

Repères

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

N°26
octobre 2015

INONDATIONS

Des digues pour protéger la centrale du Blayais

RADIOTHÉRAPIE

Construire ou adapter un bunker

Radioprotection - PCR

Des profils en mutation



Retrouvez chaque trimestre une sélection de publications, vidéos, sites Internet et manifestations de l'IRSN.

Où en est la prévention radiologique des travailleurs ?



Le "livre blanc" sur la surveillance radiologique des expositions des travailleurs pose un constat : sur le terrain, on observe une hétérogénéité dans la mise en œuvre de la prévention selon les secteurs d'activité et les entreprises. Il recommande le repositionnement du risque lié aux rayonnements dans la démarche globale de prévention des risques, ainsi qu'une adaptation graduée des moyens de prévention en fonction de la nature et de l'ampleur du risque. Il propose d'élargir l'accès aux informations dosimétriques aux personnes compétentes en radioprotection (PCR).

Cet ouvrage a été rédigé par un groupe de travail composé de professionnels concernés, d'experts, des partenaires sociaux et des représentants des institutions. Les recommandations seront déclinées pour chaque secteur d'activité dans des guides élaborés par les acteurs de la radioprotection. Elles viennent en amont des évolutions réglementaires qui permettront de transposer la directive européenne 2013/59/Euratom.

www.irsn.fr/livre-blanc-travailleurs



Le Baromètre de l'IRSN est désormais en ligne

Nouveauté cette année, les résultats du Baromètre IRSN sur la perception des risques et de la sécurité par les Français sont désormais consultables sur www.irsn.fr. L'internaute peut rechercher les questions posées par l'Institut dans cet indicateur depuis 1977. De nouvelles informations ouvrent le débat, comme l'interview d'une personnalité réagissant sur les données du Baromètre. Selon l'édition 2015, 92 % des Français estiment que les responsables des sites nucléaires doivent protéger leurs installations de tous les risques, même ceux jugés très improbables. Et un Français sur deux se déclare prêt à participer à des réunions d'information sur les modes de gestion des installations à risques.

www.irsn.fr/barometre-2015



S'informer sur les accidents graves

Comment s'informer sur les accidents graves de réacteur ? En vous rendant sur le stand de l'IRSN à la Maison méditerranéenne des sciences de l'Homme, à Aix-en-Provence (Bouches-du-Rhône), les 9, 10 et 11 octobre 2015, lors de la 24^e édition de la Fête de la science. Les experts y présenteront leurs recherches menées à Cadarache. Des films pédagogiques sensibiliseront le public aux accidents, comme celui de Fukushima (Japon). Les visiteurs découvriront Astec*, logiciel européen pour la simulation globale des accidents de fusion du cœur d'un réacteur. Familles, scolaires ou étudiants... Avec près de 1400 animations dans toute la France, la Fête de la science attire chaque année plus d'un million de passionnés.

*Accident Source Term Evaluation Code

www.fetedelascience.fr



Une aide à la réalisation des études dosimétriques de poste de travail

Si vous êtes impliqué dans la radioprotection du personnel, le *Guide pratique pour la réalisation des études dosimétriques de poste de travail présentant un risque d'exposition aux rayonnements ionisants* vous est destiné. Cette quatrième édition propose une mise à jour des références réglementaires, et deux nouvelles fiches : scannographie et curiethérapie. Elle traite des risques d'exposition, de l'optimisation de la radioprotection et du classement des travailleurs : une approche méthodologique qui s'adresse aux employeurs, aux PCR et aux médecins du travail. Ce guide est une aide pour délimiter des zones règlementées dans l'environnement de travail.

www.irsn.fr/etude-poste-V4



TEMPS FORTS | 4

Décrypter les événements de Fukushima pour améliorer la gestion de crise

Le lien entre leucémie et exposition à faibles doses se confirme

FAITS & PERSPECTIVES | 6

Blayais : après la tempête, une meilleure protection

Sommaire

En couverture : Dans l'entreprise Somanu, à Maubeuge (Nord), Jean-Claude Sotiaux, personne compétente en radioprotection, réalise un contrôle dimensionnel sur un logement de joint.
Crédit photo : Laurent Zylberman/Graphix-Images/IRSN

INTÉRÊT PUBLIC | 9

Des rapports publics plus informatifs et accessibles

EN PRATIQUE | 17

Construire ou adapter un bunker de radiothérapie

EN DÉBAT | 20

L'expert et la société

STRATÉGIE | 22

Management des connaissances, un cercle vertueux

Dossier du prochain numéro de *Repères* (décembre 2015)

Les inspections des centrales

Édito

La PCR, acteur majeur de la radioprotection

Aux côtés des utilisateurs de sources de rayonnements ionisants, la personne compétente en radioprotection (PCR) a su, de longue date, s'imposer comme un acteur majeur de la radioprotection, dans un environnement réglementaire et technique en constante évolution.

Ces évolutions imposent à la PCR de faire preuve de polyvalence et de capacités d'adaptation pour remplir ses missions. Celles-ci nécessitent de bénéficier de l'appui des différents partenaires internes ou externes à son établissement avec lesquels il collabore. Parmi ceux-ci, l'IRSN, avec un ensemble d'actions d'assistance ou de prestations, est un partenaire de référence en fournissant aux PCR un appui au quotidien.



Jean-Pierre Vidal
expert en radioprotection à l'IRSN

Vidéos



Photos



Sons



Articles



Prolonger la lecture de *Repères* avec le webmagazine sur www.irsn.fr

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



Repères - Éditeur : Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire - 31, avenue de la Division-Leclerc, 92260 Fontenay-aux-Roses - Tél. : 01 58 35 88 88 - Site Internet : www.irsn.fr - Courriel : reperes@irsn.fr
- Directeur de la publication : Jacques Repussard - Directrice de la rédaction : Marie-Pierre Bigot - Rédactrice en chef : Catherine Roulleau - Assistante de rédaction : Isabelle Cussinet - Comité de lecture : Georges Henri Mouton, François Paquet - Rédaction, iconographie et réalisation : SPECHIQUE - Impression : Galaxy (72) - Imprimé sur Cyclus print - ISSN : 2103-3811 - octobre 2015.



Salle de commande principale des unités 5 et 6 (côté unité 6) de la centrale de Fukushima Daiichi, en mars 2011.

TEPCO

Fukushima

Décrypter les événements pour améliorer la gestion de crise

Une reconstitution chronologique des quatre premiers jours de la catastrophe de Fukushima, analysant les événements du point de vue des facteurs organisationnels et humains, a été menée par l'IRSN. Cette étude est destinée à nourrir la réflexion des acteurs de la gestion de crise quant aux enseignements à tirer de cet accident. Elle présente six questions essentielles et ses conclusions portent sur une meilleure gestion de crise.

Dans ce document, les chercheurs du Laboratoire des sciences humaines et sociales de l'Institut examinent

comment les équipes de conduite de la centrale de Fukushima Daiichi ont réagi au début de l'accident, se retrouvant sans électricité face à des écrans et afficheurs devenus inutilisés. Cela illustre l'importance de la capacité du personnel d'une installation accidentée à pouvoir en apprécier l'état dans de telles situations.

Le rôle des acteurs politiques est analysé : les relations entre le gouvernement japonais et Tepco, exploitant de la centrale, étaient déjà tendues avant la catastrophe. Ce contexte a, durant la crise, favorisé les incompréhensions. L'importance en cas

d'accident de la relation entre les décideurs politiques et les acteurs de crise et la nécessité d'organisation et de préparation sont ainsi mises en évidence.

Le document a été présenté en septembre lors d'une réunion du comité d'orientation sur les facteurs socio-organisationnels et humains de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN). Il le sera à nouveau en 2016, lors d'une conférence organisée par l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA). ■

 **Pour en savoir plus**
Lire le rapport : www.irsn.fr

Travailleurs du nucléaire

Le lien entre leucémie et exposition à faibles doses se confirme


Le risque de décéder d'une leucémie – hors leucémie lymphoïde chronique – s'accroît proportionnellement à la dose issue de l'exposition répétée à de faibles doses de rayonnements ionisants. Plus la dose accumulée est élevée, plus le risque augmente. C'est ce que confirme la récente étude épidémiologique "InWorks", menée sur plus de 300 000 travailleurs salariés du nucléaire suivis pendant 27 ans, en moyenne, en France, aux États-Unis et au Royaume-Uni.

Selon l'étude, le risque s'accroît de 40% par tranche d'exposition supplémentaire de 100 millisieverts. Toutefois, il reste très faible pour les 300 000 travailleurs de cette cohorte, qui ont accumulé seulement de l'ordre de 16 milligrays à la moelle osseuse en moyenne au cours de toute leur carrière. "Les résultats valident l'un des fondements actuels de la radioprotection, qui repose sur l'extrapolation de la relation linéaire observée lors d'une exposition unique

de courte durée chez les survivants des bombardements d'Hiroshima et de Nagasaki", explique Klervi Leuraud, épidémiologiste à l'IRSN et premier auteur de l'étude.

Des études complémentaires nécessaires

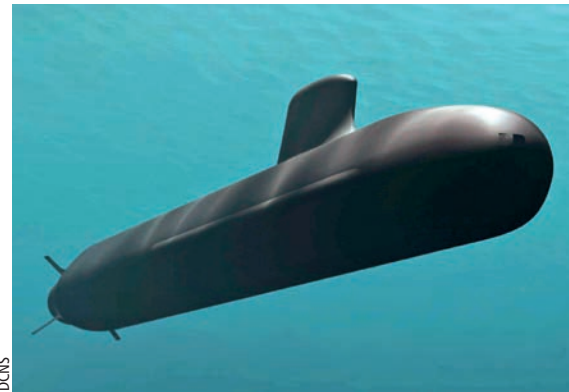
Les analyses se poursuivent au sein d'InWorks, en particulier sur le lien entre les faibles doses et le risque de cancers solides ou de maladies non cancéreuses. Les recherches se multiplient pour étudier les effets sanitaires provenant d'autres sources d'exposition chronique à de faibles doses, notamment les appareils de diagnostic médical. Ces études sont nécessaires car, les conditions d'exposition – fréquence, dose, etc. – n'étant pas les mêmes, les résultats d'InWorks ne sont pas directement transposables au secteur médical. ■

 **Pour en savoir plus**
Lire l'étude InWorks : www.irsn.fr/etude-InWorks

Sous-marins nucléaires Analyse de sûreté avant la mise en service

Dans le cadre du programme Barracuda, l'IRSN procède actuellement à l'analyse du rapport provisoire de sûreté des six sous-marins d'attaque de type "Suffren", qui remplaceront les types "Rubis" à partir de 2017. "Nous appliquons les mêmes exigences de sûreté que celles mises en œuvre sur les réacteurs civils à eau sous pression. Nous adaptons certains principes aux spécificités des réacteurs de propulsion

navale", explique Jean-Guillaume Guigo, en charge de l'instruction. Concrètement, l'Institut rend des avis sur les principaux documents du référentiel de sûreté requis par le Code de la défense. Il utilise des outils spécifiques pour simuler le comportement thermohydraulique des chaufferies embarquées. Il examine des documents relatifs aux installations de soutien des navires à terre. En se fondant sur les avis de l'IRSN, l'Autorité de sûreté



Les sous-marins d'attaque de type "Suffren" entreront en service en 2017.

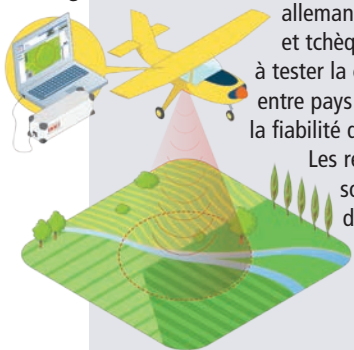
nucléaire de défense (ASND) se prononcera d'ici à un an sur l'autorisation de mise en service de ces sous-marins. ■

Dépôts radioactifs

Protéger les populations grâce à des mesures aéroportées

En cas d'accident nucléaire, évaluer les retombées radioactives est essentiel pour décider des actions de protection des populations. Les mesures aéroportées – des appareils de détection embarqués dans des hélicoptères – constituent la solution la plus rapide pour acquérir des données. Réalisées par plusieurs pays, elles rendent l'évaluation plus fiable. Cette technique est utilisée par différents pays, dont la France. L'IRSN dispose d'un système de mesure mobile : Ulysse. En juin 2015, l'Institut a participé à un exercice européen en Allemagne, avec ses homologues

allemand, suisse et tchèque. Il visait à tester la coordination entre pays frontaliers et la fiabilité des mesures. Les résultats sont en cours d'analyse.



Chromatiques/IRSN - Source IRSN



Les abords de la centrale du Blayais (Gironde), inondés en 1999.

Marie-Laure Gobin/Maxppp

Événements naturels extrêmes

Les archives historiques au secours des installations nucléaires

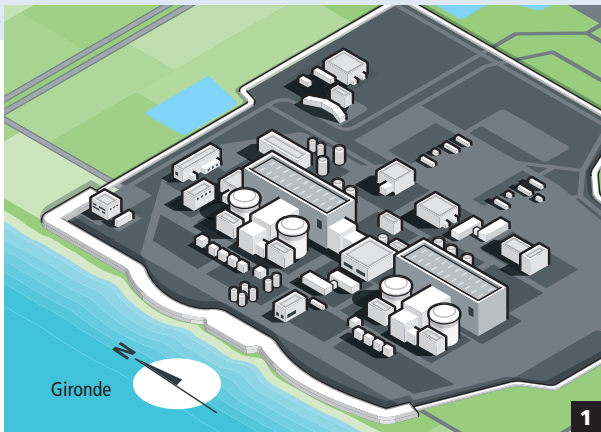
La protection des installations nucléaires contre les inondations d'origine externe est un enjeu pour la sûreté. L'accident survenu en 2011 au Japon l'a rappelé. En exploitant des archives historiques, des hydrologues de l'IRSN et des chercheurs du laboratoire LIENSs (Littoral Environnement et Sociétés, Université de La Rochelle) ont montré que, depuis 1860, une dizaine de montées des eaux (surcotes marines) exceptionnelles ont touché les pertuis* charentais, localisés à moins de 100km de la centrale du Blayais

(Gironde). Connaître ces événements extrêmes permet de mieux évaluer la probabilité d'occurrence de niveaux marins élevés et d'améliorer le dimensionnement des protections contre les inondations.

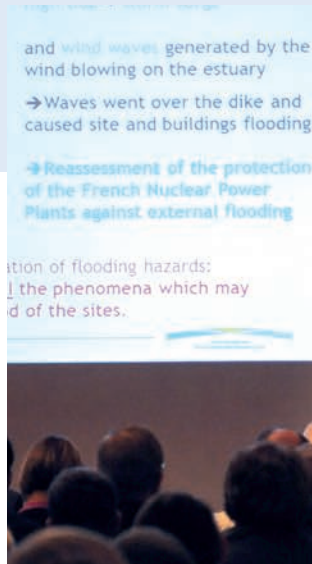
Les chercheurs comptent poursuivre cette action en examinant tous les phénomènes de ce type survenus par le passé autour des sites nucléaires français. Cette démarche est difficile à mener car ce type de données n'est informatisé que depuis quelques décennies. ■

*Déroit entre une île et la terre ferme

À voir sur le webmagazine
● Regardez comment s'effectuent les mesures aéroportées.



Antoine Dagan/Spécifique/IRSN - Source : IRSN



Patricia Mathieu/IRSN

Blayais : après la tempête, une meilleure protection

Sûreté des installations. Après l'inondation de la centrale du Blayais lors de la tempête de 1999, l'IRSN s'est impliqué dans la réévaluation des risques inondations. La protection des installations a été améliorée. Systèmes d'alerte, structures, équipements et procédures ont été renforcés.



Les deux tempêtes de décembre 1999, ce sont des souvenirs de forêts dévastées, de jours sans électricité, de rues coupées... Pour les acteurs

du nucléaire, c'est surtout le souvenir d'une centrale inondée. À la lumière de ces événements, EDF a présenté une nouvelle démarche de protection à l'égard des inondations. Elle a conduit à une refonte complète de la prise en compte de la sûreté des installations face à ces risques. À la demande de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), l'IRSN a évalué les évolutions proposées par EDF.

Le soir du 27 décembre 1999, les eaux de la Gironde ont envahi la centrale du Blayais, à une soixantaine de kilomètres de Bordeaux, en Gironde. Des défaillances ont affaibli le niveau de sûreté de deux des quatre réacteurs et entraîné le grèvement de l'organisation nationale de crise.

Comment en est-on arrivé là? Trois semaines après, dès le 17 janvier 2000,

l'Institut remettait un premier rapport sur cette inondation, ses conséquences et la gestion de la crise. Il en ressortait que le site était conçu pour faire face à une marée haute de niveau maximal, majorée d'une surélévation provoquée par une tempête, soit une hauteur d'eau de 5,02 mètres selon le système de référence Nivellement

GLOSSAIRE

- **Cote majorée de sécurité** : défini dans la RFS de 1984, ce niveau d'eau théorique auquel une installation doit pouvoir faire face sans dommage est calculé en fonction de sa situation géographique. Il prend en compte les marées en bord de mer et les crues en zone fluviale, et des marges de sécurité.
- **Aléas** : ce sont les tournures imprévisibles des événements auxquelles les installations peuvent être confrontées : séismes, inondations.
- **Agression** : tout événement ou situation qui peut conduire, de manière directe ou indirecte, à un incident ou un accident. On distingue les agressions internes, qui trouvent leur origine dans l'installation, et les agressions externes, dont l'origine est extérieure à l'installation.

général de la France (NGF). La conjonction d'un niveau d'eau élevé dans l'estuaire de la Gironde avec une forte houle due à des vents extrêmement violents n'avait pas été anticipée. Des vagues ont submergé les digues à plus de 5,30 mètres NGF. Circonstances aggravantes : les plans d'urgence de l'exploitant n'avaient pas prévu qu'une tempête puisse entraîner concomitamment des coupures de l'alimentation en électricité de la centrale et l'isolement du site dû aux routes coupées.

Après l'accident, des actions correctives ont été demandées à EDF – mise en place d'un système d'alerte fiable, remise en état de la digue, obturation des voies d'eau possibles... –, et une réévaluation de la protection de l'ensemble des centrales contre les inondations.

La démarche "REX Blayais"

À l'époque, c'est la règle fondamentale de sûreté (RFS) 1.2.e, de 1984, qui s'appliquait pour la protection contre les inondations. Cette RFS définit une "**cote majorée de sécurité**", c'est-à-dire le niveau d'eau à retenir (*lire glossaire*). Elle préconise de protéger les installations jusqu'à cette cote – calage des plateformes, obturation des voies d'eau possibles, etc. – et de mettre en place des systèmes d'alerte. Au lendemain de la tempête, une réévaluation de l'**Aléa** inondation



F. Cotteau/Maxppp

Ce qui a changé à la centrale du Blayais depuis 1999

Depuis l'inondation en 1999, une série de moyens ont été mis en place pour accroître la robustesse des installations. Ils ont été complétés après l'accident de Fukushima en 2011 pour faire face à des situations extrêmes : séisme, inondation et tornades.

1. La centrale du Blayais avec sa digue principale en front de la Gironde, exposée plein ouest.
2. Intervention de Vincent Rebour, hydrogéologue de l'IRSN, lors du forum Eurosafe en novembre 2012 à Bruxelles.
3. La digue de la centrale du Blayais, avant la fin des travaux de remise en état, en janvier 2000.

(lire glossaire) et des risques qu'il représente pour les installations a été entreprise par les acteurs du nucléaire français. Des travaux d'amélioration des protections (voir infographie) et une révision des mesures en cas de crise ont été demandés à EDF. Les équipes de l'Institut ont été sollicitées pour analyser la méthodologie de l'exploitant et évaluer l'aléa inondation et les démarches de sûreté mises en œuvre : c'est la démarche générale "REX Blayais".

Étudier aléas et protections

Vincent Rebour, hydrogéologue à l'IRSN, était impliqué au moment de l'inondation de 1999. "L'eau avait pénétré loin du front de mer. On se demandait si elle ne venait pas d'une remontée de la nappe phréatique. L'analyse menée au centre de crise de l'IRSN avait révélé que non", se souvient-il.

Avec son équipe d'experts, il étudie les caractéristiques des sites d'implantation des installations en termes d'aléas géologiques – dont les séismes –, hydrologiques – dont les inondations – et météorologiques. Il mène une activité de recherche et de veille : "Après les récentes crues dans le Var, ou la tempête Xynthia, même si aucune installation n'a été affectée, mon équipe envisage les conséquences qu'auraient eu ces phénomènes. Elle intègre les probabilités dans nos traitements statistiques", décrit-il.

AU MOMENT DE L'INONDATION

1. Pertes électriques.

L'inondation en 1999 a entraîné des pertes électriques externes. Des groupes électrogènes de secours ont dû être utilisés.

2. Une digue de protection insuffisante.

En 1999, la digue qui "ceinture" la centrale s'élevait à 5,2 m côté Gironde pour une hauteur d'eau évaluée en 1983 à 5,02 m.

3. Galeries techniques noyées.

L'eau a envahi plusieurs locaux contenant des matériels importants pour la sûreté.

4. Station de pompage noyée.

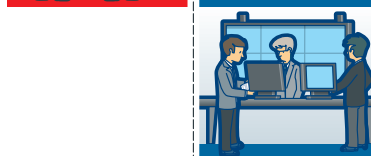
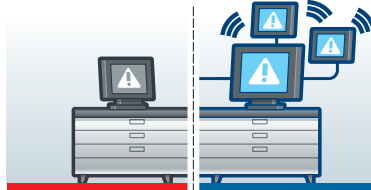
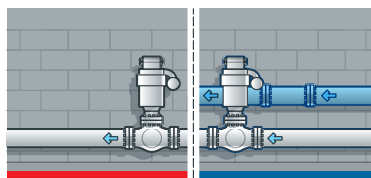
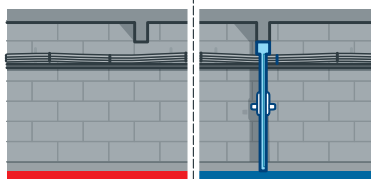
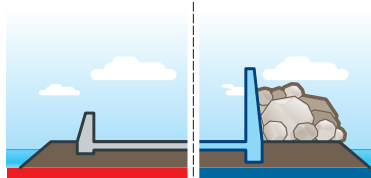
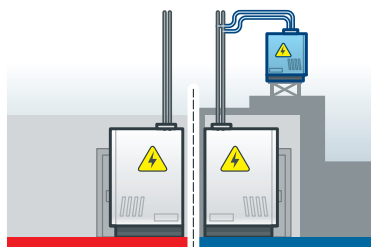
Deux des quatre pompes du circuit SEC (eau brute de sauvegarde) du réacteur numéro 1 ont été noyées. Le niveau de sûreté a été dégradé sans affecter le refroidissement du cœur.

5. Système d'alerte non pris en compte.

Une alarme de niveau haut de la Gironde est apparue le 27 décembre 1999 vers 22 h. Les équipes de conduite ne l'ont pas traitée comme telle.

6. Les équipes de crise sont intervenues.

Une cinquantaine d'agents EDF d'astreinte ont été appelés pour renforcer les équipes présentes.



DEPUIS L'INONDATION

1. Groupes électrogènes rajoutés.

Des groupes – un par réacteur – ont été mis sur les toits des bâtiments des auxiliaires nucléaires pour parer une défaillance des groupes électrogènes de secours.

2. Renforcement des systèmes de protection.

Les digues ont été réhaussées à 6,20 m en front de la Gironde. Elles ont été renforcées par un enrochement de blocs de 1,5 à 2,5 t. Un mur pare-houle de 8,50 m de haut complète le dispositif. La digue arrière a été réhaussée à 5,75 m.

3. Protection volumétrique.

Les locaux contenant des équipements importants pour la sûreté ont été rendus étanches par obturation des ouvertures jusqu'à une hauteur de 20 cm au-dessus du sol.

4. Mise en place d'appoints en eau supplémentaire.

Ils sont ou seront créés pour refroidir le réacteur.

5. Alerte météo plus efficace.

Il utilise des valeurs météorologiques différentes (vitesse du vent) pour mieux anticiper le risque d'inondation. Les premières actions de vigilance sont réalisées 36 h avant le risque.

6. Mise en place de la FARN.

La Force d'action rapide du nucléaire est déployée progressivement depuis 2012, à la suite de Fukushima. Elle doit intervenir sous 24 heures en cas d'urgence sur n'importe quel réacteur en France.

7. Création d'un centre de crise local (CCL) pour gérer des événements extrêmes.

L'installation pourra accueillir sur plusieurs jours les agents FARN et des experts qui travailleront avec EDF et les pouvoirs publics.

3 questions à... **William Fatoux**

Chargé de site IRSN de la centrale de Gravelines

●●● L'équipe de Patricia Dupuy, spécialiste de l'analyse de sûreté des réacteurs, examine la protection des centrales contre de telles **agressions** (lire glossaire p. 6).

Elle étudie les effets d'une inondation sur un site – par exemple, le bouchage d'une prise d'eau par des débris charriés par une crue –, les équipements à protéger, les dispositions matérielles, procédures et systèmes d'alerte prévus... "Nous expertisons les dossiers de l'exploitant sur ces sujets. Par exemple, lors des réexamens de sûreté, tous les dix ans, ou après des événements marquants comme celui du Blayais", détaille-t-elle.

En 2013, édition du "guide inondations"

En 2003, des crues exceptionnelles affectant des installations de Tricastin (Drôme et Vaucluse) ont nécessité une meilleure prise en compte des risques d'inondation. Un groupe de travail piloté par l'IRSN et l'ASN et regroupant des experts du domaine a proposé une révision de la RFS. Ce qui a abouti à l'édition par l'ASN, en avril 2013, d'un *Guide inondations*, relatif à la protection des installations nucléaires de base contre les inondations externes. Les équipes de l'IRSN

Quelle est la situation de Gravelines par rapport aux risques d'inondation ?

La centrale est située en bordure de la Mer du Nord. À la conception, la plateforme de la centrale a été calée à un niveau supérieur à la cote majorée de sécurité (CMS). En 1979, à la suite de la réévaluation de la CMS, des dispositifs anti-inondation ont été mis en place le long du canal d'amenée. La CMS a été réévaluée en 1997 à un niveau légèrement inférieur et la revue REX Blayais a confirmé cette valeur, applicable à ce jour.

À quelles modifications a conduit la démarche REX Blayais ?

Il a été décidé d'adopter une marge de 20 cm supplémentaire pour le dimensionnement des protections physiques. Le muret bordant le canal d'amenée a été surélevé. Des protections ajoutées au niveau de l'accès est.

D'autres modifications ont-elles été entreprises ?

Oui, à la suite de la prise en compte de nouveaux aléas. L'aléa "pluie régulière continue", associé à un niveau de la mer élevé, pourrait conduire à des débordements des stations de relevage du réseau d'égouts. Des modifications ont été réalisées pour permettre le fonctionnement de ces stations quel que soit le niveau de la mer. Les matériels importants pour la sûreté des réacteurs sont dans des locaux étanches. La conduite à tenir par les opérateurs en cas d'inondation externe a été définie dans un document spécifique.



examinent comment l'exploitant EDF applique les nouvelles consignes de ce guide.

À la suite de l'accident de Fukushima, en 2011, l'ASN a demandé aux exploitants, lors des Évaluations complémentaires de sûreté (ECS), de s'assurer de la robustesse des installations pour des inondations plus extrêmes. Les retours de ces ECS n'ont pas remis en cause les principes édictés dans le guide, mais conduiront à de nouveaux renforcements de la protection des centrales. ■



Pour en savoir plus

- *Rapport sur l'inondation du site du Blayais survenue en 1999 (IPSN, 2000) paru le 17 janvier 2000.* www.irsn.fr/blayais99
- *Rapport sur l'aléa inondation-État de l'art préalable à l'élaboration du guide inondation pour les installations nucléaires, cosigné par 15 établissements publics scientifiques et entreprises.* www.irsn.fr/alea-inondation
- *Guide de l'ASN relatif à la protection des installations nucléaires de base contre les inondations externes (ASN, 2013).* <http://professionnels.asn.fr>

AILLEURS La centrale de Sainte Lucie, en Floride



La centrale nucléaire de Sainte Lucie, en Floride.

D. Rainey Logan

Le 9 janvier 2014, le réacteur n°1 de la centrale de Sainte Lucie, aux États-Unis, fonctionnait à 100% de sa puissance quand le site a fait face à des pluies exceptionnelles. Ces précipitations ne dépassaient pas les valeurs retenues à la conception des installations, mais le système de drainage des eaux pluviales était dégradé. L'eau a pénétré dans le bâtiment des auxiliaires nucléaires par deux conduits endommagés. Ces derniers n'étaient pas conçus pour faire face à une inondation. L'inondation a affecté l'ECCS – le système d'injection de sécurité dans le circuit primaire pour refroidir le cœur. Les opérateurs ont évacué l'eau par un système d'exhaure hors du bâtiment sans qu'il y ait de conséquence réelle pour la sûreté. Un examen a révélé quatre autres conduits non équipés de protection, défauts non mis en évidence par l'inspection deux ans auparavant. Des mesures correctives ont été réalisées depuis. Les enseignements de cet épisode complètent ceux de Fukushima dans le cadre de la révision du "Guide d'évaluation contre les inondations externes", menée par la Commission de régulation nucléaire des États-Unis (US.NRC). ■

Des rapports publics plus informatifs et accessibles

Les rapports édités par l'Institut sur la sûreté et la radioprotection des installations nucléaires sont-ils utiles et accessibles à la société civile ? Après un échange avec des lecteurs, des évolutions ont été apportées sur leur contenu et leur forme.

“ Les rapports de l'Institut m'ont permis de bien comprendre les problématiques liées à la sûreté et à l'environnement, dans un contexte réglementaire ardu pour les profanes, explique Dominique Dolisy, ingénieur du génie rural et docteur à l'École des hautes études en sciences sociales. J'ai trouvé des informations sur les risques liés au transport radioactif, difficiles à appréhender. Le travail rendu sur 'le management de la sûreté en arrêt de tranche' est remarquable. Les enjeux des années à venir ont bien été mis en évidence.”

Écho similaire de Bernard Zenner, premier adjoint au maire de Cattenom, en Moselle : “Grâce à ces documents, je me suis informé sur des événements survenus dans le passé dans certaines centrales françaises. Et sur les conclusions émises par l'IRSN à l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN), sur les analyses de l'exploitant quant aux moyens utilisés pour éviter qu'ils ne se reproduisent. J'ai découvert l'importance du nombre de colis de sources radioactives en milieu hospitalier et la question sensible de leur transport.”

Forme et contenu

Le témoignage de ces deux membres de la société survient après l'évolution apportée à la forme et au contenu de trois rapports publiés périodiquement par l'IRSN. Le premier porte sur les réacteurs électronucléaires (REP) d'EDF, le deuxième sur les autres installations nucléaires. Le troisième s'intéresse au transport de substances radioactives à usage civil. Ces modifications ont été apportées après un échange avec une quinzaine



Les séminaires à destination des commissions locales d'information (CLI) aident à la compréhension des sujets de sûreté et de radioprotection.

de lecteurs. Les deux premiers documents remaniés portent sur la sûreté du parc EDF et sur le transport. Comment s'est déroulé cet échange ? “Nous avons réuni des membres de commissions locales d'information (CLI) et de secrétariats permanents pour la prévention des pollutions industrielles (SPPPI), pour réfléchir à la façon de rendre les rapports plus lisibles, tout en conservant leur caractère technique”, mentionne Véronique Leroyer, chargée de mission “ouverture à la société”, responsable de cette réflexion. Les documents ont été discutés au cours d'une réunion au printemps 2014. Une année après, en mars 2015, ils ont été à nouveau présentés aux lecteurs.

Aider à la compréhension

“Nous avons pris en compte l'avis de nos lecteurs”, précise Laurence Samier, responsable de l'élaboration desdits rapports. Nous avons décidé

de mettre en avant certains faits marquants et de rappeler des informations utiles pour la compréhension des sujets.” Exemple : la dernière édition du rapport REP présente le fonctionnement d'un réacteur à eau sous pression.

“L'IRSN participe à la politique de transparence et d'information du public en éditant ces rapports, souligne Laurence Samier. Il ne s'agit ni de rassurer les gens ni de les affoler. Nous donnons la position de l'Institut sur la sûreté et la radioprotection des installations ou des transports, en aidant à la compréhension des enjeux.”

Comme le remarque Bernard Zenner, “ces rapports remplissent leur mission. Ils éclairent les enjeux. Ils constituent une aide dans le dialogue entre la population, les élus, les exploitants des centrales et les hôpitaux.” ■

Grégoire Maisonneuve/IRSN

**Personne compétente
en radioprotection**

Des profils en mutation

Garantes de la radioprotection des travailleurs dans toute entreprise produisant ou utilisant des rayonnements ionisants, les “personnes compétentes en radioprotection” (PCR) portent une responsabilité importante sur leurs épaules. Un nouveau dispositif de formation, l’appui des experts et une organisation en réseaux leur permettront de mener leurs missions plus efficacement.

Suivi dosimétrique,
zonage, formation...
La PCR effectue
des tâches multiples.
Ici, mesure du débit
de dose avec
un débitmètre.

Des centrales aux agences immobilières, en passant par les hôpitaux, les aéroports, les universités ou l'industrie agroalimentaire, partout, des travailleurs utilisent des sources de rayonnements ionisants. Et partout, des "personnes compétentes en radioprotection" (PCR) veillent sur leur sécurité. Pour mieux les armer dans leurs missions, une réforme de la formation (arrêté de 6 décembre 2013) est entrée en vigueur le 1^{er} juillet 2014, en attendant, d'ici à 2018, une évolution du statut des PCR liée à la transposition en droit français d'une directive européenne Euratom (*lire encadré p. 14*).

Technicien, ingénieur ou chercheur

Les PCR seraient entre 8000 et 15000. L'utilisation des rayonnements ionisants s'est diversifiée et leurs fonctions ont évolué. "Les usages des rayons ont bien changé, observe Jean-Pierre Vidal, expert en radioprotection à l'IRSN. Au cours des vingt-cinq dernières années, la gammagraphie s'est développée dans l'industrie. Dans l'immobilier, des analyseurs à fluorescence X servent à détecter le plomb dans les peintures. Pensez aussi aux appareils à rayons X qui scannent les bagages dans les aéroports. La radiographie interventionnelle s'est développée : les chirurgiens guident leur geste opératoire en temps réel grâce à l'imagerie. Des appareils de radiographie sont utilisés dans les cabinets dentaires."

Les PCR regroupent des personnes aux parcours et aux profils variés, comme le relate Christian Lefauve, animateur de la Coordination des réseaux de PCR et acteurs de la radioprotection (CoRPAR) : "Dans le milieu médical, elles sont souvent des manipulateurs en radiologie, des techniciens de médecine nucléaire ou des physiciens médicaux. Dans les grands établissements, elles exercent cette fonction à plein temps. À l'université, il s'agit en général de chercheurs. Dans l'industrie non-nucléaire, ce sont fréquemment des ingénieurs qui couvrent d'autres champs du risque professionnel. ●●●

●●● Dans le nucléaire, il existe des services de radioprotection où plusieurs PCR exercent à plein temps. Les petites structures – les cabinets dentaires, vétérinaires –, n'ont pas besoin d'une personne à demeure et elles font appel à des PCR externes, souvent des sociétés spécialisées."

Au cours des années, la réglementation a pris en compte l'évolution des missions des PCR sur le terrain. Cette fonction a été créée en 1967, par un décret du ministère du Travail. En imposant limites de doses et contrôles, il a induit la nécessité dans les établissements concernés d'avoir une personne chargée de suivre les doses reçues par les travailleurs, de tenir des registres des expositions et de mettre en œuvre des moyens

de prévention : équipements de protection, mesures d'urgence en cas d'incident...). Depuis 1986, la PCR a obligation de se former. Depuis 2005, une mise à jour des connaissances est impérative au maximum tous les cinq ans.

Un niveau bac sera nécessaire

En 2013, l'arrêté du 6 décembre a accru les exigences (voir tableau dans le webmagazine). À partir du 1^{er} janvier 2016, la PCR ne pourra exercer que dans les secteurs, les options et le niveau (ou à un niveau inférieur) précisés sur son certificat de formation.

Jusqu'à là, aucune formation initiale n'était exigée. Désormais, un niveau

bac scientifique ou technologique sera requis. "Une bonne chose, considère Patrice Fraboulet, responsable des formations à l'IRSN. C'était le cas pour environ 90 % des PCR formées. Certains étaient en difficulté pour comprendre les notions scientifiques ou pour réaliser des calculs complexes. Ce prérequis homogénéisera le niveau vers le haut. Les candidats seront plus à l'aise dans la formation."

Il n'y aura plus un seul niveau de formation mais trois, selon les risques rencontrés. De nouveaux secteurs bénéficieront de formations spécifiques : le transport pour le niveau 1, ou les sites de gestion de déchets pour le niveau 3. Pour tous, l'accent sera mis sur la pratique, avec plus d'exercices appliqués, et moins sur

Quelles sont les six principales missions des PCR ?

Désignée par l'employeur et ayant bénéficié d'une formation spécifique, la "personne compétente en radioprotection" (PCR) joue un rôle d'informateur et de formateur au cœur du dispositif de radioprotection des travailleurs exposés aux rayonnements ionisants. Elle a en charge diverses missions : évaluer les risques, réaliser le zonage...



Antoine Dagan/Spécifique/IRSN - Source : IRSN

la théorie. Ce point inquiète Patrice Fraboulet: *“Comment faire tenir la quantité d’informations théoriques en moitié moins de temps qu’avant?”* Autres nouveautés: apprendre à mieux présenter les risques liés aux rayonnements aux travailleurs et à mieux échanger avec l’ensemble des acteurs: employeur, médecin du travail...

La réforme répond aux besoins des PCR

Ces qualités relationnelles ajouteront aux savoirs fondamentaux – connaissances sur la radioactivité, sur les acteurs de la prévention... – et de savoir-faire – faire une étude de poste, appliquer le principe d’optimisation... Enfin, ce ne sont plus les formateurs qui devront être certifiés individuellement, mais les organismes de formation dans leur ensemble. Le cahier des charges pour obtenir cette certification est exigeant. Pour les travaux pratiques, les organismes devront disposer de laboratoires, de matériels de mesure, d’appareils émettant des rayons X et de salles équipées pour ces appareils. *“Cela devrait améliorer la qualité des formations, note Patrice Fraboulet. Cette réforme va dans le bon sens. Elle répond aux besoins des PCR.”* Un groupe de travail pluraliste sur la surveillance radiologique des expositions des travailleurs a été initié par la Direction générale du travail (DGT), en concertation avec l’IRSN et l’Autorité de sûreté nucléaire (ASN). Il souhaite un élargissement de l’accès par les PCR à l’ensemble des données dosimétriques – certaines relevant aujourd’hui du secret médical. Ce groupe recommande une meilleure articulation de la radioprotection avec la prévention des autres risques professionnels, ou une nouvelle organisation de la dosimétrie, combinant suivi au long cours et fonction d’alerte immédiate. ■



À lire sur le webmagazine

- La formation des PCR
- Formation obligatoire
- Comment est organisée la radioprotection des travailleurs à l’étranger

Des missions multiples à accompagner

Sur le terrain. Comment les PCR vivent-elles leurs missions au quotidien? Quels sont les freins rencontrés? Comment s’organisent-elles pour échanger et ne pas être isolées? Comment l’Institut les aide dans leur rôle? Reportage.



Grégoire Maisonneuve/IRSN

La PCR forme et informe le personnel soumis à des rayonnements ionisants.

“C’est ceinture et bretelles!”, affirme Thierry Sarrazin. Pour cet adepte d’activités à risque, comme la plongée sous-marine, et chef du service de physique médicale du Centre de lutte contre le cancer Oscar Lambret, à Lille (Nord), *“la sécurité ne se négocie pas!”* Dans le couloir du service de radiothérapie, les trisecteurs sur les portes rappellent la présence des sources. Derrière ces portes, d’autres portes, blindées, puis des murs d’un à deux mètres d’épaisseur, en chicanes, protègent le reste du monde des radiations. Les murs donnant sur l’extérieur font jusqu’à trois mètres d’épaisseur.

Thierry Sarrazin y a été PCR plus de vingt ans. En 2012, il a recruté une PCR à plein temps, Beya Hajji, titulaire d’un master en radioprotection. Auparavant, elle avait déjà exercé dans d’autres hôpitaux. *“C’est important de choisir une personne expérimentée qui vient d’un autre établissement, explique Thierry Sarrazin. Elle peut plus facilement s’imposer auprès de ses collègues, avec qui elle n’a pas de lien affectif.”*

“Je passe trois fois par jour dans les services pour rappeler que j’existe et qu’il faut bien porter son dosimètre, détaille la jeune femme. En formation, je familiarise le personnel ●●●

●●● avec la radioactivité. Je travaille à diminuer les peurs.” Thierry Sarrazin acquiesce : “Quand on ne sait pas, on a peur de tout. Certaines femmes de ménage confondaient le rayon lumineux rouge destiné à cibler le traitement sur le patient avec le rayonnement lui-même...” Au Centre Oscar Lambret, la PCR est soutenue : “J’ai rendez-vous toutes les deux semaines avec le directeur. Il n’hésite pas à rappeler à l’ordre un praticien tardant à renouveler sa formation en radioprotection. Je travaille en bonne entente avec le médecin du travail. Avec lui, j’enquête en cas d’alerte de forte dose.”



Laurent Zylberman/Graphix-Images pour IRSN

Un rôle parfois mal reconnu

La situation est moins rose pour beaucoup d’autres PCR qui, souvent, se sentent mal reconnues. Un positionnement hiérarchique insuffisant dans l’organigramme et l’absence d’appui de l’employeur sont des handicaps auxquels les PCR sont souvent confrontées. Dans l’agroalimentaire où des bouteilles peuvent être radiographiées pour vérifier l’absence de corps étrangers, la radioprotection n’est parfois pas la priorité. À l’entrée des prisons où des contrôleurs de bagages à rayons X sont utilisés, d’autres questions de sécurité priment. Dans certaines entreprises, la PCR n’est en fait qu’une obligation à

À la Somanu, société de maintenance nucléaire comptant une centaine de travailleurs, la PCR veille à la surveillance quotidienne de la dose reçue par le personnel.

remplir pour l’employeur : il paye sa formation sans lui donner les moyens d’exercer pleinement ses missions. Chez Horus, un groupe qui réalise des contrôles et essais non destructifs dans le nucléaire, la radioprotection est prise très au sérieux. Adeline Pagès, PCR, y travaille avec une équipe de 20 radioprotectionnistes pour 320 employés. “Il est parfois difficile de faire comprendre aux donneurs d’ordres – centrales et autres industries – qu’ils doivent intégrer dans le coût de la prestation le contrôle réalisé par nos techniciens et celui des PCR”, souligne-t-elle.

Pour renforcer leur positionnement, les PCR se sont organisées en réseaux régionaux (voir carte p.15). “Dans l’entreprise, ils peuvent dire ‘nous’, plutôt que ‘je’”. Cela leur donne plus de poids”, explique Christian Lefaire, animateur de la Coordination des réseaux de PCR et acteurs de la radioprotection (CoRPAR). Ces réseaux organisent des rencontres. Hélène Tournier, qui exerce en indépendante auprès de 90 cabinets dentaires dans la région toulousaine, explique : “Cela me permet de ne pas être isolée”. Grâce à des interventions d’experts, elle met à jour ses connaissances.

Transposition de la directive Euratom Une évolution, pas une révolution

La nouvelle directive 2013/59/Euratom a été publiée le 5 décembre 2013. Sa transposition en droit français, avant début 2018, pourrait faire évoluer de nouveau le statut des PCR, pour prendre en compte des notions de Radiation Protection Officer (RPO) et de Radiation Protection Expert (RPE). Toutefois, Yann Billarand, spécialiste de la radioprotection à l’IRSN, rassure : “Elle ne devrait pas entraîner de révolution. Les réflexions visent à adapter le dispositif actuel, en laissant la PCR au cœur des installations, celle-ci étant apte, dans la plupart des situations d’exploitation courante, à assurer le rôle d’expert en radioprotection défini dans la directive. Lorsque la situation l’exige – moment particulier de la vie d’une installation, niveau d’enjeu radiologique –, la PCR pourrait recourir à une compétence complémentaire en radioprotection dans l’entreprise ou en externe.” ■

Partage d’expérience en réseau

Céline Reuter, responsable de l’Inventaire national des sources radioactives à l’IRSN, y a présenté le système Sigis¹, où les PCR renseignent les sources présentes dans leur entreprise. En réseau, elles partagent leur expérience, à travers des exposés, comme une étude sur des gants atténuateurs pour protéger les mains du praticien en cardiologie interventionnelle. Pour les institutions publiques, c’est l’occasion d’entendre des remontées de terrain. “L’Institut adapte le Système d’information de la surveillance de l’exposition aux rayonnements ionisants (Siseri), où les PCR renseignent et consultent certaines données dosimétriques des travailleurs². Elles peuvent créer des listes du personnel, en fonction des services de

leur entreprise”, note Pascale Scanff, en charge de Siseri.

Sur un autre registre, Yann Billarand, expert en radioprotection à l’IRSN, est invité par la CoRPAR. Cette dernière bénéficie du soutien de l’Institut par une convention qui prévoit des retours d’expérience des professionnels.

Autre secteur, autre profil de PCR. La Somanu (Société de Maintenance Nucléaire), basée à Maubeuge (Nord), est une filiale d’Areva. Avec ses 60 employés, c’est une petite entreprise. Pourtant, ses 4000m² d’ateliers “chauds”, zones contrôlées, et ses 2000m² d’entrepôts, abritent des pompes primaires pesant jusqu’à 50 tonnes, des conteneurs de combustible, etc., venant de centrales du monde entier.

Une centaine de travailleurs, en comptant les salariés des entreprises clientes et de sous-traitants, s’activent à leur réparation ou leur démantèlement. “De tels moyens, c’est quasi unique au monde”, constate Jean-Claude Sotiaux, PCR de l’entreprise.

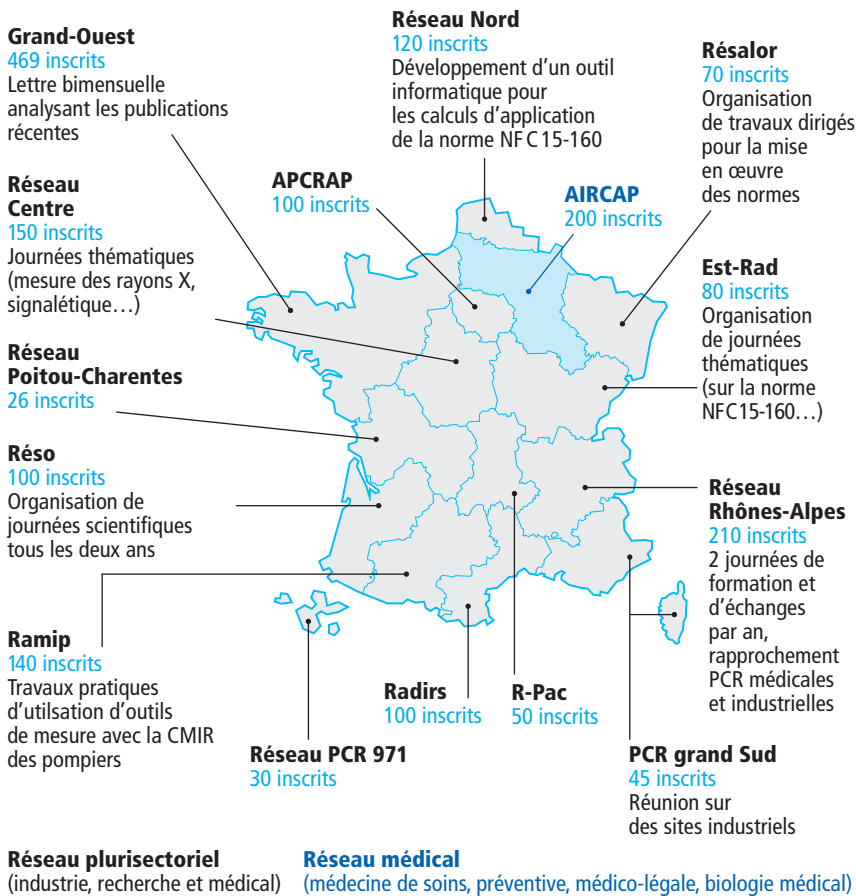
La dosimétrie, une priorité

Pour assurer la sécurité des travailleurs et la protection de l’environnement, il s’appuie sur six radioprotectionnistes. La surveillance quotidienne de la dose reçue par les travailleurs est sa priorité. Il renseigne les Dossiers d’intervention en milieu radiologique/radioactif (DIMR). Ces documents décrivent les phases du chantier, les moyens de prévention, la dose prévisionnelle et la durée d’intervention pour chaque technicien. Ces données seront confrontées jour après jour aux doses réellement mesurées. Jean-Claude Sotiaux garde un œil sur une centaine de dosimètres passifs – pour la surveillance de l’environnement – et sur les portiques de contrôle à l’entrée et la sortie des ateliers, des vestiaires, et du site lui-même. Il accompagne parfois les équipes, comme bientôt en Chine, pour superviser la décontamination d’un équipement.

Pour réaliser leurs missions, les PCR peuvent s’appuyer sur plusieurs entités de l’Institut. En cas de dose significative, les experts du laboratoire de dosimétrie de l’IRSN (LDI) les aident à

Carte des réseaux régionaux de PCR

Quinze réseaux couvrent aujourd’hui tout le territoire métropolitain et une partie de la France d’Outre-mer. Un seul est spécialisé dans le domaine médical. L’infographie présente quelques exemples d’action.



Antoine Dagan/Spécifique/IRSN

en déterminer la cause. Ils proposent des bilans – répartition et évolution des doses collectives... – à présenter à leur comité d’hygiène, de sécurité et des conditions de travail (CHSCT). Les PCR clientes du LDI peuvent consulter les résultats dosimétriques, dans le respect de la réglementation : les résultats de dosimétrie passive obtenus pour la surveillance individuelle de l’exposition externe n’étant accessibles qu’aux médecins du travail. Pour aider à l’élaboration des études de poste³, l’Institut a élaboré un guide (cf. bibliographie). Le Laboratoire d’analyses médicales radiotoxicologiques (LAMR) présente ses activités lors de séminaires destinés aux PCR et aux médecins du travail. Il participe à leur formation et répond à leurs questions pratiques par téléphone.

Réseaux confraternels et appuis des experts : autant de soutiens qui permettent aux professionnels d’assurer au mieux leur mission. ■

1. Système d’information et de gestion de l’inventaire des sources
2. Dans le respect de la réglementation : certaines données, relevant du secret médical, ne sont accessibles qu’aux médecins.
3. Études dosimétriques de poste de travail, nécessaires pour bien identifier les risques d’exposition aux rayonnements, mettre en œuvre le processus d’optimisation, classer les travailleurs et délimiter les zones de travail.



À voir sur le webmagazine

- Reportage à la Somanu
- Études de poste



À lire sur le webmagazine

- PCR et CSE : cumul des mandats ?
- Reportage : le quotidien d’une PCR médicale

Nouvelle norme NF C 15-160, faciliter les calculs

Solutions. Comment respecter la norme NFC 15-160, qui définit les exigences pour les installations génératrices de rayons X ? L'IRSN propose une formation. Les réseaux de PCR ont mis en commun un tableur pour faciliter les calculs.

Hôpitaux, industries, cabinets dentaires ou vétérinaires... Beaucoup s'arrachent les cheveux sur les formules de calcul. La norme NF C 15-160 définit les dispositions à mettre en œuvre dans les installations où sont utilisés des rayons X afin de protéger les personnes qui travaillent à leur proximité.

Une première version de la norme datait des années 1970. *“Déclinée par domaines d'activité, elle était très simple à appliquer, rappelle David Céliier, expert en radioprotection à l'Unité d'expertise en radioprotection médicale de l'IRSN. Un tableau indiquait, selon l'installation, l'épaisseur de plomb à apposer sur les murs des salles abritant les appareils. Une nouvelle version de la norme a été publiée en 2011. Elle devra être utilisée à partir du 1^{er} janvier 2016 pour les nouvelles installations.”*

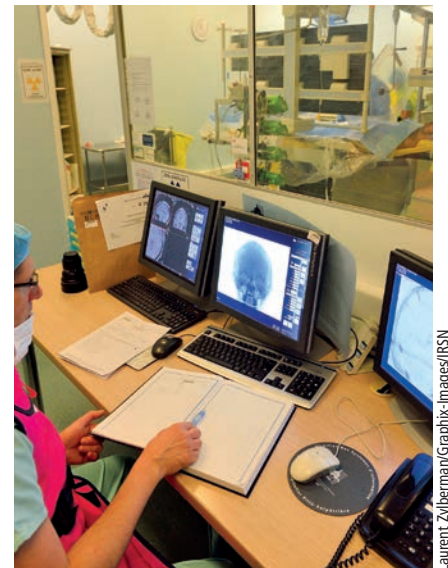
Un des buts de cette nouvelle mouture : adapter les blindages aux véritables conditions d'utilisation des appareils. Une installation utilisée seulement quelques fois par semaine pourra être dotée de protections moins

épaisses qu'une installation de même type à usage quotidien. Pertinent, mais les tableaux de valeurs d'épaisseurs de plomb “prêtes à l'emploi” ont laissé place à des calculs nécessitant l'utilisation de formules mathématiques et de courbes.

Une journée de formation théorique et pratique

Pour aider les PCR et les autres professionnels concernés – exploitants, bureaux d'études... –, l'Institut a créé une formation d'une journée. *“La matinée porte sur la théorie et l'après-midi sur des exercices, décrit l'expert. L'objectif est de dédramatiser les calculs. Nous décortiquons les formules ne contenant que des opérations simples. Nous expliquons où trouver les données nécessaires.”*

L'Association française de normalisation (Afnor), qui a publié la norme, devrait réunir un groupe de travail pour réfléchir à des améliorations. Les réseaux PCR ont mis en commun un tableur pour faciliter les calculs. *“La version bêta est en cours de test. Le tableur devrait être*



Laurent Zylbermann/Graphix-images/IRSN

Les installations d'imagerie médicale sont visées par la norme NFC 15-160.

disponible sur le site de la Corpar fin 2015 ou début 2016”, explique Christophe Tourneux, du réseau Aircap, qui a travaillé sur ce projet avec Geoffrey Desmuliez, de R2Nord. Attention, “il s'agit d'un outil d'aide qui ne dispense pas de lire et comprendre la norme”, met-il en garde. ■

BIBLIOGRAPHIE

- **Norme NFC 15-160 :** www.afnor.org
- **Recommandations sur les bonnes pratiques** en matière de radioprotection des travailleurs : www.irsn.fr/cristallin
- **Guide Réalisation des études dosimétriques de poste de travail présentant un risque d'exposition aux rayonnements ionisants :** www.irsn.fr/etude-poste-V2
- **Posters Radioprotection des travailleurs :** www-ns.iaea.org

- **Rapport** La sûreté nucléaire et la radioprotection en France en 2013 : www.asn.fr
- **Fiche** Les principes de la radioprotection : www.asn.fr
- **Rôles et missions de la PCR**, sur le site de l'Institut national de recherche et de sécurité au travail : www.inrs.fr

POUR EN SAVOIR PLUS

- **CoRPAR :** <http://corpar.fr>
- **Société française de radioprotection :** www.sfrp.asso.fr
- **Formations :** www.enstti.fr

CONTACTS

- **Radioprotection :** yann.billarand@irsn.fr
jean-pierre.vidal@irsn.fr
- **Formations :** patrice.fraboulet@irsn.fr
david.celier@irsn.fr
formationsfrance@enstti.eu
- **Systèmes d'informations :** pascale.scanff@irsn.fr
celine.reuter@irsn.fr
- **Dosimétrie** nathalie.bolteau@irsn.fr

Construire ou adapter un bunker de radiothérapie

Tout appareil de radiothérapie, pour une utilisation sans risque d'exposition du personnel et du public, doit être installé dans un bunker répondant à un cahier des charges exigeant. Une expertise en radioprotection, comme celle de l'IRSN, est souvent nécessaire.

• **TÉMOIGNAGE** L'ingénieure médicale au Centre hospitalier de Saint-Quentin (Aisne) • **DÉCRYPTAGE** Comment bien dimensionner un bunker ? • **AVIS D'EXPERT** La spécialiste de la radioprotection en milieu médical à l'IRSN

TÉMOIGNAGE

“ Avoir un avis éclairé sur nos propres calculs ”

Maria Grassano est ingénieur médical au Centre hospitalier de Saint-Quentin (Aisne). Elle conseille la direction pour l'achat de matériel, assure la maintenance des équipements médicaux et forme le personnel à leur utilisation.

“ Pour répondre aux besoins de traitements des patients, nous avons décidé d'acquérir un appareil de tomothérapie* pour compléter nos équipements de radiothérapie. Nous nous sommes appuyés sur les compétences de l'IRSN pour avoir un avis supplémentaire sur le dimensionnement de notre bunker.

Nous voulons être sûr de n'oublier aucun paramètre. L'Institut nous a aidés à déterminer la position des points de calcul, à estimer le débit d'équivalent de dose et des équivalents de dose horaire mensuel et annuel aux points considérés, et à évaluer les épaisseurs des parois nécessaires pour atténuer suffisamment les rayonnements.

Rayonnements dans des directions multiples

L'accélérateur de particules d'un appareil de tomothérapie n'est pas fixe : il tourne autour du patient et les rayonnements sont émis dans de multiples directions. Il faut réaliser des estimations de doses en plusieurs points de l'espace. L'IRSN a confirmé en grande partie les préconisations de dimensionnement du bunker proposé par notre propre groupe de travail et par le fournisseur.” ■

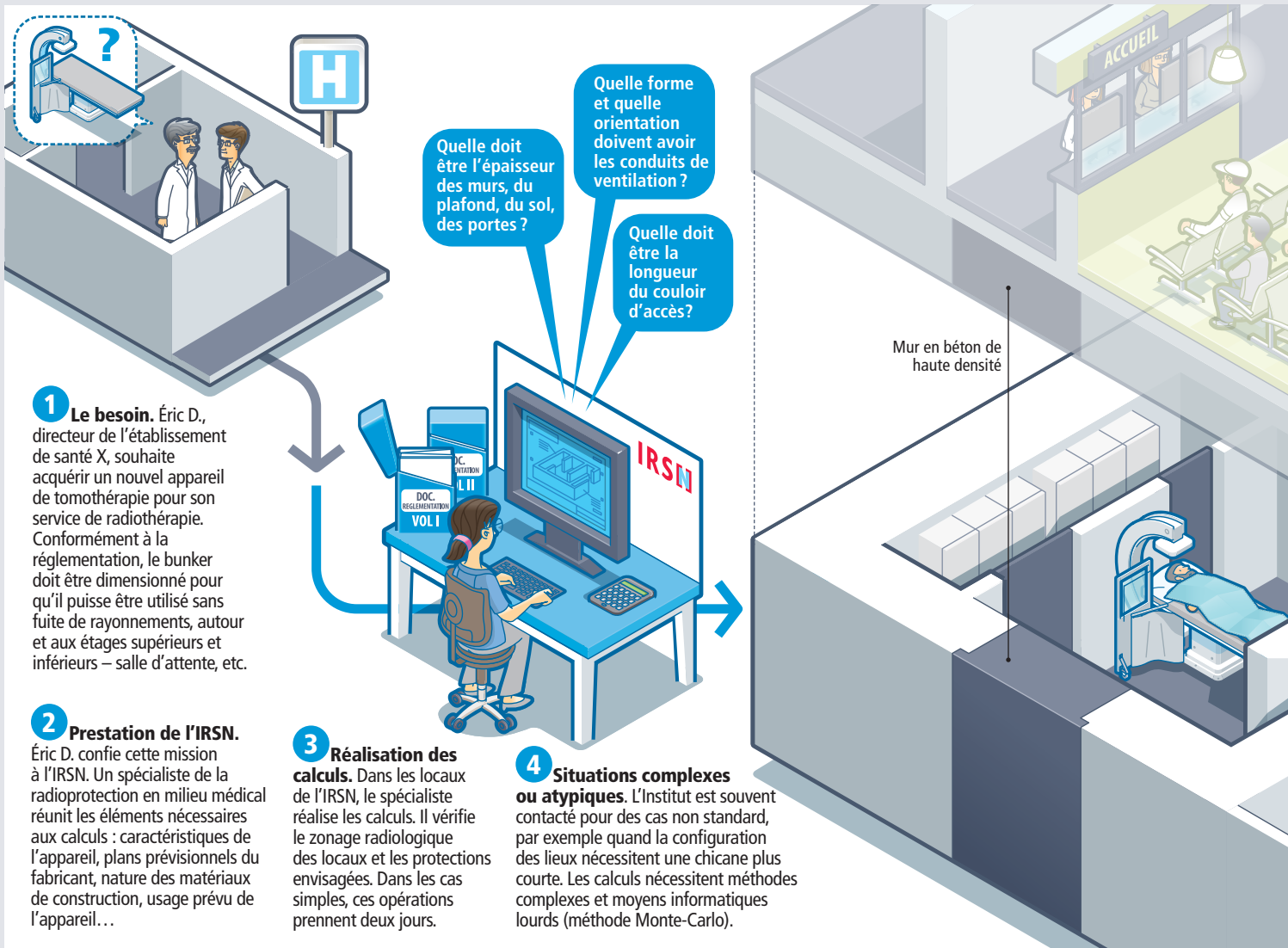
* Technique de radiothérapie guidée par l'image



DÉCRYPTAGE

Comment bien dimensionner un bun

Les accélérateurs de particules utilisés pour traiter les cancers – radiothérapie, dans des salles spécialement adaptées, des “bunkers” protégeant l’extérieur. Les établissements de santé doivent réaliser des calculs complexes avant leur installation. Les experts de l’Institut peuvent les appuyer.



1 Le besoin. Éric D., directeur de l’établissement de santé X, souhaite acquérir un nouvel appareil de tomothérapie pour son service de radiothérapie. Conformément à la réglementation, le bunker doit être dimensionné pour qu’il puisse être utilisé sans fuite de rayonnements, autour et aux étages supérieurs et inférieurs – salle d’attente, etc.

2 Prestation de l’IRSN. Éric D. confie cette mission à l’IRSN. Un spécialiste de la radioprotection en milieu médical réunit les éléments nécessaires aux calculs : caractéristiques de l’appareil, plans prévisionnels du fabricant, nature des matériaux de construction, usage prévu de l’appareil...

3 Réalisation des calculs. Dans les locaux de l’IRSN, le spécialiste réalise les calculs. Il vérifie le zonage radiologique des locaux et les protections envisagées. Dans les cas simples, ces opérations prennent deux jours.

4 Situations complexes ou atypiques. L’Institut est souvent contacté pour des cas non standard, par exemple quand la configuration des lieux nécessitent une chicane plus courte. Les calculs nécessitent méthodes complexes et moyens informatiques lourds (méthode Monte-Carlo).

Réglementation

- La protection générale de la population et celle des travailleurs contre les rayonnements ionisants sont réglementées à la fois par le **Code du travail** (principalement article L4451-1 et suivants), ainsi que l’arrêté d’application du 15 mai 2006, dit “arrêté zonage” ;
- et par le **Code de la santé publique** (article L1333-1 et suivants et article L1337-1 et suivants).

En chiffre

- **180 cm** d’épaisseur des murs en béton de haute densité
- **2 mètres** de béton de haute densité pour la dalle supérieure
- **6 cm** de plomb et **20 cm** de paraffine pour la porte blindée

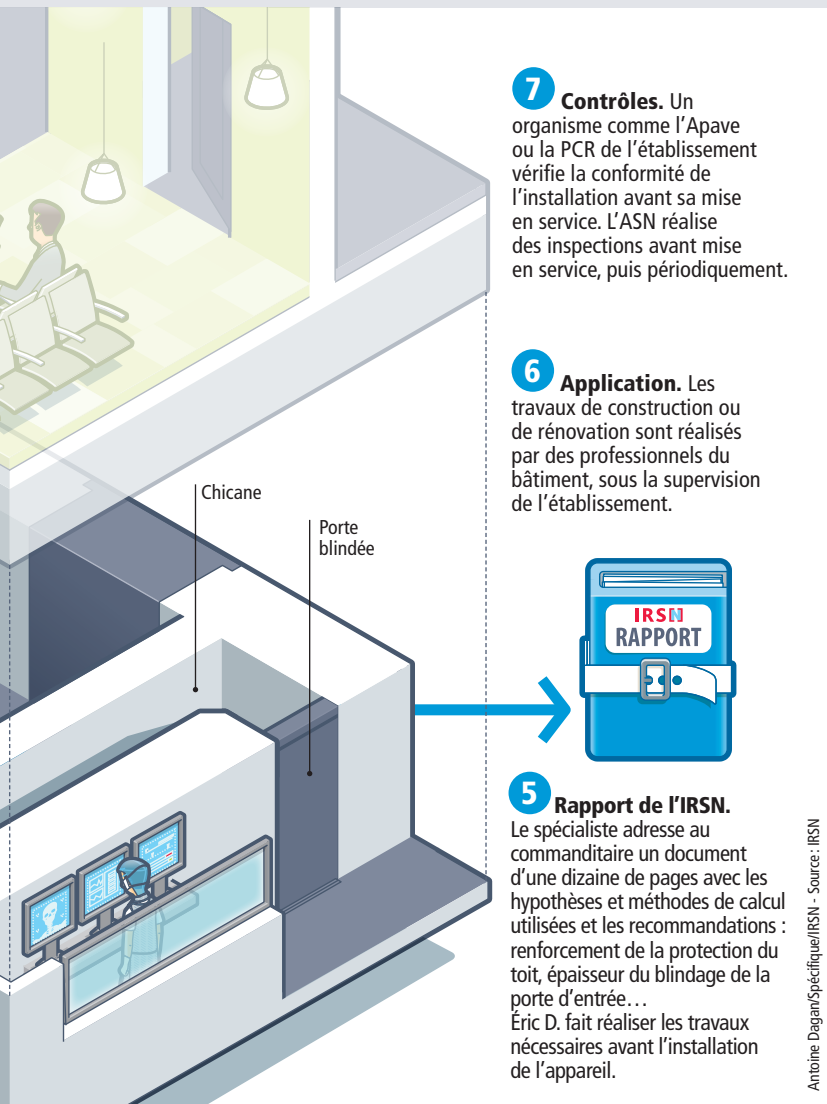
Glossaire

- **Méthode Monte-Carlo** : famille d’algorithmes permettant de calculer des valeurs à partir de procédés aléatoires et de probabilités. Elle est très utilisée en modélisation.
- **Zonage radiologique** : c’est un balisage réaliste, visible, compréhensible et réévalué régulièrement en cas de changement de l’activité de l’installation. Il permet aux opérateurs d’identifier clairement les zones à risques et d’utiliser les dispositifs de radioprotection adéquats.

Source : IRSN

ker de radiothérapie ?

radiochirurgie – doivent être abrités des rayonnements émis. construction ou à leur modification.



7 Contrôles. Un organisme comme l'Apave ou la PCR de l'établissement vérifie la conformité de l'installation avant sa mise en service. L'ASN réalise des inspections avant mise en service, puis périodiquement.

6 Application. Les travaux de construction ou de rénovation sont réalisés par des professionnels du bâtiment, sous la supervision de l'établissement.

5 Rapport de l'IRSN. Le spécialiste adresse au commanditaire un document d'une dizaine de pages avec les hypothèses et méthodes de calcul utilisées et les recommandations : renforcement de la protection du toit, épaisseur du blindage de la porte d'entrée...
 Éric D. fait réaliser les travaux nécessaires avant l'installation de l'appareil.

Antoine Dagan/Spécifique/IRSN - Source : IRSN

AVIS D'EXPERT

“ Des calculs de plus en plus complexes ”

“ Dans les établissements de santé, seuls les physiciens médicaux sont susceptibles d'avoir les compétences pour réaliser les calculs de dimensionnement des bunkers de radiothérapie. Ces établissements font souvent appel à des spécialistes comme l'IRSN, car la responsabilité finale de ce juste dimensionnement et de la bonne réalisation des travaux leur incombe. Les calculs sont de plus en plus complexes, en raison de l'utilisation de nouveaux matériaux de construction – incluant par exemple des éléments recyclés ou écologiques – et de la tendance à raccourcir les chicane pour accélérer le transport des patients et réduire les coûts. Cela implique de revoir les épaisseurs des murs et des portes blindées. Si l'établissement dispose de peu de moyens ou de temps, l'IRSN peut proposer une réponse courte : sans faire tous les calculs, il rend un avis sur la méthode et les hypothèses de calcul de l'exploitant ou du fournisseur de l'appareil pour réaliser ses plans prévisionnels. L'exploitant peut alors se retourner vers ce dernier ou une société de service pour revoir la méthode.” ■

Laurent Zylberman/Graphix-Images/IRSN



Sylvie Derreumaux
 spécialiste de la radioprotection en milieu médical à l'IRSN

Le saviez-vous ?

- **L'IRSN fournit un support technique** aux professionnels de radiothérapie, en particulier aux radiophysiciens, pour le dimensionnement de nouvelles installations ou le redimensionnement de bunkers existants lors d'un changement d'appareil.

Pour aller plus loin

- **Dossier de l'IRSN consacré à la radiothérapie**
www.irsn.fr/radiotherapie.fr

Contact

Unité d'expertise en radioprotection médicale de l'IRSN
 Tél. 01 58 35 92 86 et rmed@irsn.fr

L'expert et la société

Retour d'expériences. Très sollicités par les médias, les experts sont aujourd'hui des figures familières de notre société en attente de réponses assurées et légitimes. Thierry Charles, directeur général adjoint chargé de la sûreté nucléaire à l'IRSN, et Grégory Rolina, chercheur associé à Mines ParisTech, confrontent leur vision sur l'évolution du métier d'expert.

À RETENIR

- **Les médias valorisent la figure de l'expert individuel.** Or plusieurs cas de figure existent : expertise scientifique collective à l'IRSN, commissions d'experts indépendants dans le médicament...
- **D'experts sachant à experts pédagogiques.** La loi sur la transparence de 2006 et l'ouverture à la société civile ont fait évoluer le métier.
- **Le risque de dépendance** est minimisé grâce à la dimension collective de l'expertise et au temps long du dialogue technique entre l'Institut et l'exploitant.

Vous reconnaissez-vous dans l'image publique de l'expert telle qu'elle a été popularisée par les médias ?

Thierry Charles : Cette image valorise une figure, celle de l'expert individuel. À l'IRSN, nous en sommes loin. Ici, ce sont des spécialistes qui travaillent au sein d'une institution publique, porteuse d'une expertise scientifique collective. Notre objectif est de construire un avis argumenté sur une question posée en nous entourant d'une pluralité de compétences.

Grégory Rolina : Dans de nombreux domaines, l'expertise repose sur des commissions rassemblant des spécialistes réputés, parfois certifiés, qui fournissent une prestation ponctuelle. L'expertise de sûreté

nucléaire fonctionne différemment. Elle s'appuie sur une organisation collective de compétences spécialisées par type de risque, d'installation, et sur un dialogue technique continu avec les exploitants.

En dehors de la médiatisation, quelles ont été les principales évolutions du métier d'expert ?

T. C. : Si les fondamentaux de notre métier restent – compétence, rigueur, dialogue constructif... –, les conditions dans lesquelles nous l'exerçons ont beaucoup évolué ces dernières années. Avant la loi sur la transparence de 2006, nous fonctionnions dans un système à trois entre l'exploitant, l'Autorité et nous. Aujourd'hui, nos avis sont publics, ce qui nous donne une plus grande visibilité.

L'ouverture à la société civile, à travers les commissions locales d'information (CLI) et l'Association nationale des comités et CLI (ANCCLI), a fait évoluer notre métier. Nous devons rendre compte de notre travail, expliquer nos conclusions et intégrer les remarques qui nous sont faites. D'experts sachant, nous sommes également devenus experts pédagogiques. Expertiser aujourd'hui, c'est interagir avec notre environnement.

Thierry Charles

est directeur général adjoint de l'IRSN, chargé de la sûreté nucléaire. Après un diplôme d'ingénieur des Mines d'Alès et un DEA de chimie physique, il a consacré sa carrière à la sûreté nucléaire. Il est membre de plusieurs groupes permanents d'experts (GP) de l'ASN. Auteur d'un dossier sur la sûreté des usines nucléaires pour Les techniques de l'ingénieur, il assure divers enseignements dans le domaine.

“ Pour bien expertiser, nous devons avoir accès à la vraie vie de l'installation. Pas seulement à des dossiers. ”



G. R. : Comme l'avait montré mes analyses sur l'expertise dans le domaine des facteurs humains, le métier d'expert, tel qu'il est pratiqué à l'IRSN, requiert la maîtrise de nombreuses compétences. Si l'ouverture sur la société peut constituer une source de motivation supplémentaire pour l'expert, elle complexifie son travail, qui n'est déjà pas simple. C'est une nouvelle dimension du métier à prendre en compte dans les parcours de professionnalisation de l'Institut.

L'expert participe-t-il à la décision ?

T. C. : Contrairement à de nombreux pays, en France, nous séparons nettement le monde du savoir et de l'expertise de celui de la décision et du contrôle.

L'IRSN s'exprime sous la forme d'un avis à l'issue d'une instruction technique. L'Autorité de sûreté nucléaire décide ensuite en s'appuyant sur cet avis. La société civile a accès aux conclusions de l'expertise et peut ainsi se faire son opinion.

G. R. : Plusieurs recherches en sciences sociales et en droit ont remis en cause cette séparation nette entre les domaines du savoir et de la décision. Dans son ouvrage sur l'expertise, Philippe Roqueplo affirme que celle-ci transgresse inéluctablement les limites du savoir scientifique sur lequel elle se fonde.

La distinction entre expert et décideur, telle qu'elle est organisée en France, n'est toutefois pas sans intérêt. Dans le domaine des facteurs organisationnels et humains, par exemple, il est plus aisé de recueillir des données pertinentes en étant un "expert" d'un institut qu'en étant un "décideur" de l'autorité de contrôle.

Qu'en est-il de l'indépendance de l'expert ?

G. R. : Selon "la théorie de la capture", l'entreprise régulée peut tenter d'influencer le régulateur – ou l'expert – afin qu'il atténue ses exigences. Ce risque existe mais il est pris en compte par l'IRSN. La dimension collective



Grégoire Maisonneuve/IRSN

Lors de la crise de Fukushima, de nombreux experts de l'IRSN ont été interviewés par les médias, dont Didier Champion et Thierry Charles.

de l'expertise et le temps long dans lequel s'inscrit le dialogue technique avec l'exploitant contribuent à maîtriser ce risque de dépendance.

T. C. : Pour ma part, je ne reprendrais pas ce terme de capture. Je préfère parler de la relation dynamique basée sur la confiance critique qui doit s'instaurer entre l'exploitant et l'expert.

Pour bien expertiser, nous devons avoir accès à la vraie vie de l'installation et pas seulement à des dossiers. La "proximité" avec l'installation et l'exploitant est nécessaire pour construire une expertise de qualité, proportionnée aux vrais enjeux. ■

À voir sur le webmagazine
 La suite du débat en vidéos :
 "Quelle différence entre expertise scientifique et expertise nucléaire?", "Faut-il une proximité entre l'expert et l'expertise?"...

Grégoire Rolina

Ingénieur civil des Mines de Paris et docteur en sciences de gestion, il est l'auteur de l'ouvrage Sûreté nucléaire et facteurs humains : la fabrique française de l'expertise, réalisé avec l'IRSN. Il est consultant et chercheur associé au Centre de gestion scientifique de Mines ParisTech.

“ L'ouverture sur la société complexifie le travail de l'expert. Mais l'enrichit et le rend plus efficace. ”



Management des connaissances, un cercle vertueux

Transmission. Le management des connaissances vise à maintenir, transmettre et développer les savoirs de l'IRSN, afin de garantir dans le temps la qualité de son expertise. Une analyse stratégique par domaine a permis d'identifier les actions à mener et les priorités.



L'interview de sachants sert à élaborer des livres de connaissances.

La connaissance est une valeur incontournable pour la maîtrise des risques nucléaires et radiologiques. Sa pérennité et son évolution pour les besoins futurs constituent un enjeu. Pour y répondre, l'IRSN s'est doté d'une direction du management des connaissances. *"Nous avons défini un cercle vertueux qui repose sur l'analyse stratégique de notre patrimoine de connaissances, explique son responsable, Martial Jorel, directeur du management des connaissances. Elle permet de décliner des actions et de définir des priorités sur l'ensemble du cycle des connaissances – capitalisation, transfert, partage et innovation."*

Ne pas oublier l'histoire et les méthodes

Une expérimentation a été menée en 2013 sur le domaine des réacteurs à eau pressurisée. *"Il s'écoule près d'un siècle entre la conception d'une centrale et son démantèlement,*

Capitaliser les savoirs en les explicitant

Les analyses stratégiques identifient des "sachants" porteurs de connaissances critiques. Un travail de capitalisation vise à les expliciter en les restituant suivant plusieurs points de vue fondamentaux – phénomènes, concepts, activité, savoir-faire, histoire, lignée – lors d'interviews. *"Cette codification permet d'accéder à la structuration des savoirs dans l'esprit des sachants",* explique Martial Jorel, directeur du management des connaissances. Cet exercice donne lieu à l'élaboration de livres de connaissances qui seront mis en ligne

dans un portail dédié en cours de construction. *"On touche à l'immanent, à l'approche personnelle des problématiques. L'objectif de ces livres n'est pas de produire des documents de référence mais de réaliser des outils de partage évolutifs",* souligne Martial Jorel. L'explicitation des savoirs passe aussi par l'accès aux raisonnements formalisés dans les avis d'expertise sur les quarante dernières années. Ces raisonnements peuvent être retrouvés à l'aide d'outils de recherche, grâce à l'historique et à la traçabilité des travaux menés à l'Institut au fil des ans. ■

relève Martial Jorel. *Entre-temps, plusieurs générations passent et il est vital de ne pas oublier l'histoire et les méthodes.*"

L'analyse du domaine "environnement" a été menée en 2014. *"La démarche a explicité notre stratégie dans l'ensemble des secteurs que nous traitons. Nous avons réalisé un examen exhaustif des connaissances présentes et à venir, afin de mettre en œuvre cette stratégie",* indique Jean-Christophe Gariel, directeur de l'environnement de l'Institut. Concrètement, il est apparu que ce n'étaient pas les connaissances pointues qui manquaient le plus mais plutôt *"un spectre large"* permettant à certains salariés d'être de *"super généralistes"*.

Le domaine de la crise est en cours d'analyse. À chaque fois, il s'agit de croiser les besoins de connaissances identifiés par les domaines "métiers" avec ceux issus de la stratégie opérationnelle. Le résultat de cet exercice se traduit par un plan d'actions élaboré au cours d'un séminaire final. Ces initiatives couvrent plusieurs thématiques : structuration du référentiel de connaissances, constitution de communautés de partage, mise en place de systèmes d'apprentissage, mobilité...

Les connaissances sont partagées au sein de l'université interne. *"Cette courroie de transmission se compose de trois structures : l'école de la crise, l'école de l'expertise et l'école support, précise Marie-Christine Robé, ancienne chef de service. L'objectif est de guider les jeunes qui arrivent à l'IRSN sans savoir comment acquérir les connaissances nécessaires à l'exercice de leur métier."*

Vision pragmatique d'ensemble

"Auparavant, complète Jean-Michel Deligne, qui pilote l'école de la crise, les formations étaient dispensées sans vision programmatique d'ensemble". Depuis trois ans, l'Institut développe au contraire la

Les ouvrages de référence remis au goût du jour

Le site Internet www.irsn.fr donne accès à des ouvrages, parmi lesquels les documents de référence. Aujourd'hui, l'attention portée au management des connaissances pousse à aller plus loin, en mettant à jour des ouvrages qui commençaient à dater.

"Pour la sûreté, par exemple, nous en étions restés au Libmann, un ouvrage qui remonte à 1996", note Jean Couturier, expert senior à la direction du management des connaissances de l'Institut. Depuis, il y a eu le réacteur nucléaire EPR et des événements comme le Blayais ou Fukushima. *"Nous publierons prochainement une nouvelle édition de Éléments de sûreté nucléaire, les réacteurs à eau sous pression, qui tiendra compte de ces événements",* annonce Jean Couturier.

Un nouvel ouvrage de référence intitulé *Éléments de sécurité et de non-prolifération*, rédigé par Jean Jalouneix, paraîtra d'ici à la fin de l'année 2015. D'autres projets suivront, parmi lesquels un ouvrage consacré aux réacteurs de recherche. Tous nécessitent des vérifications scrupuleuses et une rigueur extrême. *"L'idée est d'éclairer l'évolution des techniques par l'Histoire et de recenser les questionnements et les enseignements tirés des événements du passé",* souligne l'expert, qui regrette que *"dans nos travaux, l'on peut avoir tendance à supprimer la référence aux difficultés du passé, alors que ces dernières sont fondamentales dans la transmission des savoirs d'une génération à l'autre".* La sûreté n'est pas un "absolu", conclut-il. Elle se perfectionne "au fil du temps" et rien ne serait pire que de vouloir "faire du passé table rase". ■



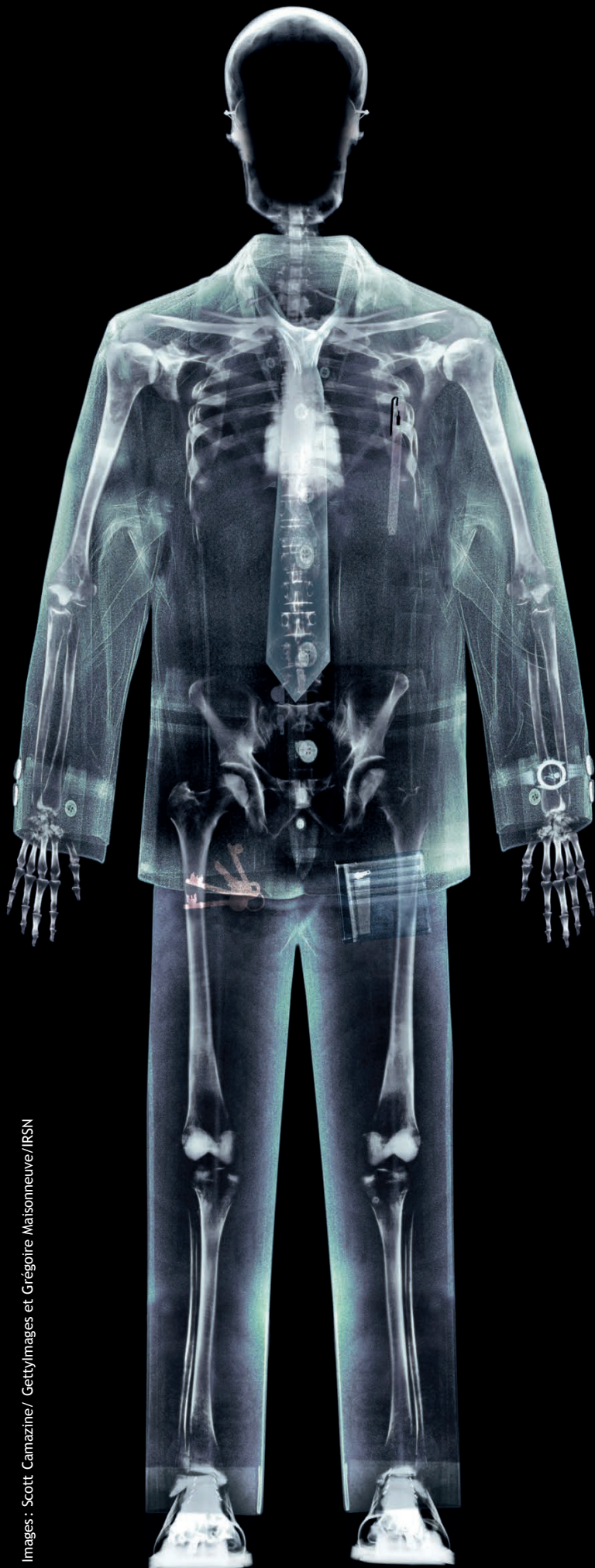
transversalité des compétences et des moyens, pour *"impulser une culture commune de gestion de crise".* In fine, la démarche contribue à faire évoluer le niveau des compétences.

"L'accident de Fukushima nous a amené à la création du concept de 'noyau dur'. Ce dernier a eu un impact important sur la création et le partage des connaissances. Ce sujet fait actuellement l'objet d'une thèse, conclut Martial Jorel. Notre cercle

vertueux débouche sur la créativité, l'innovation et la prospective. C'est aussi une de nos raisons d'être." ■

www Pour en savoir plus

- Les derniers rapports d'expertise de l'IRSN : www.irsn.fr/FR/expertise
- Les ouvrages scientifiques de l'IRSN : www.irsn.fr/louvrages-scientifiques
- Martial Jorel : martial.jorel@irsn.fr
- Jean Couturier : jean.couturier@irsn.fr



Images : Scott Camazine/ GettyImages et Grégoire Maisonneuve/IRSN

Une étude de poste pour protéger votre personnel

Vous voulez identifier les postes de travail exposés aux rayonnements ? En relation avec la personne compétente en radioprotection (PCR) de votre établissement, l'IRSN vous accompagne pour votre étude de poste, que vous travailliez dans le domaine industriel, médical ou dans une station thermale. Les experts vous aident pour mesurer les rayonnements aux postes de travail et évaluer les doses reçues par le personnel. Ils définissent les zonages et la dosimétrie à adopter. Chaque intervention est accomplie sur mesure, ajustée à votre domaine, à vos appareils. L'Institut dispose de matériels portatifs de mesure et de prélèvements et de véhicules laboratoires pour les analyses sur site.



IRSN

INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Enhancing Nuclear Safety*

Pour en savoir plus

Site : www.irsn.fr, rubrique
Prestations et formations >
Prestations > Dosimétrie et
radioprotection

Tél. 01 58 35 74 47

E-mail : prestations@irsn.fr

* Faire avancer la sûreté nucléaire.