

Repères

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

N°07
octobre
2010

INTERNATIONAL

Les experts français exportent leur savoir

FAITS ET PERSPECTIVES

D'où vient l'uranium de la nappe phréatique du Tricastin ?

DÉBAT

Comment sensibiliser les jeunes à la radioprotection ?

DOSSIER Où en est

la **recherche** sur les effets sanitaires des **faibles doses** ?

Le transport des matières radioactives expliqué



► Modes de transport et colis, risques, sûreté, réglementation: la nouvelle édition du livret *Le transport de matières radioactives* est disponible sur le site www.irsn.fr en téléchargement. Les événements marquants et les chiffres clés ont été mis à jour. Il présente notamment la démarche de défense en profondeur dont les trois composantes se complètent pour garantir la sûreté des transports: la robustesse des emballages, la fiabilité des transports et l'intervention en cas d'incident ou d'accident.

RENSEIGNEMENTS :

www.irsn.fr, rubrique **Librairie**



Préparation virtuelle à l'accident nucléaire

► Un nouveau dossier, comprenant de nombreuses vidéos, fait son apparition sur le site de l'IRSN. Le thème: même si l'accident nucléaire est peu probable, les pouvoirs publics le considèrent comme possible et souhaitent que les populations soient informées. Pour s'y préparer, le site montre et explique en images ce qu'il faut faire en cas d'accident, les comportements à adopter ou encore l'exercice de crise dans une centrale et l'organisation nationale de crise.

RENSEIGNEMENTS :

www.irsn.fr, rubrique **Base de Connaissances> Installations nucléaires>La sûreté nucléaire**

Saint-Étienne, prochaine étape de l'exposition « Nucléaire et société »

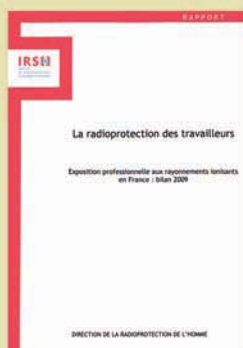


► L'exposition itinérante *Nucléaire et société* fait escale à l'École des Mines de Saint-Étienne au sein de La Rotonde, du 22 novembre au 17 décembre 2010. Après onze ans de tournées en France, ce rendez-vous poursuit son information auprès du grand public à travers sept thématiques: la radioactivité, les réacteurs nucléaires, le cycle du combustible et les déchets radioactifs, l'environnement, la santé, la gestion de crise et l'accident de Tchernobyl. Une visite pédagogique et interactive gratuite et ouverte aux groupes scolaires de tout âge.

RENSEIGNEMENTS :

[Jacques Ney, expo.irsn.org/expo](http://Jacques.Ney.expo.irsn.org/expo)
ou www.irsn.fr, rubrique **Tous les sites**

La radioprotection des travailleurs à la une



► Le bilan annuel 2009 de la surveillance des travailleurs exposés aux rayonnements ionisants vient de paraître sur le site [irsn.fr](http://www.irsn.fr). Sous une forme un peu nouvelle, prenant en compte des suggestions émises par les parties prenantes (société civile, partenaires sociaux, utilisateurs du rapport...), il présente les résultats réactualisés des données concernant l'exposition des travailleurs: les personnels de santé, ceux de l'industrie nucléaire et non nucléaire et aussi ceux des personnels navigants, naturellement exposés en vol aux rayonnements cosmiques.

RENSEIGNEMENTS :

www.irsn.fr, rubrique **Avis et rapports>Rapports d'expertise>Radioprotection de l'Homme**

TEMPS FORTS



Marc Didier/EDF

04. Le projet de construction d'un nouveau réacteur EPR à Penly a fait débat durant quatre mois.

FAITS & PERSPECTIVES



Olivier Seignette/Mikaël Lafontan/IRSN

06. Pour étudier l'origine de la pollution du site du Tricastin, 4000 analyses ont été réalisées sur deux ans.

INTERNATIONAL



Pierre Gleizes/REA

16. Des exercices d'urgences radiologiques sont réalisés à des fins pédagogiques pour des pays étrangers demandeurs d'expertise.

TEMPS FORTS

Un laboratoire mobile permet de suivre *in situ* le personnel exposé **04**

ENJEUX & STRATÉGIE

Une commission pour veiller à la déontologie **18**

FAITS & PERSPECTIVES

Étude sur le site du Tricastin : d'où vient l'uranium détecté dans la nappe phréatique ? **06**

GOUVERNANCE

Quelles sont les étapes de la surveillance radiologique **19**

DÉBAT

Comment sensibiliser les jeunes à la radioprotection ? **14**

INTERNATIONAL

Urgences radiologiques : les experts français exportent leur savoir **16**

OUVERTURE À LA SOCIÉTÉ

"La radioprotection doit s'intégrer à la société et non l'inverse" **17**

DOSSIER

08



Noak/Le bar Horeau/IRSN

OÙ EN EST LA RECHERCHE SUR LES EFFETS SANITAIRES DES FAIBLES DOSES

Pour vous abonner au magazine, connectez-vous sur irsn.fr rubrique Publications

Éditorial



Jacques Repussard,
directeur général de l'IRSN.

Explorer les effets des faibles doses

Le système international de radioprotection, applicable en France, repose pour partie sur le concept de "relation linéaire sans seuil" entre la dose reçue et l'excès de risque d'apparition d'un cancer. Ce concept est très protecteur puisqu'il conduit à fixer des valeurs très basses de doses. Mais il est anxiogène puisqu'il laisse entendre qu'il n'y a pas de dose sans effet. La question des "faibles doses" hante le débat sociétal, alors même que des dépenses considérables sont consacrées à la radioprotection. Or cette relation linéaire sans seuil

n'est pas scientifiquement démontrée à des niveaux d'exposition très faibles. Elle résulte d'une hypothèse : celle de l'extension aux faibles doses d'une linéarité constatée à des niveaux plus élevés. Elle laisse de côté la question des effets autres que le cancer. Les pays européens ont décidé de joindre leurs efforts pour tenter de répondre aux questions sur les effets des faibles doses. C'est l'ambition de la plateforme de recherche européenne Melodi, organisé par l'IRSN et le CEA, qui coopérera avec les chercheurs des USA et du Japon.

I Agenda

► 18 au 20 octobre 2010

L'Institut organise avec le CEA le deuxième congrès Melodi sur le thème des faibles doses, à la Maison internationale, à Paris.

► 19 octobre 2010

Une journée intitulée "Le médecin du travail et la radioprotection dans le milieu médical ou vétérinaire", est organisée à Paris conjointement par l'IRSN et l'Institut national de recherche et de sécurité.

► 25 au 29 octobre 2010

La deuxième conférence de l'AIEA consacrée aux défis à relever par les organismes techniques de sûreté (TSO) en matière de sûreté et de sécurité nucléaires, se tiendra à Tokyo (Japon). Organisée par l'Agence, elle est accueillie par le gouvernement japonais et sera présidée par Jacques Repussard, directeur général de l'IRSN.

► 8 et 9 novembre 2010

Le thème de l'innovation dans la sûreté et la sécurité nucléaires est à l'honneur du forum Eurosafe 2010. Il se tiendra à Cologne (Allemagne).

I En chiffre...

122 000

c'est le nombre d'internautes qui ont visité le site du réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement www.mesure-radioactivite.fr à la fin juin 2010, soit quatre mois après sa création. Ce site informe sur la radioactivité de l'environnement en France et facilite l'accès aux résultats de mesures.

Radioprotection des travailleurs

Un laboratoire mobile permet de suivre *in situ* le personnel exposé



Noak/Le bar Floreal/IRSN

15 minutes suffisent pour mesurer la contamination interne.

Début septembre 2010, le service de médecine nucléaire du CHU d'Angers (Maine-et-Loire) a accueilli le laboratoire mobile d'anthroporadiométrie de l'IRSN pour une deuxième série d'examen. Installé dans un véhicule, ce laboratoire effectue des mesures directes de la contamination interne corporelle par des radionucléides émettant des rayonnements X et gamma. Ce matériel avait été expérimenté l'an dernier auprès de 23 salariés du même service. Manipulateurs en électroradiologie médicale, infirmiers, techniciens de laboratoire, préparateurs en pharmacie et radiopharmaciens étaient concernés. Selon Francis Bouchet, radiophysicien

chargé de la radioprotection au service de médecine nucléaire du CHU d'Angers, "il permet de trouver des contaminations très faibles, de l'ordre de quelques becquerels seulement". Les mesures sont fiables et instantanées: "Jusqu'ici, nous devions effectuer un recueil d'urines pendant 24 heures deux fois par an et les envoyer à l'IRSN pour analyse", explique Francis Bouchet. Ce système avait ses limites: les faibles doses de radionucléides disparaissaient entre le prélèvement et l'analyse. "Avec ce laboratoire, ajoute Francis Bouchet,

l'agent s'allonge sur un lit pendant une quinzaine de minutes, le temps que les détecteurs vérifient la présence ou non de rayonnement gamma issu d'événements radiocontaminants." Cet équipement est destiné à la surveillance du personnel qui manipule les substances radioactives utilisées en médecine nucléaire. Jusqu'ici réservé aux situations de crise, le laboratoire mobile devrait être envoyé vers d'autres établissements pour des campagnes de mesure et améliorer ainsi le suivi des travailleurs exposés. ■

 **Pour en savoir plus :** www.irsn.fr, rubrique **Prestations et formations** > **Prestations** > **Dosimétrie et radioprotection**

Projet EPR Penly

Informez avant de construire

La Commission nationale de débat public a sollicité la participation de l'IRSN aux réunions publiques organisées pour le projet "Penly" qui concerne la construction d'un second réacteur EPR en France. Quatre mois de débat qui ont permis aux citoyens de s'informer et de s'exprimer sur la construction de ce réacteur de nouvelle génération sur le site de Penly, en Seine-Maritime. "Je me suis rendue à deux de ces réunions, en mars et mai derniers, prête à répondre aux questions qui seraient adressées à l'IRSN par les personnes présentes", explique Karine Herviou, responsable de la coordination du projet EPR à l'Institut. Dominique Boust et Julien Pommier, deux autres experts, ont participé à la réunion du 5 juillet dernier pour y décrire l'impact sur le milieu marin des deux réacteurs à eau pressurisée de 1300 MWe en fonctionnement. L'IRSN a également répondu aux questions posées sur le site Internet du débat public. ■

 **Pour en savoir plus :** www.debatpublic-penly3.org



Évaluation scientifique Estimer la qualité de la recherche

En juin et juillet derniers, les unités de recherche de l'IRSN ont reçu les experts de l'Agence d'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur (Aeres). Elle est chargée, en France, de formuler un avis et des recommandations sur la qualité du travail effectué au sein des établissements scientifiques. Quatre unités de l'Institut – spécialisées respectivement dans la radioprotection, l'environnement, la neutronique et le confinement, la sûreté des réacteurs – ont été visitées et leurs personnels auditionnés pendant deux jours. Les rapports d'évaluation sont en cours de publication. Aux mois de novembre et décembre 2010, l'Institut sera à nouveau évalué par l'Agence, en tant qu'établissement

Un rapport d'évaluation des unités de recherche de l'IRSN est en cours.

ment cette fois. Les experts s'intéresseront à son mode de gouvernance, à sa politique de recherche comme fondement de son expertise ou à la cohérence de sa vision stratégique. ■

Incendies en Russie Pas d'augmentation de radioactivité en France

Il n'y a pas d'impact radiologique mesurable en France dû aux incendies en Russie. C'est la conclusion de l'Institut à la suite d'une surveillance accrue de la radioactivité de l'air réalisée sur le territoire français entre le 20 juillet et le 20 août 2010. Cette vigilance était justifiée par le risque que ces feux de forêts surviennent dans les zones contaminées par l'accident de Tchernobyl, libérant dans l'atmosphère le césium 137 encore présent dans la litière et le bois des arbres. Selon les conditions météorologiques, cette contamination aurait alors pu être dispersée vers d'autres territoires. Dès la fin juillet, l'IRSN a mesuré les échantillons venant de stations permanentes de surveillance pour déceler une éventuelle élévation du césium 137, même de faible ampleur. Un suivi de l'évolution des masses d'air, en coopération avec Météo France, a été aussi réalisé.

 **Pour en savoir plus :** www.irsn.fr, rubrique **Actualités et presse**

Risques sismiques Les ponts roulants testés

Comment les ponts roulants situés à l'intérieur des bâtiments d'une installation nucléaire se comportent-ils en cas de séisme ? Dans quelle mesure ne risquent-ils pas de tomber sur la cuve d'un réacteur ou d'endommager d'autres équipements ? Ces systèmes de manutention pour matériels lourds, qui circulent sur des rails situés dans la partie supérieure des bâtiments, ont fait l'objet d'une étude originale. L'Institut a réalisé des essais sur un modèle réduit représentatif, soumis à 200 tests de vibration sur la plus grosse table vibrante de France, au CEA de Saclay (Essonne). Les résultats de cette analyse apporteront en 2011 un éclairage précis sur le com-



Les ponts roulants font l'objet d'essais.

portement des ponts roulants en cas de séisme et permettront de dégager des enseignements pour les analyses de sûreté des structures des installations nucléaires. ■

Facteurs humains Développer la culture de sûreté

Slovénie en février 2009, Roumanie en juin 2010, Bulgarie en octobre 2010... L'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) sollicite l'Institut pour aider les autorités des pays de l'Est à élargir leurs pratiques de contrôle à des domaines nouveaux. Ce soutien passe par des séminaires et des réunions techniques pour informer ces pays et développer des outils pratiques. *"En confrontant les points de vue et en découvrant différents contextes, on y apprend beaucoup"* explique Jean-Marie Rousseau, adjoint au chef du service d'étude des facteurs humains à l'IRSN, qui participe à ces actions. La notion de "culture de sûreté", née à la suite de l'accident de Tchernobyl, insiste sur *"la place de l'homme et des organisations au cœur de la sûreté de l'exploitation des centrales nucléaires"*. Elle s'intéresse aux comportements individuels, aux pratiques managériales et aux dispositions organisationnelles qui contribuent au maintien d'un haut niveau de sûreté. ■

Telex

Comme chaque année, la commission des thèses de l'IRSN, constituée d'universitaires et de chercheurs de l'Institut, a auditionné les candidats doctorants les 24 juin et 2 septembre derniers. Pour 2010, 28 dossiers ont été retenus.

En avril dernier, l'IRSN et son homologue italien ENEA ont signé un accord de coopération sur la sûreté nucléaire et la radioprotection. La définition du programme est en cours ; il comprendra notamment la formation du personnel et l'information du public.

Tricastin est le deuxième site nucléaire le plus étendu de France.



Michel Gunther/Biosphoto



Une équipe spécialisée de l'IRSN prélève des végétaux dans l'eau de surface de la Gaffière.

Noak/Le bar Floréal/IRSN

Étude sur le site du Tricastin

D'où vient l'uranium détecté dans la nappe phréatique ?

Au sud du site nucléaire du Tricastin, la nappe phréatique montre, en certains points, une teneur élevée en uranium. L'incident, survenu dans l'usine Socatri en juillet 2008, ne peut en être à l'origine. L'IRSN mène l'enquête.



Le 8 juillet 2008, le Tricastin, site nucléaire entre Valence et Avignon, fait la Une des journaux. En cause : le déversement accidentel d'une solution contenant de l'uranium, à Socatri, usine d'assainissement et de récupération de l'uranium et de traitement des effluents. Appui technique aux pouvoirs publics, l'IRSN dépêche le jour même une équipe d'intervention sur place. Des mesures sont réalisées pour évaluer la teneur en uranium des eaux de surface et de nappe.

Cours d'eau traversant le site, la Gaffière et le Lauzon sont surveillés de

près. Les premiers prélèvements montrent des teneurs en uranium élevées, directement liées au rejet de Socatri, qui diminuent naturellement pour rejoindre le niveau habituel, soit 2 à 3 microgrammes/litre, vers le 20 juillet.

Teneurs élevées dans la nappe... causes anciennes

Concernant la nappe phréatique, en revanche, le voyant rouge reste allumé, avec des teneurs ponctuelles constamment élevées au sud du site. Mais les experts de l'IRSN sont formels : la récente fuite est hors de cause. "Nous avons déjà identifié ces zones lors d'une précédente étude menée de septembre 2007 à juin 2008, raconte Jean-Christophe Gariel, expert à l'IRSN et

pilote de cette étude. Nous venions de présenter les résultats de cette étude à la Cligeet*". Si l'incident de Socatri est vite "classé", reste à expliquer l'origine du marquage de la nappe phréatique. L'IRSN retourne sur le terrain pour mener l'enquête, avec Areva et les Ddass** du Vaucluse et de la Drôme. "Plusieurs campagnes de prélèvements sont organisées pour compléter les résultats précédents", indique Vincent Rebour, ingénieur de l'IRSN impliqué dans l'étude. Au final, plus de 4000 analyses issues de quatre campagnes de prélèvements étalées sur deux ans. "C'est la première fois que nous obtenons une cartographie aussi détaillée d'un site", témoigne Vincent Rebour. Les études se concentrent sur deux zones qui présentent des teneurs en uranium plus fortes, au sud (zone 1) et au sud-ouest (zone 2) du Tricastin. Pour expliquer ces anomalies, trois hypothèses sont étudiées. "La première : une origine géologique naturelle. Des lignites, formations riches en uranium, pour

Les étapes chronologiques

Début des années 1960

Création du site du Tricastin.

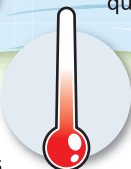


De 1974 à 198

Teneurs élevées en uranium observées dans la Gaffière et le Lauzon à la suite de mesures réalisées par l'exploitant.

De septembre 2007 à juin 2008

Une étude menée par l'IRSN, les Ddass de la Drôme et du Vaucluse et Areva, montre des teneurs en uranium plus élevées qu'attendu en trois points de la nappe phréatique située au sud du site.



8 juillet 2008

Déversement d'une solution contenant de l'uranium dans l'environnement à l'usine de Socatri. Intervention immédiate des équipes IRSN et Areva pour effectuer des prélèvements dans l'environnement.

Mi-juillet 2008

Les prélèvements révèlent que la Gaffière a rapidement retrouvé un taux d'uranium normal.

Des teneurs élevées en uranium sont de nouveau mises en évidence en quelques points de la nappe phréatique.



Automne 2008

Lancement d'une 2^e étude menée par l'IRSN, le LDA26* et Areva.

Objectif : étudier l'origine des teneurs élevées. 4 000 analyses en 4 campagnes de prélèvement, étalées sur deux ans, assurées par Areva, LDA26* et IRSN.

Mise en place d'un groupe de suivi.

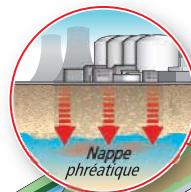
*Laboratoire départemental d'analyse de la Drôme.



Cheminement de l'uranium du site vers la nappe phréatique

1 Le site nucléaire du Tricastin

Certaines installations sont responsables d'une pollution historique en uranium de la nappe phréatique sous le site. La plus importante a eu lieu entre 1974 et 1984.



3 La nappe phréatique

La pollution de la nappe dans la plaine est due à la Gaffière qui s'y déverse et correspond au transfert de l'uranium présent dans la rivière durant la période 1974-1984. L'uranium migre très lentement dans la nappe.

2 La rivière la Gaffière

Elle est alimentée par la nappe phréatique. En raison de la pollution présente sur le site de 1974 à 1984, sa teneur en uranium a régulièrement dépassé 10 µg/litre en moyenne annuelle. Aujourd'hui, cette teneur est de l'ordre de quelques µg/litre.



Olivier Seignette/Mikael Lafontan/IRSN

Un technicien en radioécologie de l'IRSN trie de la mousse prélevée aux abords du site du Tricastin.

raient être en contact avec la nappe dans la zone 2", décrit l'ingénieur. Seconde hypothèse, vite écartée: une origine due à des activités humaines autres que celle du site du Tricastin. Reste enfin la troisième hypothèse, mettant en cause les installations du cycle du combustible nucléaire du site du Tricastin. C'est à grand renfort d'hydrogéologie – études des eaux souterraines – que cette troisième hypothèse est étudiée. "D'anciennes mesures réalisées par l'exploitant dans la Gaffière montrent des teneurs élevées en uranium de 1974 à 1984. Cette pollution chronique ancienne pourrait expliquer le marquage actuel en uranium dans la zone 1", indique Jean-Christophe Gariel.

Une origine historique controversée

L'Institut et Areva ont réalisé des modélisations pour valider cette hypothèse, menant à des conclusions contradictoires. Là où l'exploitant du site conteste que ce transfert soit à l'origine du marquage, l'IRSN estime que "le passage d'uranium de la Gaffière vers la zone 1 est possible", confie Vincent Rebour. Les mesures et conclusions ont été consignées dans un rapport accessible sur www.irsn.fr, suivi d'une réunion publique le 22 septembre pour présenter les résultats aux riverains. 140 personnes y participaient. Repères

De février 2009 à mai 2010

Réunions du groupe de suivi de 25 personnes d'origines diverses (scientifiques, élus, associations de protection de la nature, représentants des autorités de sûreté...) pour suivre et orienter l'étude.

17 septembre 2010

Présentation des résultats devant la Cligeet (Commission locale d'information auprès des grands équipements énergétiques du Tricastin).

22 septembre 2010

Réunion publique organisée par l'IRSN à Pierrelatte (Drôme) pour informer les riverains des résultats de l'étude.



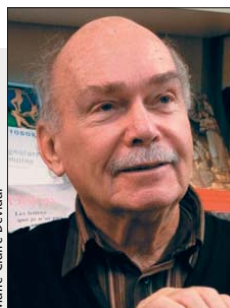
reviendra sur le sujet dans son prochain numéro. ■



Pour en savoir plus :
www.irsn.fr, rubrique **Actualités et presse**
www.irsn.fr, rubrique **Base de connaissances > Environnement**

(*) Commission locale d'information auprès des grands équipements énergétiques du Tricastin.

(**) Direction départementale des affaires sanitaires et sociales.



Pour Jean-Pierre Morichaud (Frapna Drôme), les débats pluralistes sont louables.

Marie-Claire Dévidal

ZOOM

Site du Tricastin C'est le deuxième site nucléaire le plus étendu de France qui couvre 650 hectares, sur trois communes (Bollène, Pierrelatte et Saint-Paul-Trois-Châteaux) et sur deux départements (Drôme et Vaucluse). Il regroupe de nombreuses industries nucléaires d'Areva liées à la transformation, l'enrichissement et la fabrication de combustible. Une centrale nucléaire EDF joute le site.

Un groupe de suivi pluraliste pour plus de transparence

L'IRSN, Areva et les Ddass** n'ont pas travaillé seuls. Dans un souci de transparence, un groupe de suivi pluraliste a été mis en place en s'appuyant sur la Cligeet*; soit près de 25 personnes d'origines diverses (scientifiques, élus, associations de protection de la nature, représentants des autorités de sûreté...) se sont réunies à huit reprises entre février 2009 et mai 2010. "Les résultats nous ont été présentés au fur et à mesure, et nous discutons des actions à mettre en œuvre, témoigne Jean-Pierre Morichaud, administrateur de la Frapna (Fédération Rhône-Alpes de protection de la nature) et membre du groupe de suivi.

Ce type d'initiative pluraliste est louable, mais elle ne doit pas noyer nos revendications, tient à préciser Jean-Pierre Morichaud. De notre point de vue, le principal sujet d'inquiétude n'est pas le marquage en uranium de la nappe, mais les risques d'incidents graves liés au vieillissement des installations. Par ailleurs, la Cligeet*, à la demande de la Frapna, a demandé aux pouvoirs publics une étude approfondie sur les facteurs de risque de cancer du pancréas. En effet, une étude réalisée récemment par la Cligeet* a montré une incidence de ce cancer chez la femme."



Des expositions
chroniques à la loupe p. 10



La recherche se struct
à l'échelle européenne

Tout être vivant est exposé à la radioactivité naturelle, et parfois artificielle. Les doses de rayonnements sont très faibles, mais absorbées régulièrement durant des dizaines d'années. Évaluer les effets de cette exposition chronique relève d'un processus très complexe. C'est pourtant essentiel pour adapter au mieux les politiques de prévention et de protection des populations exposées. D'où le lancement de nouveaux programmes de recherche, ces dernières années, notamment au sein de l'IRSN.

Où en est

la **recherche**
sur les effets sanitaires
des **faibles doses**

En couverture : Une manipulatrice à l'hôpital européen Georges-Pompidou (Paris) prépare un patient à passer une scintigraphie, technique d'exploration médicale par l'administration au préalable d'un produit radioactif. Crédit photo : Noak/Le bar Floréal/IRSN



Des travailleurs dans les mines d'uranium de Lodève (Hérault), en 1990.

Pitchai/Sipa

Mieux comprendre les faibles doses

Exposition. Lorsque les doses de rayonnements sont inférieures à 100 millisieverts, on parle de faibles doses. Mise au point sur le sujet.

Quand est-on exposé à de faibles doses ?

Il existe de nombreuses sources d'exposition à la radioactivité. Naturelle, provenant par exemple du granite qui contient d'infimes traces d'uranium, lequel, en se désintégrant, produit du radon, un gaz radioactif qui émane de la roche et se retrouve naturellement présent dans notre atmosphère. D'autres sources sont artificielles. Ainsi des travailleurs du nucléaire ou encore des professionnels de santé sont-ils exposés. Tout comme une personne se prêtant à des examens d'imagerie médicale, comme une radiographie ou un scanner.

D'où vient ce chiffre de 100 mSv (millisieverts) ?

Les études épidémiologiques menées pendant plus de soixante ans sur près de 90 000 survivants des bombardements d'Hiroshima et Nagasaki ont montré avec certitude que le risque de cancers augmente chez les personnes ayant reçu une dose de rayonnements ionisants supérieure à 100 mSv de manière significative. On a aussi évalué l'effet déterministe (brûlures...) qui s'observe lors d'une irradiation massive et de courte durée. En revanche, en deçà de 100 mSv, les études n'ont pas établi de façon indiscutable l'existence d'une relation entre dose de rayonnements et risque de cancers ou maladies non cancéreuses notamment en raison des incertitudes qu'accompagnent ce type d'étude. C'est pourquoi cette valeur de 100 mSv a été choisi pour définir schématiquement le domaine des "faibles doses".

Les faibles doses présentent-elles des risques ?

L'absence d'effets décelables lors d'études épidémiologiques menées jusqu'à présent ne permet pas

ÉCLAIRAGE

■ On distingue divers modes d'exposition à des faibles doses de radioactivité :

- irradiation externe chronique. Par exemple : les rayons cosmiques frappant la Terre ;
- irradiation externe ponctuelle. Par exemple : un examen radiologique ;
- contamination interne chronique. Par exemple : l'inhalation de radon contenu dans l'air ;
- contamination interne ponctuelle. Par exemple : l'ingestion d'eau contaminée.

... d'exclure l'existence de risques pour les êtres vivants. De plus amples recherches sont indispensables. Pour identifier ces risques biologiques et/ou pathologiques⁽¹⁾, il faut mener des recherches complexes et nécessairement longues associant travaux épidémiologiques, cliniques et expérimentaux. Seules la diversité et la complémentarité des approches permettront d'en savoir plus.

À quelles difficultés sont confrontés les chercheurs qui travaillent sur les faibles doses ?

L'exposition à la radioactivité naturelle vient s'ajouter aux éventuelles expositions professionnelles, médicales ou accidentelles. Il est donc difficile d'identifier l'impact respectif des unes et des autres. Par ailleurs, de nombreuses pathologies, et notamment des cancers, surviennent tout au long de la vie pour des raisons génétiques ou

(1) On distingue les effets biologiques, qui sont des modifications passagères ou permanentes du fonctionnement de l'organisme sans que cela soit néfaste pour lui, des effets pathologiques qui peuvent être plus ou moins graves.

1 sievert = 1 000 millisieverts

Le **sievert (Sv)**, en hommage au suédois Rolf Sievert et à ses recherches sur les effets biologiques des radiations, est l'unité qui sert à quantifier le risque lié à une exposition à des rayonnements ionisants. Alors que le becquerel (Bq) mesure l'activité de la matière nucléaire et que le gray (Gy) mesure la dose physiquement absorbée par la matière, le **sievert** permet, quant à lui, d'évaluer l'impact du rayonnement sur la matière vivante. Ainsi peut-on comparer l'effet d'une même dose délivrée par des rayonnements de nature différente à des organismes, des organes ou des tissus qui n'ont pas la même sensibilité aux radiations.

environnementales sans rapport avec une irradiation.

Pourquoi y a-t-il de plus en plus de recherches dans ce domaine ?

L'extrapolation des effets des fortes doses à ceux des faibles doses ne reflète absolument pas la réalité. Étudier les effets liés à de faibles expositions chroniques est donc primordial. C'est pourquoi la Commission européenne finance désormais ces recherches et de plus en plus d'équipes lancent des programmes.

Quelles vont être les conséquences d'une meilleure connaissance des effets de ces faibles doses ?

Actuellement, la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) recommande que la population générale ne soit pas exposée à plus de 1 mSv par an ajouté à l'exposition naturelle. Pour les travailleurs, le seuil maximal recommandé est de 20 mSv par an. Ces seuils ont été fixés pour gérer les risques de manière optimale à un coût acceptable. Tester la pertinence du système de radioprotection actuel par des travaux scientifiques axés sur des résultats constatés permettra de juger du besoin éventuel d'ajuster les normes. Il est en effet essentiel que les mesures de protection reposent avant tout sur des connaissances scientifiques acquises dans le cadre d'études expérimentales, cliniques ou épidémiologiques. ■

Des exposit

Recherche. Pour cerner les effets à les experts de l'IRSN investiguent

Conduire des travaux scientifiques sur les effets d'une exposition chronique à de faibles doses n'est pas aisé. Les effets sont peu visibles et l'impact sanitaire éventuel ne peut être observé que sur le long terme. Par ailleurs, les études sont lourdes à mettre en place, soit parce qu'elles demandent de suivre de vastes cohortes⁽¹⁾ sur plusieurs dizaines d'années, soit parce que la recherche expérimentale est coûteuse et délicate à réaliser. Pour autant, ces travaux sont indispensables pour connaître et prévenir les risques sur l'homme.

ÉTUDIER DES POPULATIONS EXPOSÉES

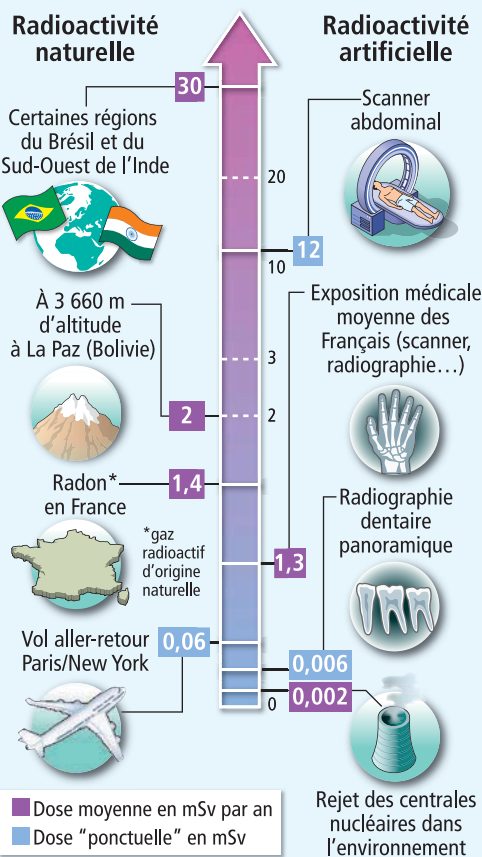
30 000 enfants soumis à des examens irradiants font l'objet d'une étude.



Hubert Raguet/LookatSciences

Personne n'imagine aujourd'hui se passer de l'imagerie médicale. À chaque radiographie ou scanner, le corps est soumis à un rayonnement ionisant. Cette exposition présente-t-elle un risque ? Pour le savoir, une étude portant sur 30 000 enfants de moins de 5 ans lors de leur premier examen irradiant a été lancée en janvier 2009 en collaboration avec 18 hôpitaux français. "En connaissant les examens subis par chaque enfant, on calcule les doses reçues. Puis, avec le registre national des cancers et des leucémies pédiatriques, on pourra identifier les enfants développant des cancers", explique Marie-Odile Bernier, chercheuse à l'IRSN, en charge de l'étude. "Il est très important de travailler sur le suivi des enfants exposés car ils sont plus sensibles que les adultes aux rayonnements. Mais, les résultats ne seront pas disponibles avant plu-

Quelques exemples de sources d'exposition sur l'homme



ions chroniques à la loupe

long terme des irradiations et des contaminations chroniques à des faibles doses, les domaines de l'épidémiologie, mais aussi de la recherche expérimentale et clinique.

sieurs années !", ajoute le Dr Hervé Brisse, radiopédiatre dans le service de radiodiagnostic de l'Institut Curie à Paris et secrétaire scientifique de la Société d'imagerie pédiatrique et prénatale qui participe à cette étude.

Les enfants sont aussi l'objet d'une étude sur l'exposition environnementale : "La question des leucémies chez les enfants vivant à proximité des centrales nucléaires remonte aux années 1980", précise Dominique Laurier, chef

du laboratoire d'épidémiologie de l'Institut. En 2008, l'IRSN a analysé près de 200 études scientifiques sur ce sujet. Conclusion : pas d'augmentation du risque de leucémies chez les 0-14 ans vivant à proximité d'une centrale. "Sauf qu'aucune de ces études ne fournit d'information sur les expositions de ces enfants ni sur leur histoire médicale" souligne-t-il. En collaboration avec l'Institut national de la santé et de la recherche médicale (Inserm), l'équipe de Dominique Laurier va s'intéresser à des enfants vivant à proximité de sites nucléaires. "Nous allons évaluer leur exposition à la radioactivité naturelle et croiser cela avec les registres nationaux de leucémies infantiles." Pour Pierre Barbey, biologiste et membre de l'Association pour le contrôle de la radioactivité de l'Ouest (ACRO), "cette étude permettra d'apporter des réponses mais aussi de montrer qu'il subsiste encore beaucoup d'incertitudes".

Le lien entre cancer du poumon et radon est très étudié en matière d'exposition environnementale. Ce gaz radioactif naturellement présent dans l'atmosphère peut se trouver en quantité importante dans certaines habitations. Pour quantifier ce risque, l'IRSN a étudié "600 personnes atteintes de cancer du poumon et 1200 'témoins' [personnes du même âge, non atteintes de cette

maladie, Ndlr] qui vivent tous en Bretagne et en région Centre, où l'exposition au radon est plus importante que dans le reste de la France", explique Margot Tirmarche, directrice d'évaluation et d'animation scientifique à l'IRSN et membre de comités scientifiques internationaux tels la Commission internationale de protection radiologique (CIPR). Conclusion : il existe bien un lien entre le radon dans les maisons et le cancer du poumon. "Désormais, il nous faut convaincre le grand public qu'une

bonne ventilation et parfois des interventions de professionnels de l'habitat sont nécessaires", précise-t-elle.

Les travailleurs ne sont pas en reste. "Lors d'opérations de maintenance dans les centrales nucléaires, il peut y avoir exposition à de faibles doses", explique Camille Metz, chercheuse sur les effets des irradiations externes à l'Institut. Elle est mesurée grâce au dosimètre individuel porté par les travailleurs." Les chercheurs disposent des relevés annuels des salariés du CEA depuis 1946, de ceux d'EDF depuis 1961 et ceux d'Areva depuis 1976, soit plus de 70 000 personnes ! Ces données sont croisées avec celles issues des certificats de

décès émis en France depuis 1968. "On constate que la dose moyenne cumulée d'exposition durant toute la carrière professionnelle de ces personnes est de 20 mSv, ce qui est très faible. Au CEA et chez Areva, 50 % des travailleurs ont une dose indétectable. Pour déceler les risques liés à des doses aussi faibles, nous devons croiser cela avec d'autres cohortes⁽¹⁾. Ainsi, sur une quinzaine de pays, soit 400 000 travailleurs, on a pu montrer une association entre exposition professionnelle et risque de décès par cancers. En poursuivant ces études, nous saurons si les recommandations actuelles doivent ou non évoluer", résume Camille Metz. Plus la durée du suivi sera longue et plus les résultats de ces études seront pertinents. ●●●



Plus de 300 000 travailleurs en France sont susceptibles d'être exposés.



Pierre Barbey, membre de la société civile, s'intéresse aux effets de la radioactivité naturelle sur les enfants.

Un laboratoire dédié aux effets sanitaires des expositions faibles aux radiations



Dominique Laurier dirige l'équipe du Lepid, à Fontenay-aux-Roses.

Une quinzaine de personnes mènent des études sur les effets sanitaires chez l'homme d'une exposition chronique aux faibles doses à l'IRSN. Ils suivent des populations très diverses afin d'étudier tous types d'exposition : environnementale, professionnelle ou médicale. Ces spécialistes travaillent au sein du Lepid, le laboratoire d'épidémiologie. Créé au début des années 1990, il est situé à Fontenay-aux-Roses. Actuellement, le Lepid s'intéresse à la relation entre la dose reçue et le risque d'apparition d'effets, à la variation d'un individu à l'autre du risque et aux pathologies non cancéreuses.

(1) Cohorte : ensemble d'individus suivis chronologiquement, à partir d'un temps initial donné, dans le cadre d'une étude épidémiologique. Une cohorte forme un groupe homogène choisi pour l'étude d'une pathologie. (Larousse médical).

Une contamination quotidienne de rats de laboratoire par de faibles doses d'uranium appauvri, n'altère pas l'état de santé général de l'animal.



Olivier Seignette/Mikaël Lafontan/IRSN

Thomas Gogny

DÉTERMINER LES EFFETS SUR UN ORGANISME VIVANT

Pour comprendre les mécanismes liés à une contamination chronique, les chercheurs du programme Envirhom (lire encadré) étudient notamment des rongeurs, dont l'eau de boisson contient de l'uranium. "Neuf mois de contamination quotidienne chez un rat équivalent à vingt ans chez un homme par rapport à sa durée de vie, précise Isabelle Dublineau, chef du laboratoire de radiotoxicologie expérimentale à l'IRSN. Grâce aux études expérimentales, nous maîtrisons tous les paramètres de vie et de contamination de l'animal. Cela nous permet d'être très précis par rapport à la quantité ingérée, et de ne pas interférer avec les effets d'autres polluants. Nous nous intéressons à la localisation de l'uranium dans l'organisme et aux réponses physiologiques. Quelles modifications sont observées, par exemple, au niveau du système cardio-vasculaire, du tube digestif, de l'immunité ou des fonctions du cerveau ? Comment les effets observés varient en fonction des doses, de la durée d'exposition ou du type d'uranium – appauvri, naturel ou enrichi ?" Alors que l'os et le rein sont les principaux organes cibles lors d'une exposition aiguë, les résultats d'Envirhom ont montré que le système nerveux

central, le foie et les organes reproducteurs (femelles) peuvent être également affectés. "Nous constatons une modification des métabolismes majeurs⁽²⁾, ainsi que des fonctions cognitives [c'est-à-dire le système nerveux central, Ndlr] et reproductives⁽³⁾, explique Isabelle Dublineau. Une contamination chronique à faible niveau par de l'uranium peut donc avoir des effets non cancéreux sur divers organes. Cette contamination, aux quantités ingérées, induit des effets biologiques de type adaptatif⁽⁴⁾, qui ne conduisent pas à des pathologies."

"Pour la première fois, nous avons montré qu'une contamination chronique par de l'uranium enrichi perturbe le cycle veille-sommeil des rats. Elle augmente leur niveau d'anxiété et de troubles de la mémoire. Avec une contamination équivalente par de l'uranium appauvri, l'état général n'est pas altéré, explique Philippe Lestavel, spécialiste du système nerveux central à l'IRSN. Nous avons aussi constaté des modifications du système cardiovasculaire lors d'une contamination par le césium 137, mais cela ne signifie pas forcément qu'il y ait pathologie."



Isabelle Dublineau est chargée de coordonner le programme Envirhom.

Olivier Seignette/Mikaël Lafontan/IRSN

Un programme étudie les mécanismes d'action de l'uranium

Le programme d'études expérimentales Envirhom a été lancé en 2001 par l'IRSN pour permettre une meilleure évaluation des risques liés à l'exposition chronique de radionucléides à la fois sur l'environnement et sur la santé de l'homme. Entre 20 et 25 personnes par an travaillent sur l'axe santé. "Il s'agit de mimer, chez des animaux, ce qui peut se passer dans une population soumise à une contamination chronique, explique Isabelle Dublineau, chef du programme Envirhom. Nous menons des études descriptives afin d'acquérir de nouvelles connaissances et des études plus ciblées sur les mécanismes d'action de l'uranium."

Recherche d'arythmie cardiaque chez un enfant vivant en Biélorussie.



Noak/Le bar Floréal/IRSN

SUIVRE LES POPULATIONS DES TERRITOIRES CONTAMINÉS

L'accident nucléaire de Tchernobyl, survenu le 26 avril 1986, demeure à ce jour la plus grande catastrophe de l'industrie nucléaire civile. L'exposition des populations a eu des conséquences sanitaires comme une augmentation de l'incidence des cancers de la thyroïde chez les enfants âgés de moins de 15 ans au moment de l'accident et vivant sur les territoires contaminés de Russie, Biélorussie et Ukraine. Certaines études menées en Biélorussie suggèrent que les enfants vivant sur les territoires contaminés, et plus particulièrement par du césium 137, présenteraient des pathologies inhabituelles, non cancéreuses telles que cataractes, anémies ou encore troubles du rythme cardiaque.

En avril 2005, l'IRSN a décidé de lancer un programme de recherche appelé Épice (Évaluation des pathologies induites par une contamination par le césium). Il suit les enfants vivant sur les territoires russes contaminés afin d'évaluer leur contamination par du césium 137. De plus, il est destiné à

recenser les pathologies non cancéreuses, en particulier arythmies cardiaques et cataractes. Il sera ainsi possible de confirmer ou infirmer l'existence d'un lien de cause à effet. Plusieurs phases préparatoires ont déjà eu lieu, permettant de valider la faisabilité d'une vaste étude épidémiologique. L'étude portant sur les arythmies cardiaques a été lancée en mai 2009. Elle concerne 18 000 enfants, dont la moitié vit sur des terrains non contaminés. Les premiers résultats sont attendus pour 2013. ■

(2) Les métabolismes du cholestérol, des xénobiotiques (substances étrangères à l'organisme telles que les médicaments), des hormones stéroïdiennes, du fer, de la vitamine D. Par exemple, l'uranium perturbe le métabolisme de la vitamine D ce qui peut conduire à un risque d'augmentation de la fragilité osseuse.

(3) Des études ont observé une baisse de qualité des cellules reproductrices femelles (ovocytes) sans modification de l'intensité de l'ovulation.

(4) Le terme d'effets biologiques de type adaptatif est utilisé lorsque des perturbations sont constatées sans entraîner de pathologie ou de menace pour la santé; l'organisme s'adapte à l'entrée de ce radionucléide.

La recherche se structure à l'échelle européenne



High Level Expert Group
on European Low Dose Risk Research

HLEG High level expert group on european low dose risk research

- Groupe d'experts créé en 2008.
- **Membres** : 6 personnes issues d'instances ou autorités nationales impliquées dans ce domaine en Allemagne, Finlande, France, Italie et Royaume-Uni, une personne de la Commission européenne et huit experts scientifiques.
- **Rôle** : identifier les questions scientifiques clés non résolues ainsi que les pistes de recherche les plus prometteuses à explorer. Élaborer un agenda stratégique sur trente ans pour la recherche sur les faibles doses. Développer une structure opérationnelle durable.



MELODI

MELODI Multidisciplinary european low dose initiative

- Structure de gouvernance créée en 2009.
- **Membres** : 10 organismes nationaux dont CEA (Commissariat à l'énergie atomique) et IRSN en France, BfS en Allemagne, ISS en Italie et STUK en Finlande.
- **Rôle** : assurer le financement à long terme de la recherche et harmoniser les méthodologies, interface entre toutes les parties prenantes.



DoReMi
Integrating Low Dose Research

DOREMI Low dose research towards multidisciplinary integration

- Réseau d'excellence 2009-2015, outil opérationnel de Melodi.
- **Membres** : 12 organismes de recherche et universités européens.
- **Rôle** : contribuer à pérenniser l'intégration des recherches en Europe.



DR

Wolfgang Weiss, président de Melodi

"La complexité et la nature multidisciplinaire des recherches menées sur les faibles doses sont telles qu'elles ne peuvent être abordées qu'à l'échelle européenne, d'où l'existence de Melodi. Pour adapter au mieux les mesures de protection des populations et des travailleurs, nous devons assurer une intégration durable et solide des programmes de recherche nationaux et européens. Nous voulons aussi promouvoir la plus large communication quant aux résultats et aux connaissances qui découleront de ces recherches."

DR

3 questions à... Jean-René Jourdain

Pharmacien radiobiologiste, délégué aux partenariats internationaux et aux activités transverses à la direction de la radioprotection de l'homme de l'IRSN.

Repères : Pourquoi l'IRSN travaille-t-il sur les faibles doses ?

La réflexion a été lancée en 2000 à la suite des interrogations croissantes de la population. Nous sommes très attentifs aux questions posées par la société, or nous ne disposons alors pas de résultats expérimentaux nous permettant d'argumenter nos réponses. D'où le lancement du programme Envirohom en 2001.

Ces recherches vont-elles permettre de mieux protéger certaines populations à risques comme les travailleurs du nucléaire ?

Dans un premier temps, cela va surtout servir à s'assurer que nous évaluons bien toute la variété de risques, et pas uniquement les cancers comme c'est le cas aujourd'hui. Ensuite cela permettra d'adapter les mesures de surveillance et de dépistage dans les populations à risque.

Parviendra-t-on à définir un seuil en deçà duquel il n'y aurait aucun effet ?

C'est tout l'enjeu de ces études, mais je doute que l'on y parvienne de façon globale. Aujourd'hui le postulat est de dire que dès qu'on dépasse zéro, il y a un risque, c'est la loi du linéaire sans seuil. L'objectif de ces études est de revisiter cette doctrine et, peut-être, à terme, de définir des seuils de risques qui pourraient très certainement varier selon les pathologies et les populations.



Noak/Le bar Floreal/IRSN



Pour en savoir plus : www.irsn.fr, rubrique La recherche



Les enseignantes et l'experte IRSN se sont concertées pour élaborer les exercices pratiques.

Quand les l découvrent

Environ 200 lycéens ont participé en 2009-2010 aux ateliers de la Deux enseignantes d'un lycée francilien et une experte de l'Institut

À RETENIR

- **Les points forts des ateliers de la radioprotection :** apprentissage pratique; rencontres avec des experts; échanges avec d'autres lycées de différents pays.
- **Les défis :** beaucoup travail pour les enseignants et les élèves.

Repères : Comment la radioprotection et la radioactivité sont-elles abordées aujourd'hui dans le programme scolaire ?

Dominique Aupépin : Le sujet de la radioactivité est à peine effleuré au lycée... Dans la matière que j'enseigne [*sciences de la vie et de la terre, SVT, Ndlr*], on parle de la radioactivité aux terminales scientifiques quand on leur explique comment dater les roches, et c'est tout !

Béatrice Casanova : En cours de physique, nous organisons un seul TP [*travaux pratiques, Ndlr*] sur la radioactivité, qui propose aux élèves de mesurer le radon dans l'environnement.

Roselyne Améon : L'IRSN avait été contacté à l'époque de l'élaboration de ce TP. Nous avons essayé d'imaginer un moyen simple qui permettrait de faire comprendre aux élèves ce qu'est la radioactivité.

B. C. : Et ce TP fonctionne bien. En revanche, il nécessite d'investir dans du matériel – l'appareil de mesure coûte plus de 2 000 € – et je doute que tous les lycées le possèdent... En outre, la radioactivité n'est pas abordée sous l'angle de la radioprotection !

R. A. : C'est vraiment dommage, car chacun doit apprendre à se protéger contre les rayonnements ionisants.

Dans ce contexte, que pensez-vous des ateliers de la radioprotection auxquels vous avez participé cette année ?

D. A. : Les ateliers ont énormément plu. Les lycéens ont beaucoup appris sur la

radioprotection en tant que telle, mais ont aussi affûté leur esprit critique, ils ont notamment pu toucher du doigt la notion d'incertitude des mesures... Que du positif, si ce n'est que seuls 14 élèves de notre lycée en ont profité.

R. A. : Les ateliers reposent sur le volontariat des élèves, ce qui restreint les effectifs, mais est aussi une garantie de leur motivation. Les ateliers s'ajoutent à leur emploi du temps, on ne peut donc pas les contraindre !

D. A. : C'est sûr, mais je trouve cela dommage de ne pas toucher tous les élèves. J'ai noté, avec la même pointe de regret, que les lycées impliqués dans ces ateliers ne représentaient pas toutes les catégories d'élèves.

R. A. : On touche là une des limites de cette démarche : la difficulté de l'élargir au plus grand nombre.

Comment peut-on sensibiliser le plus grand nombre à la radioprotection ?

B. C. : La réforme des lycées prévoit l'instauration d'enseignements d'exploration en seconde, soit une heure trente par semaine pour découvrir des domaines d'activité qui mêlent plusieurs disciplines enseignées au lycée. Ce pourrait être une porte d'entrée intéressante pour parler de radioprotection aux élèves.

R. A. : Nous réfléchissons à d'autres supports. Un livret sur le radon, d'approche très pédagogique, est par exemple en cours d'élaboration. Nous retravaillons le site Internet de l'Institut, pour en faire un lieu de réponses aux questions que se posent les élèves et les enseignants. Nous sommes aussi disponibles pour répondre aux demandes d'information sur la radioprotection.

D. A. : Le lycée a plusieurs fois sollicité l'IRSN, et nous avons toujours trouvé une oreille attentive à nos questions. Mais encore faut-il savoir que l'établissement

► Roselyne Améon

Physicienne de formation, elle est l'une des expertes radon de l'IRSN depuis dix ans. En plus de ses travaux d'ingénierie et de recherche, elle enseigne ce sujet en formation continue et en formation initiale dans les universités de Paris-XII et de Grenoble.

Les lycéens et la radioactivité

Les ateliers de radioprotection co-organisés par l'IRSN et deux autres partenaires. Ils débattent sur l'importance de cette démarche dans l'enseignement.



Noak / Le bar Floréal / IRSN

En travaux pratiques, les élèves mesurent le radon dans l'environnement.

existe ! J'avoue pour ma part que je ne le connaissais pas avant la mise en place des ateliers, et que j'ignorais presque tout de la radioprotection.

R. A. : Nous devons être plus visibles, c'est un point sur lequel nous travaillons.

Les lycéens, une fois sensibilisés, se sentent-ils concernés par ces sujets ?

D. A. : À l'issue des ateliers, on ne peut pas dire que les lycéens se soient montrés

beaucoup plus préoccupés qu'avant. Notre situation en Île-de-France, située loin des centrales nucléaires et où l'exposition au radon n'est pas très élevée, les a vite rassurés.

B. C. : Mais ils se sont rendu compte que c'était différent dans d'autres régions. Les échanges avec les lycéens biélorusses et ukrainiens leur ont aussi ouvert les yeux sur l'impact que peut avoir la radioactivité au quotidien.

R. A. : Les risques liés aux rayonnements nous concernent tous, qu'on passe une radio, ou qu'on prenne l'avion...

D. A. : Cette approche liée à la vie quotidienne aurait peut-être été plus percutante pour les interpeller davantage.

R. A. : L'idée pourrait aussi être de sensibiliser les enfants plus jeunes. On sait qu'ils sont un formidable vecteur d'information. Cela permettrait sans doute de réduire l'exposition de la population par des gestes simples, et de dédramatiser le sujet, qui n'est aujourd'hui abordé que lors des incidents. ■

Une dimension internationale

Quatorze lycées de France, mais aussi d'Italie, de Belgique, d'Allemagne, de Biélorussie et d'Ukraine participaient à cette troisième édition des ateliers de la radioprotection, avec comme point d'orgue trois jours de rencontres sur Paris. Les élèves ont apprécié cette dimension internationale, qui leur a permis d'appréhender le sujet dans toute sa complexité.

« Grâce aux échanges, les élèves français se sont rendu compte à quel point la radioactivité faisait partie du quotidien de leurs homologues de l'Est touchés par l'accident de Tchernobyl », souligne Roselyne Améon, experte de l'IRSN.



Pour en savoir plus :
www.lesateliersdelaradioprotection.com



Noak / Le bar Floréal / IRSN

► Dominique Aupépin (à droite)

Elle enseigne les sciences de la vie et de la terre (SVT) au lycée Louis-de-Broglie, à Marly-le-Roi (Yvelines), depuis trente ans.

► Béatrice Casanova (à gauche)

Enseignante en physique-chimie au lycée Louis-de-Broglie, à Marly-le-Roi (Yvelines), elle a depuis toujours été sensibilisée à la radioactivité par son père chercheur.

Urgences radiologiques

Les experts français exportent leur savoir

À la demande de l'AIEA, l'IRSN intervient dans plusieurs pays, pour la formation de personnel médical apte à réagir en cas d'urgence radiologique.

En 2010, l'Autriche, l'Équateur, la Tunisie et la Serbie ont bénéficié des compétences des experts de l'IRSN qui y ont formé du personnel médical à la gestion des accidents d'irradiation ou de contamination. Ces formations, coordonnées par l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), font appel aux professionnels internationaux reconnus dans le domaine.

Un enseignement très spécialisé

Pendant les cinq jours de leur formation, une quarantaine de personnels médicaux et de médecins urgentistes

ou spécialisés en hématologie, chirurgie plastique, dermatologie ou encore gastroentérologie ont pu apprendre à répondre à différents cas d'urgence. Par exemple : quelles sont les notions médicales, dosimétriques, physiques, biologiques à connaître, quelle est la procédure à suivre pour prendre en charge les victimes irradiées ou contaminées, comment réagir face aux actes de malveillance à risque radiologique... ? L'enseignement des experts de radioprotection de l'IRSN s'appuie plus particulièrement sur leurs expériences de la radiopathologie et du traitement des personnes irradiées accidentellement. L'approche



Élena Buglova
du département
de la sécurité
et de la sûreté
nucléaire de l'AIEA.

Ce que pense l'AIEA des actions de l'IRSN

" À la suite de l'établissement d'une convention entre les deux organismes, l'IRSN peut prodiguer une assistance internationale effective et rapide. Ces collaborations sont essentielles pour faciliter l'efficacité des secours en cas d'urgence nucléaire ou radiologique. Une confiance réciproque entre ces deux structures a pu s'établir dans le cadre des procédures d'urgence. Cet appui international permet à l'IRSN d'améliorer et de consolider ses compétences et son expertise lors d'interventions d'urgence délicates. Durant les cinq dernières années, cinq actions ont réuni les deux partenaires sur cette problématique. L'expertise solide et efficace de l'IRSN, dans le cadre des interventions d'assistance internationale, est un modèle que de nombreux pays membres devraient suivre. "

pédagogique associe des conférences classiques, des jeux de rôles reproduisant par exemple des actes de malveillance, et des retours d'expérience pour les pays ayant été confrontés à des accidents d'irradiation (la Tunisie et l'Équateur, par exemple).

Une expertise délicate à mener

Lorsqu'un pays déclare une urgence radiologique, l'un des rôles de l'AIEA est de le mettre en relation avec les structures les plus performantes pour l'accueil et la prise en charge des victimes. Ainsi, depuis plus de quinze ans, une relation entre l'IRSN et l'AIEA s'est construite pour la gestion médicale des accidents d'irradiation. Il s'agit d'une expertise délicate que peu d'organismes peuvent mener. Dans ce domaine, l'Institut, avec le Pr Patrick Gourmelon, est le leader au niveau mondial. Ce haut niveau de compétence a pu être atteint grâce à une collaboration entre l'Institut et l'hôpital d'instruction des armées Percy de Clamart (Hauts-de-Seine). Cette association et les récents succès thérapeutiques expliquent l'efficacité des actions et cette reconnaissance internationale. ■



Médecins et infirmières s'entraînent lors d'un exercice européen de protection civile, radiologique et toxique. Cette connaissance servira à la formation des personnels de pays intéressés par la gestion des accidents d'irradiation.

Gilles Rolle/REA

Implication

“La radioprotection doit s'intégrer à la société, et non l'inverse”

La société civile veut être associée aux prises de décision. Il en est de même dans le domaine de la radioprotection. Rencontre avec Ted Lazo, adjoint au chef de division pour la radioprotection de l'Agence de l'énergie nucléaire (AEN).

Repères : Longtemps, la radioprotection est restée le domaine des experts. Depuis plusieurs années, l'Agence de l'énergie nucléaire (AEN) s'intéresse à l'ouverture à la société et prône l'implication des parties prenantes dans les prises de décision. Pourquoi ?

Ted Lazo : Le constat de départ est simple, et non spécifique à la radioprotection : les gens acceptent et appliquent plus facilement les décisions quand ils ont participé à leur élaboration. Ce fut le cas à Tchernobyl : une dizaine d'années après l'accident, une équipe française d'experts en radioprotection a aidé la population à trouver des solutions adaptées à ses préoccupations. Cette nouvelle forme de gouvernance est essentielle aussi pour d'autres situations que la gestion des conséquences d'un accident nucléaire grave : installation d'un nouveau site nucléaire, gestion des déchets, dépollution d'un site contaminé... Le message de l'AEN est clair : la radioprotection doit s'intégrer à la société, et non l'inverse. La preuve : lors de la fermeture définitive de Rocky Flats, un laboratoire de production d'armes nucléaires aux États-Unis. En toute connaissance de cause, la population a accepté de transformer le site en refuge pour la vie sauvage ouvert au public.



Ted Lazo, adjoint au chef de division pour la radioprotection de l'AEN.

Repères : Comment faire pour prendre en compte des points de vue souvent très différents, parfois novices, dans un domaine fondé avant tout sur des connaissances scientifiques ?

Ted Lazo : En radioprotection, les décisions sont certes fondées sur des données scientifiques, mais pas seulement ! Derrière chaque décision, il y a le jugement, forcément subjectif, d'une per-

sonne ou d'un groupe. Le niveau de risque d'une exposition est un concept scientifique ; l'acceptabilité d'un tel risque est un concept sociétal. La science permet de connaître les risques associés à une exposition mais le choix de la protection de tout le monde ou pas avec les coûts que cela implique relève d'un choix sociétal. Les risques d'exposition sont discutés en fonction des connaissances scientifiques actuelles, mais aussi de ce qu'attend la société civile.

Repères : Pouvez-vous nous parler de cas concrets d'implication des parties prenantes dans le domaine de la radioprotection ?

Ted Lazo : Cette démarche est assez nouvelle. Nous avons beaucoup de choses à apprendre notamment pour l'environnement et la gestion des déchets non-radioactifs où l'implication des parties prenantes existe

Des ateliers de réflexion et de dialogue

Depuis 2008, l'Agence de l'énergie nucléaire (AEN) organise des ateliers internationaux intitulés “ Science et valeurs ” (Science and values) pour comprendre que les décisions en radioprotection sont fondées sur les connaissances scientifiques et les considérations sociétales.

- Le premier atelier, à Helsinki (Finlande) en janvier 2008, sur l'évolution de la réglementation suite aux questions scientifiques.
- Le deuxième atelier, à Vaux-de-Cernay (France) en novembre 2009, sur les stratégies de protection pour les personnes les plus exposées.
- Le troisième atelier, prévu à Tokyo (Japon) en 2011, développera la thématique du premier atelier afin de mieux faire comprendre les enjeux dans les décisions de radioprotection.

OUTIL

■ Agence pour l'énergie nucléaire (AEN)

- agence spécialisée intergouvernementale de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) ;
- 28 pays membres dont la France, situés en Europe, en Amérique du Nord et en Asie ;
- sa mission : aider ses pays membres à maintenir et approfondir les bases scientifiques, technologiques et juridiques indispensables à une utilisation du nucléaire à des fins pacifiques ; fournir des évaluations qui serviront à définir leur politique nucléaire.

depuis plus longtemps. Un exemple concret, pour l'élaboration des recommandations de la CIPR de 2007 : l'AEN et les principaux intervenants de 17 pays ont dialogué et échangé pendant 7 ans avec la Commission internationale de radioprotection (CIPR). Cela a permis de mettre à jour la législation et de faire évoluer la réglementation dans de nombreux pays. ■

Nouvelle instance

Une commission pour veiller à la déontologie

Élaborer des chartes de déontologie, veiller à les faire appliquer dans toutes les activités de l'Institut. Telle est la tâche de cette nouvelle commission.

Comment éviter les conflits d'intérêt quand l'Institut établit une expertise pour un client dans le cadre d'un dossier qu'il devra traiter pour le compte des pouvoirs publics ? C'est pour répondre à ce type d'interrogation que la commission de déontologie de l'IRSN a été créée à la fin 2009. Sa première réunion de travail s'est tenue à la fin mars 2010. Composée de quatre personnalités extérieures à l'Institut (*lire encadré*) nommées pour quatre ans, elle est placée sous l'autorité du conseil d'administration. Celui-ci ou le directeur général peut la saisir pour toute question de déontologie sur laquelle il souhaite obtenir un éclairage.

Plus généralement la commission sera chargée de donner son avis au conseil d'administration sur des choix d'organisation et de méthodes pour anticiper d'éventuels problèmes de déontologie... ou, mieux, les résoudre.

Création et suivi de chartes

Se réunissant au moins une fois par an, la commission contribue aussi à l'élaboration et au suivi des chartes de déontologie applicables aux différentes activités de l'établissement. Cette tâche était à l'ordre du jour de sa dernière réunion en septembre, tout comme la mise en place des règles de fonctionnement de la commission. ■

Les membres de la commission

Jean-Pierre Dupuy, président de la commission, ingénieur général du Corps des Mines, philosophe, professeur à l'École polytechnique et à l'université Stanford (Californie), auteur de *Pour un catastrophisme éclairé* (Seuil, 2002) et de *Retour de Tchernobyl, journal d'un homme en colère* (Seuil, 2006), membre de l'Académie des technologies.



Inserm

Jean-Claude Ameisen, biologiste, immunologiste, professeur de médecine à l'université Paris-Diderot et à l'hôpital Bichat, membre du Comité consultatif national d'éthique, président du comité d'éthique de l'Inserm.



Conseil d'État

Anne Berriat, magistrate au Conseil d'État, a participé au pilotage de la stratégie nationale de développement durable (2003) et à la rédaction d'un rapport sur la structuration des polices de l'environnement.



Dr

Éric Vindimian, ingénieur général du génie rural, des eaux et des forêts, directeur régional au Cemagref (institut de recherche en sciences et technologies pour l'environnement), spécialiste des impacts toxiques sur l'environnement et la santé, et de l'expertise dans les politiques publiques environnementales.



Pierre Chiquelin

Trois questions à Jean-Pierre Dupuy, président de la commission

“Ne pas séparer le scientifique de l'éthique”

Pourquoi avez-vous accepté de présider la commission de déontologie de l'IRSN ?

J'ai beaucoup travaillé comme philosophe sur la question des catastrophes technologiques, naturelles ou morales, en tant que membre de l'Académie des technologies, entre autres. J'ai accepté cette tâche pour des raisons professionnelles, mais j'y ai également vu une occasion inespérée de mettre à l'épreuve les réflexions que j'ai menées sur l'évaluation des conséquences de l'accident de Tchernobyl.

Où cela vous a-t-il mené ?

La question déontologique de l'évaluation se pose avec une acuité inouïe, puisque les chiffres ont, selon des évaluateurs, varié dans une proportion de 1 à 100. J'ai fait mienne la conclusion du numéro spécial que la revue *Nature* a consacré au sujet en 2006 : “*Si une étude complète et indépendante des conséquences du pire accident nucléaire que le monde a connu n'est pas réalisée, et ses résultats publiés de façon accessible à tous, les estimations les plus absurdemment divergentes continueront à être*

faites, et la méfiance du public à l'encontre de l'industrie nucléaire ne pourra que croître.”

Comment faut-il s'y prendre pour atténuer cette méfiance ?

J'ai pu montrer que l'évaluation d'un risque de ce type est indissociablement scientifique et normative. L'idée qu'il pourrait y avoir une estimation purement factuelle, doublée de considérations éthiques indépendantes, est pour moi à abandonner. Aussi, la décision de l'IRSN de se doter d'une commission de déontologie me paraît excellente. Mes collègues partagent avec moi le souci de ne pas séparer le scientifique de l'éthique et réciproquement.

L'homme et l'environnement

Quelles sont les étapes de la surveillance radiologique ?

Les pouvoirs publics ont confié à l'IRSN une mission permanente de surveillance radiologique des populations, des travailleurs exposés aux rayonnements ionisants et de l'environnement. La finalité est de connaître leur exposition, d'assurer leur suivi à long terme, d'évaluer d'éventuels risques afin d'optimiser la radioprotection. Pour cette mission, l'Institut a mis en place un même processus. Il se résume en trois étapes : recueillir des données, les archiver, puis les mettre à la disposition de nombreux bénéficiaires : des autorités, des professionnels ou du grand public.

1 L'Institut recueille les données

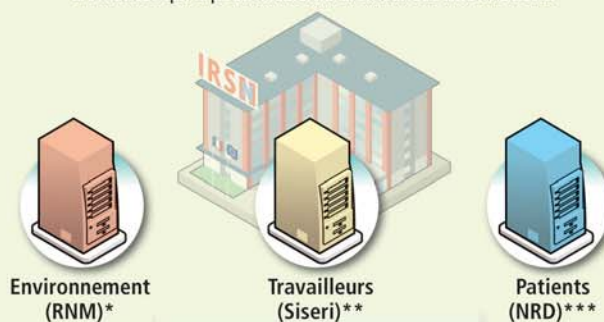
Pour l'**environnement**, comme pour l'**homme**, les informations sont collectées par des moyens propres à l'IRSN (balises de surveillance, prélèvement d'échantillons, lecture de dosimètres) et auprès d'organismes agréés.

Pour l'homme, cela concerne les **travailleurs exposés** :

- du secteur nucléaire, médical, recherche...
- le personnel navigant, et aussi les **patients exposés** lors d'examen médicaux (radiologie, scanner...).

2 Les experts centralisent, traitent et archivent les données

Des **bases de données** spécialisées sont situées à l'Institut qui a pour mission d'archiver ces informations.



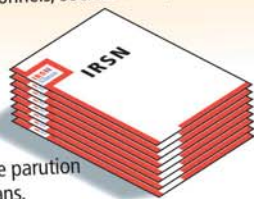
3 Des données sont mises en perspective selon les besoins

Permettre aux professionnels de santé d'accéder en temps réel à des informations sur les doses des travailleurs ou à des références nationales, donner accès au grand public à la radioactivité dans leur zone géographique, faire part aux pouvoirs publics des rapports d'analyse de ces données : **pour chaque cible, l'Institut adapte le rendu de sa mission de surveillance.**

Rapports

Les experts établissent des rapports comportant à la fois des analyses et des préconisations. Ils sont destinés à de nombreux bénéficiaires : pouvoirs publics, professionnels, société civile, communauté scientifique, organismes internationaux (AIEA, UNSCEAR...).

La fréquence de parution varie de 1 à 5 ans.



www.irsn.fr

Le site Internet de l'Institut offre un accès aux archives et à des informations en temps réel destinées soit au grand public, soit aux professionnels de santé.

Le **grand public** peut par exemple géolocaliser sa ville et connaître son taux d'exposition grâce à une cartographie.



Grâce à un accès sécurisé, les **médecins du travail** peuvent accéder à la dose des travailleurs dont ils ont la charge et les **services de radiologie** peuvent se situer par rapport aux références nationales.



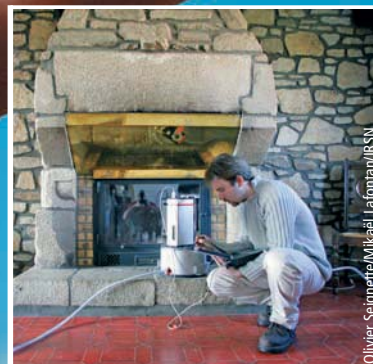
* RNM : réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement. ** Siseri : système d'information de la surveillance de l'exposition aux rayonnements ionisants. *** NRD : niveaux de référence diagnostiques (base de données en cours de mise en place)



Luttez contre le radon

Finistère, Allier, Corse du Sud... 31 départements sont particulièrement concernés par le risque lié au radon, ce gaz radioactif d'origine naturelle qui s'accumule dans les espaces clos. L'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) vous aide à le détecter et à le combattre. Spécialiste du radon depuis plus de 25 ans, il vous accompagne dans la gestion du risque et dans l'analyse de ses conséquences en vous proposant des conseils et des interventions sur devis. Il intervient, entre autres, dans le cadre des réglementations qui imposent le dépistage du radon dans certains lieux ouverts au public (écoles, hôpitaux, maisons de retraite, thermes...), lieux de travail ou encore chez les particuliers. Ils réalisent les mesures afin de dépister une éventuelle présence de radon et d'en identifier la source et les voies de pénétration et de transfert dans les bâtiments. Confiez ces mesures à l'IRSN pour améliorer la qualité de l'air que vous respirez !

© Aamon/Fotolia.com



Olivier Seignette/Mikael Lafontan/IRSN

**Renseignez-vous
dès maintenant**

Tél. : 04 90 26 11 14

E-mail : prestations@irsn.fr

IRSN

INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Enhancing Nuclear Safety*

*Faire avancer la sûreté nucléaire.