiantes que

RAPPEL

- **Les principales missions de la PCR**
 - évaluer la nature et l'ampleur des risques encourus par les travailleurs exposés
 - organiser la radioprotection dans l'établissement (analyse de postes de travail, définition des objectifs de dose, délimitation des zones réglementées...)
 - définir les mesures de protection adaptées à mettre en place
 - mettre en place et surveiller la dosimétrie adaptée à l'exposition des travailleurs (sur prescription de la médecine du travail)
 - contribuer à la définition et à la mise en œuvre de la formation à la sécurité des travailleurs pour ce qui concerne leur radioprotection.

nous dispensons aux PCR membres de réseaux permettent de faire remonter leurs attentes pour l'évolution de la réglementation ou de formations plus ciblées. Cela crée un contact privilégié qui facilitera les échanges et les sollicitations ultérieures." Les interventions d'experts de l'Institut durant des réunions organisées par les réseaux présentent le même avantage. ●●●

●●● Du vœu de se regrouper à la pratique, il est parfois des obstacles à surmonter. *“Pour que nos quelques réunions soient reconnues comme du temps de formation, notre association a demandé un numéro d’organisme formateur”,* explique Manuela Figueira, secrétaire du réseau Rhône-Alpes, une association loi 1901 créée en 2010. *Cela incite des petites et moyennes entreprises de l’industrie, qui ont des obligations de formation, à faire participer leur PCR à ces journées. Le coût est modique. La cotisation est de 5 euros, auxquels il faut ajouter les frais de déplacement du salarié.”* Une autre difficulté est de se faire connaître. *“Autant il est facile de trouver et contacter les PCR du milieu médical, autant il s’avère difficile d’identifier celles de l’industrie”,* reconnaît Manuela Figueira. Il reste la question des coûts de fonctionnement, même modiques, quand les cotisations annuelles sont symboliques : *“Nous bénéficions de soutien, comme celui de l’IRSN qui, en tant que mécène, peut prendre en charge les frais de déplacement de certains intervenants.”* ■

Les réseaux nationaux dédiés à une profession

Dentistes, pompiers, vétérinaires : certains métiers ont leur propre réseau. Ainsi, la Commission de radioprotection vétérinaire, créée en 2005, traite aussi bien de la partie réglementaire (autrefois gérée par l’Ordre) que de la formation (jusqu’alors confiée au Syndicat national des vétérinaires d’exercice libéral). *“Nos rôles sont multiples, témoigne le Dr Catherine Roy. Nous sommes l’interlocuteur de l’Autorité de sûreté nucléaire et de la Direction générale du travail pour discuter de l’application d’un texte de loi dans notre secteur. Par exemple, nous avons proposé de modifier l’organisation des formations dans le but de limiter la fermeture du cabinet. Nous décidons également de la mise en place de groupes de travail, comme celui dédié aux nouvelles*



Catherine Roy

Un vétérinaire utilisant des rayonnements ionisants doit recourir à une PCR.

imageries, et notamment aux arceaux mobiles de radiographie interventionnelle utilisés en chirurgie. Nous avons d’ailleurs demandé à un expert de l’IRSN de nous aider dans cette étude de poste.”

Pour en savoir plus :

- **Audit de synthèse sur les réseaux :** www.asn.fr, rubrique **S’informer > Actualités > 2010 > Réseaux de personnes compétentes en radioprotection (PCR)**
- **À propos des formations PCR de l’IRSN :** www.irsn.fr, rubrique **Prestations et formations > Formations > En radioprotection**
- **À propos de Siseri :** <http://siseri.irsn.fr>

DEMAIN “La future formation couvrira mieux la diversité des risques”

Thierry Lahaye, de la Direction générale du travail (DGT)

Depuis des mois, la réglementation encadrant la formation des PCR est en cours de refonte par la DGT, afin de mieux l’adapter aux réalités du terrain et d’anticiper les évolutions normatives européennes.

Pourquoi changer la réglementation ?

Si le dispositif actuel est globalement adapté, certains aspects pouvaient être optimisés. Notamment la formation, unique et trop théorique, qui n’apporte pas aux PCR tous les éléments nécessaires pour gérer au mieux le risque radiologique, compte tenu de sa variabilité d’une installation à une autre. Il convient aussi d’anticiper l’évolution réglementaire au niveau communautaire, qui devrait remplacer la notion d’“expert qualifié”, unique au sein de l’entreprise, par celles de RPO (*radiation protection officer*), qui mettra principalement en

œuvre des mesures de prévention sur le site, et de RPE (*radiation protection expert*), qui sera plus chargé des missions d’expertise et de conseil auprès de l’employeur.

En pratique, qu’est-ce qui devrait être proposé ?

Trois niveaux sont prévus. Un premier, reposant sur une formation de moins de cinq jours, encadrera les risques “faibles”, tel l’usage d’appareils de radiologie rétro-alvéolaire¹. Un second, comparable à l’actuel, concernera la majorité des activités, de la radiologie médicale à la gammagraphie. Un troisième, avec trois semaines de formation, visera les installations nucléaires de base. Acteurs de terrain, les PCR devraient s’inscrire comme RPO dans le futur dispositif européen. Le RPE, lui, devra disposer d’une compétence supérieure à celle des PCR. Afin d’homogénéiser les dispositifs de formation à la sécurité au niveau du ministère du Travail, le principe de formateur certifié serait remplacé par celui d’organisme de formation certifié. Et le contenu des formations devrait évoluer : moins de théorie et davantage de pratique.

Quand ces changements vont-ils intervenir ?

La nouvelle réglementation, attendue pour fin 2012, devrait entrer en application en 2013 et être applicable fin 2014. Les certificats actuels resteront valables cinq ans. Les PCR relevant désormais du niveau 3 devront renforcer leur compétence par le biais des formations “passerelles” mises en place entre les niveaux. ■

Thierry Lahaye, chef du pôle risques physiques en milieu de travail à la DGT et chargé de l’élaboration de la réglementation en matière de sécurité et de santé au travail.

1. Examen pratiqué en cabinet dentaire.

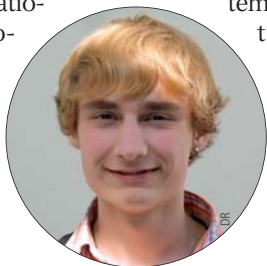


© Saignette/M. Lafont/IRSN

Des lycéens sensibilisés à la radioprotection

Action pédagogique. Des élèves de seconde, première ou terminale ont participé, en mars, aux Rencontres internationales lycéennes de radioprotection. Durant l'année, des experts les ont accompagnés.

Du 26 au 28 mars, l'École des mines de Nantes a accueilli les 5^{es} Rencontres internationales lycéennes de la radioprotection. L'IRSN participe depuis plusieurs années à ce rendez-vous annuel. Il rassemble environ 150 élèves de France, Allemagne, Ukraine, Biélorussie et Moldavie – en attendant le Japon en 2013 – qui ont travaillé sur un thème lié aux rayonnements ionisants. Ces rencontres finalisent un travail réalisé durant l'année scolaire dans le cadre d'ateliers. Cette démarche pédagogique se concrétise par des travaux pratiques animés par des professeurs en partenariat avec des experts



Mikita Lahunou, 17 ans, terminale scientifique à l'école n°46 Blaise-Pascal de Gomel (Biélorussie).

de la radioprotection – dont ceux de l'IRSN –, des visites d'installations, des réalisations d'expériences... Les lycéens se sont retrouvés trois jours pour restituer leurs travaux. Impressions croisées entre Camille, étudiante corse de première, et Mikita, lycéen biélorusse en terminale.



Camille Grisoni, 17 ans, première S, option SVT, au lycée Paul-Vincensini de Bastia (Corse).

Camille : Cadre, activités, ateliers, interventions des spécialistes... j'ai adoré ces journées! J'y ai rencontré des personnes d'horizons divers et appris plus sur leur mode de vie et leur vision du nucléaire. J'ai trouvé les élèves français globalement moins informés.

Mikita : C'est logique! Depuis Tchernobyl [26 avril 1986], nous sommes directement concernés par les questions de radioprotection.

Pour notre atelier, nous avons travaillé avec l'Institut de recherche en radiologie de Gomel, équivalent biélorusse de l'IRSN. Nous avons étudié les concentrations en césium 137 dans les poissons d'eau douce de notre région. Elles sont conformes aux normes, mais il en va autrement en se rapprochant de la zone d'exclusion de 30 km autour du site. L'expert de l'IRSN a insisté sur les dangers encourus à manger des aliments contaminés.

C. : Notre classe a entendu parler de la radioactivité naturelle et du radon pour la première fois au cours des ateliers. Nous avons étudié son impact sur la santé et mesuré les concentrations dans nos maisons : pas d'inquiétude à avoir! Cela dit, le niveau moyen de radon reste élevé dans certains endroits de Corse.

M. : Les experts de l'IRSN et des autres instituts nous ont bien expliqué les risques, les conséquences et les moyens de prévention. Ils ont parfois été un peu techniques, mais surtout rassurants sur les mesures de sécurité.

C. : Le nucléaire m'inquiète moins maintenant. Je ne suis pas la seule : un accident comme Fukushima n'a pas provoqué de panique, même si les dommages sur l'environnement sont considérables, comme nous l'a appris l'Institut¹.

M. : Tchernobyl était dû à une erreur humaine, ce qui n'est plus envisageable. Les outils de protection sont plus



Des élèves du lycée du Bois-d'Amour (Poitiers) au laboratoire de radioécologie de Cherbourg-Octeville (Manche).

Les partenaires

Les ateliers et les rencontres lycéennes de la radioprotection sont organisés par le Centre d'études sur l'évaluation de la protection dans le domaine nucléaire (CEPN) en partenariat avec l'IRSN, Pays de Montbéliard Agglomération, le Pavillon des sciences de Franche-Comté...

efficaces en cas d'incident. Fukushima montre "simplement" qu'il faut mieux anticiper les événements naturels.

C. : Grâce à ces rencontres, j'ai réalisé la diversité de thèmes liés au nucléaire et à la radioprotection. Je n'irai sans doute pas travailler dans des domaines aussi pointus, mais je saurai en parler...

M. : Je pense que les questions de sensibilisation sont plus du ressort des gouvernements que des élèves. Quant à y travailler... je suis plus intéressé par les sciences humaines, mais plusieurs de mes camarades s'y destinent. ■

Pour en savoir plus :
www.lesateliersdelaradioprotection.com

CHIFFRES 2012

- 14 lycées répartis sur 5 pays
- 150 élèves participants
- 2 trimestres scolaires d'ateliers

1. Rapport Accident de Fukushima : conséquences sur le milieu terrestre au Japon (NDLR) : www.sfrp.asso.fr/IMG/pdf/05-Didier_CHAMPION.pdf

Simulation CFD
(Computational Fluid
Dynamics) de l'écoulement
du fluide, en cas de débit
inverse, lors du blocage
d'une pompe du circuit
primaire d'un réacteur
à eau pressurisée.

Modéliser pour maîtriser les ris

Expliquer des phénomènes, évaluer les conséquences des accidents ou anticiper des événements rares sont au cœur de l'expertise, en sûreté nucléaire comme en radioprotection. La simulation numérique, représentation informatique de la réalité, participe à la maîtrise du risque. Comment les modèles sont-ils élaborés ? De quels outils les experts disposent-ils pour veiller à la sûreté du parc nucléaire français et évaluer les doses reçues en cas d'exposition à des rayonnements ionisants ? Quelles sont leurs limites ? Tour d'horizon.

ques

La simulation est partout. Elle aide à concevoir les centrales nucléaires, à évaluer leur niveau de sûreté, à approfondir les connaissances sur les rejets dans l'environnement, à estimer les doses reçues et à développer les systèmes associés pour l'évaluation et l'optimisation du risque lié à une exposition aux rayonnements ionisants, quelle que soit la situation rencontrée (travailleurs, patients, accidents...). À l'IRSN, comme dans tout organisme de recherche et d'expertise, elle est devenue incontournable pour représenter le réel ou imaginer des situations extrêmes, ou très éloignées dans le temps.

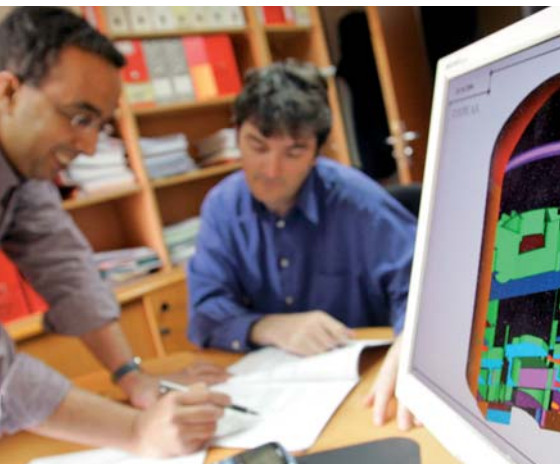
En sûreté nucléaire et en radioprotection, le développement de logiciels de calcul – outils informatiques qui intègrent plusieurs modèles pour représenter une réalité complexe – et leur mise en œuvre à des fins de simulation présentent un atout évident : *“Accéder à tous les possibles”*, résume Giovanni Bruna, directeur scientifique de l'Institut. À défaut de le faire “en vrai”, reproduire un accident de fusion du cœur devient réalisable à l'écran. Tout un univers de capacités nouvelles s'ouvre alors aux experts.

En radioprotection, la simulation élargit aussi les perspectives. *“On peut évaluer la dose reçue par les différents organes en cas d'irradiation”*, illustre Jean-François Bottollier-Depois, expert en dosimétrie externe à l'IRSN. Des dizaines de logiciels scientifiques sont utilisés quotidiennement à l'Institut pour alimenter les expertises et les recherches, que ce soit pour comprendre, prévoir ou concevoir (lire encadré page suivante). La plupart sont développés en partenariat avec d'autres organismes, *“ce qui permet de partager le travail tout en gardant la connaissance des rouages de l'outil, par exemple les hypothèses sous-jacentes. Seule cette maîtrise parfaite du logiciel de calcul permet une interprétation pertinente des résultats”*, souligne Giovanni Bruna.

De la physique à l'informatique

Développer un logiciel scientifique nécessite de passer par plusieurs étapes. La première : *“Modéliser les phénomènes physiques, c'est-à-dire les mettre en équations”*, décrit Richard Gonzalez, spécialiste des logiciels scientifiques à l'IRSN et initiateur de l'un d'eux (Icare2). Cette première étape relève du travail du physicien, qui s'appuie sur les principes fondamentaux des lois physiques pour donner une





Olivier Seignette/Mikael Lalontan/IRSN

Les experts de l'IRSN développent des outils permettant d'évaluer les situations à risque.

●●● représentation mathématique de la réalité aussi complète que possible. Intervient ensuite le numéricien¹. "Il discrétise l'ensemble des équations dans l'espace et dans le temps. Le phénomène physique, continu dans la réalité, est ainsi calculé en un nombre fini de volumes de l'espace et d'instant : des "cases" spatio-temporelles. Plus elles sont petites, plus la précision est grande, mais plus le temps de calcul est long", explique-t-il.

L'informaticien, lui, traduit ce schéma numérique en langage compréhensible par l'ordinateur, à travers la programmation. "La modélisation pro-

cede d'une série de choix sur les hypothèses sous-jacentes, les paramètres et les incertitudes à prendre en compte en fonction du degré de précision souhaité. Ce processus complexe offre une représentation utile, à défaut d'être parfaite, de la réalité", commente Richard Gonzalez.

"Faire parler" les modèles

La confrontation des résultats du logiciel de calcul avec les données issues de l'expérimentation, de la "vie courante" ou recueillies lors d'incidents, permet de le valider, puis de l'affiner (lire encadré ci-contre). À l'utilisateur, enfin, de le "faire parler", en simulant les phénomènes qu'il souhaite étudier.

"Les résultats d'un code de calcul sont liés aux hypothèses de modélisation, à la qualité des données d'entrée et aux incertitudes intrinsèques des modèles, souligne Giovanni Bruna. Pour mener leurs études avec un même logiciel, le concepteur et l'IRSN choisiront chacun les valeurs des données d'entrée en fonction des objectifs qui leur sont propres." Un même logiciel peut ainsi être utilisé par les concepteurs, les exploitants et l'IRSN, tout en respectant le rôle et l'indépendance de chacun. ■

1. L'ingénieur numéricien met en œuvre les méthodes de l'analyse numérique et crée les outils de traitement d'un problème scientifique.

Un processus d'amélioration sans fin

Jamais parfait, un modèle est amélioré pas à pas, grâce à l'expérimentation. Les expériences intégrales, réalisées à l'échelle réelle, identifient de nouveaux phénomènes. "Celles menées dans le réacteur Cabri ont révélé que les gaines de combustible étaient fragilisées par l'hydrogène, phénomène que nous n'avions pas pris en compte dans les modèles", illustre François Barré, chargé des programmes liés au combustible à l'IRSN. Les expériences analytiques, qui prennent les phénomènes isolément, approfondissent la connaissance. Mais lesquels étudier en priorité ? "Des experts internationaux les hiérarchisent en fonction du poids relatif aux incertitudes attachées à la représentation de ces phénomènes dans le modèle. Il est inutile d'étudier avec précision un phénomène s'il influe peu sur le résultat final."

L'amélioration d'un modèle est attestée par un meilleur accord entre le calcul et les expériences mettant en jeu le modèle. Elle bénéficie du progrès des calculateurs et de l'instrumentation, "qui permettent d'être plus précis, tout en gardant des temps de calcul raisonnables. Il y a dix ans, un crayon combustible était divisé en 1 000 mailles. Aujourd'hui, il est possible d'aller jusqu'à 100 millions de mailles."

Pourquoi modéliser ?

1 Comprendre et expliquer

Reconstituer ou imaginer un incident : en entrant ses paramètres dans les logiciels de calcul, on accède à un panel d'informations pour comprendre et expliquer les phénomènes. "Le simulateur Sofia de l'IRSN permet de simuler toutes sortes d'incidents et d'accidents pouvant survenir dans le parc nucléaire français. Il contribue à améliorer la compréhension du fonctionnement d'une centrale en situation normale, incidentelle et accidentelle, à la suite d'actions des opérateurs et de diverses sollicitations des systèmes automatiques. C'est un outil puissant de formation des ingénieurs de sûreté", explique Philippe Dufeil, chef de projet de la rénovation du simulateur Sofia à l'IRSN.

2 Prévoir

La simulation de situations à risque ou d'accidents permet de prévoir les conséquences et d'anticiper. "Nous pouvons évaluer les doses reçues par les tissus sains en radiothérapie ou calculer la répartition des doses par organe pour le cardiologue qui pratique la radiologie interventionnelle, pour le patient

en médecine nucléaire ou en cas de surexposition accidentelle", illustre Jean-François Bottollier-Depois, expert en dosimétrie externe à l'IRSN. "En sûreté, la simulation permet d'évaluer la pertinence des précautions prises par l'exploitant, en particulier en termes de règles d'exploitation et de disponibilité d'équipements de sauvegarde."

3 Concevoir

Simuler les phénomènes permet de définir les protocoles à mettre en place et les expérimentations, complexes et coûteuses. "Icare2, logiciel détaillé de dégradation du cœur, a orienté les essais du programme Phébus PF qui étudiaient le comportement des produits de fission", indique Richard Gonzalez, spécialiste des logiciels scientifiques à l'IRSN. En radioprotection, la simulation aide à la conception de systèmes d'évaluation de la dose, que ce soit en cas d'incorporation de radionucléides ou d'exposition externe. "Elle contribue à dimensionner correctement des dosimètres au regard des doses et de la nature du rayonnement à mesurer", détaille M. Bottollier-Depois. ■

Un code pour guider les gestes des chirurgiens

Radioprotection. Tout tissu biologique ayant reçu une dose d'irradiation supérieure à 25 gray¹ est voué à la nécrose. "Développé par l'IRSN, le code de calcul Sesame² évalue la dose reçue par les différents tissus. Il guide le geste chirurgical pour une exérèse", témoigne le Pr Eric Bey, chef du service de chirurgie plastique de l'hôpital d'instruction des armées Percy³. De la compréhension du phénomène physique à la simulation, les étapes d'élaboration de cet outil.

1. Conception de Sesame

Rédaction du cahier des charges (liste des fonctionnalités recherchées), du dossier des spécifications – description précise des cas d'utilisation (histoire de l'accident connue, irradiation localisée...) et des types de données saisies (durée de l'exposition...) – puis du dossier de conception.



2. Programmation

Le code calcule la distribution de dose dans une représentation virtuelle du corps de la victime. Il en ressort une cartographie des tissus lésés.



Utilisation des images d'un scanner de la victime pour construire une représentation en 3D de son corps et y délimiter les organes d'intérêt.

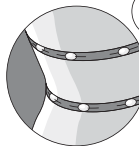


Utilisation de la méthode de Monte-Carlo. Elle simule les trajectoires des particules depuis la source et leur interaction avec la matière.



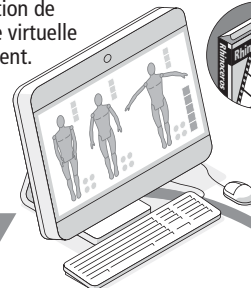
3. Validation de la pertinence

Rando⁴, mannequin mimant une victime, est irradié et scanné. Les résultats de Sesame sur cette « fausse » victime sont comparés aux relevés des dosimètres placés dans Rando.



6. Ajout de fonctionnalités

Animation de l'image virtuelle du patient.

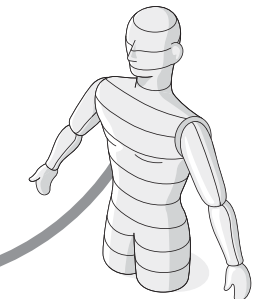
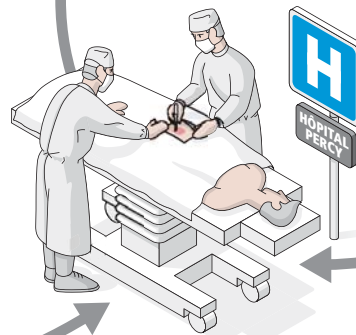


Cette fonctionnalité repose sur le logiciel en 3D Rhinoceros, utilisé dans les studios d'animation.



5. Retour d'expérience

Difficulté rencontrée pour une victime irradiée sous l'aisselle. L'outil permet de simuler uniquement une victime avec les bras collés le long du corps (2006).



4. Utilisation

Première exérèse sur un patient chilien irradié au niveau de la fesse par une source (2005).

7. Validation expérimentale

avec Rando, que l'on irradie sous l'aisselle, bras écarté. Les relevés des dosimètres placés dans le mannequin sont comparés aux résultats de Sesame. La nouvelle fonctionnalité est validée (2010).

1. Unité de mesure de la dose absorbée par un corps exposé à un rayonnement ionisant, utilisée notamment pour mesurer les effets d'irradiation.
2. Simulation of External Source Accident with Medical images.
3. À Clamart (Hauts-de-Seine).
4. Mannequin synthétique reproduisant le comportement des tissus humains aux radiations. Dans sa structure peuvent être placés des dosimètres.

Méthode statistique ou déterministe ?

"En radioprotection, nous nous appuyons sur deux méthodes pour développer nos outils, résume Christelle Huet, chercheuse en dosimétrie externe à l'IRSN. La méthode déterministe, qui simplifie le problème en considérant le comportement des particules dans son ensemble. La méthode Monte-Carlo, qui simule le comportement de chaque particule par tirage aléatoire. Cette dernière est plus proche de la réalité. Elle permet de modéliser des situations complexes, mais s'avère longue. L'approche déterministe est plus rapide dans des situations simples, où l'on peut se satisfaire de résultats 'enveloppe'."

Des modèles pour évaluer les ris

Palette d'outils. Pour évaluer les conséquences d'une perte de réfrigérant dans un réacteur à eau sous pression, prédire la progression d'un accident de fusion ou prévenir le début d'une réaction en chaîne dans du combustible en route pour La Hague, les experts de l'IRSN s'appuient sur nombre d'outils d'expertise en sûreté.

C'est une évidence : on ne peut pas provoquer un accident grandeur réelle pour tester la bonne marche des systèmes de sécurité d'une centrale nucléaire ou observer les conséquences d'une fusion de cœur. Des modèles sont développés à partir d'expériences à plus petite échelle pour bâtir des outils de simulation. En cas d'accident, ces outils permettent de prédire la dispersion de la radioactivité et de prendre les mesures de protection des populations qui s'imposent. Une palette de logiciels est codéveloppée par l'IRSN pour répondre à une multitude de situations.

Sofia : simuler des accidents

Que se passerait-il en cas de fuite d'eau du circuit primaire de refroidissement du réacteur d'une centrale ? Le système d'injection d'eau de sécurité serait-il efficace quels que soient la taille de la brèche ou son emplacement ? Pour tester ces scénarios, des centrales virtuelles, répliques informatiques des différents types de réacteurs du parc français, ont été créées grâce au simulateur Sofia. Ce dernier est développé par l'IRSN et Areva sur la base du code de calcul Cathare¹, qui reproduit l'écoulement des fluides dans les circuits. "Sofia permet à l'IRSN de réaliser des contre-expertises pour vérifier que l'exploitant a imaginé le pire, explique

Franck Dubois, responsable de l'équipe qui gère, développe et utilise les outils Cathare et Sofia à l'IRSN. Sofia est aussi utilisé pour l'étude des situations de crise ou la formation des experts. Un accident est simulé et les conséquences des actions des opérateurs sont calculées, comme si la catastrophe avait lieu."

Mais ce n'est pas un outil de crise. En cas de crise, le simulateur peut cependant permettre un retour d'expérience *a posteriori* : "Nous avons testé le scénario de Fukushima sur les réacteurs français. La modélisation montre que, en cas de perte électrique, la vapeur produite par le réacteur peut être utilisée comme source d'énergie pour maintenir les injections d'eau dans les circuits, comme prévu lors de la conception. Cette étude a aussi illustré l'intérêt d'un noyau dur de moyens complémentaires, qui devra être ajouté."

Astec : évaluer les radioéléments relâchés lors d'un accident grave

Imaginons cette fois que le cœur du réacteur entre en fusion, formant un magma appelé corium, dont une fraction franchirait la gaine du combustible, le fond de la cuve et l'enceinte de béton. Quelles seraient les quantités de radioéléments susceptibles d'être relâchés dans l'environnement ? Réponse avec Astec², qui évalue ce que les experts appellent le "terme source". "Astec calcule les espèces mais aussi les formes physico-chimiques des produits de fission. Cela est déterminant pour apprécier la quantité qui s'échapperait de l'enceinte en cas de dépressurisation volontaire, car un aérosol est bien plus facile à piéger dans un filtre qu'un gaz", explique Jean-Michel Bonnet, responsable des accidents graves à l'IRSN. "L'Institut et son homologue allemand, la GRS³, codéveloppent ce code. Chacun apporte son expertise : refroidissement du cœur et dégradation du corium côté français, confinement des aérosols et des produits de fission côté allemand,

poursuit le Dr Nils Reinke, chargé du programme Astec à la GRS. Nous participons aussi à la validation d'Astec par des expériences."

Astec repose sur des connaissances acquises sur la phénoménologie des accidents graves, dont la modélisation progresse par confrontation aux données existantes ou grâce à de nouvelles expérimentations. Le programme Phébus PF⁴, mené par l'IRSN dans le cadre d'une collaboration internationale, a apporté des éléments fondamentaux pour sa validation, concernant la dégradation du combustible irradié et le comportement des produits de fission dans le réacteur et l'enceinte de confinement.

"Quatre thèmes expérimentaux destinés à enrichir Astec ont été identifiés par le réseau Sarnet⁵ de mutualisation des connaissances en matière d'accident grave sur les réacteurs, illustre Michel Hugon, responsable scientifique de Sarnet à la Commission européenne. Le refroidissement du corium et des débris, l'interaction entre le corium et le béton, l'évaluation de la capacité de la cuve à retenir le corium et la quantification du terme source."

Au fil des recherches, les hypothèses conservatrices sont remplacées par des modèles plus réalistes. "Astec a été conçu pour les réacteurs à eau sous pression du parc français, ajoute Jean-Michel Bonnet. Depuis quelques années, nous cherchons à le décliner sur d'autres réacteurs présents en Europe, comme les réacteurs à eau bouillante." Sa capacité multifilière devrait le conforter sur la scène mondiale, même s'il est déjà reconnu par l'autorité de sûreté américaine NRC⁶ comme le meilleur outil sur le plan de la chimie des produits de fission.

Cristal : prévenir les réactions en chaîne

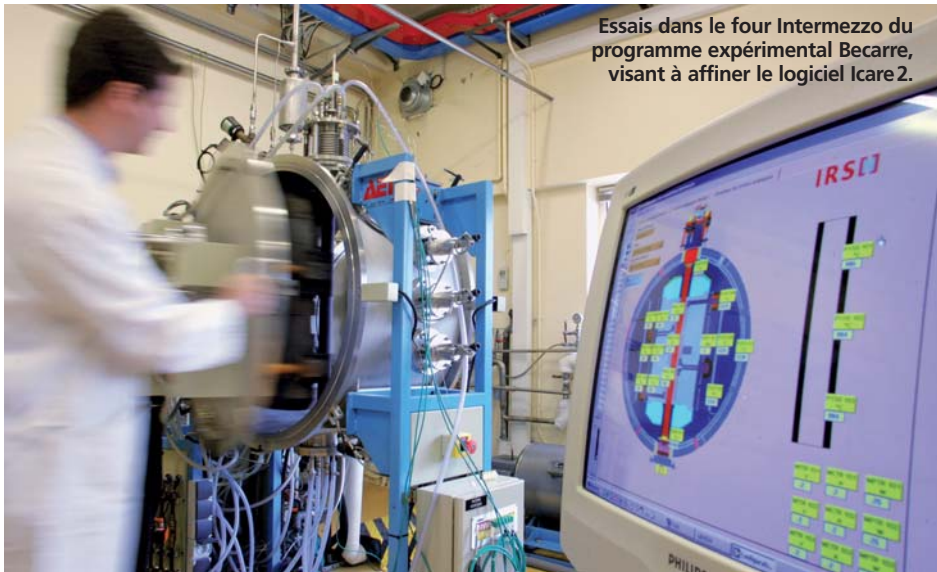
Alors que l'on cherche à démarrer et à entretenir une réaction en chaîne au sein d'un réacteur, on tente par tous les



Les codes de calcul créés à l'IRSN permettent la simulation de scénarios d'accidents.

Noak/Le bar Floreal/IRSN

ques en sûreté et en radioprotection



Essais dans le four Intermezzo du programme expérimental Becarre, visant à affiner le logiciel Icare2.

Olivier Seignette/Mikael Lafontan/IRSN

1. Code de thermohydraulique développé au CEA de Grenoble et financé par les quatre partenaires : Areva, le CEA, EDF et l'IRSN.
2. Accident Source Terme Evaluation Code.
3. Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit.
4. Cinq essais ont été réalisés de 1993 à 2004 dans un dispositif expérimental représentatif d'un réacteur à eau sous pression et implanté dans le réacteur Phébus. Ils visaient à reproduire les phénomènes physiques majeurs qui gouvernent la fusion d'un cœur de réacteur à eau légère, le transfert des produits de fission depuis le combustible jusqu'à l'enceinte de confinement et leur devenir dans celle-ci.
5. Réseau d'excellence européen regroupant 43 organisations de l'Union européenne, de la Suisse, du Canada, des États-Unis, de la Corée du Sud et de l'Inde.
6. Nuclear Regulatory Commission.
7. Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives.
8. Organisation de coopération et de développement économiques, qui compte 34 pays membres.

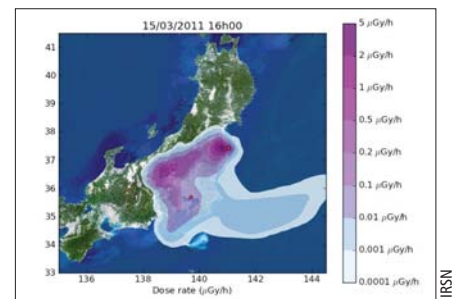
moyens de l'éviter quand il s'agit de fabriquer, transporter ou entreposer du combustible, afin d'empêcher l'émission des rayonnements mortels. "L'outil Cristal a été conçu pour prévenir ce risque. Il calcule les conditions dans lesquelles la réaction démarrerait et permet d'en déduire des règles : soit limiter la quantité de matière manipulée, soit modifier la géométrie du contenant pour laisser les neutrons s'échapper, soit limiter la quantité de matière contenant de l'hydrogène, qui favorise la réaction, explique Patrick Cousinou, initiateur du projet à l'Institut, œuvre commune de l'IRSN, du CEA⁷ et des partenaires financiers Areva et EDF. L'outil a gagné en précision. Il utilise les données mondiales les plus récentes et la finesse du traitement de l'énergie des neutrons s'est accrue de plus d'un facteur 10 depuis 1995."

En ce qui concerne son application, Cristal a été validé expérimentalement, sur un champ très large, "de l'enrichissement au retraitement du combustible, en passant par le transport", précise Michel Doucet, expert en neutronique et critiqué d'Areva et membre du comité de pilotage de la nouvelle version de Cristal. "Cette nouvelle version va être mise à la disposition des membres de l'OCDE⁸, fin 2013, sur le site Internet de l'organisation. Cela facilitera la reconnaissance dans le monde entier de cet outil performant, jusque-là limité à des utilisateurs nationaux." ■

Des outils de crise pour évaluer les rejets radiologiques

En cas de rejet, des experts de l'Institut comme Alain Thomassin ou Emmanuelle Arial, chargés de l'évaluation des conséquences radiologiques, seraient immédiatement sollicités au centre technique de crise de l'IRSN pour estimer le risque encouru par les personnes exposées. Leur mission est d'évaluer, d'après le terme source calculé par leurs collègues à l'aide des outils du système Sesame, l'exposition du public aux rayonnements en suivant le cheminement des radioéléments dans l'air, l'eau et les productions agricoles. "Cela suppose de prendre en compte des données relatives au mode de vie et de consommation alimentaire vraisemblable de la personne, précise Alain Thomassin. On en déduit alors une dose, en additionnant les différentes voies d'exposition [air, eau, légumes, viande...]."

Pour parvenir à ces résultats, les experts s'appuient sur des modules de la plate-forme C3X développés par leurs collègues du service des situations d'urgence et d'organisation de crise de l'IRSN. "Un premier module, KrX, calcule, à partir d'un rejet et des conditions météorologiques, les transferts dans l'environnement et estime les doses reçues par la population. Cela permet de décider de mesures d'évacuation ou de prise d'iode par exemple, poursuit Emmanuelle Arial. Un deuxième, CartX, dessine une carte des zones impactées." Au fil des retours d'expérience des exercices de crise, les outils ont évolué vers des versions "plus ergonomiques, avec des fonctionnalités ajoutées comme la réalisation plus simple des cartes de dose reçue, de contamination et de dépôts", soulignent ces deux experts, qui gagnent ainsi du temps en situation de crise, amplifié par la rapidité de calcul de ces nouveaux outils. ■



Simulation du débit de dose dû au panache radioactif issu de l'accident de Fukushima.

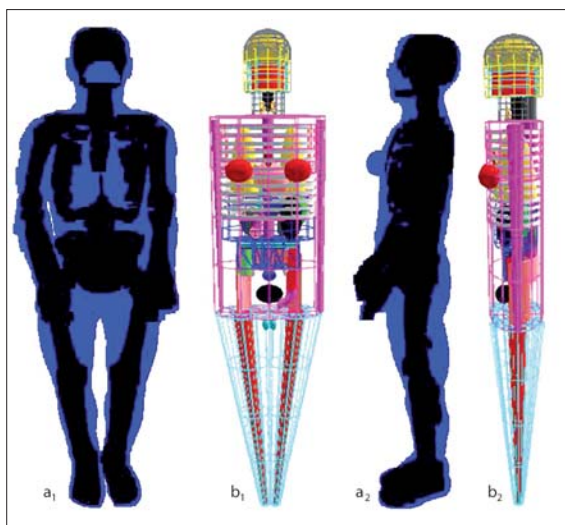
Des outils à réserver aux utilisateurs avertis

Limites. De nature complexe, la modélisation présente autant de promesses de vraisemblance que de risques d'erreurs importantes quant aux résultats obtenus. C'est pourquoi l'utilisation des codes de calcul reste une affaire d'experts.

Développés pour donner une représentation de la réalité, par essence imparfaite, les logiciels scientifiques sont tout sauf des boîtes noires qui génèrent des résultats indiscutables. Leur construction procède d'une longue suite d'approximations, qui ne sont pas sans conséquence. Leur bonne utilisation exige des compétences particulières. "Tout code de calcul peut donner de bons ou de mauvais résultats, selon l'usage qui en est fait. C'est un peu comme une formule 1, qui peut aller très vite, mais est susceptible de sortir de piste si elle n'est pas bien pilotée", compare Giovanni Bruna, directeur scientifique de l'IRSN.

Des domaines d'application ciblés

Un point primordial est à prendre en compte : chaque modèle informatique, et a fortiori chaque logiciel, n'est validé que pour un domaine d'application précis. C'est l'expérimentation qui fait office de "juge de paix". Quand cette dernière a été mise en œuvre sur une certaine gamme de températures, la validation est reconvenue dans cette fourchette. Il en est de même pour tous les autres paramètres, tels que la pression ou les matériaux utilisés. L'extrapolation d'un logiciel hors du domaine de vali-



Les fantômes voxelisés (a1 et a2) issus d'images médicales du patient sont plus réalistes et détaillés que les modèles réalisés à partir d'équations mathématiques (b1 et b2).

dans le domaine de la validation, l'analyse critique est essentielle, insiste l'ingénieur. Car si l'expérimentation est là pour valider le logiciel, il faut bien avoir en tête qu'elle aussi présente des limites. Elle est en général une simulation de la réalité, et non la réalité à proprement parler." C'est pour cela que des expériences sont parfois conduites en doublon, par exemple – sur les accidents de réactivité – entre l'IRSN et le

NIRS¹, son homologue japonais. "En comparant les résultats obtenus, on identifie plus facilement les biais expérimentaux, comme une instrumentation qui aura perturbé le phénomène physique étudié", explique François Barré, chargé des programmes de recherche liés au combustible à l'IRSN. Le regard critique des experts se construit également grâce aux analyses d'incertitude et de sensibilité, qui quantifient l'impact sur les résultats de la simulation de l'incertitude associée à chaque modèle élémentaire. "Connaître les limites de son outil de travail, c'est la première étape vers une bonne utilisation de ce dernier", conclut Giovanni Bruna. ■

datation est par conséquent très risquée, car source possible de conclusions erronées. Plus le logiciel est complexe, plus il permet de toucher la réalité de près, mais plus il nécessite, aussi, un usage averti. "Il faut déjà tout un savoir-faire pour trouver les paramètres qui décrivent avec justesse le système à modéliser", souligne Richard Gonzalez, spécialiste des logiciels scientifiques à l'IRSN.

L'analyse critique, essentielle

Interpréter les résultats requiert également un haut niveau d'expertise, ne serait-ce que pour vérifier la pertinence physique des simulations de configurations non étudiées expérimentalement. "Même quand on reste

1. National Institute of Radiological Sciences.

POUR EN SAVOIR PLUS

- **Logiciels scientifiques développés par l'IRSN** www.irsn.fr, rubrique La recherche > Outils scientifiques > Codes de calcul
- **Cabri** www.irsn.fr, rubrique La recherche > Principes et organisation > Programmes de recherche > Programme international Cabri

- **Phébus PF** www.irsn.fr/phebus
- **Sofia** www.irsn.fr/sofia
- **Reconstitution dosimétrique d'accident radiologique** par simulations numériques à l'aide d'outils associant un modèle anthropomorphe à un code de calcul Monte-Carlo, octobre 2010 : www.irsn.fr/RDAC

CONTACTS

Vous souhaitez poser une question ?
Demander une précision ?

Pour dialoguer avec les experts de l'IRSN :

- jeanfrancois.bottollier@irsn.fr
- giovanni.bruna@irsn.fr

La démarche pour détenir une source radioactive scellée

Les sources radioactives scellées sont utilisées dans l'industrie, la médecine et la recherche. Contrôlées par l'État, leur détention et leur utilisation nécessitent une autorisation préalable officielle. Dès lors, elles seront suivies et inscrites dans une base de données nationale. *Repères* décrit la réalité d'une première demande.

• **TÉMOIGNAGE** Un ingénieur du BTP • **DÉCRYPTAGE** Les étapes pour obtenir l'autorisation de détenir une source scellée • **POINT DE VUE D'EXPERT** Une responsable de l'inventaire national des sources radioactives à l'IRSN

TÉMOIGNAGE

“ Une démarche complexe mais instructive ”

Responsable qualité et sécurité chez Ginger CEBTP, entreprise d'ingénierie et d'expertise dans le bâtiment et les travaux publics, Olivier Massiot aide les 35 agences du groupe dans leurs formalités, notamment pour la détention et l'utilisation de sources radioactives scellées.

“ Notre agence de Tours a eu besoin d'un gammadensimètre¹ sur des chantiers routiers et autoroutiers. Afin de détenir et d'utiliser cet appareil contenant deux sources radioactives scellées (américium 241 et césium 137), il nous a fallu établir une demande de première autorisation auprès de l'Autorité de

sûreté nucléaire [ASN]. J'ai pris contact avec sa direction régionale, qui m'a expliqué en détail la marche à suivre. La première étape est de télécharger le formulaire *ad hoc* sur le site officiel. Constitué d'une quinzaine de pages, ce document déroule toute une série de questions sur l'entreprise, les lieux de détention et d'utilisation de l'appareil ou encore ses caractéristiques. En plus de remplir le formulaire, il faut y joindre toutes les pièces justificatives. Ce fut un travail de longue haleine, qui s'est étalé sur deux mois. Il faut par exemple prouver qu'un suivi médical renforcé est mis en place pour le personnel amené à être en contact avec le gammadensimètre. Il faut aussi détailler les dispositions prises face aux risques de vol ou d'incendie, notamment sur le lieu de stockage. Au final, c'est un dossier de plus de 200 pages que le chef d'agence de Tours, titulaire de la demande, a envoyé à l'Autorité.



Frédérique Hugues/IRSN

Ne pas hésiter à demander conseil

Après quelques échanges pour éclaircir certains points, l'ASN a envoyé l'autorisation de détenir cet appareil pendant cinq ans. Elle a parallèlement averti l'IRSN de notre dossier, qui nous a rapidement envoyé deux formulaires, un par source. Le travail est moins fastidieux que précédemment : il s'agit de repréciser certains éléments, comme le type de radionucléide ou l'identité du fournisseur. Là encore, je n'ai pas hésité à contacter l'IRSN. Chaque fois, j'ai trouvé des interlocuteurs disponibles et réactifs, ce qui est rassurant quand on effectue pour la première fois ce type de démarche.” ■ ●●●

1. Instrument portable utilisé dans les travaux publics pour mesurer l'humidité et la densité des sols.

DÉCRYPTAGE

Les étapes de la démarche administrative

Rôle des différents acteurs, organismes impliqués, documents à compléter, dé
Pas à pas, voici comment s'obtient le droit de détenir et d'utiliser une source ra

1. AUTORISATION DE DÉTENTION (dans le cas où l'ASN est l'autorité)

Le demandeur télécharge le formulaire sur www.asn.fr. Il le remplit et joint toutes les pièces justificatives, puis l'envoie à la direction régionale de l'ASN.



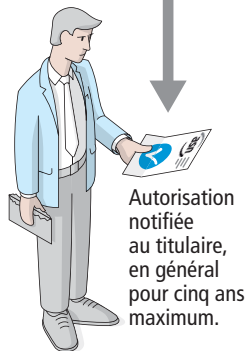
L'ASN examine le dossier (délai de un à six mois, selon la complexité de la demande).



DOSSIER COMPLEXE
ou nouvel appareil non connu de l'ASN

ACCEPTATION

Une copie est transmise à l'IRSN.



Autorisation notifiée au titulaire, en général pour cinq ans maximum.

IRSN

L'Autorité peut demander une expertise à l'unité d'expertise des sources de l'IRSN. Elle examine le dossier, prend contact avec le demandeur, se rend sur place et propose si nécessaire à l'ASN que des mesures complémentaires soient prises. Une vingtaine d'expertises sont demandées chaque année.

2. ACQUISITION DE LA SOURCE (cas d'une source scellée)

Dans la semaine qui suit la réception de l'autorisation, l'IRSN envoie au titulaire de l'autorisation des formulaires originaux de couleur rouge appelés « demande de fourniture en sources scellées (DFSS) ».

IRSN



Le titulaire remplit et signe les formulaires. Il les renvoie à l'IRSN, contresignés par le fournisseur qui s'engage à reprendre la source en fin de vie. Un formulaire est délivré pour chaque source, avec un numéro d'identification.

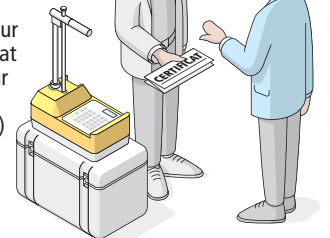


L'IRSN vérifie la conformité avec les autorisations des deux parties. Il délivre un visa préalable au mouvement de la source.

IRSN

Visa

Certificat



À réception de la source, l'acquéreur doit transmettre à l'IRSN le certificat de source remis par son fournisseur qui donne les caractéristiques de l'objet livré (numéro de série...) et l'attestation de reprise de l'ancienne source, dans le cas d'un rechargement d'appareil ou d'un changement de source.

Réglementation

Arrêté du 14 mai 2004 relatif au régime général des autorisations et déclarations, chapitre V-1 du Code de la santé publique :

- Art.1 – La demande d'autorisation ou de renouvellement d'autorisation [...] doit être adressée à la Direction générale de la sûreté nucléaire et de la radioprotection¹.
- Art.2 – [Elle] est constituée d'un formulaire [...] et du dossier justificatif [...]. Cosignée par le chef d'établissement et par la personne physique qui sera responsable de l'activité nucléaire, [elle] est établie, le cas échéant, avec le concours de la personne compétente en radioprotection [...].

1. Ex-Autorité de sûreté nucléaire (ASN).

Histoire

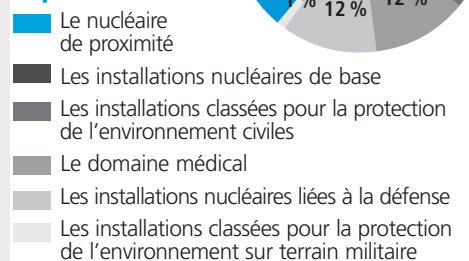
1952. La détention et l'utilisation des radioéléments artificiels est soumise à autorisation.

1954. La Commission interministérielle des radioéléments artificiels (Cirea) délivre les autorisations dans le domaine non médical. La Direction générale de la santé les délivre dans le domaine médical. Le Cirea assure le suivi des sources dans les deux cas.

2002. La Cirea disparaît. Le suivi est délégué à l'IRSN. Les autorisations sont délivrées par l'ASN, sauf dérogation – ASN défense pour les installations liées à la défense, préfet pour les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) civiles et ministère de la Défense pour les ICPE sur terrain militaire.

En chiffres

• Répartition des sources radioactives scellées par secteur



Source : IRSN

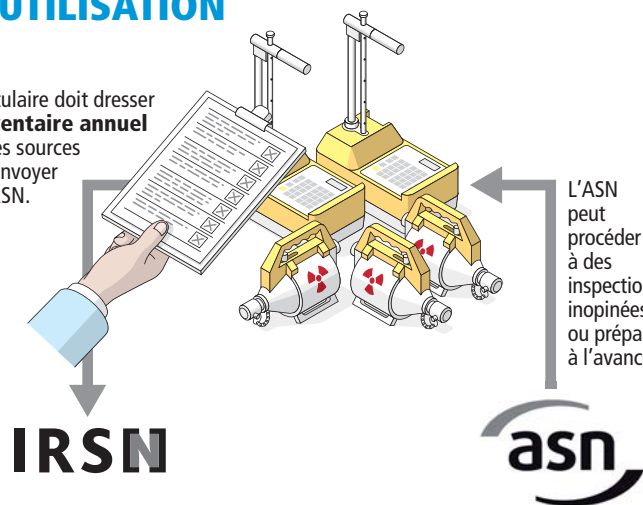
tive

ais d'obtention, obligations liées à l'autorisation...
radioactive scellée.

3. UTILISATION

Le titulaire doit dresser l'inventaire annuel de ses sources et l'envoyer à l'IRSN.

L'ASN peut procéder à des inspections inopinées ou préparées à l'avance.



EN CAS DE CHANGEMENT

- Si le titulaire veut **ajouter ou remplacer des délégataires** (personnes autorisées à agir en son nom pour les formalités de transfert de radionucléides), il doit le signaler à l'IRSN.
- Tout **changement sur l'autorisation** (nom du titulaire, lieu de stockage...) doit être communiqué à l'ASN.

ÉCLAIRAGE

- Le demandeur, futur titulaire de l'autorisation, est « la personne physique qui sera le responsable direct de l'activité nucléaire envisagée », par exemple le directeur de l'établissement.
- Le titulaire de l'autorisation et l'utilisateur de la source sont souvent différents. Le nom de l'utilisateur n'a pas besoin d'apparaître dans le dossier de demande d'autorisation. En revanche, il faut préciser tous les moyens mis en œuvre pour que

l'utilisateur utilise l'appareil dans les règles (formation...).

- Une personne compétente en radioprotection (PCR) est obligatoirement désignée. Elle a reçu une formation spécifique. Son nom est communiqué à la demande d'autorisation. Il arrive que la PCR soit le titulaire.
- Le fournisseur est celui qui vend la source à l'utilisateur (fabricant ou distributeur). Il s'engage à reprendre la source en fin de vie.

Henri Bouilly - Source : IRSN

- **43 200 sources radioactives scellées** en cours d'utilisation sont recensées en France à l'inventaire national IRSN, dont 5 242 dans le domaine médical.

■ Glossaire

Une source radioactive scellée

est une source dont la structure ou le conditionnement empêche, en fonctionnement normal, toute dispersion de matières radioactives dans le milieu ambiant. Elle ne présente donc pas de risque de contamination en fonctionnement normal.

■ Pour aller plus loin

Formulaires à télécharger

sur le site de l'ASN : www.asn.fr, rubrique Professionnels > Formulaires

Inventaire national des sources de rayonnement ionisant : www.irsn.fr/sources

■ Contact

Unité d'expertise des sources

Fax : 01 58 35 95 36

Pour contacter l'experte Agnès Hoorelbeke agnes.hoorelbeke@irsn.fr

POINT DE VUE D'EXPERT

“ Savoir où sont les sources ”

Agnès Hoorelbeke, responsable de l'inventaire national des sources radioactives à l'IRSN.



En France, le processus d'autorisation de détention et d'utilisation d'une source radioactive scellée est obligatoire au-delà du seuil d'activité imposé par la loi, différent selon les radionucléides (par exemple, 10 000 becquerels pour le césium 137). Cette démarche inclut une phase d'enregistrement. Depuis 2002, c'est l'IRSN qui gère ce recensement. “*Sous format informatique, les dossiers les plus anciens remontent aux années 1970*”, confie Agnès Hoorelbeke, chargée de cette base de données.

À quoi sert ce recensement ? “*En premier lieu, l'enregistrement de la source auprès de l'IRSN permet un contrôle préalable, pour valider notamment que l'appareil est bien celui pour lequel l'autorisation a été délivrée*”, commence l'experte. La base de données est ensuite actualisée grâce à un inventaire annuel exigé auprès des titulaires d'autorisation. “*Ce travail réduit les risques de perte de vue des sources*”, poursuit-elle. Régulièrement, l'IRSN est sollicité pour extraire certaines données, souvent à la demande de services de secours ou d'incendie. “*Ils veulent connaître les adresses où sont détenues des sources radioactives, pour intervenir efficacement en cas de danger*”, explique-t-elle. Ce fichier peut aussi servir à retirer du marché des appareils défectueux, comme ce fut le cas dans les années 1980 avec un modèle d'éliminateur antistatique contenant du polonium. La base de données constitue enfin un outil de travail accessible pour l'Autorité de sûreté nucléaire. “*D'où l'intérêt de participer sérieusement à cet inventaire et de ne pas oublier de signaler tout changement par rapport au dossier initial*”, conclut-elle. ■



Dans leurs missions, les deux intervenants constatent que le port des lunettes de protection se généralise.

Reportage photo : Laurent Zylberman/IRSN

Les professionnels de grâce à la réduction d

Exposés aux rayonnements ionisants, cardiologues et radiologues par an, comme le recommande la CIPR², soulève des questions.

À RETENIR

- **La CIPR** a abaissé ses recommandations de dose limite au cristallin de 150 à 20 mSv par an¹. La valeur de cet abaissement est discutée, pas son intérêt.
- **En milieu professionnel**, les principales populations concernées par le risque de cataracte radio-induite sont les cardiologues et radiologues interventionnels (risque multiplié par quatre pour les premiers, à déterminer pour les seconds).
- **Les pratiques de radioprotection** (port de lunettes plombées, notamment) entrent progressivement dans les mœurs, sous l'impulsion des "radioprotectionnistes" (PCR et radiophysiciens).

Repères : Dans quel contexte ces nouvelles recommandations sur la réduction de la limite de dose admissible s'inscrivent-elles ?

Sophie Jacob : La CIPR² a affiné son analyse à partir des principales études sur le sujet – comme celles liées à Hiroshima-Nagasaki, Tchernobyl... – et a décidé, en avril 2011, une révision à la baisse de ses recommandations de 2007. Cet abaissement proposé va dans le sens des résultats de l'étude O'Cloc³ menée par l'IRSN. Celle-ci a démontré que les cardiologues interventionnels français présentent quatre fois plus de risques de développer des opacités cristalliniennes de type sous-capsulaire postérieur, caractéristiques d'une cataracte radio-induite, pour des niveaux de doses aux yeux compatibles avec les nouvelles recommandations de la CIPR.

Joël Guersen : Ces données confirment l'intuition du milieu et des spécialistes, conscients de l'importance des niveaux d'exposition auxquels sont confrontés certains professionnels de santé. Je regrette simplement

que O'Cloc se soit cantonnée aux cardiologues. Les radiologues interventionnels pratiquent des procédures de longue durée telles les embolisations vasculaires abdomino-pelviennes. Ces actes étant très proximaux, ils peuvent aussi être soumis à des doses importantes.

S.J. : L'étape suivante, une ouverture de l'étude à l'échelle de l'Europe (projet Léonora⁴), prévoit d'intégrer ces professionnels pour préciser et compléter les résultats de O'Cloc. Le projet a été soumis à la Communauté européenne par appel d'offres. Nous attendons un retour.

Comment résoudre les problèmes pratiques liés à l'abaissement de la dose limite ?

S.J. : Cet abaissement n'est pas encore intégré à la législation. Le seuil de 20 mSv par an proposé par la CIPR fait d'ailleurs débat. Est-ce trop ? Est-ce assez ? Est-ce réellement applicable sur le terrain ? L'effet est-il déterministe ou stochastique ? Difficile de trancher sans études biologiques et épidémiologiques complémentaires.

J.G. : Tout le monde s'accorde néanmoins sur la pertinence d'une réduction du seuil. Pour mettre en place des actions préventives efficaces, il convient de cibler avec précision les populations à risque. Il faut déterminer leur exposition avec un dosimètre sur trois à quatre semaines, et l'extrapolation des données sur un an.

S.J. : Idéalement, les dosimètres devraient être placés à proximité de l'œil pour des mesures au plus près de la réalité. Hélas, il n'existe pas encore de dispositif ergonomique. Au mieux, un dosimètre retenu par un élastique entourant la tête. Il y a plus pratique et confortable...

J.G. : Prévoir un emplacement pour fixer le dosimètre sur les branches des lunettes de protection pourrait simplifier le processus de mesure. Mais, à ma



“ Près de 100% des cardiologues interventionnels se protègent par un tablier plombé et un cache-tyroïde contre d'éventuels risques de cancer radio-induit. Mais, au niveau de la tête, la plupart oblitèrent le risque de cataracte. ”

Sophie Jacob

Epidémiologiste à l'IRSN depuis 2007, elle travaille principalement sur les expositions dans le milieu médical et la cataracte radio-induite.

santé seront-ils mieux protégés et la limite de dose au cristallin ?

interventionnels risquent une cataracte. Abaisser la limite de dose au cristallin de 150 à 20 mSv¹
Aperçu avec une personne compétente en radioprotection et une scientifique de l'Institut.

connaissance, les lunettes actuelles ne sont soumises à aucun cahier des charges, tout du moins en ce qui concerne le design des montures.

S.G. : On touche ici à un autre souci pratique : le comportement des professionnels de santé. L'étude O'Cloc a souligné que, chez les plus de 40 ans, les deux tiers des praticiens exposés à des rayonnements ionisants ne portent pas de lunettes à verres plombés. Elles réduisent pourtant la dose reçue de 80 %.

Dans ce cas, comment changer les comportements ?

J.G. : Ils évoluent naturellement. Les praticiens les plus anciens sont parfois réticents à employer ces outils jugés encombrants. Les "jeunes", formés aux enjeux de radioprotection, se tournent vers la PCR pour obtenir du matériel, incitant leurs aînés à en faire de même. Au CHU de Clermont-Ferrand, tous les professionnels concernés par ce risque portent des lunettes de protection.

S.J. : Cela prouve l'impact que peut avoir un relais PCR dynamique. Ce n'est pas le cas pour tous les établissements. Je constate, lors de mes interventions auprès de "non-experts", que les esprits sont de plus en plus réceptifs, surtout depuis que la communication se focalise sur la notion de risque accentué de cataracte, beaucoup plus parlante que celle de dose seuil.

J.G. : Tant mieux, car le sempiternel "la cataracte, ça se soigne" est une excuse fallacieuse pour céder à la facilité. Au-delà du risque d'effets indésirables inhérents à toute procédure de radiologie interventionnelle, il convient de réfléchir en termes de santé globale, pour le personnel et pour les patients. En faisant des efforts pour diminuer l'exposition du cristallin, on entre dans une démarche générale de réduction des doses. On

diminue du même coup celle du corps entier. Il ne faut pas oublier l'aspect économique et sociétal. Le coût de l'opération de cette pathologie n'est pas négligeable.

Le patient doit-il être informé des risques de cataracte radio-induite ?

J.G. : Si un risque est associé à la procédure médicale envisagée, il est du devoir du médecin d'en informer le patient ou sa famille afin qu'un suivi soit mis en place dès que possible. Je pense aux interventions lourdes ou aux scanners à répétition, qui peuvent délivrer des doses significatives, notamment chez les enfants.

S.J. : Pour aller plus loin, il faudrait vérifier que les doses limites actuelles pour l'adulte sont réellement adaptées aux enfants. Leur cristallin pourrait s'avérer plus sensible aux radiations. C'est une hypothèse que l'IRSN compte explorer. Pour cela, une étude pédiatrique internationale devra se mettre en place. ■

1. mSv = millisievert : unité de mesure pour évaluer le risque d'apparition d'effets cancéreux et héréditaires consécutifs à une exposition à des rayonnements ionisants.
2. Commission internationale de protection radiologique.
3. Occupational Cataracts and Lens Opacities among Cardiologists. L'étude s'est intéressée à l'impact des rayonnements sur le cristallin de l'œil d'une centaine de cardiologues interventionnels français, en comparaison avec un groupe témoin. Conclusion : pour ces professionnels, le risque de présenter des opacités cristalliniennes au niveau sous-capsulaire postérieur, signature de la cataracte radio-induite, est multiplié par quatre.
4. Les résultats de O'Cloc ont incité l'IRSN à participer à la mise en place d'une étude européenne, afin d'augmenter les effectifs et d'affiner les analyses, notamment en termes de relation dose-réponse.

“ La sensibilisation des professionnels de santé passera par des actions communes entre PCR, organismes et sociétés savantes. ”

Joël Guersen

Depuis dix ans au CHU de Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme), il officie en tant que personne compétente en radioprotection, en binôme avec le Pr Louis Boyer, responsable du pôle radiologie et imagerie médicale.



Le “noyau dur”, dernier rempart contre les catastrophes hors nor

Sûreté des installations nucléaires. Le noyau dur est une idée-force née de Fukushima. Il réunit un ensemble de moyens matériels et humains permettant à une installation d'assurer ses fonctions vitales en cas d'accident extrême.

Le noyau dur devrait être opérationnel en 2018 sur l'ensemble des réacteurs.



permettre à une installation nucléaire d'assurer ses fonctions vitales, dans des scénarios extrêmes comme ceux observés à Fukushima. “Les exploitants proposaient des modifications concrètes mais ponctuelles. L'Institut voulait une méthodologie globale et rigoureuse.”

Dresser une liste précise

“L'accident japonais a par exemple montré la nécessité de toujours pouvoir réinjecter de l'eau, pour assurer le refroidissement des cœurs et des piscines d'entreposage du combustible usé, poursuit l'ingénieur. À cet effet, il est nécessaire que le noyau dur contienne un moyen de pompage, à partir d'une nappe ou d'un réservoir, une alimentation électrique pour cette pompe, un tuyau. Le tout doit être enfermé dans des locaux suffisamment robustes pour faire face à toute agression.”

La réflexion en est à son début. “La manière dont sera décliné le concept dans le référentiel de l'installation [ensemble de règles pour ce qui concerne la sûreté] n'a pas encore été discutée. Néanmoins, certaines dates butoirs sont connues. L'Autorité de

“C'est sans doute pas la seule solution, admet Caroline Lavarenne, l'un des deux pilotes à l'IRSN de l'instruction technique menée en 2012 sur le sujet. Mais le concept de ‘noyau dur’ s'est imposé comme l'aboutissement des réflexions des experts de

l'IRSN après les évaluations complémentaires de sûreté [ECS] réalisées dans les installations françaises à la suite de l'accident de Fukushima.”

Concrètement, ce noyau dur représente un ensemble limité en nombre de moyens matériels et humains qui doit

L'Institut sur plusieurs fronts depuis Fukushima

Les experts de l'IRSN sont désormais engagés dans plusieurs projets d'expertise et de R & D, mis en priorité à la suite de l'accident. Ils visent à faire progresser rapidement la sûreté nucléaire en France et dans le monde. Ainsi, l'accident de Fukushima a poussé la France à reprendre, sous un nouvel angle, les évaluations de ses installations, dans le civil et dans la défense. L'IRSN s'est fortement impliqué dans cette évaluation, ainsi que dans les audits croisés

soumettant les installations de chaque pays au regard de ses voisins européens, comme ce fut le cas en France du 19 au 23 mars dernier. De même, le contenu de l'appel d'offres Euratom de la Commission européenne, début janvier, porte la marque de Fukushima. “L'IRSN a participé à ou dirigé de nouvelles propositions de projets de développement d'outils expérimentaux ou numériques pour mieux comprendre le déroulement de l'accident et répondre aux nouvelles

priorités, confirme Édouard Scott de Martinville, directeur délégué aux relations internationales de l'IRSN. Dans le cadre de ces travaux, on trouve des besoins de R & D communs et des réflexions sur la gestion de crise, tant en termes d'organisation que de moyens techniques.” ■

Pour en savoir plus :
un supplément du rapport annuel 2011 retrace les actions menées depuis Fukushima

me

Aller vers plus de transparence

Déontologie. Un an et demi après la création de sa commission d'éthique et de déontologie, l'IRSN a saisi cette instance sur deux cas concrets.

sûreté nucléaire [ASN] souhaite qu'il soit opérationnel sur l'ensemble des réacteurs en 2018. Les exploitants doivent dès aujourd'hui dresser une liste précise du matériel et des moyens de protection qu'il faudra inclure dans ce qui deviendra le noyau dur et définir leur dimensionnement. Cette liste sera remise à l'Autorité à la mi-2012. L'Institut aura la charge de l'analyse critique des propositions des exploitants. Il statuera notamment sur les niveaux d'agression à retenir pour leur conception."

Une idée qui fait tache d'huile

En parallèle, le concept diffuse hors de l'Hexagone. "L'IRSN l'a exposé début 2012 aux représentants des autorités de sûreté européennes. Un des experts a estimé que ce concept pourrait faire partie des bonnes pratiques recensées à l'occasion de ces expertises. Mi-mars, lors d'une réunion à l'Agence internationale de l'énergie atomique [AIEA], il a suscité de nombreuses questions des différents pays. Certains électriciens américains se sont dits prêts à en discuter." Fin avril, le concept de noyau dur a été présenté en Chine... ■

Pour en savoir plus :
ECS : Évaluations complémentaires de sûreté sur www.irsn.fr



Les experts étudient l'impact des rejets radioactifs sur le milieu marin.

Laurent Zylberman/IRSN

Quel doit être le rôle de l'Institut et sa position dans le débat sur l'avenir de l'industrie nucléaire en France ? Doit-il transmettre des données scientifiques à un tiers qui veut les utiliser dans un cadre scientifique différent de celui pour lequel elles ont été recueillies ? Tels sont les questionnements sur lesquels la commission d'éthique et de déontologie de l'Institut a été saisie par le directeur général et la présidente du conseil d'administration, fin 2011, un an et demi après sa création. Cette commission a pour mission de donner son avis au conseil d'administration de l'établissement sur des choix d'organisation, de méthodes pour anticiper ou résoudre d'éventuels problèmes de déontologie.

Depuis la catastrophe de Fukushima, l'avenir de l'énergie nucléaire s'est invité dans le débat politique. Sont apparues des questions pointues comme "Le combustible MOX¹ est-il plus dangereux que le combustible UO₂²?" ou "Quels critères de sûreté pour choisir les réacteurs à arrêter en premier ? Quels sont les enjeux et défis du démantèlement des réacteurs ?" En tant qu'institut public de référence sur les risques radiologiques et nucléaires, quelle posture l'IRSN doit-il adopter au regard des attentes et des éléments techniques et scientifiques dont il dispose ? Doit-il réagir aux termes du débat quand ils surgissent ? Doit-il aussi anticiper les questions à venir ?

Information indispensable

La commission a conclu que l'Institut doit répondre de façon ouverte et transparente à toutes les demandes sur la sûreté et la radioprotection qui lui sont adressées. Il doit offrir au public, notamment sur son site Internet, des dossiers complets et facilitant l'accès de tous aux questions qui relèvent de sa compétence. Il est aussi



La commission d'éthique et de déontologie est composée de quatre personnalités extérieures à l'Institut.

indispensable qu'il rende publics ses rapports et avis, comme il l'a fait récemment à propos des évaluations complémentaires de sûreté.

Sur le second questionnement, la commission a considéré que cette posture doit également s'appliquer lorsque l'Institut reçoit une demande de transmission de données pour une utilisation dans un objectif différent de celui pour lesquelles elles ont été recueillies par l'IRSN. Elle recommande de transmettre les données sollicitées, en précisant le cadre de leur recueil, en indiquant les éventuelles limites de leur validité, en demandant qu'elles soient mentionnées dans toute communication.

Son prochain rendez-vous concernera la charte de déontologie de l'IRSN, qui verra le jour fin 2012. ■

Pour en savoir plus :
Sa composition et son rôle :
www.irsn.fr, rubrique L'IRSN > Gouvernance > Éthique et déontologie

1. Mélange d'oxyde de plutonium et d'oxyde d'uranium.
2. Oxyde d'uranium.



enstti
TRAINING & TUTORING NUCLEAR SAFETY

Des experts pour former des experts

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 vous propose des stages et des tutorats dans les domaines de la sûreté et de la sécurité nucléaire, ainsi que de la radioprotection. Les cours, en langue anglaise, sont dispensés par des experts issus des organismes techniques de sûreté européens. Ils vous transmettent leurs connaissances sur les méthodes et les pratiques d'analyse de risque appliquées au domaine nucléaire. Les programmes, théoriques et pratiques, incluent des groupes de travail, des séances en simulateur et des visites techniques.

Programme 2012 et inscription en ligne sur www.enstti.eu.

**Renseignez-vous
dès maintenant**

Tél. : 01 58 35 87 74

E-mail : contact@enstti.eu

Site : www.enstti.eu