

Repères

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

N°16

janvier 2013

INTÉRÊT PUBLIC

**Sensibiliser les élus
aux situations
postaccidentelles**

EN PRATIQUE

**Préparer et passer
l'examen du Camari**

FAITS ET PERSPECTIVES

**Gestion d'une pollution
au tritium en ville**

DOSSIER

Démantèlement

**Quand la sûreté
prime sur
la rapidité**

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

Informations pour les résidents français au Japon



Vous êtes ressortissant français au Japon ou vous avez des proches dans ce pays... Connaissez-vous le bulletin d'information que l'IRSN a mis en ligne sur son site à la suite de l'accident de Fukushima ? Neuf numéros ont déjà été publiés pour aider les citoyens français à limiter autant que possible leurs expositions à la pollution environnementale persistante. Les rejets radioactifs provenant de la centrale ont causé une pollution radiologique sur une partie du territoire nippon et de l'océan pacifique à proximité de la côte. Ce bulletin actualise la situation de la contamination de la chaîne alimentaire et recommande les bonnes pratiques à adopter. Initialement publié à une fréquence rapprochée, lorsque la contamination environnementale au Japon était encore incertaine et évolutive, la parution de ce bulletin est ensuite devenue plus espacée. Elle se fait en fonction de l'évolution de la situation observée au Japon.

www.irsnn.fr/residents-japon



Fin janvier, l'Institut publiera la cinquième édition de son rapport sur la sûreté des centrales nucléaires en France. Intitulé *Le point de vue de l'IRSN sur la sûreté et la radioprotection du parc électronucléaire français en 2011*, il résume de façon pédagogique les conclusions des analyses techniques que l'expert public conduit en continu. Il présente les grandes tendances qui se dégagent d'un examen statistique de l'ensemble des événements survenus, ainsi que plusieurs anomalies ou incidents qui ont marqué l'année.

www.irsnn.fr/parc2011

L'état de sûreté des centrales EDF en 2011

Fin janvier, l'Institut publiera la cinquième édition de son rapport sur la sûreté des centrales nucléaires en France. Intitulé *Le point de vue de l'IRSN sur la sûreté et la radioprotection du parc électronucléaire français en 2011*, il résume de façon pédagogique les conclusions des analyses techniques que l'expert public conduit en continu. Il présente les grandes tendances qui se dégagent d'un examen statistique de l'ensemble des événements survenus, ainsi que plusieurs anomalies ou incidents qui ont marqué l'année.



De quel abonnement à la dosimétrie passive ai-je besoin ? Quel dosimètre pour quelle utilisation ? Comment les résultats me sont-ils transmis ? En cas de dépassement de dose, comment puis-je être alerté ? C'est dans le *Guide de l'utilisateur* conçu par le Laboratoire de dosimétrie de l'IRSN que les personnes compétentes en radioprotection (PCR) ou les médecins du travail trouveront les réponses à ces interrogations. Diffusé en version papier aux clients du laboratoire, il est aussi disponible et téléchargeable sur son site dosimetre.irsnn.fr. Cet outil pratique, périodiquement mis à jour, donne des conseils pour la mise en place et le suivi de l'abonnement dosimétrique.

dosimetre.irsnn.fr, rubrique Notre prestation

Le guide de l'utilisateur de dosimétrie passive

De quel abonnement à la dosimétrie passive ai-je besoin ? Quel dosimètre pour quelle utilisation ? Comment les résultats me sont-ils transmis ? En cas de dépassement de dose, comment puis-je être alerté ? C'est dans le *Guide de l'utilisateur* conçu par le Laboratoire de dosimétrie de l'IRSN que les personnes compétentes en radioprotection (PCR) ou les médecins du travail trouveront les réponses à ces interrogations. Diffusé en version papier aux clients du laboratoire, il est aussi disponible et téléchargeable sur son site dosimetre.irsnn.fr. Cet outil pratique, périodiquement mis à jour, donne des conseils pour la mise en place et le suivi de l'abonnement dosimétrique.



Le dossier du prochain numéro d'Aktis, trimestriel d'informations scientifiques, présentera les recherches relatives à la compréhension des performances de sûreté d'un stockage géologique de déchets, à différentes échelles. Il paraîtra courant février 2013. Le dossier du précédent numéro traite des collaborations en recherche, ou comment l'Institut enrichit son approche scientifique des risques, en France et à l'international. Aktis est une lettre multimédia sur abonnement, disponible par e-mail HTML, pour Smartphone, au format PDF, par flux RSS...

www.irsnn.fr/aktis/

Aktis n°11 : focus consacré au stockage des déchets

Le dossier du prochain numéro d'Aktis, trimestriel d'informations scientifiques, présentera les recherches relatives à la compréhension des performances de sûreté d'un stockage géologique de déchets, à différentes échelles. Il paraîtra courant février 2013. Le dossier du précédent numéro traite des collaborations en recherche, ou comment l'Institut enrichit son approche scientifique des risques, en France et à l'international. Aktis est une lettre multimédia sur abonnement, disponible par e-mail HTML, pour Smartphone, au format PDF, par flux RSS...



En couverture : Une visite des experts de l'IRSN dans le cadre de l'instruction des opérations de démantèlement des échangeurs de chaleur du réacteur de Chinon A3 (Indre-et-Loire).
Crédit photo : Laurent Zylberman/Graphix-Images/IRSN

INTÉRÊT PUBLIC

09 Préparer les élus à la gestion des territoires contaminés avec l'outil Opal

EN PRATIQUE

17 Préparer et passer son Camari

EN DÉBAT

20 Quelle évolution pour la recherche en radioécologie ?

STRATÉGIE

22 Les réacteurs expérimentaux de plus en plus coûteux sont-ils incontournables ?

23 Maîtriser les dépenses publiques

TEMPS FORTS

04 Le bilan de la surveillance radiologique de l'environnement
• Feu vert sur l'écoresponsabilité • L'ongle, nouvel indicateur de la dose d'irradiation • L'IRSN participe au suivi de l'intégrité des cuves • Former les ingénieurs de demain au simulateur Sofia

FAITS & PERSPECTIVES

06 Des équipes coordonnées pour gérer une contamination au tritium en zone urbaine

À lire dans le prochain numéro du magazine *Repères* (sortie avril 2013)

Dossier Déchets



DOSSIER Démantèlement

10 Quand la sûreté prime sur la rapidité

Démanteler, une étape anticipée dès la conception

En France, une trentaine d'installations nucléaires, construites pour la plupart à partir des années 1950, sont aujourd'hui arrêtées et en cours de démantèlement.

Ces chantiers s'étalent souvent sur des dizaines d'années et les opérations associées sont parfois complexes. Elles présentent des spécificités par rapport à celles réalisées durant la période d'exploitation et les risques évoluent en fonction de l'avancement des travaux.

Repères se penche sur l'évaluation de la sûreté et de la protection des travailleurs et de l'environnement au cours de ces opérations, un sujet majeur pour l'Institut.

En s'appuyant sur l'expérience acquise lors des travaux déjà entrepris, l'IRSN examine également la prise en compte du démantèlement dès la conception des nouvelles installations. Le jour venu, cette anticipation permettra de faciliter les opérations de fin de vie des installations.

Florence Gauthier,

experte en sûreté des réacteurs en cours de démantèlement à l'IRSN



Frédérique-Elsa Hughes/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

Le 15 septembre 2012, le siège de l'Institut, situé à Fontenay-aux-Roses (Hauts-de-Seine) a ouvert ses portes au public dans le cadre des journées du patrimoine. Ce jour fut aussi l'occasion de fêter les dix ans de recherches et d'avancées scientifiques de l'établissement.



L'exposition Gafforsk explique la radioactivité et le nucléaire aux enfants.



Un scientifique de l'IRSN présente le fonctionnement d'un microscope électronique au laboratoire de dosimétrie biologique.

Reportage Grégoire Maisonneuve/IRSN

I En chiffre...

886

cartes Camari ont été délivrées entre juillet 2008 et décembre 2011 par l'Institut. Durant cette période, plus de 2 000 candidats se sont inscrits à l'examen.

Source IRSN. Bilan annuel Camari.

Surveillance radiologique de l'environnement

Un bilan avec davantage de résultats, plus exhaustif et pluraliste

Le nouveau bilan radiologique de l'environnement français vient de paraître. Cette édition 2010-2011 donne au public une vision plus exhaustive et pluraliste des niveaux de radioactivité sur le territoire national. Pour la première fois, elle intègre l'ensemble des données du réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement (RNM). L'Institut a exploité 300 000 mesures issues de 50 acteurs différents. Elles proviennent de l'IRSN – qui en fournit plus de 40 % –, de l'Autorité de sûreté nucléaire, des exploitants, des services de l'État en charge de contrôles sanitaires, des collectivités territoriales et des associations. Les lecteurs trouvent ainsi dans un seul document les informations sur l'état radiologique détenues par différentes autorités publiques pour plusieurs composantes de l'environnement : l'air, l'eau, la faune, la flore... "Auparavant, lorsqu'une personne voulait disposer de toutes ces mesures, il fallait qu'elle consulte 5 à 10 sources différentes. Elle dispose maintenant d'un document unique recensant et analysant toutes ces données", constate Fabrice Leprieur, chef du projet RNM à l'Institut.

Second avantage de l'ouvrage : l'augmentation de la diversité des résultats. "Si nous prenons l'exemple de la Manche, la chaîne alimentaire est maintenant mieux appréhendée : les données du Laboratoire départemental d'analyse de la Manche [LDA 50] sur les mollusques et les algues se sont ajoutées à celles de l'Institut sur les sédiments et les poissons", ajoute-t-il.

Autre nouveauté : cette édition présente un bilan réalisé sur dix-huit mois – et non sur douze mois –, étalé de janvier 2010 à juin 2011. Elle intègre les mesures effectuées durant la période de l'accident de Fukushima pendant laquelle les retombées étaient mesurables dans l'environnement français.

Et Fabrice Leprieur de conclure : "Le rapport de plus de 300 pages a été conçu pour plusieurs niveaux de lecture. Chaque public – qu'il soit néophyte, averti ou spécialiste – est orienté vers un chemin de lecture spécifique. L'information est plus ou moins développée et pédagogique en fonction de ses centres d'intérêt." ■

 **En savoir plus :**
www.irsn.fr/BR2011

Développement durable

Feu vert sur l'écoresponsabilité

La politique de développement durable de l'IRSN progresse pas à pas et s'inscrit dans les suites du Grenelle de l'environnement. En 2013, l'accent sera mis sur deux axes complémentaires : "l'écomobilité et la réduction des émissions de gaz à effet de serre", précise Caroline Jacquelin, coordinatrice de ce thème à l'IRSN.

Cette année, l'établissement participera de nouveau aux semaines du développement durable (1^{er}-7 avril) et de la mobilité (16-22 septembre). "Pour sensibiliser les salariés, il y aura des interventions de spécialistes sur les sites, par exemple sur le thème de la responsabilité sociétale des entreprises. Des repas 'circuit court', c'est-à-dire réalisés avec des produits venant de productions agricoles de proximité, seront proposés. Le déplacement actif qui privilégie le vélo ou la marche à pied sera aussi mis à l'honneur", ajoute-t-elle. La démarche de développement durable se traduit également au quotidien par des actions telles que le renforcement du tri sélectif, la réduction de l'utilisation des gobelets jetables, le développement de la téléprésence¹... ■

1. Présence "virtuelle" par le biais d'outils technologiques (exemple : visioconférence améliorée faisant apparaître les interlocuteurs en vis-à-vis et en grandeur réelle, donnant l'impression d'une présence physique autour d'une même table).

Sûreté des réacteurs

L'IRSN participe au suivi de l'intégrité des cuves

Composant en acier contenant le cœur du réacteur, la cuve participe à une barrière de confinement des éléments radioactifs. Son intégrité est essentielle. En France, elle est suivie par l'Institut tout au long de l'exploitation des réacteurs.

Lors des visites décennales, des contrôles sont effectués par l'exploitant : examen télévisuel de la paroi interne, vérification des soudures... Ils consistent à vérifier l'absence de défaut au cours de l'exploitation. Ils permettent également de surveiller l'absence d'évolution des défauts dus à la fabrication recensés sur le parc français. Huit cuves sont concernées par ces anomalies, qui sont au nombre d'une trentaine en zone de cœur, toutes de faibles dimensions. "Mis en copie des comptes rendus de ces examens, les experts en contrôle non destructif de l'IRSN étudient la méthodologie, les résultats, et donnent leur avis sur les interprétations et conclusions de l'exploitant", explique François

Balestreri, expert spécialisé dans l'analyse des matériels mécaniques. C'est aussi en tant que spécialiste du sujet que l'Institut a été sollicité par l'Autorité de sûreté belge (AFCN) pour participer aux groupes de travail internationaux créés à la suite de la mise en évidence, en 2012, de nombreux défauts sur la cuve des réacteurs Doel3 et Tihange2, en Belgique. "Les enseignements de cette expérience seront tirés pour la France", commente François Balestreri. ■



En savoir plus : Notes

- Du 24/09/2012 : Intégrité des cuves des réacteurs électronucléaires à eau sous pression : cas des cuves des réacteurs français www.irsn.fr/cuves2409
- Du 09/08/2012 : Défauts sur la cuve du réacteur n°3 de la centrale belge de Doel www.irsn.fr/cuves0908

Dosimétrie postaccidentelle

L'ongle, nouvel indicateur de la dose d'irradiation

À partir d'un simple bout d'ongle, une technique de dosimétrie postaccidentelle par spectroscopie à résonance paramagnétique électronique (RPE)¹ peut donner en une dizaine de jours une évaluation de la dose d'irradiation reçue sur les doigts. C'est une information nécessaire pour ajuster la prise en charge médicale en cas d'accident d'irradiation à la main. Jusqu'à présent, seule l'analyse par RPE de fragments d'os permettait d'estimer une dose au niveau d'un doigt, ce qui nécessite une petite intervention chirurgicale (invasive). La technique sur les ongles a pour la première fois été testée lors

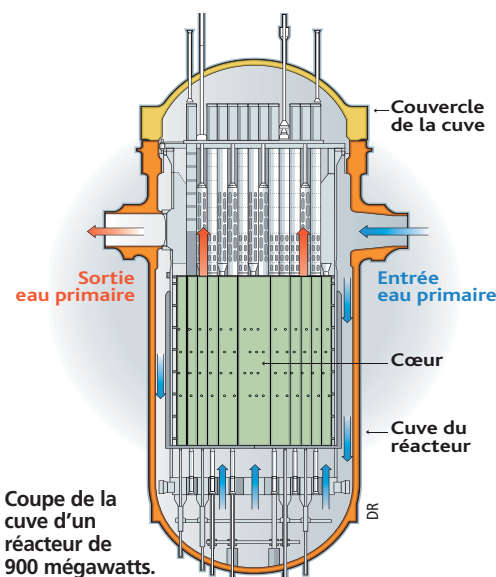
d'un accident d'irradiation survenu au Pérou en février 2012. Elle a donné de bons résultats. Il reste à approfondir la méthodologie pour diminuer les durées d'analyse et abaisser les limites de détection pour à terme identifier rapidement les personnes les plus exposées après un accident radiologique sévère. ■

En savoir plus : Aktis N° 10 : www.irsn.fr/aktis/

1. Cette technique repose sur le fait que l'irradiation crée dans la matière des radicaux libres ou défauts dont le nombre est proportionnel à la dose de rayonnement absorbé. Elle permet de dénombrer ces radicaux et d'en déduire la dose reçue.

Erratum

Une erreur s'est glissée dans le précédent numéro de Repères. Dans la légende de la photo illustrant l'article sur les entraînements de crise à l'IRSN, en page 5, il fallait lire "Trois véhicules-laboratoires permettent des analyses immédiates et *in situ* des échantillons prélevés dans l'environnement" (et non "Les laboratoires d'analyses radio-toxicologiques pendant un test grandeur nature").



Coupe de la cuve d'un réacteur de 900 mégawatts.

Simulateur Sofia

Former les ingénieurs de demain

Pour les futurs ingénieurs en génie atomique formés par l'Institut national des sciences et techniques nucléaires (INSTN), les travaux pratiques sur les situations accidentelles de réacteur se font désormais avec le simulateur Sofia¹. Développé par l'IRSN et AREVA NP, et installé depuis 2012 au sein de l'établissement d'enseignement supérieur, à Saclay (Essonne) et à Cadarache (Bouches-du-Rhône), cet outil permet "d'illustrer et de faciliter la compréhension des cours théoriques, souligne Joseph Safieh, directeur de la formation en génie atomique à l'INSTN. Il simule des défaillances – par exemple, une brèche dans le circuit primaire d'un réacteur à eau sous pression –, et permet aux étudiants de conduire la centrale en générant des actions de correction et en suivant les conséquences en temps réel." Les exercices pratiques sur le simulateur représentent environ 20 heures chaque année par candidat. Les élèves peuvent aussi l'utiliser de manière autonome dans le cadre de projets mis en place en application des cours.

En savoir plus : www.irsn.fr/sofia

1. Simulateur d'observation du fonctionnement incidentel et accidentel.



Des équipes coordonnées pour une contamination en zone urba

Pollution au tritium. Novembre 2010 : état de crise à Saint-Maur-des-Fossés. Pour en reconstituer les circonstances et évaluer les conséquences, trois équipes de l'Institut sont intervenues. Comment ont-elles géré conjointement les différents aspects de l'incident ?



Tout commence le 3 novembre 2010 par une simple analyse d'urine à l'entrée du CEA de Valduc (Côte-d'Or). Elle révèle qu'un visiteur est contaminé par du tritium. Très rapidement, le lien est fait avec la société pour laquelle il travaille, 2M Process, un prestataire du CEA. Ce bureau d'études – spécialisé dans le traitement des gaz et ne manipulant pas de radioactivité – loue des locaux en proche banlieue parisienne, à Saint-Maur-des-Fossés (Val-de-Marne). “Le soir même, je demandais des échantillons d'urine à mes cinq salariés et les portais au CEA, témoigne Marc Monnet, le chef d'entreprise. Le lendemain, la contamination, légère mais réelle, nous était confirmée.” Plusieurs experts de l'IRSN sont immédiatement dépêchés sur les lieux.

Intervention d'urgence

D'où vient cette radioactivité ? Quel est le niveau de pollution ? Telles sont les questions auxquelles l'équipe d'in-

tervention de l'IRSN a dû rapidement répondre en se rendant sur place dans la nuit du 4 novembre. “Faute de connaître la source et le niveau de pollution, les personnels de l'IRSN avaient pris les précautions adaptées pour intervenir : appareil respiratoire isolant, combinaison intégrale...”, explique Olivier Chabanis, coordinateur de l'équipe durant cette intervention. Le tritium a la particularité de ne pas être mesurable directement avec des appareils portables, compte tenu du rayonnement qu'il émet. Des prélèvements – frottis, eaux, air et végétaux – ont ainsi été réalisés à l'intérieur des locaux de la société 2M Process et dans l'environnement proche. Une centaine de prélèvements a été analysée in situ par le véhicule laboratoire et en différé dans les laboratoires de l'IRSN.” Rapidement, les soupçons se portent sur un tamis moléculaire provenant du CEA de Valduc, installé dans les locaux de 2M Process pour réaliser des essais.

“Les 8 et 9 novembre, l'Institut est revenu sur site en appui technique de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN)

dans le cadre des opérations d'évacuation du matériel contaminé, complète Olivier Chabanis. La semaine suivante, nous sommes intervenus pour réaliser les caractérisations radiologiques des locaux adjacents où six autres sociétés sont implantées.”

Après ces premières interventions, deux autres groupes d'experts de l'IRSN ont pris le relais. L'un pour mettre en place une surveillance du tritium dans l'environnement du bâtiment contaminé, et l'autre pour prendre en charge les salariés et les riverains.

Une contamination persistante mais localisée

Dans la pratique, cela était complexe, car la source de contamination est restée plusieurs mois dans les locaux de l'entreprise. L'Institut a dû retracer le circuit de cet équipement depuis sa sortie du CEA de Valduc, montrant qu'il avait été préalablement stocké, et fait l'objet de premiers tests à Bondoufle (Essonne), chez un partenaire de 2M Process. “L'IRSN s'est rendu sur place. Une cinquantaine de mesures à l'intérieur et à l'extérieur des locaux a été effectuée. Des traces de tritium ont été mises en évidence sur des végétaux à l'extérieur, là où une partie des eaux contenues dans l'équipement avait été vidangée”, résume Olivier Chabanis. Il a fallu lister les stagiaires, les prestataires, qui, en plus des salariés, avaient pu être contaminés. Sans



Olivier Seignette/Mikael Lafontan/IRSN

Zoom sur le déploiement des experts à partir du 8 novembre 2010

Saint-Maur-des-Fossés (Val-de-Marne) : une contamination au tritium est détectée dans la société 2M Process. Différentes équipes de l'Institut sont mobilisées sur le terrain et au sein de l'établissement. De la maîtrise de la source à la surveillance du milieu et des hommes, retour sur la mise en place d'un dispositif coordonné.

1. Les opérations d'évacuation se sont succédées dans les locaux de 2M Process en novembre 2010.
2. L'IRSN réalise régulièrement des prélèvements de végétaux aux alentours du site afin d'évaluer le marquage environnemental par le tritium.
3. Le tritium contenu dans les urines est mesuré par scintillation liquide.

gérer ine

ÉCLAIRAGE

- **Le tritium**, isotope radioactif de l'hydrogène, est produit naturellement dans l'atmosphère par l'action des rayonnements cosmiques. Il peut aussi se former artificiellement et être rejeté lors des essais nucléaires atmosphériques, la fabrication d'armes thermonucléaires, le fonctionnement des réacteurs ou des usines de retraitement du combustible. Il existe sous forme gazeuse et surtout sous forme liquide (eau tritiée) dans laquelle il s'intègre au cycle normal de l'eau (pluie, cours d'eau, océan, évaporation...).

oublier le matériel livré par la société 2M Process.

La localisation de cette pollution, située dans une banlieue pavillonnaire, loin de toute préoccupation nucléaire, est une autre particularité de cet événement. "Le voisinage s'est vite inquiété de l'arrivée des experts en tenue de protection", témoigne Marc Monnet.

Un risque sanitaire faible rapidement estimé

"L'Institut a rapidement considéré qu'il n'existait pas de risque sanitaire pour le voisinage, poursuit Alain Rannou, expert en radioprotection dépêché sur les lieux. Au sein de l'entreprise, quatre salariés sur six avaient reçu une dose estimée comprise entre 1 et 5 millisieverts [mSv], supérieure à la limite réglementaire de 1 mSv fixée pour le public, mais sans conséquences sani-

taires et ne nécessitant pas de suivi."

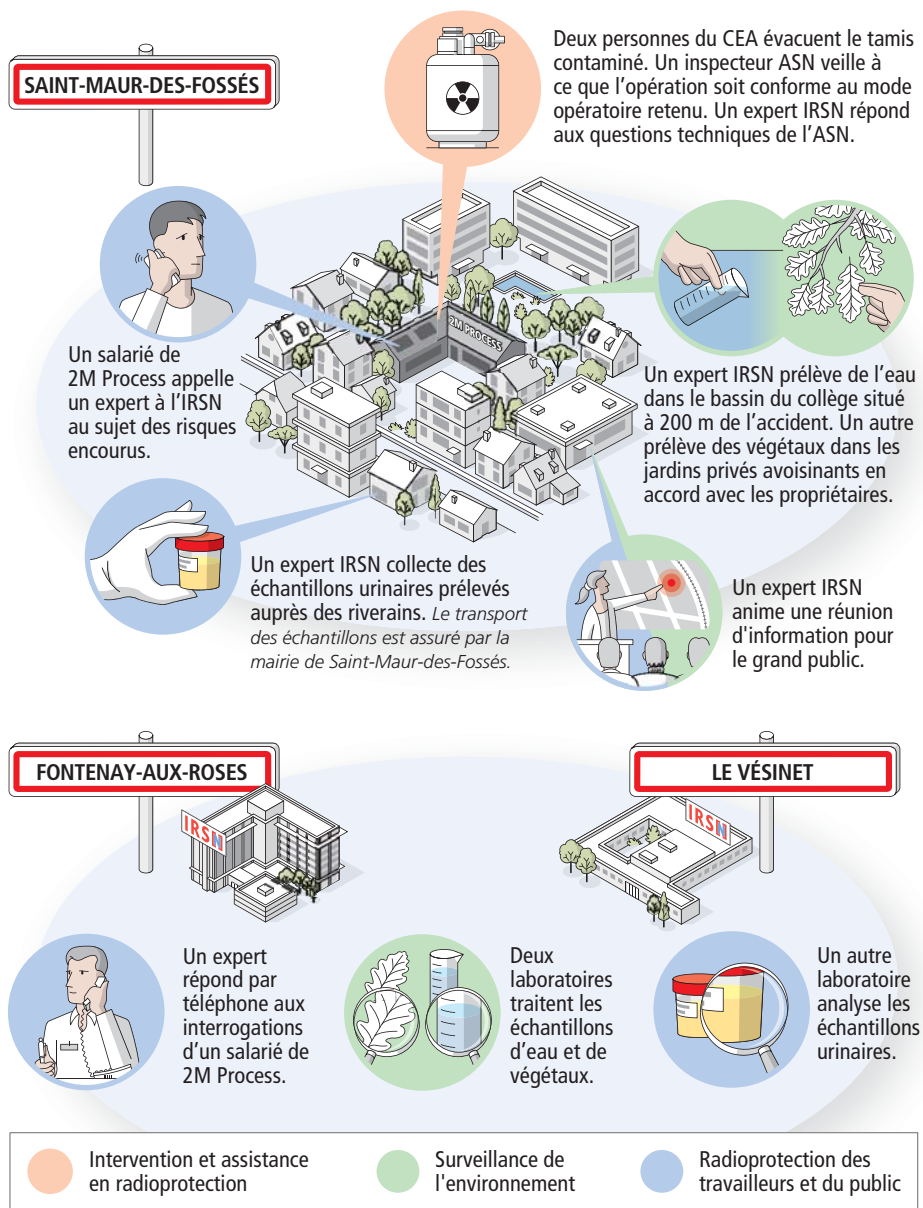
Pour autant, l'Institut a tenu à prendre en charge tous ceux qui le souhaitent. "En concertation avec l'ASN, le maire et le préfet, des mesures sur les riverains, les professeurs et les élèves d'un collège situé à 200 mètres qui en formulaient la demande ont été réalisées. Elles n'avaient pourtant pas d'autre utilité que celle de rassurer, explique Alain Rannou. Les flacons nécessaires au prélèvement des urines sur 24 heures ont été fournis par l'IRSN. La mairie organisait la logistique sur place."

Les experts ont également participé

à des réunions publiques avec le quartier, les parents d'élèves... afin de répondre aux interrogations diverses : dois-je prendre des précautions ? Puis-je continuer les travaux de ma piscine ? Puis-je vendre les végétaux de ma pépinière ? "Progressivement, l'inquiétude a décliné. L'Institut a même été confronté à une demande de discrétion, pour ne pas déprécier le quartier", se remémore Alain Rannou.

Environnement en vigilance

Un dispositif de surveillance a été déployé dès le 8 novembre pour suivre l'évolution du tritium dans l'en-



●●● vironnement. *“Le tritium qui s’était échappé de l’atelier a suivi le cycle de l’eau : il a été absorbé par les plantes, dans le sol, respiré par les hommes, les animaux et les plantes, explique Guillaume Manificat, responsable du laboratoire de veille radiologique de l’environnement lors de l’événement. L’étendue de la contamination et son niveau dans les végétaux et l’eau ont été évalués. Des prélèvements de vapeur d’eau ont été réalisés au moyen d’un barboteur et d’un condenseur. Depuis deux ans, plus de 400 mesures ont été effectuées au cours de 25 campagnes de prélèvements qui se sont progressivement espacées dans le temps.”*

Une situation revenue à la quasi-normale un an après

L’ensemble des mesures a montré que l’exposition est restée faible à l’extérieur du bâtiment contaminé, même si elle demeurait visible dans un rayon de 50 mètres. Moins d’un an après l’incident, les mesures d’activité en tritium dans l’air extérieur étaient revenues à un niveau comparable à ceux habituellement observés dans l’environnement en France. L’activité dans l’eau de pluie prélevée dans la cour de la société était inférieure à la limite de détection. En attente d’une solution définitive, la surveillance de l’environnement se poursuit encore à l’heure actuelle, axée prin-

3 questions à... **Marc Monnet,** chef de l’entreprise 2M Process

Quel appui vous ont apporté les experts de l’IRSN ?

Dès que l’incident a été détecté, ils ont pris les choses en main techniquement, mais également humainement. Le personnel avait besoin d’une parole qui rassure. Cela a été immédiatement fait grâce à des réunions d’information en groupe et individuelles et à un numéro de téléphone laissé à notre disposition.

La parole des experts était-elle suffisante ?

Début 2011, l’Institut nous a présenté une analyse de l’incident, avec un calcul dosimétrique. Personnellement, ces résultats me suffisent. Pour d’autres, la suspicion demeurera

toujours, sans doute à cause de Tchernobyl. Il est impressionnant de voir arriver des spécialistes dans une tenue de “cosmonaute”, et je comprends que cela déroute de recevoir en même temps le message “tout va bien”.

Deux ans plus tard, que reprenez-vous de cet incident ?

Concernant notre santé, il n’y avait rien à faire, si ce n’est attendre. Mais cela a représenté beaucoup de stress. L’incident a cassé notre outil de travail. Notre matériel et nos documents étaient contaminés. Afin de relancer l’activité, nous avons toujours été soutenus par les différents protagonistes de cette affaire en plus d’avoir mobilisé l’énergie interne de l’entreprise.



cialement sur les végétaux au plus près du site.

L’Institut a rendu compte des résultats de sa surveillance environnementale par plus de quinze notes d’information, disponibles sur son site Internet (www.irsn.fr).

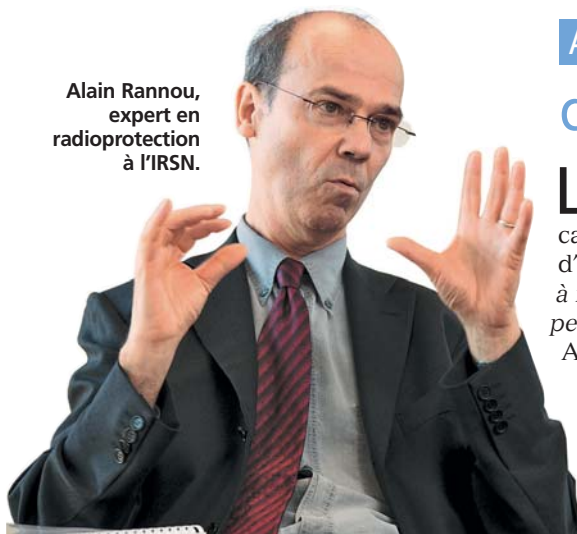
Cet incident a mis en évidence la bonne coordination et la complémentarité des équipes spécialisées engagées sur le terrain en cas de pollution accidentelle. Il confirme tout l’intérêt du développement par l’IRSN d’équi-

pements et de matériels spécifiques – véhicule d’intervention, condenseurs – pouvant être déployés sur le terrain pour évaluer dans les meilleurs délais les niveaux de pollution. ■

 **Pour en savoir plus :**
www.irsn.fr/2mprocess

 **Contacts :**
philippe.dubiau@irsn.fr
guillaume.manificat@irsn.fr
alain.rannou@irsn.fr

Alain Rannou,
expert en
radioprotection
à l’IRSN.



Noak/Le bar Floréal/IRSN

AILLEURS Retour d’expérience d’une contamination en ville

Les experts de l’IRSN qui sont intervenus sur le site de 2M Process sont unanimes. Cette intervention était une première car elle avait lieu dans un tissu urbain dense. Elle a été riche d’enseignements. *“Elle a permis d’éprouver la capacité de l’Institut à répondre aux attentes de la population qui connaît généralement peu la radioactivité et qui s’inquiète de ses conséquences, résume Alain Rannou, expert en radioprotection à l’IRSN. Ce retour d’expérience est aujourd’hui utile dans l’opération Diagnostic radium menée conjointement par l’Autorité de sûreté nucléaire, l’Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs et l’IRSN. Ce projet vise à détecter et traiter d’éventuelles pollutions au radium héritées du passé. Il nous confronte à des occupants et des propriétaires de locaux qui s’avèrent pollués.”* ■

Préparer les élus à la gestion des territoires contaminés

Outil Opal. Si un accident nucléaire survenait, les acteurs locaux seraient impliqués dans la gestion des conséquences sanitaires, sociales et économiques sur leurs communes. Pour les sensibiliser, un outil cartographique est mis à leur disposition.

Maire d'une commune de 1 200 habitants dans le Gard, Jean-Pierre Charre se projette, à travers son écran d'ordinateur, dans ce qu'il aurait à faire si un accident survenait sur le site de Marcoule, tout proche. "En termes de gestion postaccidentelle et non d'urgence, précise-t-il, en pointant le doigt sur la carte de sa commune qui s'affiche devant ses yeux, je vois par exemple sur le scénario choisi que ces zones de productions agricoles pourraient être situées en zone dite de protection des populations, à la suite d'un accident. Il me faudrait mettre les exploitations sous séquestre." Voilà une illustration concrète de ce qu'apporte Opal¹. Cet outil cartographique est destiné à sensibiliser les acteurs locaux – élus ou associations – aux actions à mettre en place sur leurs communes à la suite d'un accident sur une installation nucléaire française.

Entre expertise et connaissances de terrain

Pour le créer, les experts de l'Institut ont travaillé avec les commissions locales d'information (CLI). "Pour différents scénarios d'accident, notre expertise permet d'assister les pouvoirs publics pour la définition d'un zonage de territoires en vue de la gestion de la situation postaccidentelle, précise Claire Gauvin, chargée du projet à l'IRSN. Cela consiste à déterminer trois zones: un périmètre d'éloignement, au plus près de l'installation accidentée, une zone de protection des populations et, au-delà, une zone de surveillance renforcée des territoires."

Les acteurs locaux ont apporté leur connaissance du territoire: par exemple la localisation des écoles, des captages d'eau, des établissements de



L'outil de représentation cartographique Opal permet de sensibiliser les élus aux actions à mettre en place à la suite d'un accident.

santé, des entreprises, des productions agricoles. Ces enjeux sont matérialisés par des symboles sur des cartes et situés par rapport aux zonages postaccidentels. "Les acteurs locaux peuvent réfléchir aux actions à mettre en place sur leur commune pour protéger la population, les infrastructures et les activités sociales et économiques. Les mesures sont différentes selon la zone considérée: éloigner une population, interdire la commercialisation de denrées, restreindre l'accès...", ajoute-t-elle.

L'outil Opal, utilisé par Jean-Pierre Charre, est le fruit d'une collaboration engagée fin 2009 entre l'Institut et l'Association nationale des comités et commissions locales d'information (Anccli). "Un groupe de travail a été

constitué. Il regroupait des représentants de CLI et d'associations et des experts de l'IRSN, rapporte Claire Gauvin. Même s'il existe les exercices nationaux de crise, ils sont encore peu sensibilisés à cette problématique."

Des territoires à l'essai

De fil en aiguille, la solution a pris la forme d'un outil cartographique simple d'utilisation. Et l'experte d'insister: "Il n'a pas été développé pour une utilisation lors d'exercices de crise ou de situations de crise réelle. Il est destiné à réfléchir, à se former 'en situation de paix' et non dans l'urgence d'une situation de crise."

Le premier territoire pilote choisi est celui de Marcoule. Les zonages fournis par l'outil Opal sont issus des scénarios d'accidents de l'IRSN. Ils ont été transposés sur les fonds de carte du syndicat intercommunal d'information géographique, qui regroupe les cadastres de 47 communes du Gard rhodanien. "Cela permet de visualiser précisément l'aménagement du territoire et d'identifier les enjeux liés à la gestion postaccidentelle d'un accident nucléaire", explique Jean-Pierre Charre. Ils ont été définis en recueillant les avis d'un large panel d'acteurs locaux: élus, représentants des chambres d'agriculture et des chambres du commerce et de l'industrie, associations...

Le développement d'Opal a commencé sur les communes de trois autres sites: Golfech (Tarn-et-Garonne), Gravelines (Nord) et Saclay (Essonne). "L'objectif est qu'Opal soit à terme disponible pour l'ensemble des territoires possédant une installation nucléaire de base", projette Claire Gauvin. ■



Contact : claire.gauvin@irsn.fr

1. Outil de sensibilisation aux enjeux postaccidentels à destination des acteurs locaux.



Démantèlement

Quand la **sûreté** prime sur la rapidité

Quand une installation nucléaire a fait son temps, il faut la démonter. Depuis quelques décennies, les opérations de démantèlement avancent en France, doucement mais sûrement. Les techniques et la gestion de projet ont beaucoup progressé : la déconstruction est prévue dès la conception des installations. Dans ce processus long et complexe, quels sont les risques et comment les réduire, tant pour l'environnement que pour ceux qui interviennent sur les chantiers ? État des lieux.



Pour instruire les opérations de démantèlement des échangeurs de chaleur du réacteur Chinon A3 (Indre-et-Loire), les experts de l'IRSN échangent avec les ingénieurs du Centre d'ingénierie de déconstruction et environnement (Ciden) d'EDF.

Laurent Zylberman/Graphix-Images/IRSN

"Démanteler, c'est transformer une installation nucléaire en déchets", schématise Florence Gauthier, experte en sûreté des réacteurs en cours de démantèlement à l'IRSN. En France, ces opérations longues et complexes progressent. Six sites comprenant des réacteurs d'EDF sont en cours de déconstruction. L'exploitant estime la fin des chantiers en 2036.

Un démantèlement exige des années de travail. Les installations à déconstruire sont nombreuses, les volumes de déchets à trier et à orienter vers les bonnes filières importants, certaines étapes laborieuses et complexes du fait de la présence de radioactivité, les difficultés techniques souvent spécifiques à chaque site et les mesures de sûreté et de radioprotection drastiques. Aussi, la déconstruction s'opère-t-elle en séquences successives, de démontage des différents équipements, de découpage de matériels, de tri, conditionnement et évacuation des déchets...

Différents choix sont possibles

L'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) recommande une stratégie de démantèlement immédiat, comme dans d'autres pays tels que la Suède, l'Allemagne et l'Espagne. La Finlande et le Royaume-Uni ont retenu des approches différenciées : un démantèlement immédiat pour certaines installations, souvent anciennes, et différé¹ pour d'autres. C'est le cas notamment lorsque des opérations génèrent des déchets pour lesquels il n'existe pas encore de filière de stockage, comme le graphite, déchet à vie longue issu des centrales graphite-gaz britanniques.

"La stratégie de démantèlement sans attendre adoptée pour les centrales de première génération² et le réacteur de Creys-Malville [Isère] prévoit l'enchaînement sans délai des étapes pour mener à bien une déconstruction complète", explique Jean-Marc Mascherpa, responsable de la division chargée de la maîtrise des risques et du fonctionnement au Centre d'ingénierie de déconstruction et environnement (Ciden), unité d'EDF créée en 2001. De nombreux sous-traitants spécialistes des différentes opérations à réaliser, sollicités par l'exploitant, y participent. L'exercice durera ●●●

●●● plusieurs années, le temps de découper progressivement les équipements puis les structures, de trier les déchets... mais aussi d'apprendre. "Le calendrier national retenu mise sur le retour d'expérience. L'enseignement sur Bugey 1 [Ain] servira aux opérations de déconstruction des autres centrales de la même filière – par exemple à Saint-Laurent-des-Eaux A [Loir-et-Cher]", confirme l'ingénieur.

Un exercice complexe

Face à cet immense chantier, plusieurs acteurs assurent la sûreté tout au long de l'intervention. L'exploitant définit les opérations à mener et les mesures de sûreté associées. L'IRSN les évalue, l'ASN les autorise ou non. "Il faut en permanence garder une vision globale et vérifier que l'enchaînement prévu par l'exploitant est cohérent, explique Florence Gauthier. Par exemple, un équipement tel qu'une canalisation ou un appareil de maintenance n'aurait-il pas été utile pour une opération ultérieure ? Les dispositions retenues pour protéger les travailleurs sont-elles suffisantes ? Les étincelles issues des découpes ne risquent-elles pas de déclencher un départ de feu ?"

Mais une difficulté majeure existe pour les réacteurs de première génération : ces installations anciennes

Le démantèlement, qu'est-ce que c'est ?

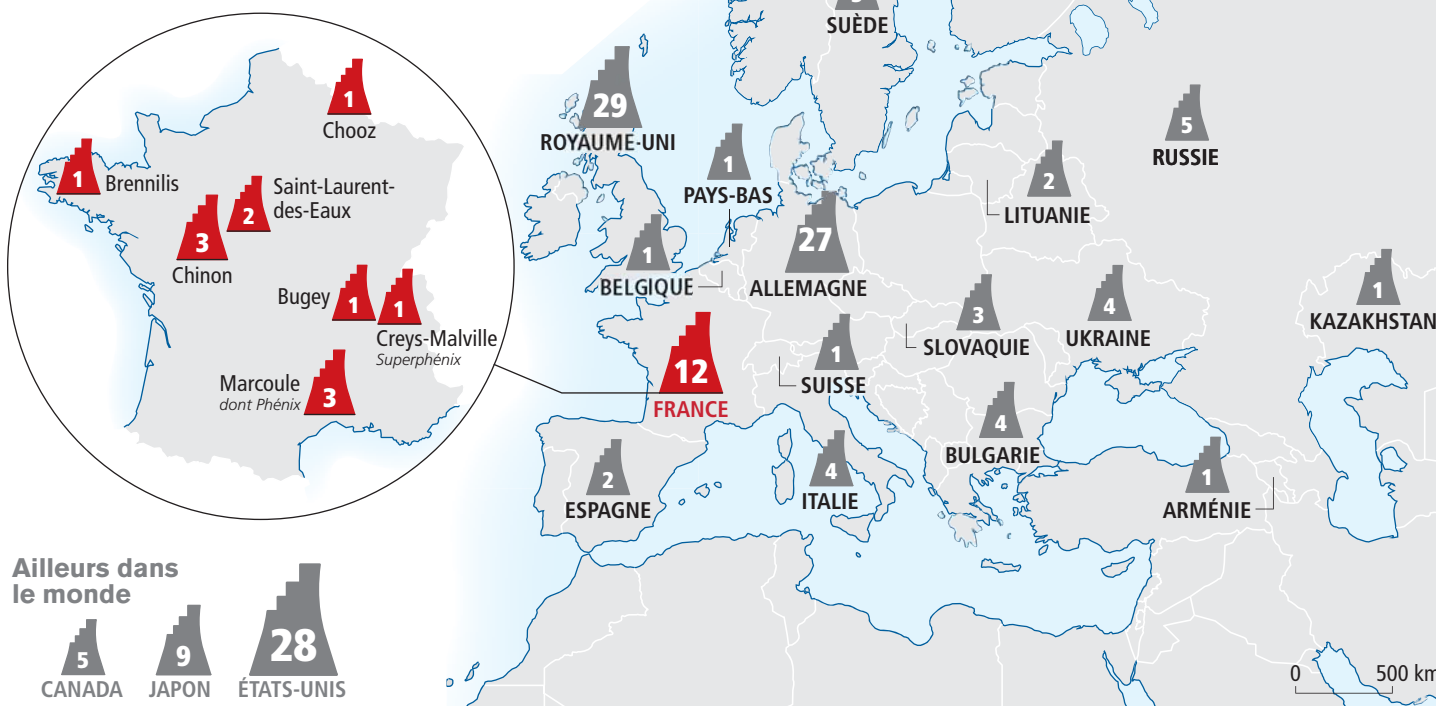
Réacteurs nucléaires d'EDF, usines du cycle du combustible, laboratoires expérimentaux du CEA¹ comme ceux de Grenoble (Isère), Fontenay-aux-Roses (Hauts-de-Seine) ou Cadarache (Bouches-du-Rhône) par exemple... toutes ces installations seront déconstruites. Dans la pratique, le démantèlement des réacteurs nucléaires est précédé de l'évacuation du combustible vers l'usine de retraitement de La Hague (Manche). La vidange des circuits et la démolition des bâtiments conventionnels – comme la salle des machines – sont les étapes suivantes. Commence ensuite l'opération proprement dite, après que l'exploitant a obtenu un décret d'autorisation. Durant dix à vingt ans, tous les équipements et les structures du site seront décontaminés – lavages, grattages... –, démontés et découpés par des travailleurs ou par des robots quand la radioactivité s'avère trop forte. Les déchets générés seront évacués, en fonction de leur radioactivité, vers des sites de stockage appropriés. Lorsque tout a disparu, le déclassement² de l'ancienne installation nucléaire peut être demandé via une procédure spécifique. Néanmoins, des servitudes sont généralement établies afin de conserver la mémoire de la présence passée et éviter la construction, des années plus tard, d'une école maternelle par exemple.

1. Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives. 2. Opération administrative qui consiste à supprimer l'installation de la liste des installations nucléaires de base (INB).

n'avaient pas été conçues en tenant compte de leur déconstruction ultérieure. Depuis, la législation a évolué : un exploitant doit présenter un plan de démantèlement dès la création de son installation. "L'EPR³ a été créé en anticipant son démantèlement, illustre Florence Gauthier. Il faut penser à la fois au montage et au démontage, en particulier pour les gros équipements, choisir les matériaux afin de limiter la production de radioéléments qui résulteraient de leur irradiation pendant l'exploitation." ■

1. Dans une stratégie de démantèlement différé, le combustible, qui représente plus de 99 % de la radioactivité d'un site, est évacué dès l'arrêt de l'installation et les équipements non nucléaires, comme la salle des machines, sont déconstruits. Puis l'installation est mise dans un état sûr, sous surveillance, pour attendre la décroissance progressive de la radioactivité avant de démanteler le reste.
2. Il s'agit des centrales de Brennilis (Finistère), Chooz A (Ardennes), Bugey 1 (Ain), Saint-Laurent A (Loir-et-Cher), Chinon A (Indre-et-Loire).
3. European Pressurised Reactor, réacteur à eau sous pression nouvelle génération, de 1600 mégawatts, en cours de construction à Flamanville (Manche).

Les 100 réacteurs de puissance arrêtés ou en cours de démantèlement en Europe



Évaluer la sûreté en fonction de la réalité des risques

Mission. Un démantèlement est une opération dangereuse soulevant des questions de sûreté pouvant être complexes. L'expertise doit s'adapter à toute situation.

À la différence d'un site en exploitation, un site en démantèlement est en perpétuelle évolution : on évacue progressivement la radioactivité, on démolit ce qui représentait hier des barrières de protection. Pour assurer la protection de l'environnement et la radioprotection des travailleurs chargés de la démolition, l'Institut est mandaté par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) afin d'évaluer les choix retenus par l'exploitant pour la maîtrise des risques. *"Ce passage au crible des opérations prévues peut nécessiter une instruction d'un an et demi"*, explique Florence Gauthier, spécialiste en sûreté des réacteurs en cours de démantèlement à l'IRSN. Une équipe de spécialistes en confinement, en incendie, en risques d'exposition aux rayonnements ionisants, en génie civil, en facteurs organisationnels et humains, en gestion de déchets... est constituée, pilotée par un ingénieur généraliste.

Ces spécialistes transmettent des questions à l'exploitant pour compléter ou éclaircir certains points du dossier. Ils se rendent sur place pour le rencontrer, visiter l'installation et visualiser les locaux, les équipements, les postes de travail. Des réunions techniques sont organisées sur la base des questions transmises. Ces rendez-vous permettent de favoriser le dialogue et de confronter les positions.

Après ces échanges sur site, chaque spécialiste rend un avis sur son domaine d'expertise à l'ingénieur généraliste, pilote de l'instruction et chargé de préparer l'avis de l'IRSN.

Du côté d'un exploitant comme EDF, l'organisation est en miroir : *"Au sein de la division chargée de la maîtrise des risques et du fonctionnement du Centre d'ingénierie de déconstruction et environnement [Ciden], un interlocuteur spécialisé est chargé d'un site donné"*, explique Jean-Marc Mascherpa, responsable de la division au Ciden

d'EDF. *Il pilote le remontage des dossiers réglementaires soumis à l'approbation de l'ASN ainsi que leur instruction en s'appuyant sur des référents métiers – ventilation et confinement, manutentions, contrôle-commande... Un chef de projet orchestre l'ensemble des activités – études et travaux – participant au démantèlement et gère les aspects planning et budget."*

S'adapter à chaque site

"Lors d'un démantèlement, les risques pour l'environnement sont moindres, car la radioactivité du réacteur décroît fortement dès les premières années, du fait de l'évacuation du combustible qui représente plus de 99 % de la radioactivité du site, poursuit Florence Gauthier. En revanche, pour le travailleur qui devra participer à la découpe d'un mur ou d'un tuyau de ventilation contaminé..., le risque est élevé. Cela justifie la mise en œuvre de protections collectives ou individuelles spécifiques telles que le port d'un masque et d'une combinaison ventilée."

Chaque étape demande de trouver la technique qui garantira la sûreté et la radioprotection. *"Sur le site de Bugey [Ain], les structures internes du réacteur présentent un tel débit de dose qu'il a été décidé de le remplir d'eau et d'y faire intervenir des robots guidés par des opérateurs situés sur une plateforme de protection construite pour l'occasion"*, précise-t-elle.

Le démantèlement peut nécessiter la construction d'une installation neuve. C'est le cas du réacteur à neutrons rapides Superphénix où un ouvrage a été érigé pour détruire le sodium contaminé, installation qui devra à son tour être démantelée après cinq années de fonctionnement.

Pour certaines opérations plus complexes ou qui se dérouleront quelques années après la publication du décret, ce dernier prévoit des points d'arrêt. L'exploitant sera alors tenu de redéfi-



Visite par les experts d'une nouvelle ventilation installée par EDF afin de limiter les risques de dispersion de matières radioactives.

nir en détail la suite de l'opération – en intégrant par exemple des éléments qu'il n'aurait pas pu fournir dès l'instruction du premier dossier. Cette nouvelle étape sera, elle aussi, évaluée par l'Institut et soumise à la décision de l'Autorité.

S'adapter à une installation en évolution

Le démantèlement exige d'ajuster le niveau de protection des travailleurs et de l'environnement à un niveau de risque évolutif, puisque la radioactivité est progressivement éliminée. *"Par exemple, retirer la radioactivité présente dans un local réduit de fait le risque ; mais cette intervention justifie-t-elle de réduire le dispositif de sûreté et de radioprotection, et le cas échéant, dans quelle mesure?"*, illustre Florence Gauthier.

Autre écueil classique : réunir l'historique de l'exploitation, par ●●●

●●● exemple les éventuels incidents de contamination. “Quand une centrale est à l’arrêt depuis plus de 20 ans, que l’ancien personnel n’est plus sur place, il est difficile de récupérer toute cette information, indique Jean-Marc Mascherpa. EDF a mis en place des mesures – et un projet dédié – permettant de capitaliser l’historique durant l’exploitation de l’installation. Le choix d’une stratégie de démantèlement sans attendre contribue à la maîtrise de ce risque.”

Les ingénieurs de l’IRSN doivent prévoir le pire pour faire face à un manque d’information. “Un robot peut être envoyé dans chaque zone pour mesurer le débit de dose et faire des prélèvements, décrit Florence Gauthier. Cette précaution évite de sous-estimer la contamination accidentelle d’un espace fermé dont le passé aurait été oublié.” Un autre exemple : “À Strasbourg [Bas-Rhin], où un réacteur universitaire a été démantelé, l’exploitant avait effectué des calculs d’activation. Les débits de dose se sont avérés largement supérieurs : une plaque d’acier ayant servi au coffrage

avait été laissée lors de la construction et avait été activée. Il est nécessaire d’anticiper ce genre de situation en prévoyant des dispositions de prévention qui seront adaptées au fur et à mesure de la caractérisation des sources.”

La problématique des déchets

L’expertise de l’Institut a notamment pour objectif de vérifier que les déchets produits seront correctement triés, caractérisés et envoyés dans les bonnes filières. Dans le cas des centrales à graphite-gaz, une technologie aujourd’hui abandonnée en France, se pose la question du stockage du graphite. Ce déchet à vie longue doit être confiné dans des sites spécifiques qui ne sont pas encore construits par l’Andra¹. “Le démantèlement de Bugey [Ain] générera environ 2 100 tonnes de graphite”, pointe Jean-Marc Mascherpa. ■

1. Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs.

Réacteur à eau sous pression de Chooz A : premier construit,

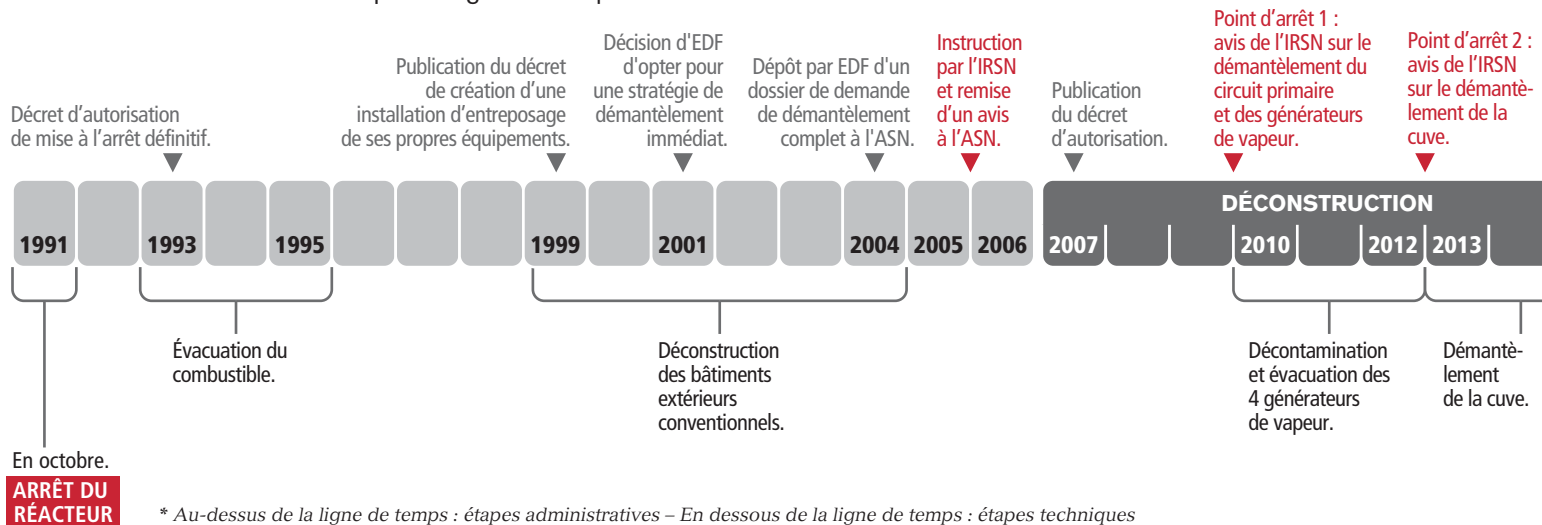
Modèle réduit des centrales actuelles avec une puissance électrique de 305 mégawatts, le réacteur du site de Chooz A (Ardennes) est en cours de démantèlement. Il avait été construit dans deux cavernes aménagées dans une colline des bords de la Meuse pour bénéficier d’un confinement naturel. “Après vingt-quatre années d’exploitation et une production d’électricité de 38 milliards de kilowatts-heure, le réacteur a été arrêté en 1991, explique Sophie Maurel, pilote du référentiel de sûreté de Chooz A pour le Centre d’ingénierie de déconstruction et environnement (Ciden) d’EDF. Entre 1993 et 1995, le combustible a été sorti du réacteur

et expédié à l’usine de retraitement de La Hague [Manche].” En 2001, EDF opte pour le démantèlement immédiat. Le temps pour l’opérateur de rédiger le dossier de démantèlement, de déposer sa demande et pour la procédure réglementaire de se dérouler, le décret est publié en 2007. Depuis, le démantèlement avance à grands pas : “La caverne des auxiliaires est pratiquement vidée, les quatre générateurs de vapeur de 113 tonnes et 14 mètres de haut chacun ont été déposés”, illustre Sophie Maurel. Une étape importante qui a soulevé bien des difficultés techniques de mise au point. Par exemple, comment décontaminer les

générateurs de vapeur avant de les évacuer du site ? “La solution retenue par EDF reposait sur un procédé chimique et mécanique mis au point par Siemens. D’abord, une alternance de lavages chimiques par des acides. Ensuite, l’injection de sable sous haute pression pour nettoyer les tubes obstrués dans lesquels la solution de lavage ne pouvait circuler, explique à grands traits Xavier Masseau, ingénieur en sûreté nucléaire à l’IRSN, qui assure le lien entre les différents interlocuteurs, dont EDF et l’Autorité de sûreté nucléaire (ASN). L’Institut a dû évaluer la sûreté de cette technique.” Mais que devient les 30 tonnes de déchets à vie longue de Chooz A,

Les dates clés du démantèlement de Chooz A

Le démantèlement de la centrale suit un long processus à la fois administratif et technique. Les grandes étapes*.



EN CHIFFRES

- **300 jours de travail... et parfois largement plus.** C'est le temps nécessaire à une équipe composée de spécialistes et d'un ingénieur généraliste de l'IRSN pour instruire un rapport de sûreté de démantèlement. Une fois l'opération entamée, s'y ajouteront le suivi, les points d'arrêt, les instructions des demandes mineures...
- **31,9 milliards d'euros.** C'est le coût, estimé par les exploitants, du démantèlement des installations nucléaires en France d'EDF, d'Areva et du CEA civil. (Source : Cour des comptes, 31/01/12.)

Priorité à la protection des travailleurs

Facteurs humains. Les intervenants étant nombreux et la sous-traitance courante, un travail de coordination et de surveillance des opérations s'impose.

Derrière tout projet de démantèlement, il y a des expertises techniques, mais également des hommes et des femmes et des schémas d'organisation, qui vont eux aussi contribuer à la sûreté des opérations. *"Ces facteurs organisationnels et humains, dits FOH, sont importants dans un contexte où la sous-traitance est quasi systématique, avec un nombre élevé d'intervenants"*, souligne Lise Menuet, spécialisée dans la gestion de ces risques à l'IRSN.

Gérer les aléas liés à la coactivité

La déconstruction d'une installation nucléaire est un véritable chantier. Des zones en démantèlement et d'autres en exploitation coexistent; des équipes différentes, issues d'entreprises distinctes, peuvent être amenées à intervenir sur un même lieu, mais avec des objectifs variés. C'est ainsi que, à Chooz A, une vingtaine de salariés d'EDF sont chargés de la surveillance, de l'exploitation des systèmes de ventilation, des déchets ou encore de la prévention des risques. À leurs côtés, une trentaine de prestataires sont affectés à la décontamination des générateurs de vapeur, à la découpe, à la manutention ou à l'évacuation des déchets. La coactivité est une situation récurrente, dont il faut gérer les risques. Par exemple, l'arrêt d'un réseau de détection d'incendie dans une partie de l'installation où sont effectuées des coupes génératrices d'étincelles peut concerner un local adjacent en exploitation où la détection d'incendie est normalement requise. *"Pour l'exploitant, cela veut dire réaliser un important travail de préparation et de coordination avec les intervenants en amont du déroulement des travaux"*, convient Lise Menuet.

Lorsque l'IRSN est amené à évaluer un dossier de démantèlement du



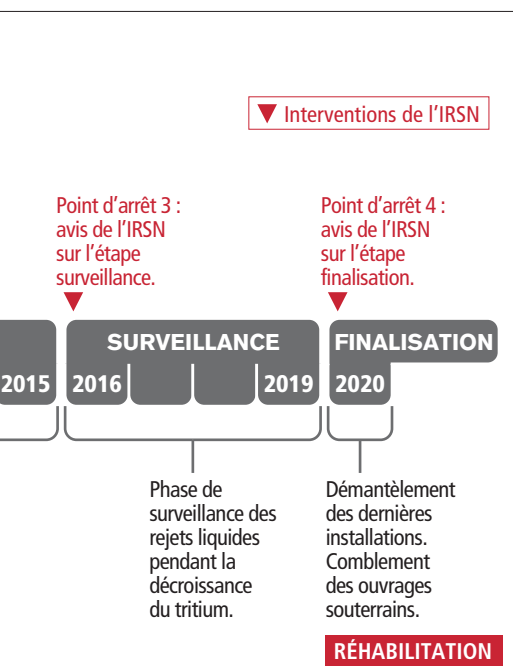
Au centre du CEA de Marcoule (Gard), habillage du personnel avant l'entrée en zone contaminante.

point de vue des facteurs organisationnels et humains, plusieurs questions concernant la sous-traitance sont examinées : quelle est l'organisation retenue sur les chantiers ? Comment se déroulent la surveillance des activités et le contrôle des travaux ? Avec quels objectifs ? Quels moyens ? Quelles sont les compétences associées ? *"Les réponses à ces questions sont présentées de façon plus ou moins approfondie selon les dossiers et les exploitants. Globalement, la maturité sur le sujet progresse depuis quelques années. Un dossier qui n'aborderait pas suffisamment ces points ne serait plus recevable aujourd'hui"*, confie la spécialiste.

La réflexion sur les FOH doit commencer dès la conception du projet. *"L'exploitant spécifie ses attentes dans le cahier des charges transmis aux sous-traitants – par exemple, une description précise des modes opératoires et une évaluation des postes de travail dans un environnement qui évolue. Puis il prend en compte ces critères dans le choix des prestataires"*, développe ●●●

premier démantelé

et ceux du même type issus d'autres centrales, dans l'attente d'une filière dédiée ? *"Nous avons débuté la construction d'une installation d'entreposage provisoire sur le site de la centrale du Bugey [Ain] en attendant le futur stockage profond de l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs"*, explique Sophie Maurel. *"Premier réacteur à eau sous pression construit en France, Chooz A sera aussi le premier à être démantelé"*, conclut Xavier Masseau. Cette installation permettra de valider les solutions techniques qui serviront demain au démantèlement des 58 autres réacteurs de ce type du parc français. ■



●●● Romain Langlois, responsable sûreté de l'équipe projet d'Areva Engineering & Projects (E&P) chargé de la conception du programme de démantèlement de l'UP2-400¹ à La Hague (Manche). *"La construction d'une chronologie pertinente est essentielle pour assurer la radioprotection des travailleurs, complète Yann Billarand, expert en radioprotection à l'IRSN et chargé d'évaluer les dossiers de démantèlement sous cet angle. Deux règles sont à respecter. Il faut enlever le maximum de matières radioactives avant de commencer à démonter les équipements et les structures. Lors des travaux, il est nécessaire de toujours traiter, dans la mesure du possible, les parties les plus irradiantes en premier."*

Des avancées alimentées par le retour d'expérience

Les progrès en FOH reposent sur les études menées et sur le retour d'expérience (Rex). Des leçons sont tirées des



Centrale de Creys-Malville (Isère) : découpe à la torche à plasma réalisée par une entreprise sous-traitante.

Répondre aux interrogations de la société

"Nous avons émis un avis consultatif favorable sur le démantèlement de deux réacteurs, tout en insistant sur certains points, tels l'absence de solution pour le stockage des déchets ou la complexité de la technique de décontamination retenue", confie Michel Eimer, vice-président de la commission locale d'information (CLI) de Saint-Laurent-des-Eaux (Loir-et-Cher). Cette dernière avait été consultée lors d'une enquête publique dans le respect de la loi de 2006 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire.

"Le dialogue avec l'Association nationale des comités et commissions locales d'information [Anccli] souligne les nouvelles attentes de la société civile sur le démantèlement, confie Véronique Leroyer, chargée des relations avec les CLI et l'Anccli à l'IRSN. L'Institut compte développer des échanges sur les sujets soulevés par les CLI : gestion des déchets, sous-traitance, impact environnemental... Il a déjà participé à des formations sur le démantèlement, organisées par les CLI de Fontenay-aux-Roses [Hauts-de-Seine], Chinon [Indre-et-Loire] et Saint-Laurent-des-Eaux."

incidents, comme ce fut le cas en novembre 2009 dans l'usine UP2-400. *"Un technicien a été contaminé en piquant son gant de protection sur un fil métallique tenant une étiquette d'identification de tuyauterie, illustre Romain Langlois. Cet événement a fait l'objet d'une analyse incluant la contribution de l'ensemble des entités d'Areva concernées. Plusieurs dispositions directement opérationnelles en ont découlé : systèmes d'étiquetage alternatifs, nouvelles protections..."*

Les enseignements ne doivent pas se limiter aux événements isolés. *"Des opérations qui se déroulent correctement – avec identification des bonnes pratiques – peuvent enrichir l'ensemble des connaissances, des savoir-faire et faire progresser les pratiques, souligne Lise Menuet. Il faut pour cela préparer et formaliser le Rex. Cela passe par la définition des données à recueillir au cours des différentes étapes et l'organisation de la circulation et du partage des informations entre les intervenants du projet."*

Dans le cadre du démantèlement de l'usine UP2-400, l'ingénierie d'Areva E & P participe aux réunions de

chantier. *"Nous récupérons les Rex directement auprès des opérateurs [prestataires d'assainissement et de démantèlement] et pouvons intégrer les conclusions dans les cahiers des charges que nous élaborons en tant que maître d'œuvre, décrit Romain Langlois. D'importants progrès sur les spécifications de sûreté et de radioprotection ont été réalisés. Ils conduisent à une meilleure préparation des opérations, pour optimiser la présence des travailleurs sur le terrain, et donc leur exposition. Par exemple, nous nous sommes aperçus, dans certains cas, de différences entre ce qui figure sur les plans et la réalité des salles où intervenir. Des modifications avaient pu avoir lieu lors de la construction des bâtiments, sans mise à jour des plans d'origine. Des moyens d'investigation spécifiques pour visiter les lieux des interventions sont utilisés pour valider, en amont, la conception d'équipements particuliers ou celle des modes opératoires de démantèlement."* ■

1. Unité de production de l'usine de retraitement des combustibles nucléaires usagés de La Hague, mise à l'arrêt en 2003 et dont le démantèlement complet est prévu à l'horizon de 2030.

BIBLIOGRAPHIE

- **Rapport de la Cour des comptes** "Les coûts de la filière électronucléaire" : www.ccomptes.fr, rubrique Publications > Les coûts de la filière électronucléaire
- **Document à télécharger** "La politique de l'Autorité de sûreté nucléaire en matière de démantèlement et de déclassement des installations nucléaires de base en France" : www.asn.fr, rubrique Les actions de l'ASN > L'ASN > Doctrine > Les notes de politique générale

POUR EN SAVOIR PLUS

- **Dossier** "Le démantèlement des installations nucléaires de base" : www.irsn.fr/demantèlement
- **Dossier** Avis de l'IRSN sur le démantèlement du circuit primaire de la centrale des Ardennes : www.irsn.fr/dem-ardennes
- **Dossier** "Le démantèlement des installations nucléaires" : www.asn.fr, rubrique S'informer > Dossiers > Le démantèlement des installations nucléaires

CONTACTS IRSN

- **Pour dialoguer avec les experts de l'IRSN** : Sûreté des réacteurs en cours de démantèlement : florence.gauthier@irsn.fr
Ouverture à la société : veronique.leroyer@irsn.fr
Facteurs organisationnels et humains : lise.menuet@irsn.fr

Préparer et passer l'épreuve du Camari¹

Toute personne manipulant des appareils de radiologie industrielle doit avoir en poche son certificat d'habilitation, dit "Camari". Formation, épreuves, rapport d'activité... sont les étapes obligées pour son obtention ou son renouvellement. Tour d'horizon des bonnes pratiques pour que chaque candidat puisse se donner les moyens de réussir.

- **TÉMOIGNAGE** Un radiologue industriel • **DÉCRYPTAGE** De la formation au certificat : le cheminement du candidat
- **AVIS D'EXPERT** Un chargé d'enseignement à l'IRSN.

TÉMOIGNAGE

“Prendre le temps de bien préparer mon rapport d'activité”

Radiologue industriel depuis dix ans, Laurent Bourgeix est aujourd'hui responsable d'agence pour ECW², société spécialisée dans le contrôle non destructif³ des matériaux. Au printemps 2012, il a constitué son rapport d'activité en vue de l'examen oral de renouvellement du Camari, passé avec succès au mois de juin.

“J’ai entamé les démarches pour le renouvellement de mon Camari avant que ce dernier n’arrive à échéance, à commencer par l’inscription aux formations de préparation à l’examen. Il a ensuite fallu m’atteler à la rédaction du rapport d’activité, qui devait retracer mes

expériences de radiologie industrielle de ces dernières années et les actions de radioprotection associées. Ce n’est pas toujours facile de se remémorer les chantiers sur lesquels on a travaillé et d’en décrire les caractéristiques par écrit. Une trame est disponible sur le site de l’IRSN, qui permet de nous aiguiller et de présenter correctement les choses. Mon rapport comptait une vingtaine de pages, auxquelles s’ajoutaient les annexes : photo du matériel, exemples de balisages mis en place...

Anticiper les questions

Si j’ai un conseil à donner aux candidats, c’est de prendre le temps de bien préparer ce rapport et d’anticiper les questions qui en découleront lors de l’examen oral. J’ai par exemple longuement approfondi mes connaissances sur les appareils de mesure utilisés, car je savais qu’on me questionnerait dessus. C’est le moment de s’intéresser à toutes ces petites choses que l’on fait par habitude ou de manière standardisée. Au final, j’ai passé près d’une semaine à rédiger mon rapport d’activité, puis un week-end à réviser mes cours de formation, bien relire mon rapport et les procédures internes de mon entreprise. Ce n’est pas un examen à prendre à la légère. Mais si on est sérieux et rigoureux, il n’y a pas de raison de le craindre.” ■

1. Certificat d’aptitude à manipuler les appareils de radiologie industrielle.
2. Expertises tests et contrôles sur tous matériaux SA.
3. Le contrôle non destructif permet de détecter les défauts des matériaux sans les dégrader. La radiographie est une des méthodes utilisées avec les ultra-sons ou le ressuage.



Nedim Imré/IRSN

DR

DÉCRYPTAGE

De la formation au certificat: le chemi

Obtenir le Camari implique de suivre un processus en plusieurs étapes, qui
Aperçu sur les obligations du candidat, le déroulement des épreuves, les dé

OBTENTION

1

Se former

2 modules : 1 théorique, 1 pratique.
Durée minimale : **2 fois 16 heures**, fixée par arrêté. Dispensée par des organismes de formation du domaine industriel.

Une attestation de formation vous est délivrée pour passer l'épreuve écrite au plus tard dans un **délai d'1 an** à compter du module pratique.

2

Passer l'épreuve écrite

Organisée par l'IRSN.

Durée : 1h45 pour 1 option ou 2h30 pour 2 options.

Partie théorique :

une série de QCM, 10 questions par thème : physique des rayonnements ionisants ; effets biologiques des rayonnements ionisants ; réglementation de radioprotection.

Sujets pratiques :

5 exercices ; 5 cas pratiques. La réussite à l'épreuve écrite requiert d'obtenir la moyenne en théorie et en pratique.

3

Passer la période probatoire

Suite à l'épreuve écrite, **un certificat provisoire vous est délivré**, valable 1 an et non renouvelable. Le candidat est en période probatoire d'au moins trois mois avec mise en situation : balisage, réalisation du tir, mise en sécurité... Il est sous la surveillance d'un tuteur "Camariste" en vue de préparer l'épreuve orale.



6

Le Camari, délivré par l'IRSN, est valable 5 ans



5

Passer l'épreuve orale

Organisée par l'IRSN.

Durée : 50 minutes environ.

Composition du jury : 2 représentants de l'IRSN et 1 personnalité extérieure (professionnel du contrôle non destructif, personnel d'EDF, formateur...)

Évaluation de 3 critères : connaissances théoriques, connaissances pratiques et opérationnelles – sur la base des expériences présentées dans le rapport d'activités – et capacité du candidat à assurer sa sécurité et celle de son environnement, en situation dégradée notamment.

Délibération du jury dans la journée. Résultat envoyé par e-mail au candidat sous 24 heures dans l'attente de recevoir sa notification.

4

S'inscrire à l'épreuve orale

Dans le délai d'1 an de validité du certificat provisoire, **envoi du dossier à l'IRSN :**

- **Carnet de suivi** cosigné par le candidat et son tuteur, qui recense l'ensemble des interventions réalisées pendant la période probatoire (type d'appareil, nombre de tirs...)
- **Copie de la notification de réussite à l'épreuve écrite**
- **Copie du certificat Camari du tuteur**
- **Rapport d'activité du candidat.**

Convocation à l'épreuve orale dans un délai de 2 mois environ.

Réglementation

L'article R4451-54 du Code du travail

maintient le principe d'un certificat d'aptitude pour manipuler des appareils de radiologie industrielle (Camari) figurant sur une liste établie par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN). Le certificat est délivré par l'IRSN. Un premier arrêté du 21 décembre 2007 précise les modalités de formation et de délivrance du Camari.

Un second de la même date homologue la décision de l'ASN qui fixe la liste des appareils dont la manipulation nécessite de posséder le Camari.

Histoire

Jusqu'en juin 2008, les épreuves du Camari étaient organisées par les directions régionales du travail et de l'emploi. Afin d'harmoniser l'examen à l'échelle nationale et d'élever le niveau d'exigence, le ministère du Travail a confié cette mission à l'IRSN à compter du 2^e semestre 2008.

En chiffres

Pour l'année 2011 :

- **714 examens** (401 à l'écrit et 313 à l'oral) de Camari passés (contre 97 en 2008).
- **75 % de réussite** à l'examen initial (écrit et oral) pour les options "générateur de rayons X" et "accélérateurs de particules".
51 % pour l'option "gammagraphie".
- **Entre 80 et 90 %** de réussite à l'examen de renouvellement pour les trois options.

Source : IRSN

Renouvellement du candidat

doit être renouvelé tous les cinq ans.
lais, la constitution des dossiers...

RENOUVELLEMENT

Tous les 5 ans

1 Se former

2 modules : 1 théorique, 1 pratique.
Durée minimale : 2 fois 8 heures, fixée par arrêté. Dispensée par des organismes de formation du domaine industriel.

Une attestation de formation vous est délivrée pour passer l'épreuve orale au plus tard dans un **délai de deux ans** à compter du module pratique.

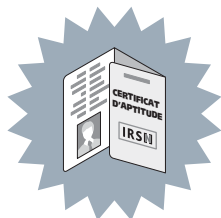
2 S'inscrire à l'épreuve orale

Dans le délai de 2 ans de validité de l'attestation de formation, envoi du dossier à l'IRSN :

- Bulletin d'inscription à l'épreuve orale
- Attestation de formation
- Attestation de l'employeur certifiant que le candidat a pratiqué au cours des 2 années précédentes
- Copie du Camari à renouveler
- Rapport d'activité du candidat.

Convocation à l'épreuve orale dans un délai de 2 mois environ.

4 Le Camari, délivré par l'IRSN, est valable 5 ans



3 Passer l'épreuve orale

Organisée par l'IRSN.
Durée : 50 minutes environ.
Composition du jury : 2 représentants de l'IRSN et 1 personnalité extérieure (professionnel du contrôle non destructif, personnel d'EDF, formateur...)
Évaluation de 3 critères : connaissances théoriques, connaissances pratiques et opérationnelles – sur la base des expériences présentées dans le rapport d'activités – et capacité du candidat à assurer sa sécurité et celle de son environnement, en situation dégradée notamment.

Délibération du jury dans la journée. Résultat envoyé par e-mail au candidat sous 24 heures dans l'attente de recevoir sa notification.

Hervé Bouilly/IRSN - Source : IRSN

Profils concernés

- **Pour l'option "gammagraphie" et/ou "générateur de rayons X" :** les radiologues industriels, c'est-à-dire des techniciens de contrôle non destructif ayant recours à la radiologie industrielle.
- **Pour l'option "accélérateur de particules" :** les personnes qui utilisent des accélérateurs de particules de type cyclotron pour la fabrication de radiopharmaceutiques utilisés en médecine.

Pour aller plus loin

Camari (déroulement des examens, calendrier des sessions, documents à télécharger...) : www.irsn.fr/camari

Contact

Bertrand Le Dirac'h
Tél. : 01 58 35 89 22
bertrand.le-dirach@irsn.fr

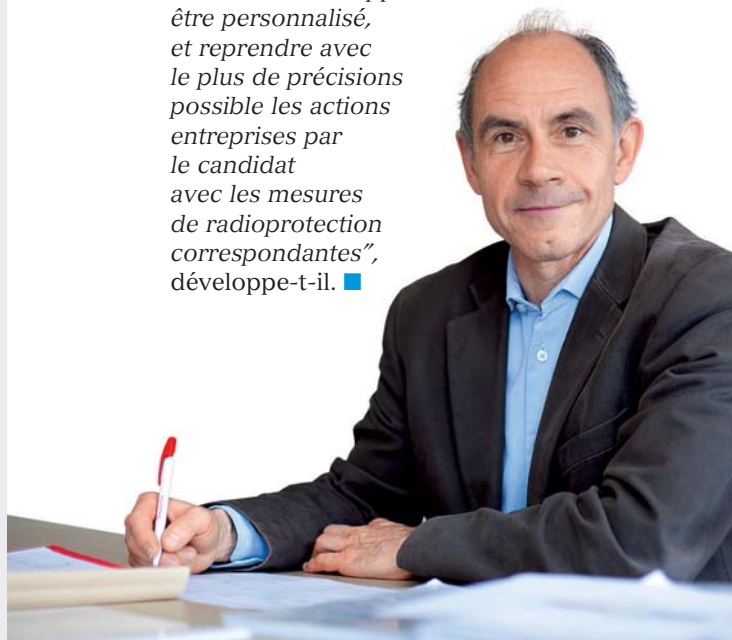
AVIS D'EXPERT

“ Un examen à ne pas prendre à la légère ”

Bertrand Le Dirac'h,
chargé d'enseignement à l'IRSN.

“ Les candidats que nous recevons à l'épreuve orale du Camari sont plus ou moins à l'aise avec cet exercice particulier qu'est l'épreuve orale. Il ne s'agit pas de juger de leur facilité à s'exprimer, mais de vérifier leurs acquis et leurs capacités à manipuler des appareils présentant une réelle potentialité d'accidents. Il s'agit d'assurer leur propre sécurité et celle de leur environnement”, insiste Bertrand Le Dirac'h.

Les facteurs de réussite selon lui ? “L'implication personnelle du candidat et l'encadrement par son tuteur et son employeur”, répond-il. Pour tous, la rédaction du rapport d'activité constitue une étape importante avant l'examen oral. “En prenant le temps de bien le rédiger, le candidat met toutes les chances de son côté. Attention à ne pas tomber dans le piège d'un rapport standardisé : le jury le verra tout de suite et cela desservira le candidat. Le rapport doit être personnalisé, et reprendre avec le plus de précisions possible les actions entreprises par le candidat avec les mesures de radioprotection correspondantes”, développe-t-il. ■



Frédérique-Elsa Hughes/IRSN



Reportage photo: Frédérique-Elsa Hughes/RSN

Analytique et systémique : deux approches en débat pour la recherche en radioécologie.

À RETENIR

- **La recherche en radioécologie** privilégie encore l'approche analytique, centrée sur l'individu, par rapport à la vision systémique, qui élargit l'analyse à l'écosystème.
- **Face aux attentes d'une société civile** consciente de l'interdépendance entre l'homme et l'environnement, la recherche doit passer de la dimension de l'individu à celle des populations et de l'écosystème.
- **La démarche pluridisciplinaire** et le dialogue entre les experts doivent nourrir la réflexion sur la radioécologie.

Quelle évolution pour

En recherche environnementale, il existe deux approches : l'analytique et la systémique reposant sur une évaluation des écosystèmes. État des lieux en compagnie de deux scientifiques en radioécologie.

Repères : Aujourd'hui, comment s'organise la recherche en radioécologie ?

Patsy Thompson : Elle s'articule principalement autour d'une approche analytique. Celle-ci se fonde sur des travaux de mesures à l'échelle de l'individu, menés en laboratoire ou sur le terrain. Si les résultats ne tiennent pas compte du contexte environnemental, limitant par là même leur pertinence, ils permettent néanmoins d'obtenir une information concrète en termes d'exposition radiologique, de façon à établir une évaluation précise du risque, aux individus.

François Bréchignac : La vision plus globale repose sur une approche systémique, en cours de structuration. Cela consiste en une évaluation des écosystèmes dans leur ensemble, intégrant les interactions au sein et entre les différentes populations¹ animale et végétale [par exemple les baleines qui se nourrissent de planctons]. L'idée étant de repérer les changements écologiques liés aux radiations par le biais des évolutions des populations qui composent ces écosystèmes.

P.T. : Il faut cependant faire attention à l'effet d'échelle. Nous pouvons développer des outils, des modèles conceptuels pour faire avancer l'approche systémique. Mais les observations resteront d'ordre général et demanderont toujours des précisions, des éléments de réponse plus fins aux phénomènes observés, que seule l'approche analytique pourra apporter.

F.B. : De fait, les deux approches sont les deux faces d'une même pièce. Elles traitent d'un seul problème sous deux angles différents. Ni l'une ni l'autre ne tend vers la vérité absolue ou ne donne toutes les réponses en matière de recherche. Seule leur conjonction permettra d'améliorer l'efficacité globale du système.

Comment développer l'approche systémique ?

F. B. : Cette démarche part des études sur des terrains contaminés – Tchernobyl, Fukushima, territoires à taux de radiations naturellement élevés... – et en laboratoire avec des protocoles expérimentaux intégrant les interactions entre populations d'espèces différentes – c'est-à-dire par exemple les relations entre prédateurs et proies – et s'appuyant sur des niveaux croissants de radiations.

P.T. : Malgré la complexité pour assurer leur viabilité à long terme, l'Institut commence à mettre au point des systèmes expérimentaux sur microcosmes et mésocosmes². Le plus gros des études porte cependant sur l'approche analytique, pour des raisons historiques. Mais les nouveaux protocoles, particulièrement avant-gardistes, s'évertuent à passer de l'échelle de l'individu à celle d'une population dans son ensemble.

F. B. : Ceci constitue une évolution indispensable dans la mesure où nous devons avant tout répondre aux attentes des autorités et des citoyens, qui ne conçoivent l'environnement qu'au niveau de l'écosystème et des interactions entre différentes espèces. Une nécessité pragmatique s'impose

“ Les personnes avec des formations en environnement ou en écologie ont du mal à se faire entendre dans le milieu très cloisonné de la radioprotection. ”

Patsy Thompson

Directrice générale des programmes de protection environnementale et radiologique à la Commission canadienne de sûreté nucléaire, dont elle est membre depuis 1993.



la recherche en radioécologie ?

lytique qui s'appuie sur l'acquisition des données à l'échelle de l'individu dans leur ensemble. Ces démarches bien distinctes soulèvent la controverse. logie, l'une canadienne et l'autre français.

cependant : il faut que les recherches permettent d'établir des règles simples, que tout le monde puisse respecter, tout en apportant un vrai "plus" à la protection de l'environnement. Un positionnement entre réalisme et performance qui appelle à une coordination renforcée des parties prenantes [société civile, autorités en charge de la réglementation, opérateurs industriels, chercheurs].

P.T. : Nous constatons en effet un réel manque de concertation³ entre les équipes s'intéressant aux phénomènes radioécologiques. Chacun trace son chemin de son côté. Les incitations de regroupements de scientifiques, à l'instar de l'Union internationale de radioécologie [IUR], devraient toutefois déboucher sur plus de collaborations. L'idéal étant d'élargir les champs à d'autres domaines scientifiques s'occupant de questions environnementales, car la communauté de la radioprotection ne peut répondre seule à toutes les problématiques.

L'avenir de la radioécologie est-il dans la pluridisciplinarité ?

F.B. : Un rapport rédigé sous l'égide de l'IUR milite en ce sens, puisqu'il est issu d'experts d'horizons variés : spécialistes en écotoxicologie chimique, en radioécologie, en biodiversité, en modélisation des écosystèmes... Nous avons besoin de l'apport des autres disciplines pour nourrir la réflexion sur la radioécologie, d'autant que notre milieu n'est pas le plus avancé sur ces travaux collaboratifs... Pour beaucoup

de nos collaborateurs, protéger l'être humain, apparemment l'une des espèces les plus radiosensibles, devrait *de facto* suffire à protéger l'environnement. Il aura fallu attendre le début des années 2000 pour qu'un changement de paradigme s'opère au sein de la Commission internationale de protection radiologique [CIPR] et que la radioécologie gagne ses lettres de noblesse.

P.T. : Et encore, nombre d'experts en radioprotection estiment que les études menées en radioécologie ne serviront qu'à prouver... leur absence d'intérêt ! Une mentalité qui me fait craindre la mise en place d'une réglementation fondée sur la seule approche analytique, la communauté se satisfaisant d'avoir "rempli son mandat". Cela dit, un important travail de valorisation de la radioprotection environnementale est fait en dehors de la CIPR et j'ai espoir qu'il incite cette dernière à accentuer ses recommandations en matière de recherche et de sûreté.

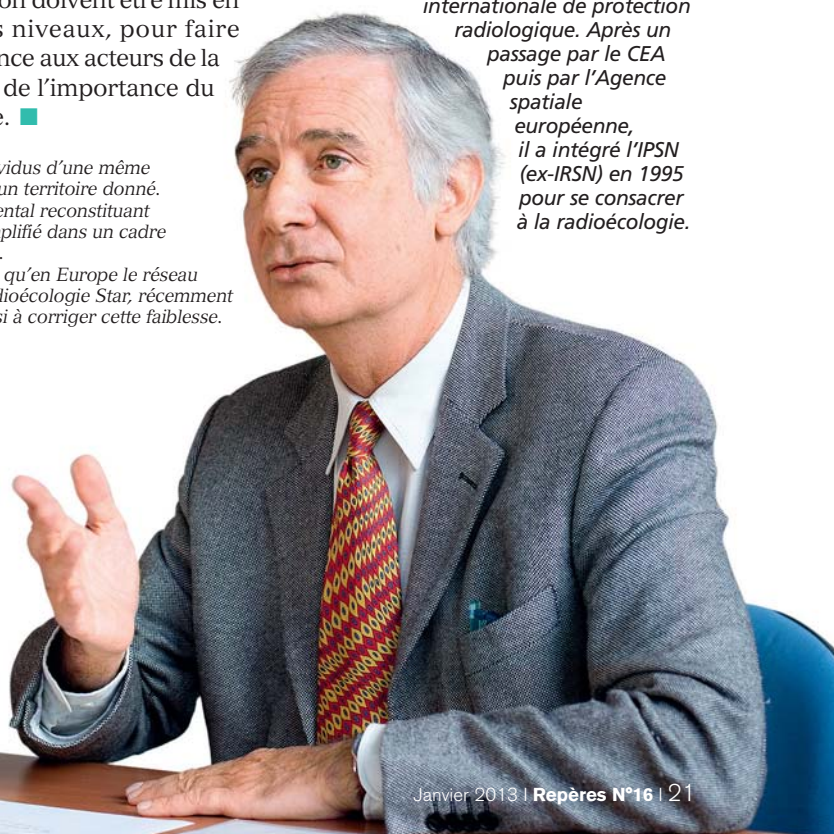
F.B. : L'évolution peut aussi venir de l'intérieur de la communauté scientifique de la radioprotection. Des efforts de communication doivent être mis en place à tous les niveaux, pour faire prendre conscience aux acteurs de la radioprotection de l'importance du volet écologique. ■

1. Ensemble des individus d'une même espèce, vivant sur un territoire donné.
2. Dispositif expérimental reconstituant un écosystème simplifié dans un cadre confiné et contrôlé.
3. À noter cependant qu'en Europe le réseau d'excellence en radioécologie Star, récemment constitué, vise aussi à corriger cette faiblesse.

“ Combiner les approches analytique et systémique est le seul moyen de s'assurer une meilleure atteinte des objectifs de radioprotection environnementale. ”

François Bréchignac

Directeur scientifique adjoint de l'IRSN et président de l'Union internationale de radioécologie depuis 2007, membre du comité "environnement" de la Commission internationale de protection radiologique. Après un passage par le CEA puis par l'Agence spatiale européenne, il a intégré l'IPSN (ex-IRSN) en 1995 pour se consacrer à la radioécologie.



BIBLIOGRAPHIE

- **Publication** "Environmental Protection – the Concept and Use of Reference Animals and Plants" : www.icrp.org, rubrique Publications > ICRP Publication 108.
- **Publication** "Towards an ecosystem approach for environment protection with emphasis on radiological hazards" : www.iur-uir.org, News du 06/06/2012 "Ecosystem approach task group report now published".

Les réacteurs d'expérimentation en plus coûteux sont-ils incontour

Recherche et sûreté. La nécessité des installations expérimentales fait débat. Elles ont permis de faire avancer la connaissance et de répondre aux missions d'expertise. Leur coût élevé conduira-t-il à leur préférer des modèles de simulation ?



L'accident de Fukushima aura au moins eu un mérite : il a fait évoluer la vision des acteurs du nucléaire européen, notamment quant au rôle irremplaçable des réacteurs d'expérimentation. *“Ces dispositifs permettent de mener des tests analytiques, qui s'intéressent à un phénomène et à un paramètre, mais aussi des expériences intégrales reproduisant la réalité au plus près. Des simulations indispensables pour faire pro-*

gresser les connaissances et répondre aux missions d'expert public de l'IRSN”, explique Giovanni Bruna, directeur scientifique de l'Institut.

“Avant Fukushima, l'agenda de recherche stratégique de la SNETP¹ visait principalement l'augmentation de puissance et le prolongement de la durée d'exploitation des installations”, explique-t-il. Désormais c'est *“Safety first”*. L'intérêt pour les installations expérimentales s'est renforcé. Les

programmes sont indispensables, mais s'avèrent onéreux... Ces coûts financiers menacent plusieurs réacteurs. Phébus a été arrêté en janvier 2008, à la suite d'un calcul de rentabilité.

L'avenir d'autres installations – qui sont plutôt des démonstrateurs ou des prototypes, comme Myrrha² (en Belgique) – est suspendu à des décisions qui doivent être prises dans les cinq ans.

Une coopération internationale

Pour pallier la réduction des moyens nationaux, il n'est d'autre choix que de se tourner vers les collaborations internationales avec des programmes réalisés dans et hors de l'Hexagone, des États-Unis au Japon, en passant par les Pays-Bas et la Norvège.

La communauté internationale profitera aussi, au plus tôt dès 2016, du nouveau réacteur Jules Horowitz (RJH). Situé à Cadarache (Bouches-du-Rhône), il permettra la réalisation – en simultané – d'expérimentations visant aussi bien l'alimentation de bases de données pour la validation de schémas de calcul, que l'irradiation de matériaux

L'expertise de la sûreté d'une installation expérimentale

Les recherches menées sur des réacteurs d'expérimentation permettent à l'Institut de faire progresser son expertise et d'émettre des avis sur les améliorations à apporter pour faire avancer la sûreté. Osiris en est la preuve. Ce réacteur du CEA, situé à Saclay (Essonne), est dédié aux irradiations technologiques permettant d'étudier les caractéristiques mécaniques des combustibles et des matériaux mis en œuvre dans les installations nucléaires. *“En activité depuis 1966,*

Osiris a accueilli de nombreux programmes français comme internationaux. Il a permis des avancées dans des domaines allant de la qualification des matériaux de cuve de réacteur à celle de nouveaux combustibles”, révèle Giovanni Bruna, directeur scientifique de l'IRSN. Destiné à passer le flambeau au futur réacteur Jules Horowitz (RJH), Osiris a subi un ultime réexamen de sûreté initié en 2008 afin de prolonger son exploitation notamment jusqu'à la mise en

service de son successeur. Le projet de rénovation du réacteur, dénommé Aménophis, a été approuvé par l'Autorité de sûreté nucléaire sur la base d'un avis de l'IRSN. *“L'Institut a joué son rôle d'expert pour garantir un outil rénové et opérationnel, tant en termes de recherche expérimentale que de production d'isotopes radioactifs utilisés à des fins médicales. Un volet peut-être moins connu, mais tout aussi important, de l'intérêt de ces réacteurs.”* ■

de plus nables ?

ou de combustibles et l'étude de situations incidentelles.

Une vingtaine de sites européens accueilleront différents projets, menés de concert par les organismes de recherche, les industriels et les organisations techniques de sûreté (TSO³), souvent sous l'égide de la Commission européenne.

"Le CEA, Areva, EDF... et nous-mêmes sommes parties prenantes et parfois instigateurs de programmes collaboratifs, ajoute Giovanni Bruna, tel le réacteur Cabri. Il permet d'étudier dans des conditions représentatives des réacteurs électronucléaires à eau sous pression, le comportement des crayons de combustibles et de leur gainage, lors de transitoires, dans le cadre d'un programme international piloté par l'IRSN."

L'intérêt des installations expérimentales est pourtant régulièrement remis en question. Certains experts soutiennent que les capacités des ordinateurs modernes pourraient les rendre quasiment inutiles au profit de la simulation. *"Je n'ai jamais vu un ordinateur produire des mégawatts"*, rétorque Giovanni Bruna. Pour lui, il est indispensable de se confronter au terrain pour assurer les progrès en sûreté. Des expériences ont parfois permis d'appréhender, voire de corriger, des erreurs de modélisation et, dans certains cas, révéler des phénomènes non prévus ou ignorés. Des démonstrations basées uniquement sur la modélisation ne peuvent être jugées assez robustes par les autorités de sûreté. Un compromis semble se dessiner : il préconise la synergie entre la simulation et les expériences analytiques, l'expérimentation intégrale étant reléguée à un rôle de confirmation en cas de nécessité. ■



Pour en savoir plus :
Les programmes de recherche :
www.irsn.fr/prog-recherche

1. Sustainable Nuclear Energy Technology Platform.
2. Multi-purpose hYbrid Research Reactor for High-tech Applications.
3. Technical Safety Organisation.

Maîtriser les dépenses publiques

Finances. L'Institut s'organise pour moderniser et optimiser sa gestion.

Dix millions d'euros d'économies sur trois ans, soit 10 % du budget achats en moins : en tant qu'opérateur de l'État, l'Institut met en place différents dispositifs en vue de contribuer à la maîtrise des dépenses publiques. C'est la circulaire du 26 mars 2010, émise par le Premier ministre, qui a listé les principes à suivre. Ils se situent au niveau du pilotage stratégique – définition des objectifs et suivi des résultats à l'aide d'indicateurs –, de la modernisation de la gestion et de la maîtrise des finances. *"Les autorités de tutelle¹ ont mis en place un rendez-vous annuel durant lequel les engagements pris par l'IRSN dans le contrat d'objectifs sont passés en revue. Des réunions semestrielles de suivi de la gestion sont organisées. Trois fois par an, des tableaux de suivi des emplois et des dépenses de personnel sont produits"*, témoigne Jean-Bernard Chérié, directeur général adjoint chargé de l'administration, qui constate l'important renforcement du contrôle des tutelles ces dernières années.

Vers la certification des comptes pour 2014

Côté comptabilité, cette modernisation est l'occasion de corriger certains points faibles. *"La Direction générale des finances publiques avait souligné l'insuffisance de l'inventaire physique : sans connaître l'état détaillé du parc immobilier, des équipements de recherche, de l'équipement informatique..., il est impossible d'estimer le montant des biens détenus et d'établir un bilan comptable précis."* Autre exemple d'amélioration : le système de la paie des salariés, via la mise en place courant 2012 des évolutions du progiciel de gestion, permettra de mieux sécuriser le traitement et de réduire le temps passé.

Côté finances, les directives reçues sont mises en pratique. La trésorerie est désormais placée sur des comptes à termes plutôt que des Sicav². Le dispositif de vérification en interne a été



Olivier Segnette/Mikael Lafontan/IRSN

Jean-Bernard Chérié, directeur général adjoint chargé de l'administration à l'IRSN.

renforcé et la mise en place d'un contrôle partenarial avec l'agence comptable permettra d'accélérer le traitement des factures et d'éviter les doublons.

L'établissement s'appuie sur les efforts fournis pour préparer la certification de ses comptes. Cette mesure est un complément important au dispositif actuel pour garantir la qualité comptable de l'Institut et s'inscrire dans l'une des orientations données par les ministères de tutelle. *"L'audit préalable, actuellement en cours, donnera les recommandations à mettre en œuvre en 2013 en vue d'une certification des comptes de 2014"*, conclut Jean-Bernard Chérié. ■

CHIFFRES

- **Inventaire physique :** 6 000 biens répertoriés en 40 jours sur 15 sites, pour mettre à jour les 28 000 lignes comptables existantes.
- **Logiciel de paie :** 6 écrans de saisie jusqu'en 2011, 2 dès 2012 ; passage de 16 à 7 catégories de salariés.

1. L'IRSN est placé sous la tutelle conjointe des ministres chargés de la Défense, de l'Environnement, de l'Industrie, de la Recherche et de la Santé.
2. Une Sicav, acronyme de "société d'investissement à capital variable", est un placement au sein d'une société qui a pour objectif de mettre en commun les risques et les bénéfices d'un investissement en actions, obligations...

Faire avancer la sûreté nucléaire

