

Repères

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

N°22
juillet 2014

LABORATOIRES

À quoi sert-il
d'être agréé ?

CHANTIER EPR

Expertiser la
sûreté du réacteur

Cristallin

Les yeux sous haute radioprotection



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

Tout ce qu'il faut savoir sur le radon



Une trop forte concentration de radon – gaz radioactif d'origine naturelle – dans un logement augmente le risque pour ses occupants de développer un cancer du poumon. Il est souvent possible de limiter cette pollution par des moyens simples. Comment savoir si son habitation est concernée? Comment réduire son exposition? Y a-t-il des bonnes habitudes à adopter ou des dispositions à prendre? Un livret sur le sujet, destiné au grand public et aux collectivités notamment, répond à ces questions. Il présente les principes pour réduire la concentration de ce gaz dans les bâtiments : empêcher le radon d'y pénétrer et favoriser le renouvellement de l'air intérieur. À noter qu'un article dans la rubrique "En pratique" sera consacré au sujet dans le prochain numéro de *Repères*.

www.irsn.fr/livret-radon



Intercomparaison : un étalon stable et homogène

Pour être agréés, les laboratoires de surveillance radiologique de l'environnement doivent participer à des intercomparaisons, c'est-à-dire à des exercices d'analyse d'échantillons (*lire p. 17*). Comment l'IRSN fait-il pour que les bouteilles de lait, les ampoules d'eau ou les sols envoyés aux candidats pour ces tests contiennent tous exactement la même quantité de radionucléides? Une nouvelle vidéo dévoile l'organisation qui permet de produire un étalon stable et homogène, en autant d'exemplaires identiques nécessaires.

www.irsn.fr/video-etalon



Le retour d'expérience : des clés pour tous secteurs

Ce rapport propose aux acteurs du retour d'expérience (REX) des clés pour mettre en œuvre des dispositifs à même de répondre aux enjeux d'amélioration continue de la maîtrise des risques. Et ce, quel que soit le secteur industriel considéré. Rappelant le sens et l'utilité de "faire du REX", les messages véhiculés dans ce document abordent l'ensemble des composantes des dispositifs de retour d'expérience : analyse des événements, compétences et postures managériales, dimensions organisationnelles et communicationnelles, etc.

www.irsn.fr/REX-2014-00019



Focus sur le calcul des rejets d'un accident nucléaire

Comment reconstituer la composition des rejets d'un accident nucléaire à partir des mesures du rayonnement gamma ambiant faites sur le terrain? C'est le thème du dossier d'*Aktis* n° 16, publication trimestrielle qui présente les résultats de la recherche de l'IRSN. Parmi les autres sujets abordés : la modélisation du vieillissement de l'acier et les perturbations induites par de faibles doses de rayonnements sur les cellules humaines. Ce périodique existe au format HTML ou PDF, en français et en anglais.

www.irsn.fr/aktis

www.irsn.fr/aktis-EN (pour la version anglaise)



Sommaire

En couverture: le Dr Frédéric Clarençon, neuroradiologue interventionnel à la Pitié-Salpêtrière, à Paris.
Crédit photo: Laurent Zylberman/Graphix-Images/IRSN

INTÉRÊT PUBLIC | 9
Les Manchois s'inquiètent, l'IRSN leur répond

EN PRATIQUE | 17
Laboratoires, à quoi sert-il d'être agréé ?

EN DÉBAT | 20
Accompagner les habitants des zones contaminées de Fukushima

STRATÉGIE | 22
Le rôle du Comité d'orientation de la recherche

Dossier du prochain numéro de *Repères* (octobre 2014)
Le vieillissement des centrales

TEMPS FORTS | 4
De l'étude des séismes à la sûreté des installations

Un espoir de traitement par thérapie cellulaire

FAITS & PERSPECTIVES | 6
Expertiser la sûreté du réacteur EPR de Flamanville



Édito

Professionnels, prenez garde à vos yeux !

L'impact des rayonnements ionisants sur le cristallin de l'œil est avéré. Les études européennes et internationales confirment que certains travailleurs sont particulièrement exposés. La réglementation européenne a abaissé la limite de dose reçue par ce tissu, et la France s'apprête à la transposer. Cette mesure n'est pas irréaliste. Il existe des moyens de protéger les yeux – lunettes aux verres plombés*, bonnes pratiques, etc. – et des dosimètres adaptés pour se surveiller. Il revient maintenant aux branches professionnelles concernées de décliner les bonnes pratiques recommandées. L'Institut peut les accompagner dans cette démarche, comme l'explique le dossier de ce numéro de *Repères*.

* Lunettes dont les verres contiennent du plomb pour atténuer les rayonnements.

Alain Rannou
expert en radioprotection de l'homme à l'IRSN



Pour dialoguer avec un expert de l'IRSN
reperes@irsn.fr

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

Vidéos



Photos



Sons



Articles



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

IRSN

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: Michel Brière, François Paquet – Rédaction et réalisation: SPECIFIQUE – Iconographie: Charlotte Heuzé – Infographies: Antoine Dagan/Spécifique – Impression: Galaxy (72) – Imprimé sur Cyclus print – ISSN: 2103-3811 – juillet 2014.

Maintenance des centrales

Une organisation sous tension



Jean-Marie Huron/Signatures/IRSN

EDF a mis en place une nouvelle organisation pour renforcer le pilotage des arrêts de tranche programmés pour la maintenance de ses réacteurs. Mais il n'a pas été constaté d'améliorations en termes de maîtrise de la durée des arrêts et des risques associés. Les raisons ? Une augmentation du volume de maintenance entre 2006 et 2012, de nombreux changements de méthodes de travail à appliquer en même temps, le départ à la retraite de nombreux salariés et une montée en compétences trop lente de leurs remplaçants. C'est ce qui ressort du rapport de l'IRSN sur le management par EDF de la sûreté et de la radioprotection pendant les arrêts de tranche. Il vient de faire l'objet d'une lettre de suite de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN).



À lire sur le webmagazine
Prendre le temps de la réflexion

En chiffre

357

habitants sont autorisés, depuis le 1^{er} avril 2014, à regagner leurs domiciles de Miyakoji, un district de la ville de Tamura situé à moins de 20 kilomètres de la centrale accidentée de Fukushima (Japon).



Pour en savoir plus

• lire l'article "Accompagner les habitants dans les zones contaminées", p. 20



L'île de Céphalonie (Grèce), endommagée par une réplique du séisme du 26 janvier 2014.

Kostis Mantis/AP

Génie civil

De l'étude des séismes à la sûreté des installations

Le 26 janvier 2014, la Terre a tremblé sur l'île de Céphalonie, en Grèce. Une semaine plus tard, sept experts, dont deux de l'IRSN, étaient sur place, avec du matériel de mesures. Aucune installation nucléaire n'est implantée dans cette région, mais les informations recueillies sur ce séisme de magnitude 6,1 et ses répliques, comme celles collectées après d'autres tremblements de terre, contribuent à améliorer les connaissances sur les mouvements sismiques et leurs effets sur les ouvrages de génie civil.

Le niveau de secousse supportable

Les installations nucléaires sont conçues en appliquant des règles de dimensionnement aux agressions externes. Dans le cadre des évaluations de sûreté menées en France, "les experts de l'IRSN vérifient notamment que les structures des bâtiments peuvent supporter le niveau de secousse envisageable dans leur région, détaille Corine Piedagnel, spécialiste de Génie civil à l'Institut. L'amélioration continue des connaissances scientifiques est nécessaire pour garantir la pertinence de nos



Angkleara Sway

L'équipe a installé 27 capteurs sismiques pour enregistrer les mouvements du sol.

avis, notamment sur les mouvements sismiques pouvant affecter les divers sites et sur leur prise en compte dans le dimensionnement des ouvrages de génie civil."

Les observations faites après le séisme de Céphalonie sont analysées à l'occasion du projet de recherche Sinaps@ (pour "Séisme et installation nucléaire : assurer et pérenniser la sûreté"). ■



À lire sur le webmagazine

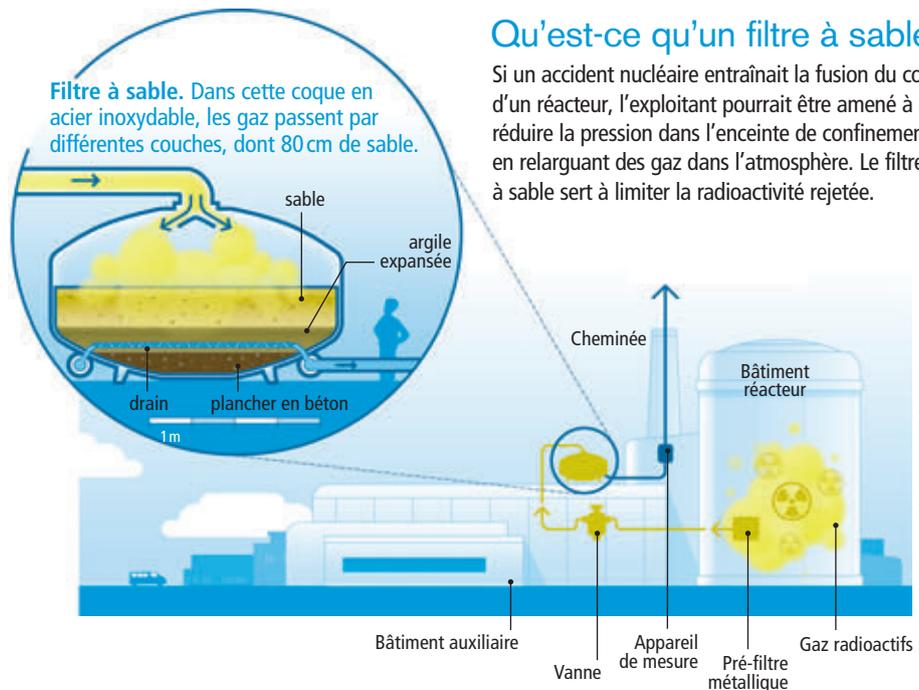
Faire d'un séisme une opportunité scientifique

Systèmes de dépressurisation de l'enceinte réacteur

Leurs filtres sont-ils efficaces en cas d'accident ?

Les filtres à sable qui équipent les réacteurs français, pour limiter les rejets radioactifs dans l'atmosphère en cas d'accident, ont principalement été conçus pour retenir les aérosols radioactifs. Leur efficacité pour l'iode gazeux est-elle assez connue? Le piégeage de l'iode dans ces filtres est-il définitif? Le projet européen Passam*, piloté par l'IRSN, confirme le besoin de préciser les connaissances concernant l'efficacité de ces filtres. Des recherches expérimentales ont été lancées dans ce sens, avec un enjeu majeur sur la gestion à moyen ou long terme d'un accident potentiel. ■

* Passive and Active Systems on Severe Accident source term Mitigation (Systèmes passifs et actifs de filtration des rejets en cas d'accident)



Antoine Dagan/IRSN - Source : IRSN

Lésions colorectales radioinduites
Un espoir de traitement par thérapie cellulaire

Malgré toutes les précautions prises pour traiter les cancers de la zone pelvienne par radiothérapie, certains patients développent des complications gastro-intestinales sévères et irréversibles (saignements du rectum, etc.). Ces lésions sont rares mais invalidantes, constate Stéphane Supiot, radiothérapeute à l'Institut de cancérologie de l'Ouest. Trouver une alternative à l'amputation chirurgicale du rectum dans ces cas-là, c'est l'objectif du projet Anthos. Lancé par l'IRSN, en partenariat avec une unité mixte Inserm-université de Nantes, l'entreprise OTR3 et la plateforme E-Cell France, celui-ci a reçu le soutien de l'Agence nationale pour la recherche (ANR). "Nous travaillons sur une stratégie thérapeutique fondée sur l'injection locale de cellules stromales mésenchymateuses (CSM), précise Noëlle Mathieu, spécialiste de la thérapie cellulaire à l'IRSN,



La radiothérapie est associée à des effets secondaires liés à la toxicité des rayonnements.

qui coordonne le projet. Issues de la moelle osseuse, ces cellules 'cicatrisantes' sont déjà utilisées chez des patients à titre compassionnel, pour des brûlures radiologiques sévères. Les résultats des études précliniques sont prometteurs. Afin d'améliorer le potentiel de ces CSM, nous allons tester leur combinaison avec un hydrogel chargé de molécules capables d'allonger leur durée de vie." ■

Pour en savoir plus
www.irsn.fr/anthos

Compagnies aériennes
Finis le calcul des doses !

Éviter que l'employeur fasse lui-même le calcul des doses individuelles de ses travailleurs. C'est pour répondre à ce problème éthique que le système Sievert* évolue, à partir du 1^{er} juillet 2014. Jusqu'ici, les compagnies aériennes devaient calculer la dose de rayonnement cosmique reçue par chacun de leurs personnels navigants en fonction des vols effectués dans le mois. Elles n'ont plus à le faire. Sievert*, qui fournissait déjà le niveau d'exposition par vol, se charge désormais de cette tâche. Développé par l'IRSN et rebaptisé SievertPN (PN pour "personnels navigants"), le nouvel outil a été testé par Air France. De nouvelles fonctionnalités ont été ajoutées. Par exemple, "nous pouvons identifier rapidement les travailleurs les plus exposés, pour agir vite sur les plannings de vols", explique Gérard Desmaris, médecin du travail chez Air France.

* Système d'information et d'évaluation par vol de l'exposition au rayonnement cosmique dans les transports aériens.

À lire sur le webmagazine
Quels changements pour les compagnies aériennes ?



1 Alexis Monin/EDF



2 Julien Goldstein/EDF

Expertiser la sûreté du réacteur EPR de Flamanville

Chantier. De la conception à la mise en service de l'EPR, prévue en 2016, en passant par le suivi de la réalisation et des essais de démarrage, les experts interviennent à chaque étape. Ils analysent les dispositions retenues par EDF et proposent, si nécessaire, des évolutions pour améliorer la sûreté du nouveau réacteur.



Depuis quelques semaines, EDF met en compression le béton de l'enceinte de confinement du futur réacteur EPR (*Evolutionary Pressurized Reactor*) de Flamanville, dans la Manche. Près de 270 câbles d'acier, répartis à l'intérieur de cette paroi interne du bâtiment, sont tendus de manière à y exercer une force qui dépasse 1000 tonnes par mètre. Cette précontrainte sert à renforcer la structure du mur. Afin de tester sa résistance, l'enceinte sera soumise, avant le démarrage du réacteur, à une épreuve : la pression intérieure y atteindra six fois celle de l'atmosphère. Comme ce seul test ne suffit pas à vérifier le respect des exigences de sûreté, des appareils de mesure de déformation et de déplacement sont

aussi prévus pour vérifier le comportement de l'enceinte à chaque étape de sa vie. Pour des raisons d'encombrement et de retard du chantier, EDF ne les a pas encore tous installés. *“En attendant, nous avons suggéré à l'exploitant de mettre des plots topographiques¹ provisoires sur la paroi, explique François Tarallo, expert en génie civil de l'IRSN. EDF en a finalement installé neuf.”* Cela permettra d'observer les variations de diamètre et de hauteur de l'enceinte lors de la mise en tension des câbles de précontrainte.

Une nouvelle source d'eau pour le refroidissement

Cet exemple, parmi d'autres, illustre le rôle joué par l'Institut pendant le chantier, puis tout au long de la vie

de l'installation. *“Une cinquantaine de ses experts – en mécanique, en génie civil, en systèmes électriques, etc. – participent à l'analyse préalable à la demande d'autorisation de mise en service du réacteur”,* indique Karine Herviou, chargée de la coordination du projet à l'Institut. L'objectif est de s'assurer que le niveau de sûreté du site est satisfaisant. Ce travail s'appuie sur l'analyse des dossiers transmis par EDF, les études réalisées par l'IRSN avec ses propres outils, les visites sur site, les enseignements tirés du retour d'expérience de centrales en exploitation et un dialogue technique avec les différents acteurs.

Né d'une volonté de coopération franco-allemande dans le domaine du nucléaire, l'EPR fait l'objet d'échanges entre concepteurs, exploitants et organismes de sûreté depuis une vingtaine d'années. Ses objectifs de sûreté ont été définis par les autorités allemandes et françaises sur la base des recommandations de l'IRSN et de son homologue allemand, la GRS². Ils ont conduit à faire évoluer le projet initial. Suite aux premières études probabilistes de sûreté, le nombre de groupes électrogènes de secours est par exemple passé de quatre à



3 Alexis Morin/EDF

1. Des câbles sous tension (ici dans des fourreaux de précontrainte orange) sont répartis à l'intérieur du béton de l'enceinte interne du bâtiment réacteur, pour accroître sa résistance.
2. À l'intérieur de la station de pompage, mise en place d'une tuyauterie d'aspiration d'eau de mer sur le futur circuit de refroidissement.
3. Introduction de la cuve dans le bâtiment réacteur.

De la conception à la mise en service, les experts suivent le projet

L'IRSN suit la réalisation du réacteur EPR de Flamanville (Manche) depuis son lancement, en 2007. Il avait auparavant vérifié que le réacteur respectait les exigences de sûreté qui lui sont applicables.



1. La construction

Depuis le démarrage du chantier, l'IRSN participe aux inspections réalisées sur site par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN). Une cinquantaine de ses experts se prépare aujourd'hui à instruire le dossier de demande d'autorisation de mise en service de l'EPR, après plusieurs années d'instruction anticipée.



2. Les essais de démarrage

Les différents équipements de l'installation sont successivement testés. Les premiers essais d'ensemble, sans combustible, devraient débuter mi-2015. Un expert IRSN sera détaché sur place pour suivre cette étape, en lien avec les ingénieurs qui, à l'Institut, instruisent la demande d'autorisation de mise en service.



3. L'arrivée du combustible et le chargement

Si le dossier de l'exploitant est satisfaisant, une autorisation de mise en service partielle sera donnée par l'ASN, après avis de l'IRSN. Le site pourra alors recevoir le combustible nucléaire. L'autorisation de mise en service permettra à EDF de charger le combustible dans le cœur du réacteur.



4. La mise en service

Le couplage au réseau électrique est prévu pour 2016. Dans un délai de quelques années à fixer par l'ASN, EDF remettra un dossier de fin de démarrage. Un retour d'expérience des premières années de fonctionnement sera présenté; il servira pour d'autres projets de réacteurs EPR.

six. EDF a proposé des dispositions complémentaires à la suite de l'accident de Fukushima, au Japon : "Les bassins d'eau douce sur la falaise, au-dessus de la centrale, constituent désormais une nouvelle source d'eau pour le refroidissement du combustible en cas d'accident", explique Fabien Féron, spécialiste des centrales à l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN).

Quatre voies de sauvegarde au lieu de deux

D'autres améliorations de sûreté ont été apportées. Pour les systèmes de sauvegarde utilisés en cas d'accident, quatre voies indépendantes sont installées. "Cela permet au dispositif de sauvegarde de remplir sa fonction malgré la défaillance ou l'indisponibilité pour maintenance de plusieurs voies", ajoute Sébastien Israël, expert des systèmes et des risques à l'IRSN. Autre exemple : le récupérateur de "corium", chargé de retenir le mélange de combustible et de structures fondues en cas d'accident de fusion du cœur. Il vise à limiter les rejets dans l'environnement. "Afin de tenir compte des risques de chute d'un avion commercial, les trois

bâtiments principaux de l'îlot nucléaire et la station de pompage des eaux de refroidissement sont fortifiés", ajoute François Tarallo.

Les experts ont contribué à faire évoluer le contrôle-commande de l'EPR pour qu'il puisse répondre aux exigences de sûreté : les dispositifs

chargés de prendre la relève du système de protection principal après un accident sont renforcés.

Étape clé dans la mise en service d'un réacteur, les essais de démarrage. Ils permettent à l'exploitant de vérifier la conformité de l'installation aux exigences de conception et ●●●



Antoine Dagan/IRSN - Source : IRSN

3 questions à... **Philippe Lopez**

Directeur technique du projet EPR de Flamanville (Manche) chez EDF

●●● de valider le bon fonctionnement des différents matériels. "Lors de la demande de mise en service, l'exploitant doit fournir à l'ASN une démonstration de sûreté³, explique Nadia Maaroufi, spécialiste des essais à l'Institut. Que les tests soient préliminaires, partiels ou d'ensemble, nous sommes attentifs à leur caractère exhaustif et à leur représentativité au regard de cette démonstration."

Un expert sur site pour une durée de 18 mois

Cette phase comporte une dimension réglementaire. "Elle vise à démontrer que les éléments importants du réacteur, notamment pour la sûreté, respectent les exigences attendues et mentionnées dans le décret d'autorisation de création, le rapport préliminaire de sûreté, l'étude d'impact, les autres pièces du dossier de mise en service, etc.", précise Nadia Maaroufi. Après les essais des systèmes individualisés, comme ceux de la station de pompage en 2014, les tests d'ensemble du réacteur commenceront mi-2015, pour une durée prévisionnelle de 18 mois. Un expert de l'IRSN sera détaché sur site pendant cette période pour suivre leur

Quelles leçons avez-vous tirées de la catastrophe de Fukushima ?

Nous devons être en mesure de gérer des situations improbables et extrêmes, telles qu'un séisme suivi d'une inondation affectant plusieurs tranches en même temps. D'où la création d'un centre de crise local à Flamanville, capable de gérer un événement touchant les trois réacteurs.

Et en termes de moyens humains ?

Un autre enseignement est la nécessité de disposer d'équipes d'intervention extérieures. EDF s'est dotée d'une Force d'action rapide nucléaire (FARN) pour fournir un soutien humain et matériel à tout site en crise.

Y a-t-il eu des modifications dans le projet EPR ?

Des dispositifs de raccordement pour les moyens mobiles (pompes, groupes électrogènes, etc.) de la FARN ont été

installés. La tuyauterie chargée de conduire l'eau des bassins situés sur la falaise, au dessus de la centrale, pour refroidir le combustible en cas d'accident a été reconstruite pour résister aux séismes. À la suite des instructions de l'ASN et de l'IRSN, EDF a proposé la création d'un "noyau dur"^{*}.

** Ensemble des systèmes techniques, des processus et des procédures devant assurer les fonctions vitales d'une installation nucléaire en difficulté extrême.*



déroulement. Cela facilitera l'instruction technique des résultats d'essais par les ingénieurs de l'Institut basés au siège, à Fontenay-aux-Roses (Hauts-de-Seine). L'avis de ces derniers permettra à l'Autorité de se prononcer sur la mise en service de l'EPR, prévue en 2016. ■

1. Repères placés sur un ouvrage, permettant de mesurer des distances entre différentes parties de cet ouvrage.
2. Gesellschaft für Anlagen- und ReaktorSicherheit
3. Démonstration par l'exploitant que les dispositions nécessaires à la prévention des incidents et des accidents ainsi qu'à la limitation de leurs conséquences s'ils devaient survenir ont été prises.

AILLEURS L'EPR d'Olkiluoto, en Finlande



Chantier de l'EPR d'Olkiluoto (Finlande) en mars 2014.

En février 2014, des experts de l'IRSN ont été conviés sur le chantier de l'EPR en construction sur l'île d'Olkiluoto (OL3) en Finlande. Ils ont assisté à l'épreuve de l'enceinte de confinement du bâtiment du réacteur. Elle vise à mettre celle-ci sous pression pour tester sa résistance et son étanchéité. La rencontre n'est pas inédite. L'autorité finlandaise de radioprotection et de sûreté nucléaire (Säteilyturvakeskus, ou STUK), l'ASN et l'IRSN collaborent depuis le début des années 2000 et la décision de l'exploitant finlandais TVO* de construire un réacteur EPR. "Nous avons souhaité travailler avec l'Institut parce que nous savions qu'il connaissait parfaitement les caractéristiques de cette centrale, explique Tapani Virolainen, responsable du projet au STUK. Nos spécialistes se rencontrent deux fois par an pour aborder les points clés de la sûreté et partager les résultats de nos expertises."

L'Autorité de sûreté finlandaise s'appuie en partie sur l'expérience de l'IRSN pour mener ses instructions. Ce fut le cas pour l'épreuve de l'enceinte. Les paramètres de cette opération, réalisée avec succès, ont été pris en compte par l'IRSN pour préparer le même exercice à Flamanville. ■

* Teollisuuden Voima Oyj

Les Manchois s'inquiètent, l'Institut leur répond

Les commissions locales d'information de la Manche ont sollicité plusieurs organismes pour répondre aux inquiétudes de la société civile suite à l'accident de Fukushima. Un Livre blanc rend compte de ces échanges.

“Les risques de sismicité ont-ils été assez pris en compte par les exploitants d'installations nucléaires françaises?”, “Et le cumul d'événements météorologiques extrêmes?”, “En cas de fuite sur un réacteur, où irait l'eau contaminée?”... La catastrophe de Fukushima a soulevé de nombreuses questions au sein de la population de la Manche. Ce département accueille trois installations nucléaires majeures – la centrale de Flamanville, l'usine de traitement de La Hague et le centre de stockage de Digulleville. Le Livre blanc sur la sûreté des installations nucléaires civiles de la Manche visait à y répondre. Il résulte d'un travail mené par les trois CLI locales, réunies en interCLI, avec l'aide de plusieurs acteurs : l'IRSN, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), EDF, l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra) et Areva.

Présenter différemment les prochains rapports

Quelques semaines après Fukushima, le 18 avril 2011, “un groupe de travail a été créé au sein de l'interCLI pour détailler les questions auxquelles nous ne trouvions pas de réponse”, relate Michel Laurent, conseiller général de la Manche et président des trois CLI. Ces requêtes ont ensuite été adressées aux organismes compétents. Parmi celles-ci, 77 concernaient l'IRSN.

“Les interrogations témoignent d'une très bonne connaissance des installations”, souligne Franck Bigot, expert en sûreté des réacteurs nucléaires à l'Institut, qui a traité les points portant sur Flamanville*.



Olivier Guérin/EDF

Avec 16 500 visiteurs en 2013, l'intérêt de la société civile pour les installations nucléaires est manifeste lors des Journées de l'industrie électrique d'EDF (ici à Cruas-Meysses, en Ardèche).

Aucune demande n'est restée lettre morte. “Les intervenants ont fait preuve d'ouverture”, souligne André Guillemette, représentant de l'Association pour le contrôle de la radioactivité dans l'Ouest (ACRO) au sein du groupe de travail. J'ai été rassuré, par exemple, de voir que le risque sismique avait été réévalué par la prise

en compte de séismes plus anciens.” Pour les experts, cet exercice d'information citoyenne est important. “Il nous amènera à présenter différemment nos prochains rapports, afin de mieux répondre aux préoccupations locales”, conclut Franck Bigot. ■

* Deux autres experts de l'Institut ont répondu aux questions sur La Hague et la gestion de crise.

“Où installer les groupes électrogènes de secours?”

Une des questions posées concerne les groupes électrogènes diesel de secours. “Ils ont été noyés par le tsunami à Fukushima. Pour l'EPR en construction à Flamanville, ne faudrait-il pas les installer en haut de la falaise plutôt qu'en bas?”, s'interrogeait ainsi le Pr Jacques Foos, expert en technologies nucléaires au Conservatoire national des arts et métiers (Cnam) et vice-président des trois CLI de la Manche. “Pas forcément”, a répondu Franck Bigot, de l'IRSN. Il peut être plus pertinent de les installer en bas, avec certaines précautions, qu'en haut, où leur éloignement des réacteurs pose d'autres problèmes de sûreté.”

À noter : à la suite de Fukushima, EDF a décidé d'installer des groupes électrogènes “d'ultime secours” (GUS) auprès de chaque réacteur, pour permettre aux pompes des systèmes de refroidissement de fonctionner en toutes circonstances. “Nous avons là un exemple de vigilance citoyenne qui porte ses fruits!”, se félicite Jacques Foos.

Cristallin

Les yeux sous haute radioprotection

La limite d'exposition du cristallin aux rayonnements ionisants pour les travailleurs va bientôt être abaissée. À quel risque répond cette modification ? Comment la mettre en œuvre ? L'IRSN et ses partenaires se mobilisent pour approfondir les connaissances scientifiques dans ce domaine et aider les professionnels à se protéger.

Jad Farah, expert en dosimétrie, teste des lunettes plombées équipées de dosimètres avec le Dr Olivier Barthélémy, cardiologue interventionnel à la Pitié-Salpêtrière (Paris).



Laurent Zylberman/Graphix-Images/IRSN

Les cardiologues interventionnels présenteraient près de quatre fois plus d'opacités cristalliniennes que la population générale. Ce résultat d'une étude menée par l'IRSN confirme et précise le risque encouru par certains professionnels. Un risque qui fait aujourd'hui l'objet de toutes les attentions.

Le cristallin de l'œil est un tissu radiosensible qui peut être affecté par les rayonnements ionisants. Il développe alors des opacités pouvant conduire à une cataracte. Si le risque est connu de longue date, il est aujourd'hui au cœur de l'actualité. En 2011, la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) a revu drastiquement à la baisse ses recommandations pour les travailleurs, ramenant la limite annuelle d'exposition du cristallin de 150 à 20mSv (millisieverts). Si ces recommandations n'ont pas valeur d'obligation, elles sont souvent suivies à la lettre par les autorités. Ce nouveau seuil a été repris dans les normes de base en radioprotection (*Basic safety standards* ou BSS) de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) en 2011, puis dans la directive Euratom (la Communauté européenne de l'énergie atomique) 2013/59, publiée le 5 décembre 2013. Cette dernière devra être transposée en droit français d'ici à 2017.

Doigts, poignets et yeux sont les plus exposés

Le public est peu concerné par ce risque – en dehors des patients lors de certains actes –, mais certains professionnels le sont davantage. Pour des tâches le nécessitant, la tête, donc l'œil, se rapprochent de la zone de travail. Si le port d'équipements de protection corporelle est aujourd'hui largement adopté, il n'en est pas de même pour les yeux. En médecine, la radiologie interventionnelle s'est largement développée ces dernières années. Les professionnels de santé qui l'exercent sont très exposés. *“Les séquelles liées à une exposition non-contrôlée aux rayons X dont ont été victimes nos prédécesseurs, comme la cataracte radio-induite, sont présentes dans tous les esprits des jeunes praticiens”*, témoigne le Dr Frédéric Clarençon, neuroradiologue interventionnel à l'hôpital de la Pitié-Salpêtrière, à Paris (*lire p. 16*). Au rythme de plusieurs interventions quotidiennes, au cours de dizaines d'années de carrière, les doses cumulées peuvent atteindre plusieurs centaines de millisieverts. Les travaux réalisés dans le cadre du projet Oramed, pour *“Optimization of RAdiation protection for MEDical staff”* (Optimisation de l'exposition radiologique des personnels médicaux), l'ont montré.

Cette étude européenne, menée de 2008 à 2011 et pilotée en France par l'IRSN, a mesuré les doses reçues aux yeux et aux extrémités (jambes et mains) des personnels ●●●

●●● médicaux lors d'actes de radiologie et cardiologie interventionnelle ou encore de médecine nucléaire, dans plus de 40 hôpitaux de six pays. L'analyse a mis en évidence que les plus fortes doses sont reçues par les doigts, les poignets et les yeux. Joël Guersen, personne compétente en radioprotection (PCR) au CHU de Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme), y a participé : "La protection du cristallin a toujours été un sujet de préoccupation, mais on disposait de peu de résultats concluants. Ceux d'Oramed constituent autant d'arguments supplémentaires pour sensibiliser les professionnels. Certains médecins, hier réticents, viennent aujourd'hui me réclamer des lunettes équipées de verres au plomb!" Oramed a permis d'élaborer des recommandations de bonnes pratiques pour la

configuration du poste de travail: position du générateur, des protections, de l'opérateur... (voir infographie en page 15).

Port de lunettes recommandé

L'IRSN a conduit une étude spécifique auprès d'une centaine de praticiens interventionnels français : O'cloc, pour "Occupational Cataracts and Lens Opacities in interventional Cardiology" (cataractes et opacités du cristallin professionnelles en cardiologie interventionnelle). "Résultat : par rapport à un groupe témoin, ces médecins présentaient près de quatre fois plus d'opacités cristalliniennes au niveau sous-capsulaire postérieur, signes de cataractes radioinduites (voir ci-dessous)", explique Sophie Jacob, épidémiologiste qui a dirigé ces travaux. Le risque pour ces praticiens est

donc aujourd'hui bien identifié. Les manipulateurs qui travaillent à leurs côtés pourraient aussi être concernés, ainsi que les patients en radiothérapie et en neuroradiologie, qui subissent interventions et scanners à répétition au niveau de la tête.

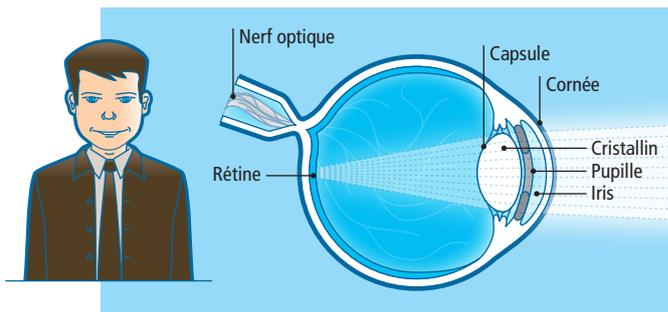
Des incidents de projections de produits radiopharmaceutiques au niveau des yeux ont par ailleurs été signalés chez des manipulateurs en médecine nucléaire : scintigraphie, tomographie par émission de positons (TEP), radiothérapie... Christelle Huet, experte en dosimétrie des rayonnements à l'IRSN, a étudié ces situations et conclu qu'il est délicat d'évaluer les doses reçues, tant les paramètres pouvant intervenir sont difficiles à connaître. Elle en conclut la nécessité de prévenir de tels événements indésirables en portant des

Quels sont les effets des rayonnements sur le cristallin ?

L'exposition du cristallin aux rayonnements ionisants accroît le risque que celui-ci s'opacifie, partiellement ou totalement. Cette cataracte radio-induite prend le plus souvent une forme dite sous-capsulaire postérieure. Définition et impact sur la vision.

1. Absence de cataracte

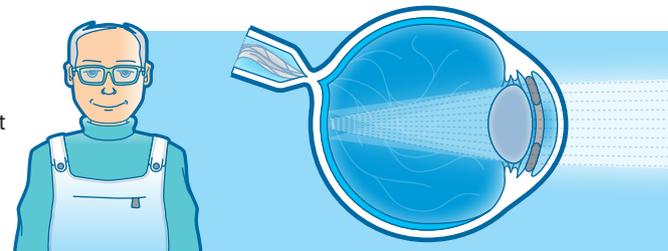
Le cristallin est translucide. Grâce à lui, les rayons de lumière convergent vers la zone de la rétine la plus concentrée en cellules photosensibles, c'est à dire vers la partie qui donne la vision la plus précise.



La lumière passe, la vision est nette.

2. Cataracte « classique »

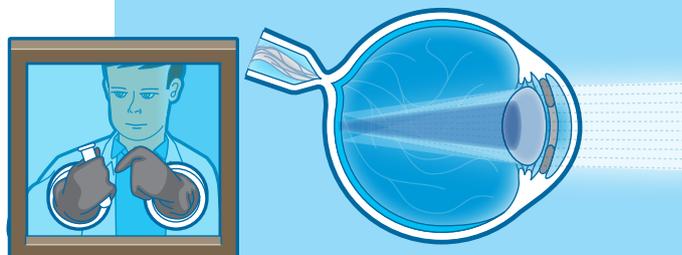
Les cataractes les plus fréquentes, dues au vieillissement, correspondent à une opacification globale du cristallin. La lumière passe difficilement, ses faisceaux convergent plus ou moins bien.



La lumière passe difficilement, la vision est voilée.

3. Cataracte sous-capsulaire postérieure (SCP)

Les rayonnements peuvent entraîner une opacification de l'arrière de la capsule qui entoure le noyau du cristallin, ce qui bloque la lumière.



La lumière passe difficilement, la gène domine au centre de l'image.

EN CHIFFRES

- **3,8:** Une étude, menée par l'IRSN auprès d'une centaine de cardiologues interventionnels, montre un taux d'opacité cristallinienne 3,8 fois supérieur chez ces praticiens que dans la population générale.
- **20 mSv/an:** C'est la nouvelle limite de dose au cristallin pour les travailleurs, qui entrera en vigueur en France au plus tard fin 2017, soit une exposition cumulée au cours de la carrière qui ne doit pas dépasser 0,5 Gy (gray, unité de mesure de la dose de rayonnements absorbée).



Amaud Bouissou/METL-MEDEC/IRSN

Les opérations en boîte à gants peuvent exposer les yeux à des doses approchant la future limite de 20 mSv (ici dans un laboratoire de mesures environnementales).

lunettes de protection. En cas d'incident, il faut procéder à des lavages répétés de l'œil et réaliser rapidement un contrôle de contamination. De leur côté, des professionnels réalisent des études de poste pour connaître la dosimétrie des travailleurs exposés. "Les praticiens et les manipulateurs radio ont porté un dosimètre pendant dix mois, explique Sophie Laffont, physicienne médicale au Centre de lutte contre le cancer Eugène-Marquis, à Rennes (Ille-et-Vilaine). À l'issue de cette période, nous avons opté pour le port de lunettes plombées pour un radiologue interventionnel."

D'autres secteurs concernés

Autres travailleurs à surveiller : ceux du nucléaire. "Une limite de dose à 150 mSv au cristallin n'était pas contraignante pour la mise en œuvre des dispositions de prévention contre les rayonnements ionisants sur nos installations. Dès l'annonce des nouvelles recommandations de la CIPR, nous avons lancé une étude afin d'identifier les postes de travail qui pouvaient être concernés par la future limite de 20 mSv, à Melox (Gard) et La Hague (Cotentin)", rapporte Patrick Devin, responsable de la radioprotection chez Areva. Dans ces deux établissements, des travailleurs réalisent des opérations en boîte à gants et peuvent être exposés à des doses approchant la future limite. "Nous avons une approche dite ALARA ('As Low As Reasonably Achievable', soit

'Aussi bas que raisonnablement possible'), qui consiste à optimiser les postes de travail concernés. Nous étudions le meilleur moyen de suivre la dosimétrie au cristallin à ces postes de travail. Nous recherchons avec nos fournisseurs, opticiens et ophtalmologistes, les meilleurs équipements pour protéger le cristallin tout en conservant une bonne ergonomie", explique-t-il. Comme le note aussi le Dr Clarençon, "des progrès dans l'ergonomie de ces dispositifs apparaissent nécessaires pour améliorer l'adhésion des opérateurs à ces contraintes".

Le Dr Catherine Roy, spécialiste de la radioprotection vétérinaire au sein de la Société française de radioprotection, alerte sur l'exposition de ses confrères : "En pratique équine, on peut travailler avec des générateurs

de rayons X puissants et à faisceau horizontal. On est souvent obligé de rester à côté des animaux ou de tenir le générateur à la main. Cela nous expose à des rayonnements. Il faut être vigilant et l'IRSN nous aide, en réalisant régulièrement des suivis dosimétriques sur le terrain. Nous conseillons aux professionnels de fixer un dosimètre sur la poignée de leur générateur mobile, pour savoir à quelle dose ambiante ils sont exposés, et de se protéger autant que possible. Éléments rassurants : 80 % des structures vétérinaires disposent d'une PCR et tous les jeunes vétérinaires sont formés à la radioprotection", rapporte-t-elle. ■

À lire sur le webmagazine
Retour sur l'étude de poste réalisée par le Centre de lutte contre le cancer Eugène-Marquis, à Rennes

Dans l'œil des enfants de Tchernobyl

Un projet financé et piloté par l'IRSN, se penche sur la santé de 18 000 enfants vivant dans des zones contaminées et, en comparaison, non contaminées autour de Tchernobyl. Quels sont les effets biologiques de leur exposition chronique à des radionucléides, et quelles sont les conséquences pour leur santé (hors le risque de cancers)? Telles sont les questions que se posent les investigateurs. Après avoir examiné le risque d'arythmie cardiaque de ces enfants, ils s'intéressent maintenant à leurs yeux. "Cette étude clinique est encore dans une phase de recueil de données, qui se poursuivra au moins jusqu'en 2017. Il faudra ensuite attendre au minimum 18 mois avant de pouvoir en tirer des conclusions", rapporte Jean-René Jourdain, pharmacien radiobiologiste spécialisé dans les effets des faibles doses, à l'IRSN. Les résultats permettront notamment d'éclairer le débat sur les effets non-cancéreux qui pourraient être engendrés par des faibles doses de rayonnements. ■

De la réglementation aux actes

Limite de dose au cristallin. Aux niveaux national et international, les pouvoirs publics et les scientifiques accompagnent l'application de la nouvelle réglementation : préparation d'un livre blanc pour le suivi des travailleurs exposés, élaboration de normes, études de risques, etc.

Une cinquantaine de personnes réfléchit aujourd'hui aux modalités d'application en France de la nouvelle limite de dose au cristallin. Suite à l'adoption de la directive 2013/59/Euratom, le

5 décembre 2013, la Direction générale du travail (DGT) a constitué, avec l'Institut et l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), un groupe de travail pour la transposition en droit français des nouvelles orientations

concernant l'exposition des professionnels. Y participent des experts et des représentants des différents secteurs d'activités concernés, des salariés comme des employeurs. "Le groupe de travail remettra un livre blanc en fin d'année proposant de nouvelles stratégies de suivi radiologique des expositions internes et externes, et précisant le statut de ces données dosimétriques", décrit Thierry Lahaye, du ministère du Travail. En parallèle, le comité interministériel de transposition travaille sur les adaptations législatives et réglementaires nécessaires.

Un dosimètre cristallin ergonomique "made in" IRSN

Pastille collée directement sur la peau ou sur des lunettes, dispositif fixé sur une monture dédiée ou sur un bandeau tour de tête... Aucun dosimètre cristallin actuel ne convenait à toutes les situations, les morphologies, les porteurs de lunettes ou non... C'est pourquoi la *business unit* du Laboratoire de dosimétrie (BU-LDI) de l'IRSN travaille depuis un an sur un modèle plus ergonomique. "Une agence de design a développé ce modèle monté sur un serre-tête", explique Éric Cale, responsable technique. "Le détecteur se trouve au bout d'une patte articulée, ce qui permet un positionnement dans les trois dimensions et un ajustement idéal au plus près de l'œil sans gêner l'utilisateur", décrit Nathalie Bolteau, responsable de sa commercialisation au LDI. L'ergonomie des premiers prototypes sera évaluée par les clients de l'Institut pendant l'été. Des tests comparatifs à l'échelle européenne seront réalisés concernant ses performances dosimétriques, "mais la qualité de notre pastille TLD (thermoluminescente) est éprouvée", commente Éric Cale.

À l'automne, les retours seront étudiés et le dispositif pourra être ajusté. "Le modèle bandeau actuel répond aux besoins pour les études de postes de courte durée, complète Nathalie Bolteau. L'objectif est de proposer un produit confortable et adaptable pour le suivi au long cours des travailleurs, disponible dès que la nouvelle limite de dose entrera en vigueur." ■



Grégoire Maisonneuve/IRSN

Le nouveau dosimètre utilise la technologie de dosimétrie par thermoluminescence (TLD).

Des normes pour les dosimètres

Les grands organismes internationaux de normalisation se penchent sur ces sujets. Miroslav Voytchev, spécialiste de l'instrumentation de radioprotection et des équipements nucléaires à l'IRSN et à la Commission électrotechnique internationale (CEI), le confirme : "Nous avons établi des exigences de performance pour ces dosimètres, spécifiés dans la norme CEI 62387 (2012-12). Nous attendons de tester les premiers dosimètres cristallin développés par le Laboratoire de dosimétrie de l'IRSN (LDI, lire encadré ci-contre)."

En parallèle, "l'Organisation internationale de normalisation (ISO) travaille sur la norme ISO 15382 concernant la procédure de surveillance dosimétrique de radioprotection dans les installations à risque, commente Filip Vanhavere, du Centre d'étude de l'énergie nucléaire, en Belgique, et responsable du projet à l'ISO. La mise à jour devrait intervenir d'ici à la fin de l'année. D'autres travaux

Radiologues interventionnels : comment optimiser votre exposition ?

La protection contre les rayonnements s'appuie sur trois grands principes : réduire le temps d'exposition aux rayonnements, se mettre à distance, interposer des écrans entre soi et la source. Parce qu'ils ne peuvent pas s'éloigner beaucoup de leurs patients pendant les opérations, les praticiens interventionnels doivent optimiser leurs procédures.

1. Travailler en zone contrôlée

La salle et les appareils utilisés doivent être dédiés aux actes interventionnels. Une signalisation lumineuse doit indiquer, à l'entrée, si les machines sont sous tension.

3. Optimiser les doses délivrées

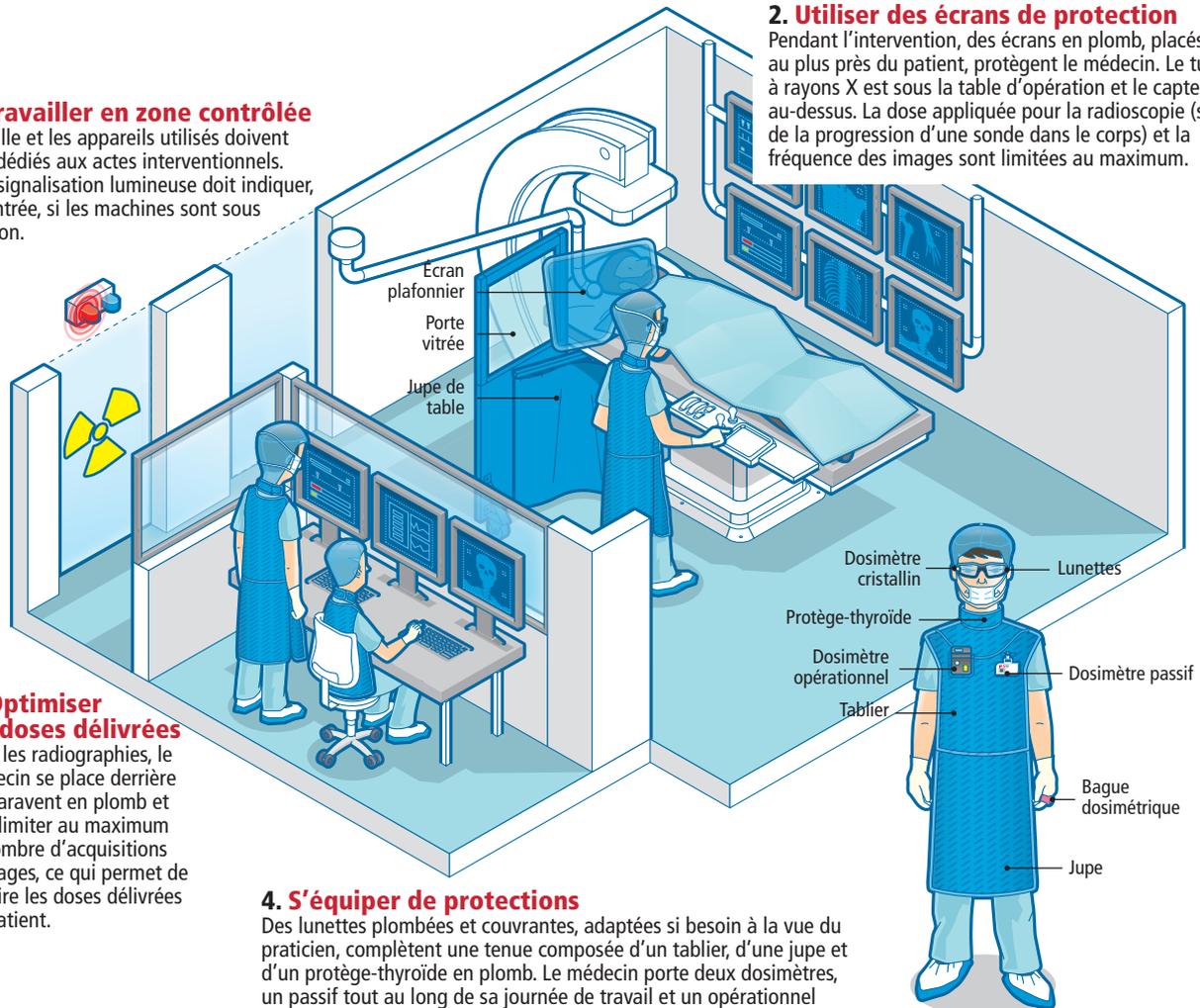
Pour les radiographies, le médecin se place derrière un paravent en plomb et doit limiter au maximum le nombre d'acquisitions d'images, ce qui permet de réduire les doses délivrées au patient.

4. S'équiper de protections

Des lunettes plombées et couvrantes, adaptées si besoin à la vue du praticien, complètent une tenue composée d'un tablier, d'une jupe et d'un protège-thyroïde en plomb. Le médecin porte deux dosimètres, un passif tout au long de sa journée de travail et un opérationnel quand il est en zone contrôlée. S'y ajoutent deux autres dosimètres, à l'œil et au doigt.

2. Utiliser des écrans de protection

Pendant l'intervention, des écrans en plomb, placés au plus près du patient, protègent le médecin. Le tube à rayons X est sous la table d'opération et le capteur au-dessus. La dose appliquée pour la radioscopie (suivi de la progression d'une sonde dans le corps) et la fréquence des images sont limitées au maximum.



Antoine Dagan/IRSN - Source : IRSN

devraient suivre, notamment sur la radioprotection du cristallin dans les hôpitaux.”

Faire apparaître des situations à risque ignorées

La Coordination des réseaux de PCR (Personnes compétentes en radioprotection) et acteurs de la radioprotection (CoRPAP) a soumis un questionnaire sur le risque cristallin aux membres de ses réseaux. “L'idée était de faire apparaître des

situations à risque jusqu'ici ignorées. Par exemple, nos correspondants sur le terrain nous ont fait remonter l'exposition d'infirmiers et d'autres manipulateurs qui pratiquent l'hypnose pour apaiser l'anxiété des patients. Ils restent très proches d'eux pendant toute la durée d'un examen ou d'une intervention”, relate Christian Lefaure, animateur de la CoRPAP. Au niveau national, l'IRSN mène des actions de sensibilisation des travailleurs exposés à travers ses

formations et ses études de postes, ou d'autres prestations faisant suite à des incidents.

Parallèlement, les recherches se poursuivent pour affiner les connaissances sur l'exposition du cristallin, notamment en ce qui concerne les relations dose-effet. ■



À lire sur le webmagazine
Quel impact sur le cristallin selon la dose reçue ?

Avec les neuroradiologues de la Pitié-Salpêtrière

Reportage. Après les cardiologues, c'est au tour des neuroradiologues interventionnels de faire l'objet d'une étude sur l'exposition au cristallin. *Repères* était présent au lancement de ce suivi dosimétrique, à l'hôpital de la Pitié-Salpêtrière à Paris.



Laurent Zylberman/Graphix-Images/IRSN

Soucieux pour leur santé, les cinq médecins du service – ici, le Dr Frédéric Clarençon – se sont portés volontaires pour participer à cette étude, qui doit durer neuf mois. Voir le reportage photo du lancement des mesures sur le webmagazine.

Attention, zone contrôlée! Dans les salles de neuroradiologie interventionnelle de l'hôpital parisien de la Pitié-Salpêtrière, on est comme au bloc opératoire, avec des dispositifs de radioprotection en plus : dosimètres de salles, dosimètres individuels, vitres plombées... Jad Farah, expert en dosimétrie des rayonnements ionisants à l'IRSN, a déjà mené des études sur les doses reçues par les patients dans ce service. Il est là aujourd'hui pour mesurer l'exposition du cristallin des praticiens, dans le cadre d'un projet de l'association européenne de dosimétrie Eurados, dont l'Institut fait partie.

Le Dr Frédéric Clarençon, un des cinq médecins du service, s'apprête à pénétrer dans la salle 4. Avant l'intervention, Jad Farah colle, sur ses lunettes aux verres plombés, deux dosimètres : l'un entre les yeux, l'autre à gauche, c'est à dire du côté de la tête du patient, le plus exposé aux rayons. "Ces dosimètres comprennent une pastille TLD (thermoluminescente) pour la mesure et une coque translucide qui mime les 3mm d'épaisseur de l'œil sous lesquels se trouve le cristallin", explique Jad Farah. Le Dr Clarençon entre dans la salle et introduit, après une anesthésie locale, une sonde dans l'artère fémorale du patient. Il suit sur

des écrans sa progression dans les artères, jusqu'aux artères cervicales. Il repère la malformation artériovéneuse recherchée grâce à l'injection d'un produit de contraste, avant de retirer la sonde. Praticqué en radioscopie (imagerie en continu), cet acte fait appel à des doses importantes, et le médecin réalise plusieurs interventions quotidiennes de ce type. Les lunettes plombées du médecin sont adaptées à sa vue. Il sera le seul à les porter et ne portera que celles-ci pendant les neuf mois de l'étude. "On est sûr que les dosimètres qui y sont collés ne mesureront que ses doses, et pour toutes ses interventions", conclut Jad Farah. ■

BIBLIOGRAPHIE

- **Recommandations sur les bonnes pratiques** en matière de radioprotection des travailleurs : www.irsn.fr
- **Guide** : "Réalisation des études dosimétriques de poste de travail présentant un risque d'exposition aux rayonnements ionisants" : www.irsn.fr/etude-poste-V2
- "Radiation protection and safety of radiation international Basic Safety Standards - interim edition", de l'AIEA : www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/p1531interim_web.pdf

- "ICRP statement on tissue reaction" ICRP 2011, 21 April 2011/Elsevier, London

POUR EN SAVOIR PLUS

- **Sur l'étude O'clock** : www.irsn.fr/ocloc
- **Sur le réseau DoReMi** : www.irsn.fr/doremi
- **Sur l'association Eurados** : www.irsn.fr/eurados

CONTACTS

- **Dosimétrie des rayonnements ionisants** : jad.farah@irsn.fr et isabelle.clairand@irsn.fr
- **Outils de dosimétrie** : nathalie.bolteau@irsn.fr
- **Épidémiologie** : sophie.jacob@irsn.fr
- **Normes et instrumentation** : miroslav.voytchev@irsn.fr

Laboratoires, à quoi sert-il d'être agréé ?

Si un laboratoire souhaite que les résultats de ses analyses apparaissent sur le site du Réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement, il doit être agréé par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN). Quel que soit son statut – privé, public ou associatif –, il devra pour cela participer à des tests de comparaison inter-laboratoires organisés par l'IRSN.

- **TÉMOIGNAGE** Une responsable de laboratoire agréé.
- **DÉCRYPTAGE** Comment obtenir l'agrément ?
- **AVIS D'EXPERT** La coordinatrice des tests de comparaison inter-laboratoires à l'IRSN.

TÉMOIGNAGE

“ Une plus grande transparence pour la population ”

Mylène Josset coordonne le laboratoire agréé de l'Association pour le contrôle de la radioactivité de l'Ouest (Acro). Celui-ci propose une expertise indépendante dans le cadre de la surveillance radiologique de l'environnement. Basé à Hérouville-Saint-Clair, dans le Calvados, il peut intervenir partout en France, voire dans d'autres pays.

“ **Q**uand le réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement a été lancé, en 2008, nous avons tout de suite souhaité y contribuer. Ce dispositif permet plus de transparence en donnant à la

population accès à toutes les données collectées sur le territoire, que celles-ci proviennent des exploitants, des ministères, d'organismes publics ou d'associations.

Pour intégrer ce réseau, il faut des agréments. Nous en avons demandé pour 12 types d'analyses : la recherche d'éléments émetteurs de rayonnements gamma de faibles et fortes énergies dans différentes matrices – sols, eaux, matières organiques, etc. – et la détection de tritium radioactif dans les eaux. Depuis, nous participons tous les cinq ans à différents tests de comparaisons inter-laboratoires de l'IRSN pour renouveler ces droits.

Une reconnaissance de la qualité de nos mesures

L'Acro n'a pas attendu la mise en place de ce réseau pour avoir une démarche qualité et participer à des essais inter-laboratoires. Il a fallu cependant s'adapter aux nouvelles exigences de la réglementation. Maintenant que c'est fait, nous analysons les échantillons envoyés par l'IRSN pour l'intercomparaison comme n'importe quels prélèvements. Cela ne présente pas de difficulté particulière, mais l'agrément permet d'asseoir notre crédibilité, auprès de nos partenaires (collectivités, commissions locales d'information, etc.), à l'international ou lors de débats publics.” ■



DÉCRYPTAGE

Comment devenir un laboratoire

Les candidats à l'agrément sont soumis à des tests d'intercomparaison. Ils sont organisés par l'IRSN auprès de plusieurs laboratoires en même temps. En

1 Inscription

Le laboratoire s'inscrit, sur le site <https://cilei.irsln.fr>, à chacun des tests qu'il s'intéresse.

Exemples : analyse d'un échantillon d'eau de mer contenant du tritium ou détection de rayonnements gamma dans une bouteille de lait. Le coût est d'environ 1 500 € par essai.



L'Institut met en ligne dans les **15 jours** la valeur de référence qu'il fallait trouver.

2 Réception de l'échantillon

L'IRSN prépare autant d'échantillons qu'il y a de participants à l'intercomparaison.

Tous sont strictement identiques. Ils se présentent sous différentes formes : bouteilles, ampoules de liquides, filtres imprégnés, poudre de sols...



4 Envoi des résultats

Le laboratoire reporte ses résultats sur le site <https://cilei.irsln.fr>. L'IRSN les compare à la valeur de référence déterminée par ses propres analyses et les compile dans un rapport avec ceux des autres participants. Le laboratoire envoie un dossier de demande d'agrément à l'ASN. La commission d'agrément se prononce, entre autres, sur la base de ces deux documents.

5 Commission d'agrément

Si les résultats du laboratoire sont cohérents (écart inférieur à 15 % par rapport à la valeur de référence), l'agrément est accordé pour cinq ans. S'ils ne sont pas tout à fait satisfaisants (écart supérieur à 15 %), l'autorisation est donnée pour un an uniquement et la participation à un essai contradictoire est demandée. En cas d'échec à ce nouvel essai, l'agrément peut être retiré par l'ASN.

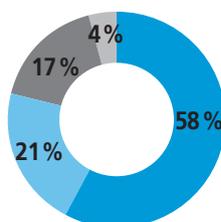
Réglementation

- **L'arrêté du 8 juillet 2008**, homologuant la décision n° 2008-DC-0099 de l'ASN, fixe les modalités d'agrément des laboratoires et nomme l'IRSN comme organisateur des essais de comparaison inter-laboratoires.
- **L'IRSN est accrédité Cofrac ISO 17043**. Cela garantit que les tests sont organisés dans les règles de l'art.
- La validité des agréments est de **cinq ans**.
- Dès le départ, les tests ont été ouverts aux **laboratoires associatifs**.

En chiffres

- L'unité de l'IRSN en charge de ces essais compte **120 laboratoires clients** :

- 70 privés, (y compris exploitants)
- 25 publics
- 20 étrangers
- 5 associatifs



Engagement

- **L'IRSN a 14 semaines** pour remettre son rapport après un test d'intercomparaison. Le document sera présenté à l'une des deux commissions d'agrément organisées chaque année. Il est aussi envoyé aux laboratoires pour qu'ils puissent se situer par rapport aux autres.
- **L'anonymat des participants** est assuré par l'attribution d'un code confidentiel lors de leur inscription.

agrée ?

s'agit d'exercices d'analyse d'échantillons
voici les principales étapes.

3 Analyse de l'échantillon

Le laboratoire analyse l'échantillon selon le protocole de mesure qu'il utilise en routine. Il répond aux exigences organisationnelles et techniques de la norme ISO 17025.



6 Obtention de l'agrément

Le laboratoire peut publier les résultats de ses campagnes de prélèvements dans le réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement (RNM).

Antoine Dagan/IRSN - Source : IRSN

■ Pour aller plus loin

- **Le site du laboratoire étalons et intercomparaison (LEI) de l'IRSN :**
<https://cilei.irsn.fr>
- **Le site du réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement :**
www.mesure-radioactivite.fr

• La liste des laboratoires agréés :

www.asn.fr/Reglementer/Bulletin-officiel-de-l-ASN/Listes-agrements-d-organismes

■ Contact

Roselyne Améon
Tél. 01 30 15 49 44
roselyne.ameon@irsn.fr

AVIS D'EXPERT

“ Un nouveau cycle d'agrément vient de débuter. ”

Le réseau national de mesures de la radioactivité permet d'avoir un état des lieux objectif de l'environnement. Il est alimenté par une pluralité d'acteurs de profils différents – industriels, associations, laboratoires publics et privés –, aux intérêts parfois divergents. Les chiffres publiés sont sérieux. L'IRSN s'assure de la compétence des laboratoires en leur faisant passer des tests d'intercomparaison. Nous proposons une trentaine d'essais différents sur une période de cinq ans. Chacun correspond à la recherche d'un type de radioélément dans une matrice donnée – du tritium dans de l'eau de mer, par exemple, ou des rayonnements gamma dans un sol. Aucun autre organisateur d'intercomparaisons ne propose un programme aussi varié et complet dans le monde. Début 2014, nous avons commencé un nouveau cycle, qui s'achèvera en 2018. S'y inscrivent les laboratoires qui souhaitent être agréés et des structures qui veulent mettre à l'épreuve leurs méthodes. Cela les aide à asseoir leur crédibilité auprès de leurs partenaires ou clients. ■

Roselyne Améon,
qui coordonne
l'organisation des
tests de comparaison
inter-laboratoires
à l'IRSN.



Noak/Le bar Floréal/IRSN

Accompagner les habitants dans les zones contaminées

Fukushima. Au Japon, une association de citoyens, "Ethos à Fukushima", tente d'améliorer le quotidien des habitants dans les territoires contaminés. Ryoko Ando, habitante d'Iwaki, l'a créée pour soutenir ceux qui sont revenus vivre dans une partie de la ville – Suetsugi – située à 27 km de la centrale sinistrée. Elle partage ici son expérience avec Ryugo Hayano, professeur de physique à l'université de Tokyo, qui participe à une initiative internationale mettant en relation la société civile et des scientifiques.

Comment est née l'association "Ethos à Fukushima" ? Quels sont ses objectifs ?

Ryoko Ando : Après la catastrophe de mars 2011, plus de 60 000 personnes ont quitté le département de Fukushima, dans le nord-est du Japon. Depuis, 12 000 sont rentrées. La Commission internationale de protection radiologique (CIPR) a organisé rapidement un dialogue entre les municipalités, les experts et la société civile. Dans le même temps, nous avons créé le groupe "Ethos à Fukushima" avec des habitants du département et des membres

connectés sur les réseaux sociaux. Comme nous pensons que l'initiative de la CIPR était une opportunité pour être en relation avec des experts, nous y participons. Nous utilisons également les réseaux sociaux pour trouver des soutiens. Notre association accompagne les habitants dans les territoires contaminés du district de Suetsugi (rattaché à la ville d'Iwaki), situé dans la zone des 30 km autour de la centrale de Fukushima Daiichi. Elle tente d'améliorer durablement leurs conditions de vie.

Qu'apporte l'association aux habitants ? Dans quel état d'esprit sont-ils ?

R. A. : Leur mode de vie a été totalement bouleversé après l'accident.

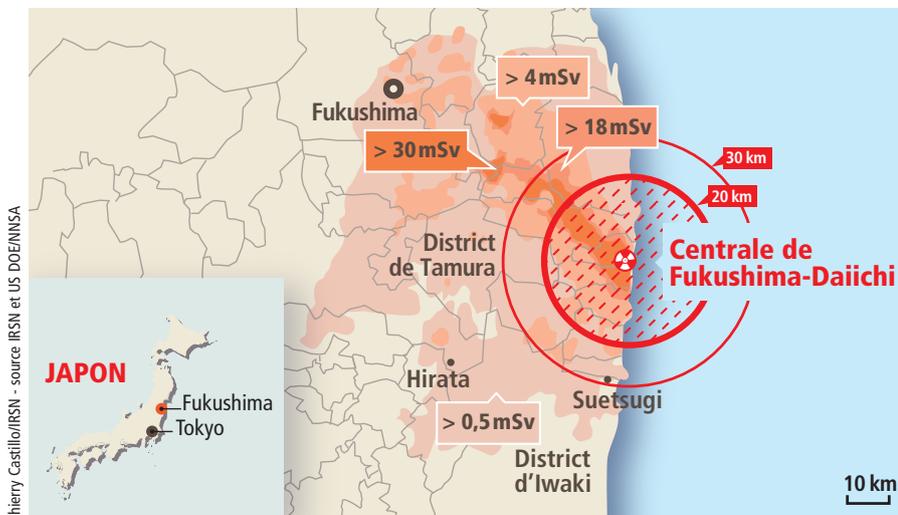
Certains anciens résidents des villes environnant la centrale de Fukushima-Daiichi sont satisfaits d'avoir pu rentrer chez eux. Mais beaucoup étaient inquiets des effets sanitaires des rayonnements. Ils sont confrontés en permanence à des dépôts radioactifs qui influent sur leur quotidien. Notre but est qu'ils reprennent confiance en eux et puissent prendre en main leur vie en toute connaissance de cause.

Ryugo Hayano : Nous proposons des soutiens techniques à l'évaluation et à la gestion du risque radiologique. Des dosimètres électroniques ont été distribués à l'été 2013 à une centaine d'habitants de Miyakoji, district de la ville de Tamura*. Ils permettent de mesurer l'exposition aux

“ Des dosimètres électroniques sont distribués pour mesurer l'exposition aux rayonnements heure par heure. ”

Ryugo Hayano

est professeur de physique à l'université de Tokyo. Il dirige également une équipe de chercheurs du Centre européen de recherche nucléaire (CERN), à Genève. Il apporte un soutien moral et technique à l'association Ethos à Fukushima. Par ailleurs, Ryugo Hayano participe à la mesure de la contamination des populations dans la région de Fukushima et au développement d'appareils comme le Babyscan.



À RETENIR

- **Plus de 60 000 personnes**, sur deux millions d'habitants, ont quitté le département de Fukushima après la catastrophe.
- **Plusieurs communes** sont redevenues accessibles. En avril, le gouvernement nippon a ainsi autorisé le retour de 300 habitants dans la ville de Tamura, située dans une zone jusqu'à présent interdite. D'ici deux ans, près de 30 000 personnes supplémentaires seront autorisées à réintégrer leurs villages.
- **"Ethos à Fukushima"** accompagne les habitants dans les territoires contaminés du district de Suetsugi, rattaché à la ville d'Iwaki, en organisant le dialogue entre les experts et la société civile.

Estimation des doses reçues par irradiation externe la première année après l'accident. Des districts comme Tamura et Iwaki sont partiellement situés dans le périmètre des 30 km autour de la centrale sinistrée.

rayonnements heure par heure. Mais cela ne suffit pas toujours à les rassurer. Plus de 300 mères de familles sont venues mesurer l'éventuelle contamination interne de leurs enfants à l'hôpital central d'Hirata, situé à 45 km de la centrale de Fukushima-Daiichi. Comme d'autres centres de soins et organismes présents sur place, cet établissement utilise le Babyscan, un appareil que j'ai développé.

En avril, le gouvernement nippon a autorisé le retour de 357 habitants dans une partie de la ville de Tamura, située dans une zone jusqu'à présent interdite. D'ici deux ans, 30 000 nouveaux riverains réintégreront ces secteurs. Quel regard portez-vous sur ces retours ?

R. A. : Certains villageois aimeraient rentrer chez eux, d'autres non. Outre les rayonnements, plusieurs questions se posent dans la région. Le tissu économique local est détruit, les jeunes générations sont parties et ne reviendront certainement jamais. Nous souhaitons participer à la réhabilitation des territoires.

R. H. : Cette question est au cœur de polémiques, et seule une minorité reviendra sur ses terres natales situées dans les zones interdites. Je souhaite malgré tout accompagner ceux qui désirent rentrer chez eux.

Vous avez réalisé vos propres mesures de radioactivité. Il y a aussi celles des scientifiques ou de la compagnie Tepco, exploitante de la centrale sinistrée. Comment les habitants font-ils face à ces multiples données ? En qui ont-ils confiance ?

R. A. : Nous avons confiance dans les mesures que nous avons faites nous-mêmes.

R. H. : Nous considérons les mesures que nous avons effectuées comme fiables, et elles sont cohérentes avec la plupart des données gouvernementales et non gouvernementales. Très peu de personnes (1 %) présentaient des valeurs de contamination

interne au-dessus des seuils de détection. Je peux garantir qu'aucun habitant n'a reçu de doses supérieures à 20 mSv/an depuis début 2012. Cependant, il faudra un suivi médical strict pour suivre l'évolution de la situation. De nouvelles habitudes de vie vont devoir être adoptées, comme les contrôles médicaux, les mesures de radioactivité sur les fruits, les légumes, etc. ■

** District dans lequel l'évacuation a été levée partiellement en août 2013, puis totalement le 1^{er} avril 2014.*

À voir sur le webmagazine
Des extraits du débat

“ La vie des habitants revenus dans leurs villages a été totalement bouleversée. ”

Ryoko Ando

est pépiniériste dans la ville d'Iwaki. Elle est responsable de l'association Ethos à Fukushima.



Reportage photo : Grégory Mc Grew/IRSN

Le rôle du Comité d'orientation de la recherche de l'Institut

Dialogue. À la demande du gouvernement, l'IRSN s'est doté en 2009 d'un Comité d'orientation de la recherche (COR) pour débattre en amont de l'orientation des travaux programmés par l'établissement. L'ensemble des parties prenantes – pouvoirs publics, industriels, organismes de recherche et société civile – y sont associés.



Antoine Devouard/IRSN

Dominique Le Guludec, professeur de biophysique et de médecine nucléaire, préside le conseil d'administration de l'IRSN et le COR.

Extension de la durée de fonctionnement des centrales nucléaires, études sur les faibles doses de rayonnements ionisants, les fortes doses, les déchets radioactifs... À ce jour, sept avis ont été émis par le Comité d'orientation de la recherche (COR) de l'IRSN sur les programmes de ce dernier. *“Cette structure permet un dialogue et un échange d'informations enrichissants, commente Dominique Le Guludec, présidente du conseil d'administration de l'Institut depuis novembre 2013 et présidente du COR. Des personnes ayant des intérêts divergents parviennent à écrire ensemble un avis sur les objectifs et les priorités à donner aux recherches.”* *“Nous sommes ensuite capables de traduire ces propositions dans nos programmes”,* explique Véronique Rouyer, directrice adjointe de la

stratégie à l'Institut et secrétaire du comité. Ce fut le cas, par exemple, avec la création en janvier 2012 d'un laboratoire spécialisé en sciences humaines et sociales au sein de l'Institut. Le COR avait exprimé en 2011 le souhait que soient davantage étudiés les facteurs organisationnels et humains dans la gestion des risques*.

Renforcer la gouvernance

Le COR est composé de 43 membres répartis dans différents collèges : pouvoirs publics, entreprises et associations professionnelles, salariés du secteur nucléaire, élus locaux, associations, personnalités qualifiées, organismes de recherche, personnalités étrangères, personnalités présentes de droit. Il a vu le jour en 2009, en réponse à une demande du gouvernement de l'époque. Celui-ci souhaitait renforcer

Avis sur l'agenda stratégique européen pour les recherches en radioécologie

Quelles sont les conséquences des rejets radioactifs des centrales sur l'environnement? Lancé en 2011 et coordonné par l'IRSN, le réseau européen Star (pour Strategy for Allied Radioecology*) a pour mission de coordonner les recherches sur ce sujet. Le Comité d'orientation de la recherche (COR) a présenté en novembre 2013 son avis sur l'agenda stratégique préparé par ce réseau. *“Nous approuvons cet agenda mais nous y avons apporté quelques*

précisions et commentaires, précise David Boilley, président de l'Association pour le contrôle de la radioactivité de l'Ouest (Acro) et pilote du groupe de travail qui a rédigé cet avis. *Un exemple : l'agenda insiste sur la nécessité de réaliser des recherches sur les synergies avec d'autres polluants. Il y a une forte demande sociétale en ce sens. Nous recommandons d'associer à ces travaux des organismes spécialisés sur d'autres polluants, et pas seulement*

en radioécologie. Il faudrait travailler avec des associations de protection de l'environnement qui ont une bonne connaissance du terrain. Nous demandons aussi un accès ouvert et gratuit aux archives des publications scientifiques de l'IRSN, à l'instar de ce que font d'autres organismes de recherche, ainsi qu'un effort de vulgarisation des enjeux et résultats obtenus.” ■

* Cet avis a été présenté aux partenaires européens du réseau.

la gouvernance de la recherche en sûreté nucléaire et en radioprotection. L'objectif étant d'écouter les différentes parties prenantes pour tenter de répondre le mieux possible à leurs attentes. Cela permet d'avoir une approche globale des orientations de recherche, incluant notamment des aspects sociétaux et politiques. Il s'agit là d'une démarche innovante : l'IRSN est l'un des rares organismes scientifiques et techniques français à s'être doté d'un tel comité.

Donner la parole à la société civile

Le COR est une instance consultative placée auprès du conseil d'administration de l'IRSN. Il contribue à l'examen approfondi de la programmation de recherche, effectué *a priori* et *a posteriori* par les ministères de tutelles, le comité scientifique de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), le conseil scientifique et le comité de visite de l'Institut, ainsi que sa direction de la stratégie, du développement et des partenariats. L'ensemble de ce dispositif permet de s'assurer que l'IRSN dispose en permanence des connaissances et compétences indispensables à sa crédibilité, et anticipe les besoins en expertise de façon cohérente avec les attentes sociétales.

Pour David Boilley, président de l'Association pour le contrôle de la radioactivité de l'Ouest (Acro) et membre du comité, "le COR est une opportunité de donner la parole à la société civile. Cependant, pour influencer réellement l'orientation des programmes, il faudrait aller plus loin, en donnant à cette instance la possibilité d'affecter une partie du budget de la recherche de l'IRSN." Une réflexion va s'engager au sein du COR sur la pertinence d'une plus grande ouverture de la recherche à la société civile. ■

* Avis relatif à la recherche spécifique dans le domaine des facteurs organisationnels et humain, 1^{er} avril 2011



Pour en savoir plus

- la composition du COR www.irsn.fr/cor
- le projet STAR www.irsn.fr/star

Un cadre sociétal pour la recherche

Déontologie. Depuis 15 ans, le Comité d'éthique pour l'expérimentation animale de l'IRSN conseille les chercheurs. Son objectif : limiter le recours aux animaux au strict nécessaire et favoriser leur bien-être.

"Réduire le nombre d'animaux. Raffiner la méthodologie utilisée.

Remplacer, si possible, les modèles *in vivo* par des tests *in vitro*. Cette règle des '3 R' fonde la démarche éthique en vue d'une expérimentation", rappelle Françoise Quintin-Colonna, professeur à l'école vétérinaire de Maisons-Alfort et présidente du Comité d'éthique pour l'expérimentation animale de l'IRSN.

Depuis février 2013, tout projet scientifique mené en France et impliquant des êtres vivants doit être autorisé par le ministère en charge de la Recherche, après avoir été soumis à un comité dédié. "L'IRSN n'a pas attendu cette date pour créer le sien, en 1998", souligne Anna Bogdanova, responsable des deux animaleries de l'Institut. Dix salariés et six experts de la société civile

(vétérinaires, médecins, chercheurs, etc.) participent à cette instance.

En 2013, ils ont examiné 21 dossiers avant leur envoi au ministère. "Notre rôle n'est pas de juger mais d'aider les expérimentateurs par une réflexion commune", précise Françoise Quintin-Colonna. Le comité vérifie que tout ce qui pouvait être fait *in vitro* l'a été, que des travaux similaires n'ont pas déjà été réalisés et que les tests *in vivo* sont vraiment nécessaires. Il conseille les chercheurs pour limiter la souffrance des animaux, pendant leur vie et lors de leur euthanasie. Il veille à ce que leur nombre soit réduit au strict nécessaire, mais suffisant pour tirer des conclusions fiables sur le plan statistique. "Dans le cas contraire, leur sacrifice aurait été inutile. Ce serait la pire des choses", observe Françoise Quintin-Colonna. ■



Poissons zèbre à l'animalerie du Laboratoire de radioécologie et d'écotoxicologie, à Cadarache (Bouches-du-Rhône).

Olivier Seignette/Mikael Lafontan/IRSN

Zonage

Consignes
de sécurité

Fiche
d'exposition

Dosimétrie

Équipement
de protection

Signalétique

Classement
du personnel



Une étude de poste personnalisée, votre personnel mieux protégé

Vous utilisez des sources de rayonnement ionisant dans le domaine industriel, médical ou universitaire ? Améliorez le niveau de radioprotection de votre personnel avec l'IRSN. Dans le respect des obligations réglementaires, ses experts vous accompagneront dans la réalisation de vos études de poste. Ils vous feront bénéficier de trente années d'expérience. En relation avec votre personnel compétent en radioprotection, ils vous aideront à identifier les postes de travail, évaluer les doses susceptibles d'être reçues, classer les travailleurs exposés, définir les modalités de protection adaptées et de suivi dosimétrique, délimiter les zones réglementées... Chaque intervention est accomplie sur mesure, ajustée à votre domaine, à vos appareils, et conforme à la réglementation. Écoute, dialogue, professionnalisme, capacité d'adaptation... Des ingrédients pour une étude de poste réussie !

**Renseignez-vous
dès maintenant**

Tél. : 01 58 35 74 47

E-mail : prestations@irsn.fr
Site : www.irsn.fr, rubrique
Prestations et formations
> Prestations > Dosimétrie
et radioprotection

IRSN
INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Enhancing Nuclear Safety*