

Repères



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

IRSN

N°13

mai 2012

EN PRATIQUE

L'aptitude médicale pour des salariées enceintes exposées

FAITS ET PERSPECTIVES

Juger de la sûreté d'ITER, installation du futur

INTÉRÊT PUBLIC

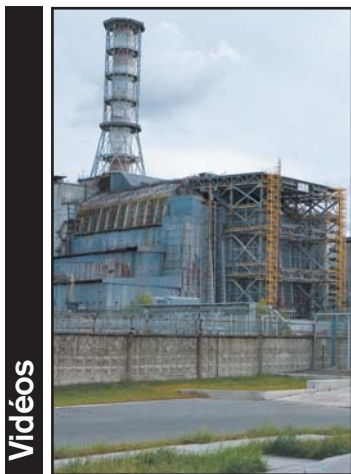
Recueil des questions du public après Fukushima

DOSSIER

**Radioécologie marine
surveiller et prédire**

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

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



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

www.irsn.fr/tchernobyl



L'opinion des Français sur les risques et la sécurité

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

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



Analyse de l'impact de l'accident de Fukushima en France

“Malgré la présence de radionucléides imputables à l'accident de Fukushima, les concentrations n'ont à aucun moment présenté de risque environnemental ou sanitaire en France.” Ce constat est tiré du bilan de la surveillance renforcée de l'air, de l'eau de pluie et des produits terrestres mise en place en métropole et outre-mer par l'IRSN à la suite de la catastrophe. Tous les détails sont consultables dans le rapport d'Analyse de l'impact de l'accident de Fukushima en France.

www.irsn.fr, rubrique Avis et Rapports > Rapports d'expertise > Surveillance de l'Environnement



Congrès de médecine et santé au travail en juin prochain

L'IRSN sera présent au 32^e Congrès national de médecine et santé au travail, qui se tiendra à Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme) du 5 au 8 juin. Sur le stand de l'Institut, différents services seront présentés : dosimétrie, formations, assistance et intervention en radioprotection, etc. Des experts répondront aux questions et conseilleront les prescripteurs. Le laboratoire mobile d'anthroporadiométrie (LMA) utilisé pour mesurer la contamination interne des personnes sera présenté devant l'entrée du congrès.

Stand IRSN n° B1. www.medecine-sante-travail.com



En couverture : Céline Duffa, ingénieure en radioécologie (premier plan) et Christiane Dufresne, thésarde.
Crédit photo : Laurent Zylberman/IRSN

INTÉRÊT PUBLIC

09 Recueil des questions du public après Fukushima

EN PRATIQUE

17 L'aptitude médicale pour les femmes enceintes exposées

EN DÉBAT

20 Les études épidémiologiques environnementales face aux interrogations sociétales

STRATÉGIE

22 Participation à des projets européens de R&D

23 Évaluations complémentaires de sûreté : des exigences nationales à celles de l'Europe

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

Dossier Modélisation au service de la prévention des risques

TEMPS FORTS

04 Des progrès dans le traitement de l'irradiation aiguë • Concertation élargie pour un nouveau guide méthodologique de gestion des sites pollués • Dosimétrie personnalisée pour une meilleure radioprotection en radiothérapie • Réduire l'impact climatique des moteurs d'avion • Un guide pour donner la parole aux expertes

FAITS & PERSPECTIVES

06 ITER : juger de la sûreté d'une installation du futur



DOSSIER
10 Radioécologie marine surveiller et prédire

Améliorer votre magazine

Comment les abonnés perçoivent-ils le magazine *Repères*? À travers une étude de lectorat, la rédaction a voulu connaître votre point de vue. Car ce magazine, nous voulons le réaliser avec et pour nos lecteurs. Parce que notre souhait est que vous le lisiez numéro après numéro, nous avons tenté de prendre en compte vos attentes et ainsi fait évoluer nos rubriques. Ce numéro est le résultat de cette évolution.

Vous appréciez le dossier et les pages "Faits et perspectives" : nous leur avons donné plus d'importance. Vous plébiscitez les infographies : elles seront toujours aussi présentes et informatives. Les rubriques qui rencontraient un moindre succès ont été supprimées au profit de nouvelles, comme "En pratique" pour répondre à votre demande d'informations sur la mise en œuvre de la prévention des risques radiologiques.

Le webmagazine, aussi, a évolué. Il intègre désormais des vidéos et des diaporamas photo pour vous proposer une approche plus visuelle des contenus du magazine et des sujets de sûreté nucléaire et de radioprotection.

Repères a grandi. Il compte maintenant 24 pages. Après trois années de parution, notre ambition est toujours la même : vous retrouver à chaque numéro, et ce, toujours plus nombreux.

Catherine Roulleau,
Rédactrice en chef.





Les 10 ans de l'IRSN

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

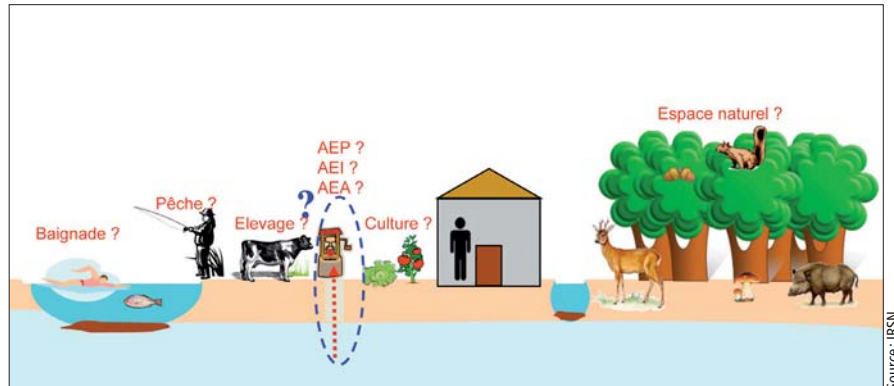
Des progrès dans le traitement de l'irradiation aiguë

L'accident radiologique est rare, mais certaines équipes de haut niveau se spécialisent pourtant dans ce domaine. "Grâce au travail de l'hôpital Percy du service de santé des armées (Hauts-de-Seine) et de l'IRSN, c'est en France que l'Agence internationale de l'énergie atomique a, ces dernières années, dirigé toutes les victimes d'accident radiologique", témoigne Marc Benderitter, radiopathologiste de l'Institut. De nouveaux traitements des irradiations ont été développés. "Les facteurs de croissance pour stimuler la moelle osseuse sont efficaces, comme le montre encore le dernier cas d'accident en Bulgarie en 2011." La recherche continue avec l'évaluation de thérapies par injection de cellules souches. "Ce traitement innovant, utilisé pour la première fois en 2005 chez un ouvrier chilien ayant manipulé une source radioactive de forte activité, a permis la cicatrisation complète de ses lésions. Six années plus tôt, dans un cas similaire, la seule solution avait été l'amputation de la jambe de la victime."

I En chiffre...

44 postes supplémentaires

À la suite de Fukushima, le gouvernement a renforcé le dispositif de sûreté nucléaire, de radioprotection, de gestion de crise et des situations postaccidentelles. 44 postes supplémentaires sont attribués à partir de 2012, moitié pour l'IRSN et moitié pour l'Autorité de sûreté nucléaire.



Cette figure présente une des phases de la construction d'un schéma conceptuel. Elle identifie les usages des différents milieux.

Gestion des sites pollués

Concertation élargie pour un nouveau guide méthodologique

"Un guide pédagogique et didactique, qui s'adresse aussi bien aux experts qu'aux néophytes." Voilà le message que Jacques J.-P. Martin, maire et conseiller général de Nogent-sur-Marne (Val-de-Marne), aura fait passer au groupe de réflexion pluraliste. Ce dernier a été créé pour accompagner l'élaboration du nouveau guide méthodologique relatif à la gestion des sites potentiellement pollués par des substances radioactives.

Message entendu. Le document de 120 pages, fruit de trois années d'un travail piloté par l'IRSN à la demande du ministère de l'Écologie et de l'Autorité de sûreté nucléaire, et édité en décembre dernier, offre davantage qu'une mise à jour réglementaire par rapport à la version de 2001. "Il apporte des informations claires et des réponses concrètes. Il aide à prendre les bonnes décisions et à trouver les partenaires ad hoc, tels que les entités publiques impliquées au titre de leurs compétences", se réjouit M. Martin.

Même enthousiasme du côté des bureaux d'ingénierie : "C'est un outil de travail incontournable", convient Stéphane Poncet, responsable de l'activité nucléaire chez Arcadis, qui se fonde sur la méthodologie du guide pour tous ses projets de réhabilitation de sites contaminés radiologiquement.

Utilisateur seulement? Non, contributeur aussi. Début 2011, une consultation publique a été menée sur une version projet du document. Anne Delos, elle aussi ingénieure chez Arcadis, n'a pas hésité à examiner et commenter ce dernier. Résultat de ces échanges avec les utilisateurs : une version plus pratique que la précédente. "L'ancien guide était surtout axé sur les sites orphelins avec une pollution historique. Le nouveau nous permet aussi de travailler sur les sites nucléaires où il y a encore une activité", illustre-t-elle. ■

Pour plus d'information :
Guide téléchargeable sur www.irsn.fr/guide-SSP

Télex

À la suite des opérations d'intrusion par Greenpeace le 5 décembre dernier sur plusieurs sites nucléaires français, le Premier ministre a demandé un audit de sécurité des installations. L'IRSN, en tant qu'appui technique aux autorités compétentes dans le domaine de la sécurité, a été entendu par la mission interministérielle.

L'IRSN sera présent à trois manifestations durant le mois de mai : Cyclatom, le salon des professionnels de l'énergie nucléaire, les 23 et 24 mai, à Cherbourg-Octeville (Manche); Préventica, le salon de la maîtrise des risques et de la qualité de vie au travail, les 29 et 30 mai, à Strasbourg (Bas-Rhin); 53^{es} journées scientifiques des manipulateurs d'électroradiologie médicale, du 24 au 26 mai, à Lyon (Rhône).

Radiothérapie

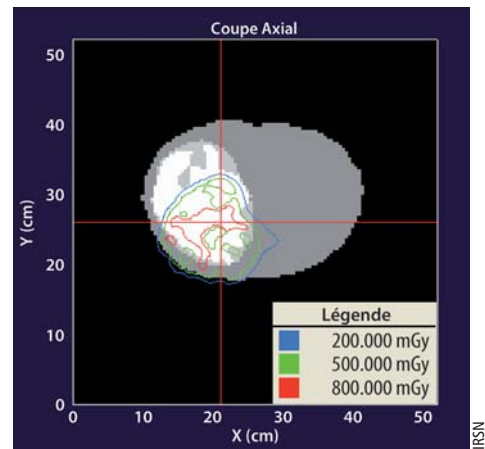
Une dosimétrie personnalisée pour une meilleure radioprotection

Optimiser les doses délivrées dans le traitement des tumeurs cancéreuses radiosensibles tout en préservant un maximum de tissus sains alentour. Le leitmotiv de la radiothérapie interne¹ donne tout son sens au développement d'une dosimétrie personnalisée. "Elle repose sur l'imagerie anatomique et fonctionnelle, qui permet de modéliser l'organe cible et d'évaluer la répartition du radionucléide dans le corps, afin d'assurer au patient l'exposition la plus faible possible, pour une efficacité équivalente", explique Aurélie Desbrée, chercheuse spécialisée en dosimétrie interne à l'IRSN.

La faisabilité clinique est à l'étude. Les premiers résultats de la collaboration entre l'IRSN et l'Hôpital européen Georges-Pompidou (HEGP) dans le traitement de lésions hépatiques

comme celles du cancer du foie, sont attendus pour la fin de l'année. "La distribution du produit, des microsphères radiomarquées à l'yttrium 90², s'avère complexe à modéliser, car leur action varie en fonction des individus et du type de tumeur. Mais les enjeux de radioprotection font de la dosimétrie personnalisée une technique d'avenir", assure Michela Bernardini, physicienne médicale chargée de l'étude à l'HEGP. Une technique dont la généralisation nécessitera la mise au point de logiciels de calcul dédiés, telle la future déclinaison "médecine nucléaire" du code Oedipe³ de l'IRSN. ■

Pour plus d'information :
www.irsn.fr, rubrique **La Recherche > Formation par la recherche > Thèses > Thèses soutenues > DRPH**



Courbes des niveaux de doses (isodoses) superposées à la tomographie du foie d'un patient traité par médecine nucléaire, fournies par le logiciel Oedipe³ développé par l'IRSN.

1. Injection d'une substance radioactive qui a pour objectif de détruire la tumeur à son contact.
2. Radio-isotope utilisé dans les traitements en médecine nucléaire.
3. Outil d'évaluation de la dose interne personnalisée.

Aéronautique civile

Réduire l'impact climatique des moteurs d'avion

Les traînées de condensation émises par les moteurs d'avion participent-elles au changement climatique? Cette année, des experts de l'IRSN mèneront des études qui contribueront à répondre à cette question. Ce projet, dit Mermose (mesure et étude de la réactivité des émissions de moteurs aéronautiques), s'inscrit dans le grand emprunt et reposera sur diverses campagnes expérimentales.

"En fonction de conditions telles que l'altitude, la pression, la température, l'humidité de l'air, ces traînées qui comportent des aérosols forment des nuages persistants qui pourraient influencer sur le climat", explique François-Xavier Ouf, chercheur au laboratoire de physique et de métrologie des aérosols à l'IRSN et associé à ce projet.

L'Institut a été sollicité par l'Office national d'études et de recherches aérospatiales (Onera) pour son expertise en métrologie des particules carbonées qui seraient émises en cas d'incendie



L'expertise de l'IRSN en métrologie des particules est requise dans ce projet.

Galina Barskaya/Fotolia

dans des installations nucléaires, comparables à celles issues de procédés de combustion.

Les études aideront à comprendre les interactions entre l'eau et la croissance de la glace à la surface des particules émises par des moteurs d'avion, dans des conditions atmosphériques représentatives des vols. Elles permettront à l'IRSN d'appréhender les mécanismes de condensation de vapeur sur les particules de suie lors de leur transport dans des locaux ou les réseaux de ventilation d'une installation nucléaire en situation accidentelle d'incendie.

En 2012, l'IRSN a pour objectif de caractériser les émissions de particules à la sortie d'un véritable turboréacteur, à partir d'un banc d'essai du motoriste Snecma, partenaire du projet. ■

Pour plus d'information :
www.aerorechercheorac.com

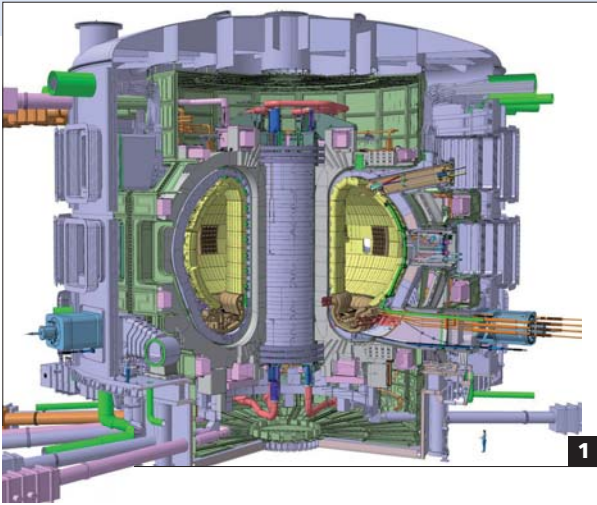
Parité

Un guide pour donner la parole aux expertes

Elles sont deux. Toutes deux expertes à l'IRSN. L'une, Pascale Scanff, pour l'exposition professionnelle aux rayonnements ionisants. L'autre, Geneviève Baumont, pour les risques nucléaires. Toutes deux ont été retenues pour figurer dans un guide "Les expertes" qui répertorie une centaine de femmes compétentes dans des domaines variés : politique, économie, santé, nucléaire, emploi, environnement... Ce livre est né d'un constat. Les femmes ne représentent que 18% dans les médias. De plus, elles disposent d'un temps de parole inférieur aux hommes, dans les débats.

Ce guide est destiné aux organisateurs de débats pour leur susciter l'envie de donner plus souvent la parole à des femmes expertes. Cette première édition porte sur des spécialistes de région parisienne ou de grandes métropoles.

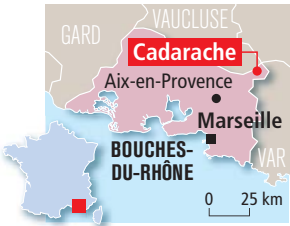
Pour plus d'information :
"Guide des expertes. Plus de 1 000 femmes spécialistes pour enrichir le débat".
 Éditeur: Epoke. Disponible à la vente en septembre 2012.



Juger de la sûreté d'une installation

Expérimentation ITER. Évaluer la sûreté de ce qui n'a encore jamais existé à une telle échelle. C'est le défi des experts de l'IRSN face à la future installation expérimentale ITER, de sa conception à son exploitation prévue en 2027.

gène), est chauffé à des températures supérieures à 150 millions de degrés. On obtient ainsi un plasma chaud, environnement dans lequel des éléments légers comme le deutérium et le tritium peuvent fusionner. Cette réaction de fusion produit un gaz inerte, l'hélium, et surtout de l'énergie.



La fusion au lieu de la fission nucléaire. Si les centrales françaises tirent leur énergie de la fission, l'installation expérimentale ITER¹, en construction à Cadarache (Bouches-du-Rhône), doit démontrer la faisabilité scientifique et technologique de la production et de l'utilisation de l'énergie de fusion. Et ce, sous l'œil attentif des experts de l'IRSN, qui veillent à la

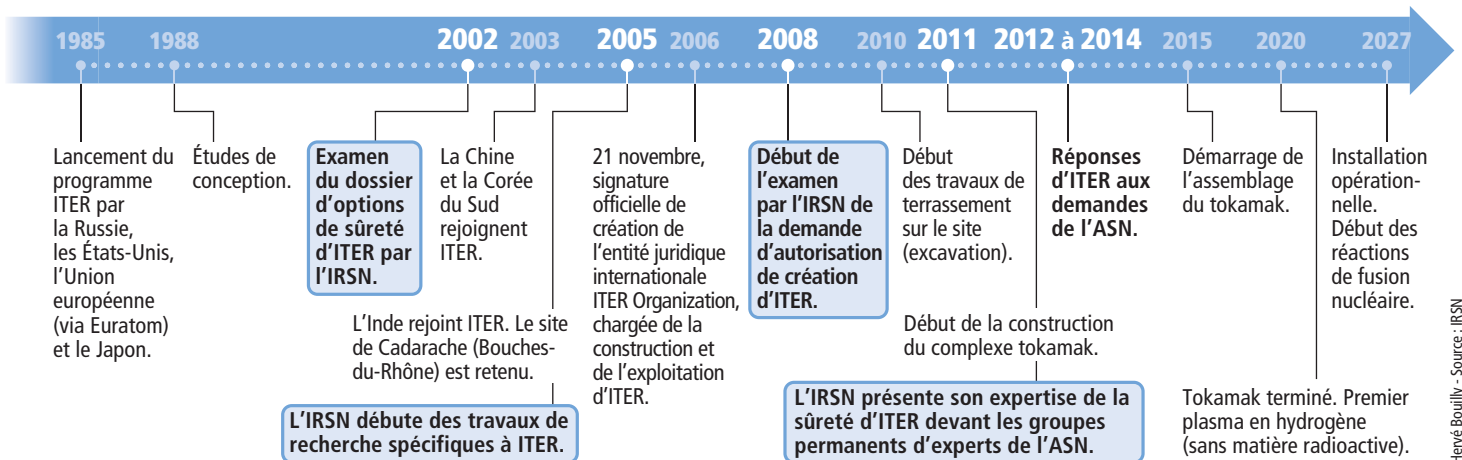
sûreté de cette expérience scientifique inédite à cette échelle, depuis sa conception, peu avant la fin des années 2000, jusqu'à la fin de son exploitation, prévue dans plusieurs décennies.

Un tokamak géant

ITER peut être vu comme une grande chambre à vide en forme de bouée, appelée "tokamak". Dans cette enceinte de confinement magnétique, le combustible, un mélange de deutérium et de tritium (deux isotopes de l'hydro-

"Le plasma représente le quatrième état de la matière. Quand on chauffe un élément solide, il devient liquide; si on le chauffe davantage, il deviendra gazeux; et si on le chauffe davantage encore, il deviendra plasma", rappelle Didier Perrault, expert de l'IRSN chargé de piloter la vingtaine de spécialistes de l'Institut en incendie, en radioprotection, en explosion, en génie civil... mobilisés pour évaluer la sûreté de l'installation ITER. Dans la nature, le plasma se rencontre dans le soleil, les étoiles, les aurores boréales ou

Les dates clés d'ITER de sa conception à son exploitation



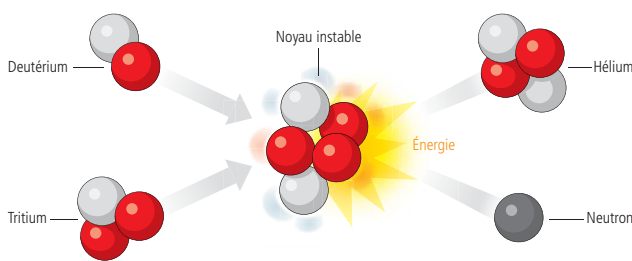


1. Vue éclatée du futur tokamak ITER. Le combustible est confiné dans une chambre à vide en forme d'anneau. 2. La fosse d'isolation sismique du complexe tokamak à Cadarache. 3. Jacques Ducau (à droite), spécialiste du génie civil de l'IRSN, lors d'une visite d'expertise.

Fusion ou fission nucléaire : quelle différence ?

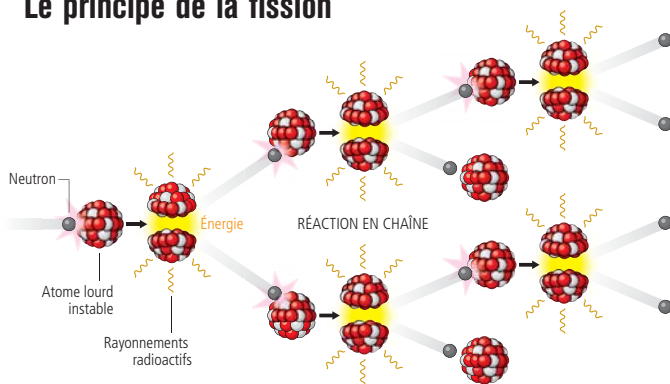
Les réacteurs nucléaires actuels produisent de l'énergie grâce à la fission d'atomes lourds. Les réacteurs préfigurés par ITER permettront de produire de l'électricité à partir de la fusion d'atomes légers. Explications.

Le principe de la fusion



La fusion consiste à rapprocher deux atomes d'hydrogène (deutérium et tritium) à des températures de plusieurs millions de degrés, comme au cœur des étoiles. Lorsque ces noyaux légers fusionnent, le noyau créé se retrouve dans un état instable. Il tente de retrouver un état stable en éjectant un atome d'hélium et un neutron avec beaucoup d'énergie.

Le principe de la fission



La fission consiste à projeter un neutron sur un atome lourd instable (uranium 235 ou plutonium 239). Ce dernier l'absorbe en le faisant éclater en 2 atomes plus légers. Cela produit de l'énergie, des rayonnements radioactifs et 2 ou 3 neutrons capables à leur tour de provoquer une fission. Et ainsi de suite. C'est le mécanisme de la réaction en chaîne.

on du futur

encore la foudre, où il atteint des températures de plusieurs dizaines de millions de degrés.

Compte tenu de sa taille et donc de la quantité de tritium nécessaire sur le site, ITER est classé "installation nucléaire de base", conformément à la législation française. "Sur les 250 tokamaks déjà construits dans le monde, celui-ci est le premier à relever de cette catégorie d'installations, précise Didier Perrault. Sur le plan de la sûreté, il doit être considéré au même titre qu'un réacteur nucléaire." L'organisation ITER, en tant qu'exploitant, doit, comme EDF pour chacune de ses centrales, remettre un dossier de demande d'autorisation de création aux ministres compétents et à l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), qui est soumise à l'expertise technique de l'IRSN.

L'IRSN mandaté dès 2002

Retour en arrière : c'est en juin 2005 que les sept partenaires du projet, à savoir la Russie, les États-Unis, l'Europe, le Japon, la Chine, la Corée du Sud et l'Inde, ont signé un accord retenant le site de Cadarache, près d'Aix-en-Provence, pour l'implantation du projet international ITER. Dès 2002, l'IRSN était mandaté pour examiner le dossier d'options de sûreté de l'installation expérimentale. "Nous avons conclu de ce premier examen que les grands principes généraux retenus étaient convenables, mais que si le projet devait se poursuivre, certains points complémentaires devraient être repensés, comme le risque d'explosion dans la chambre à vide", se rappelle Didier Perrault.

En 2006, quand l'implantation en France a été confirmée, l'IRSN a identifié des actions de recherche à mener dans l'Institut en vue des futures expertises de la sûreté de l'installation ITER, notamment sur le sujet sensible, déjà pointé, d'une explosion en cas d'entrée d'air par une traversée de la chambre à vide. "Nous avons déjà des compétences sur l'explosion d'hydrogène dans les enceintes des réacteurs à eau sous pression, même s'il s'agissait de fission et non de fusion, poursuit Ahmed Bentaib, spécialiste de l'explosion à l'IRSN. Nous avons adapté nos outils de modélisation aux conditions d'ITER : les domaines d'application des codes de calcul Astec et Tonus ont été étendus aux basses pressions afin de simuler les accidents pouvant survenir dans la chambre à vide. Nous avons développé de nouveaux outils, comme le code Dust, pour prédire la mobilisation, le transport et l'explosion des poussières issues de l'érosion des parois internes de la chambre à vide."

Un examen pour la création de l'installation rendu en 2011

Ces compétences, renforcées par celles de consultants externes spécia-

lement sollicités, comme Benjamin Carreras, spécialiste américain du plasma, ont permis à l'IRSN de procéder à l'examen de la sûreté de l'installation ITER en vue de sa création. Cet examen, qui a débuté en 2008, a été réalisé sur la base du dossier de demande d'autorisation de création déposé par l'exploitant, de plus de 4 000 pages. Il s'est terminé en 2011 par un rapport porteur de 200 recommandations, présenté devant les groupes permanents d'experts de l'ASN.

CHIFFRES

- **500 MW d'énergie produite**, ITER a été conçu pour produire 500 MW d'énergie à partir d'un apport externe de 50 MW, c'est-à-dire pour générer dix fois plus de puissance qu'il n'en aura reçu. Le record de puissance de fusion, détenu par le tokamak européen JET situé au Royaume-Uni, est de 16 MW.
- **150 millions de degrés**, ce sera la température à l'intérieur du tokamak ITER, soit dix fois celle présente au cœur du Soleil.

1. ITER : International Thermonuclear Experimental Reactor ou réacteur thermonucléaire expérimental international. Iter signifie aussi "chemin" en latin.



493 patins parasismiques supporteront le plancher du futur tokamak ITER.

●●● Dans la pratique, c'est l'ASN qui, sur cette base, va officiellement formuler à ITER les demandes auxquelles l'organisation devra répondre. "Nous avons aussi proposé de programmer un nouvel examen de la situation dans trois ans", précise Didier Perrault.

Trois ans pour se préparer

D'ici à ce prochain rendez-vous, les experts de l'IRSN ont déjà programmé des recherches indispensables pour

ITER Organization

3 questions à... Benjamin Carreras*,

spécialiste américain du plasma et consultant pour l'IRSN sur le projet ITER

Quel est le plus grand défi technique lié au plasma ?

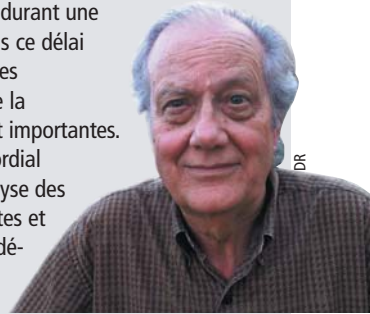
L'un des soucis majeurs concerne les disruptions, c'est-à-dire l'apparition brutale d'instabilités du plasma. Avant la mise en œuvre d'éléments radioactifs, ITER va devoir acquérir une expérience sur la probabilité de ces disruptions et la manière d'en gérer les conséquences.

Comment prédire ces instabilités ?

Nous ne disposons pas de bases théoriques permettant de prédire ou de calculer les différents aspects de la disruption. Pour en évaluer les conséquences, il existe deux moyens : extrapoler à partir des données empiriques des tokamaks actuels ou modéliser le processus. Mais les deux approches ont des limites.

Pouvez-vous donner un exemple ?

Un problème consiste à déterminer le temps le plus court mis par le courant pour s'effondrer durant une perturbation. Plus ce délai sera court, plus les conséquences de la disruption seront importantes. Il est donc primordial d'accroître l'analyse des données existantes et le niveau de modélisation de ces événements.



*Physicien nucléaire américain, spécialiste de la physique du plasma. Il a travaillé durant vingt ans dans le laboratoire de recherche pluridisciplinaire Oak Ridge National Laboratory, dépendant du ministère américain de l'Énergie. Actuellement chercheur au sein de deux institutions espagnoles et professeur de physique à l'Université de Fairbanks (Alaska), il est aussi consultant pour l'IRSN sur le projet ITER.

renforcer l'expertise des propositions d'ITER. "Sur la question de l'explosion, l'organisation va proposer des parades comme les recombineurs d'hydrogène qui transforment ce gaz en eau, ou les igniteurs, dispositifs qui brûlent l'hydrogène au fur et à mesure, résume Ahmed Bentaib. Nous allons dès maintenant développer des simulations afin d'évaluer la pertinence de ces dispositifs dans le cas d'ITER."

L'analyse des scénarios accidentels est également au programme.

"Nous allons poursuivre l'évaluation des scénarios étudiés par les équipes d'ITER pour vérifier que nous parvenons aux mêmes résultats. Nous allons aussi explorer des hypothèses qui n'ont pas été étudiées et qui, selon nous, méritent d'être investiguées." Objectif : être prêts quand parviendront les réponses aux demandes de l'ASN. ■

 Pour en savoir plus : www.irsn.fr/iter

ET AILLEURS... 250 tokamaks à travers le monde

"ITER a largement bénéficié du retour d'expérience d'installations existantes, explique Joëlle Elbez-Uzan, responsable de la sûreté de l'installation à ITER Organization. Par exemple, la technologie de la supraconductivité des bobines, qui a notamment été testée dans le tokamak français Tore Supra situé à Cadarache [Bouches-du-Rhône], en fonctionnement depuis 1988, a permis d'obtenir une intensité de champ magnétique élevée au centre du plasma. Les tokamaks anglais JET, inauguré en 1984, et américain TFTR, conçu dans les années 1980, ont, pour leur part, été les premiers à réaliser une fusion entre deutérium et tritium."

D'autres tokamaks ont apporté leur pierre à ce projet international : KSTAR en Corée du Sud, qui a produit son premier plasma en 2002, EAST en Chine, qui a obtenu son premier plasma en 2006, SST-1 en Inde, ou encore JT-60, au Japon, qui a notamment apporté des connaissances sur la physique du plasma et la manière de maintenir sa forme et sa stabilité, à l'écart des parois.



Vue de l'enceinte plasma de Tore Supra, tokamak en exploitation depuis 1988, où a été testée la supraconductivité des bobines.

Lorsque ITER aura démontré la faisabilité de cette filière énergétique basée sur la fusion, il est prévu de créer, sur un site non encore déterminé, un prototype de centrale, nommé DEMO. Ce projet est à l'étude. Ses plans sont en cours d'élaboration. La première pierre ne devrait pas être posée avant 2060. Et la première centrale basée sur ce prototype pourrait voir le jour à la fin du siècle. ■

Recueil des questions du public après Fukushima

Sûreté nucléaire. Les trois commissions locales d'information manchoises se sont réunies pour interroger la sûreté des installations nucléaires de leur département, au regard des enseignements de Fukushima. L'IRSN les a soutenues dans leur action.

L'union fait la force. Un mois après Fukushima, le 18 avril 2011, les trois commissions locales d'information (CLI) de la Manche, avec leurs 150 membres, engagent une démarche commune. Elles s'interrogent sur la sûreté des installations de leur département. Ces dernières sont au nombre de trois : la centrale EDF de Flamanville, l'usine de retraitement Areva de La Hague et le centre de stockage de l'Andra (Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs) à Beaumont-Hague. La volonté des trois CLI est de rédiger un livre blanc pour fin 2012, recensant les points de sûreté qu'elles jugent non résolus. Elles ont choisi de lister les questions de la société civile, puis de chercher à y trouver des réponses en interrogeant des experts et en utilisant les rapports d'évaluation complémentaire de sûreté (ECS) des exploitants. Tout point sans réponse jugée satisfaisante sera consigné dans ce livre. L'IRSN a appuyé leur démarche à travers l'organisation, avec l'Association nationale des CLI (Anccli), de réunions d'échanges techniques entre les CLI, associations et experts et en publiant son rapport.

Lister les questions

"Nous avons commencé par collecter les questions. Le département est concerné par la production, le recyclage et le stockage, résume Charly Varin, directeur des CLI de la Manche. Et ce, en allant au-delà des points abordés dans les ECS¹, puisque nous avons notamment mentionné l'éventualité d'un acte terroriste."

L'ACRO (Association pour le contrôle de la radioactivité dans l'Ouest) a contribué à ce travail. "Pourquoi les plans d'intervention en cas d'accident nucléaire se limitent-ils à des périmètres de quelques kilomètres, alors que Fuku-

shima a montré que cela était insuffisant ? interroge André Guillemette, membre de l'ACRO. Quid d'un déversement de produits radioactifs dans les 4000 km³ de la Manche, comparativement aux 714 millions de kilomètres cubes du Pacifique ? Comment les ECS peuvent-elles, sur la question du risque sismique, tenir compte d'un retour d'expérience sur mille ans et ne citer que des événements datant du siècle dernier ?"

De mai à novembre, 40 pages ont été rédigées par des membres bien informés. "Beaucoup d'entre nous, en tant que membres de l'Anccli, ont bénéficié des formations de l'IRSN", témoigne Charly Varin. "Entre septembre 2011 et janvier 2012, l'Institut a coorganisé avec l'Anccli trois séminaires pour donner aux membres des CLI des éléments de méthode et d'analyse, par le biais notamment d'interventions de nos experts et d'échanges très libres avec les participants, confirme Ludvine Gilli de l'IRSN, responsable de ces rencontres. La parole a été donnée dès septembre aux CLI manchoises. Leur travail constituait un bon exemple pour les autres commissions. Lors du troisième séminaire, elles ont pu présenter leur méthode de travail et distribuer une synthèse de leur rapport." Cette action a porté ses fruits : "La pertinence des questions posées en janvier, sur des points comme le noyau dur ou la résistance des barrages, souligne combien la société civile s'est approprié le dossier, y compris techniquement", se félicite-t-elle.

Chercher des réponses

La liste des questions rédigées par le groupe de travail de la Manche, l'heure est à la quête de réponses auprès des exploitants, de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), de l'Institut, des comités hygiène et sécurité, des anciens

Les trois commissions locales d'information de la Manche lors du séminaire de l'IRSN du 20 janvier 2012.



Olivier Seignette/Mikael Lafontan/IRSN

salariés et directeurs des sites nucléaires manchois, mais aussi dans les dossiers d'ECS. "Nous allons demander à l'IRSN d'organiser à la rentrée une journée de rencontre avec ses experts. Nous croiserons les réponses recueillies afin de juger si elles sont concordantes et satisfaisantes ou méritent approfondissement", précise Charly Varin.

Suivra donc la rédaction du livre blanc précité. "Il sera remis à l'ASN, au gouvernement et aux ministères afin de faciliter une prise de conscience par les autorités compétentes de l'importance des problèmes de sûreté non encore résolus, poursuit-il. Par exemple, on a toujours réfléchi site par site ; or que se passerait-il pour les salariés du site de La Hague en cas de catastrophe à Flamanville ? Cette question mérite d'être aussi posée." ■

 **Pour en savoir plus :**
www.irsn.fr/20012012

CHIFFRES

- **La parole aux citoyens.** De janvier à mars 2012, 225 000 habitants ont reçu la liste de questions rédigées par le groupe de travail des trois commissions locales d'information (CLI) de la Manche. Ils ont pu s'approprier la problématique de la sûreté nucléaire et soulever d'autres questions.

1. Au lendemain de Fukushima, chaque installation nucléaire française a été tenue de rendre un rapport d'ECS évaluant notamment les risques inondation, sismique et de perte de source froide.

An underwater photograph showing a dense field of green seaweed or algae. Several small, blue fish are swimming through the vegetation. The lighting is bright, suggesting sunlight filtering through the water.

Radioécologie m surveiller et préd

Afin de pouvoir prédire le comportement des radionucléides dans la mer, les chercheurs de l'IRSN doivent observer et comprendre. Dans ce cadre, l'Institut assure trois missions : la surveillance de la radioactivité des côtes françaises, le développement de programmes de recherche et des études d'impact radiologique pour des municipalités. Explications.

marine ire

La radioécologie marine étudie l'évolution des niveaux de radioactivité en pleine mer et dans les zones littorales.

Observer, comprendre, prédire. C'est sur ce triptyque que repose la radioécologie marine, qui étudie le comportement des radioéléments dans les eaux maritimes. "Sachant que mieux on observe, mieux on comprendra et meilleure sera la prédiction", souligne Sabine Charmasson, chercheuse océanographe qui anime les projets marins du laboratoire d'études radioécologiques en milieu continental et marin de La Seyne-sur-Mer (Var) de l'IRSN.

"Dans la pratique, la phase d'observation requiert des prélèvements d'eau, de sédiments, d'algues, de mollusques, de crustacés, de poissons; puis la mesure de leurs concentrations en radionucléides, à des niveaux aussi bas que techniquement possible", résume cette océanographe. Ces résultats permettront également à la France de répondre à une directive européenne qui impose à chaque État de fournir en 2012 une évaluation de l'état initial de l'environnement marin en différentes substances, dont les radionucléides.

Sauf qu'en mer, tout n'est pas aussi simple. "Nous devons sans cesse tenir compte des contraintes du milieu marin, nous adapter aux marées et aux conditions météorologiques pour réaliser les mesures et les prélèvements", rappelle Dominique Boust, son collègue qui dirige le laboratoire de radioécologie de Cherbourg-Octeville (Manche) de l'Institut.

Compréhension et modélisation

Vient ensuite la phase de compréhension, au terme de laquelle "le radioécologiste devra pouvoir expliquer le niveau de radioactivité mesuré, commenter pourquoi on observe une hausse ou une baisse et si cette évolution est cohérente avec les quantités rejetées, poursuit cet ingénieur géochimiste. Ainsi, il serait anormal de mesurer peu d'évolution des concentrations en radionucléides dans les espèces, alors que les rejets diminuent."

Dans son analyse, l'expert est tenu de distinguer plusieurs facteurs pouvant expliquer les décalages entre l'évolution des concentrations mesurées et celle des quantités rejetées. Ces décalages peuvent être dus à une persistance des radionucléides dans certains tissus ou organes.

La dernière étape est la modélisation. Elle correspond à un paramétrage d'équations pour construire le modèle le plus proche possible des résultats observés lors des campagnes ●●●

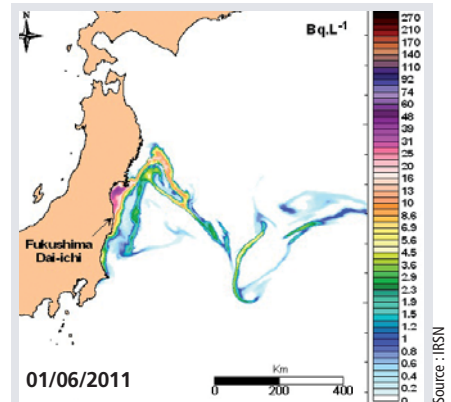
●●● de prélèvement, permettant de prévoir le devenir d'un rejet. "À Cherbourg, connaissant les rejets de l'usine de La Hague [Manche], nous pouvons modéliser à moyen et long terme les concentrations en radionucléides qui seront mesurées en Manche ou en mer du Nord", illustre Dominique Boust.

Mais il n'y a pas de modèle universel. La Méditerranée est une mer sans marée, avec des rejets en radionucléides d'origine fluviale (venant des centrales de la vallée du Rhône) et des fonds abyssaux de 2000 à 3000 mètres. En Manche, les marées sont très fortes, les rejets sont côtiers (ceux des centrales de Gravelines, Penly, Flamanville et Paluel et surtout de l'usine de La Hague) et la profondeur avoisine les 50 mètres en moyenne. Chaque mer nécessite son propre modèle.

La prédiction

Au final, ces modèles permettront d'évaluer les répercussions environnementales de la radioactivité naturelle et artificielle (impact écologique), mais

aussi ses conséquences radiologiques sur la santé de l'homme (impact sanitaire). "Les prélèvements nous fournissent des données sur lesquelles s'appuient nos programmes de recherche, par exemple pour mettre au point un modèle de dispersion d'un radionucléide dans une zone maritime donnée. Et ces programmes améliorent notre connaissance du milieu marin et notre capacité d'y prédire les conséquences d'un rejet", résume Sabine Charmasson. D'ailleurs, l'IRSN a souvent été sollicité lors de crises, quel que soit le polluant. Ainsi, lors du naufrage du chimiquier *Levoli Sun*, en 2000, au large de La Hague, l'Institut a anticipé la dispersion du styrène (produit entrant dans la composition des matières plastiques) afin que les secours se placent dans les zones les moins exposées. Et lors du naufrage de l'*Ece*, en 2006, à la pointe de La Hague, il a estimé le risque de pollution lorsque l'acide phosphorique transporté était associé à 800 kg d'uranium. Sans oublier Fukushima, en mars 2011. ■



01/06/2011
Simulation de la dispersion en mer des rejets de Césium 137 post-Fukushima.

Action de la cellule mer lors de Fukushima

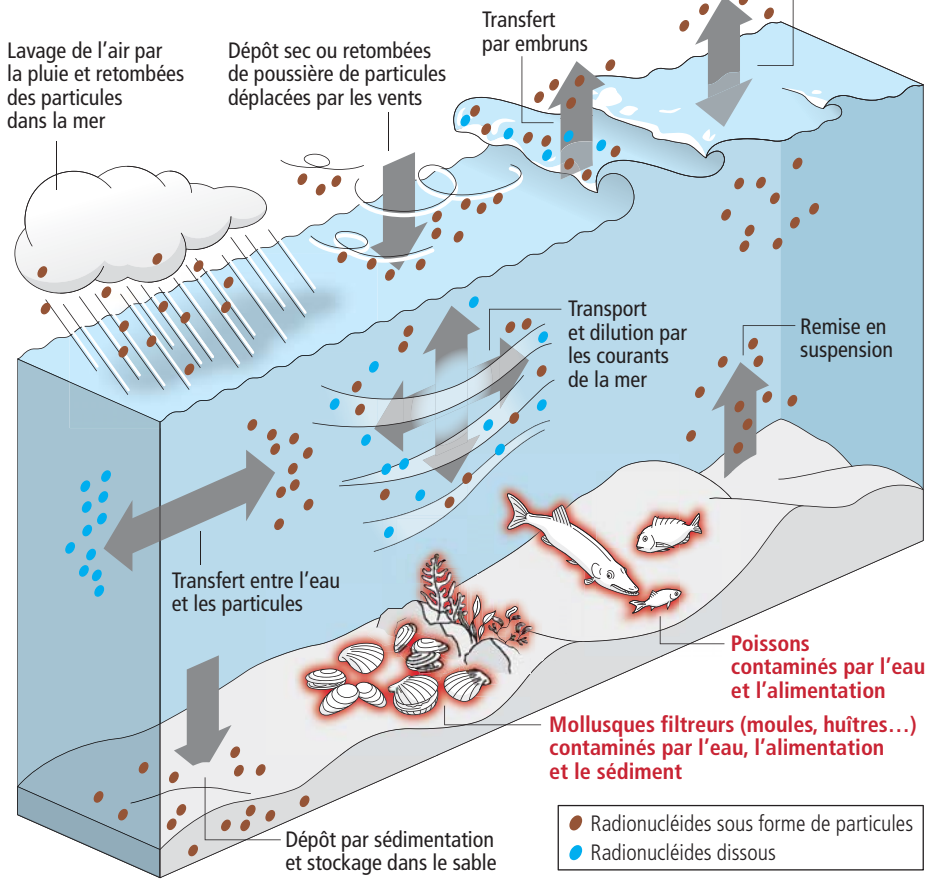
Quelques jours après Fukushima, une "cellule mer" a été mobilisée à l'Institut. "Notre tâche principale consistait à récupérer puis analyser les données de mesure dans l'environnement, publiées par les autorités japonaises, explique Bruno Fiévet, océanographe biologiste de l'IRSN, au laboratoire de radioécologie de Cherbourg-Octeville (Manche). L'analyse de ces données a été faite par notre laboratoire, qui a travaillé sur l'eau de mer, et celui de La Seyne-sur-Mer [Var], qui s'est attaché aux poissons." Cela a permis de cartographier les zones de contamination. Sollicité par la Commission européenne, l'Institut a participé au groupe de travail sur les importations de produits marins du Pacifique Nord. "Les experts de l'IRSN ont fourni une analyse indépendante de la quantité de radionucléides rejetés au niveau de la centrale, des phénomènes de circulation d'eau et des informations sur le transfert de radionucléides entre l'eau et les poissons", témoigne Iain Shepherd, membre de la Commission chargé de ce groupe de travail. Les experts ont conclu que la consommation de poissons du Pacifique, pêchés en dehors de la zone d'exclusion économique du Japon, ne présentait aucun risque pour les consommateurs.

Mutualiser les connaissances

Le Strategic Research Agenda (SRA) élaboré par le réseau d'excellence Strategy for Allied Radioecology (STAR), coordonné par l'IRSN, comporte des actions pour accroître et mutualiser les connaissances sur les écosystèmes marins et estuariens, notamment sur la dispersion des radionucléides dans les compartiments physiques, les processus de transfert vers les espèces vivantes et les effets de la radioactivité à faible dose et/ou dans un contexte de multipollution.

Le devenir des radionucléides dans le milieu marin

Les polluants radioactifs circulent en permanence entre le fond et la surface de la mer. Ils sont dispersés par les courants, les vents mais aussi par les organismes vivants.



Hervé Bouilly/IRSN - Source IRSN

Les côtes françaises sous l'œil de l'IRSN

Vigilance. De même que l'atmosphère et le continent, les différentes mers qui bordent l'Hexagone sont surveillées par l'Institut.

Air, eau, sol, aliments : l'Institut assure, sur tout le territoire national, une veille permanente des niveaux de radioactivité. Il surveille également le milieu marin de la métropole et des Drom-Com, et donc la radioactivité de l'eau de mer, des sédiments, de la flore et de la faune. Sur les côtes de l'Hexagone, une quinzaine de stations de prélèvement assurent cette mission, toute l'année.

“Deux types de stations se répartissent la tâche. Celles sous l'influence des rejets de stations nucléaires du littoral, et celles dites de référence, qui mesurent le bruit de fond en l'absence de toute source de contamination connue”, précise Olivier Pierrard, dont le laboratoire coordonne la surveillance du milieu marin en métropole, en collaboration avec les deux laboratoires côtiers de l'Institut : Cherbourg-Octeville (Manche) et La Seyne-sur-Mer (Var).



La mer en toute transparence

“Chaque année, nous établissons un programme de surveillance qui définit les échantillons à prélever et les analyses à réaliser, poursuit

Olivier Pierrard. Dans une station sous influence, nous recherchons des radionucléides artificiels pour détecter tout rejet anormal. Dans une station de référence, nous recherchons quelques radionucléides artificiels connus pour leur rémanence, comme le césium 137, toujours présents depuis l'accident de Tchernobyl ou les essais atomiques aériens. Ce suivi de l'état de l'environnement marin loin des installations constitue une ligne de base qui nous permettrait d'évaluer au mieux les conséquences d'un accident majeur comme celui de Fukushima.”

Au total, ce sont 820 prélèvements marins (eau de mer, algues, sédiments...), sur les 13 000 prélèvements annuels (air, terre, mer), qui ont été réalisés en 2011.

L'ensemble de ces données alimente plusieurs supports d'information : le portail IRSN de la surveillance de l'environnement¹, où une carte interactive est consultable par les internautes ; le réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement (RNM), où l'IRSN met en commun ses résultats avec ceux des exploitants nucléaires, des associations, etc. ; et un bilan annuel,

également téléchargeable sur le site. Question de transparence. ■

1. Voir les adresses et les références bibliographiques en page 16.

En ligne avec les internautes

Ayant travaillé dans les forces sous-marines françaises, Adrien Doffenies reconnaît être sensibilisé à la radioprotection. Durant la crise de Fukushima, cet habitant de la côte méditerranéenne s'est rapidement interrogé sur les conséquences de l'accident et a parcouru la Toile à la recherche d'informations. *“Je suis allé sur le site sws.irsn.fr, mais il est difficile de faire le tri entre toutes les données et de les interpréter. J'ai donc préféré poser une question sur le site, à laquelle un expert a répondu très rapidement, ce que j'ai apprécié.”* La réponse a été jugée en adéquation avec ses attentes. L'internaute considère l'Institut comme une source fiable et objective.



Julien Pommier, chargé du suivi des rejets de centrales marines à l'IRSN.

Suivre les rejets des centrales marines

Au delà de ses obligations réglementaires de surveillance radiologique aux abords de ses sites nucléaires, EDF fait réaliser chaque année un suivi radioécologique des milieux proches de ces sites. Depuis 1991, l'IRSN est chargé par EDF de ce suivi radioécologique pour les quatre centrales nucléaires françaises implantées sur la façade maritime de la Manche (Flamanville, Paluel et Penly) et de la mer du Nord (Gravelines). Les niveaux d'activité en radionucléides dans les sédiments, algues, crustacés et poissons échantillonnés sont comparés avec ceux des années antérieures. *“La force de ces études est de disposer d'une série de données sur plus de vingt ans. Ces données mettent en évidence la baisse des niveaux d'activité en radionucléides artificiels émetteurs gamma au sein des matrices échantillonnées, en concordance avec la réduction des rejets d'effluents liquides des centrales nucléaires françaises depuis le début des années 1990”,* explique Julien Pommier, chargé de ce suivi à l'IRSN. Les données récoltées alimentent la rédaction de rapports annuels remis à EDF, ainsi qu'une importante base de données scientifiques de l'IRSN.

En quête d'une meilleure finesse

Recherche. Seul un logiciel validé sera utilisable pour une expertise reconnue en cas de C'est pourquoi les radioécologistes n'ont de cesse d'affiner et de compléter leurs modèles

Certains programmes de recherche visent à affiner des modèles de dispersion des radionucléides. D'autres étudient une question précise, comme la mobilité des radionucléides dans les sédiments. Tous affichent le même objectif : ajouter sa pierre à l'édifice, qui permettra, à partir d'un rejet chronique ou accidentel connu, d'évaluer une dose et donc un impact écologique et sanitaire.

Le programme Disver (pour "dispersion verticale") est une illustration des recherches menées. "Nous travaillons sur la dispersion des radionucléides dans la Manche et la mer du Nord juste après un rejet. Le trajet de ces éléments sur le long terme est déjà bien connu", explique Pascal Bailly du Bois, responsable du programme au laboratoire de radioécologie de Cherbourg-Octeville (Manche) de l'IRSN.

Affiner les modèles

Des campagnes de prélèvement ont été réalisées, avec le recueil d'échantillons toutes les 30 secondes sur dix hauteurs d'eau, soit 1200 échantillons à l'heure. "Cela nous permettra de connaître la dispersion des radionucléides dans les trois dimensions de l'espace : non seu-

lement horizontalement mais aussi en tenant compte de la profondeur de la mer." Des modèles de simulation de la dispersion sont développés par l'Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (Ifremer). Une fois validés par les mesures de radionucléides, ils pourront servir, en cas de rejet accidentel, à prédire le trajet des radionucléides ou, à l'inverse, à localiser la source d'une pollution. "Nous travaillons également à faciliter l'utilisation de ces modèles par tout opérateur du centre technique de crise de l'Institut", poursuit le chercheur.

Autre exemple, le programme Clara 2 qui vient de s'achever, auquel a contribué Hervé Thébaud, océanographe du laboratoire de La Seyne-sur-Mer (Var) de l'IRSN. "Clara est un outil de gestion des conséquences d'un accident majeur de navire transportant des matières dangereuses. Il est destiné aux autorités pour anticiper les mouvements de polluants et mesurer leurs conséquences pour l'homme et l'environnement sur la côte." Les partenaires sont nombreux : l'École des mines d'Alès (Gard), le Centre de documentation de recherche et d'expérimentations sur les pollutions accidentelles des eaux

(Cedre), l'Institut national de l'environnement industriel et des risques (Ineris), Météo France, EADS, l'université de Marseille (Bouches-du-Rhône)... "L'Ifremer a modélisé la dispersion de 70 substances dangereuses fréquemment transportées en Méditerranée, comme le méthacrylate de méthyle utilisé pour la production de matière plastique, le xylène – un solvant issu du pétrole – ou encore le styrène, qui sert à fabriquer le polystyrène."

Aider à la prise de décision

Ce travail de deux années a permis de dresser une carte des zones sensibles, incluant les zones de baignade, de pêche et les zones écologiques remarquables, attribuant à chacune un code couleur (bleu, vert, jaune, orange, rouge) reflétant sa fragilité. Elle aidera à la prise de décision en cas d'accident majeur, comme celle de remorquer un bateau naufragé hors d'une zone sensible. Cette base de données a d'ailleurs été demandée par le préfet de la zone de défense et de sécurité Sud.

Les radioécologistes du laboratoire de La Seyne-sur-Mer essaient également d'anticiper en améliorant leurs connaissances de divers phénomènes.



Pascal Bailly du Bois/IRSN

Le laboratoire de radioécologie de Cherbourg-Octeville (Manche) compte 14 ingénieurs et techniciens et accueille 3 à 4 thésards ou post-doctorants.

Des polluants dans le merlu de Méditerranée

Comment les contaminants s'accumulent-ils le long de la chaîne alimentaire, du phytoplancton au merlu, en passant par le zooplancton, les crustacés et les petits poissons ? C'est la question à laquelle a répondu le programme Merlumed. Quatre familles de contaminants, choisies pour leurs propriétés différentes, ont été suivies à la trace : les PCB¹, utilisés autrefois dans l'industrie électrique et désormais interdits, mais persistants dans les milieux ; les PBDE², que l'on trouve dans tous les produits ignifugés ; le mercure, qui peut être d'origine naturelle ou provenir des retombées de l'incinération du bois ou des déchets ménagers ;

prédictive

pollution radioactive.
hydrodynamiques.

Par exemple, grâce au projet Extrema, ils étudient les conséquences d'épisodes climatiques extrêmes – plus fréquents ces dernières années – sur les courants et les sédiments des zones côtières. *“Plus de 50 cm de sédiments contenant des radionucléides issus notamment des centrales et de l'usine de retraitement des combustibles de Marcoule comme le césium 137, le cobalt 60, le plutonium ou d'autres actinides, se déposent chaque année au niveau de l'embouchure du Rhône, explique la chercheuse Sabine Charmasson. Or, une partie de ce stock peut être remis en suspension par une crue massive ou une tempête et être redistribué dans le golfe du Lion, qui est une zone de pêche majeure.”* ■



Vue microscopique de larves d'huîtres de cinq jours.

Satmar

La sensibilité radioécologique de la rade de Toulon au crible

Quelles seraient les conséquences d'une contamination radiologique dans la rade de Toulon (Var)? Telle est la question à laquelle les experts de l'IRSN ont répondu, fournissant ainsi aux autorités un support d'aide à la décision. Dans la pratique, le travail repose sur le croisement de deux types de données. D'une part, la dispersion des radionucléides dans la rade, obtenue à partir d'un modèle de simulation des courants majeurs générés par le vent; ce modèle est développé en relation avec l'Ifremer. D'autre part, les zones les plus sensibles du point de vue écologique (zones côtières classées ou zones de reproduction) et économique (zones de pêche ou touristiques). Ce croisement a permis d'établir des cartes de vulnérabilité des zones marines vis-à-vis d'un rejet identifié. En pratique, un code couleur classe de bleu à rouge des zones côtières incluant à la fois la mer (site pêche, plongée, etc.) et les côtes (plages, zone touristique). Cet outil permettra de guider la stratégie d'échantillonnage ainsi que d'évaluation et de gestion des risques en cas de contamination radiologique accidentelle dans la rade. ■



Michel Gouillou/Ifremer

Les scientifiques étudient la dispersion des radionucléides dans la rade de Toulon.

Échange larves contre enquête

Satmar, société atlantique de mariculture spécialisée dans l'écloserie et la nurserie de mollusques, connaît depuis 2011 une surmortalité de ses jeunes larves d'huîtres. *“Dans le cadre d'un partenariat, nous fournissons au laboratoire de radioécologie de Cherbourg-Octeville de l'IRSN des larves et ce qui est nécessaire pour réaliser des tests de contamination chronique, explique Blandine Diss, responsable scientifique de la société manchoise, située à quelques kilomètres du laboratoire de l'IRSN. En échange, l'Institut a montré, grâce à ses modèles, que des particules contenant des virus auraient pu parcourir en 2010 les 10 km qui séparent notre élevage d'une zone ostréicole, en raison d'un changement des vents dominants. Les experts doivent aussi tester la possible écotoxicité d'un géotextile¹ mis en place entre 2010 et 2011 pour maintenir l'enrochement près de la zone de pompage de l'eau qui alimente nos bassins.”*

1. Tissu synthétique.

et enfin, le césium 137, issu des retombées atmosphériques des essais nucléaires et de l'accident de Tchernobyl ainsi que des effluents des installations nucléaires.

“Nous avons échantillonné chaque maillon de la chaîne alimentaire du merlu à différentes saisons, sur trois ans, explique Capucine Mellon, chercheuse à l'Ifremer qui a piloté le projet. Nous voulions identifier le rôle de l'alimentation, mais aussi voir l'influence de ces polluants sur des paramètres comme la croissance ou la reproduction. Cela a représenté 20 campagnes en mer, sur six sites, à des profondeurs de 30 à 400 mètres, soit 500 à 1000 échantillons pour chaque famille de contaminants.”

Ces données confirmeront la présence des quatre types de contaminants dans le merlu du golfe du Lion, absorbés par son alimentation, et leur accumulation dans son organisme.

“Nous avons également montré que le devenir du contaminant dépend de ses propriétés physico-chimiques. Par exemple, les PCB et PBDE se fixent sur les lipides. Or les œufs sont riches en lipides. Chaque fois qu'une femelle pond, elle se décontamine. Les mâles, eux, concentrent la pollution toute leur vie.” Quid des radioéléments? Réponse avec Sabine Charmasson, océanographe du laboratoire de La Seyne-sur-Mer de l'IRSN, où ont été réalisées plus de 400 mesures de contamination en césium. *“Ce travail a démontré que les concentrations augmentent le long de la chaîne trophique. Elles sont faibles dans le plancton, un peu plus importantes dans les petits poissons et encore plus importantes dans les muscles du merlu. Des résultats qui vont être très utiles pour analyser la pollution marine consécutive à Fukushima, puisqu'il s'agit aussi de césium 137.”* ■

1. Polychlorobiphényles, qui sont des dérivés chimiques chlorés.
2. Polybromodiphényléthers, produits chimiques bromés utilisés pour ignifuger.

Répondre aux questions d'une municipalité avant travaux

Expertise. Existe-t-il un risque radiologique pour les travailleurs et les amateurs de fruits de mer à draguer les sédiments du port de La Rochelle ? Réponse avec l'IRSN.

Inquiétudes à La Rochelle (Charente-Maritime) : l'agrandissement prévu du port de plaisance suppose de draguer un million de tonnes de sédiments du port actuel, de les transporter et de les relarguer en mer. Or, de l'autre côté du port, une usine Rhodia produit depuis des années des terres rares à partir de minerais enrichis en thorium. La radioactivité naturelle des éléments extraits et concentrés par cette entreprise (on parle de radioactivité naturelle renforcée) fait rapidement naître un doute quant à l'éventuelle contamination des sédiments. Mi-2009, l'IRSN se voit confier par la municipalité la mission d'estimer l'impact de ces opérations pour les travailleurs en charge du dragage, les promeneurs, mais aussi le public consommant des produits de la mer de la région.

Évaluer les conséquences dosimétriques

"Nous avons été sollicités pour qualifier le niveau de radioactivité des sédiments et l'impact dosimétrique des opérations de dragage", résume Dominique Boust, chef du laboratoire de radioécologie de Cherbourg-Octeville



Les experts mesurent l'impact radioécologique du dragage de sédiments.

Laurent MIGNAUX/WEDDYL

duits de la mer ? La première interrogation trouve vite réponse : le niveau de radioactivité des sédiments est normal, lié à la radioactivité naturellement présente. Répondre à la seconde question prend plus de temps. "Nous avons mené un travail de radioécologie sur les rejets de sédiments dragués en mer : l'évaluation de la contamination des matières en suspension et de l'eau, et, par voie de conséquence, des espèces consommées. Nous avons

(Manche) de l'IRSN, qui a piloté cette mission. Dans la pratique, ce sont deux rapports que l'IRSN rendra, car les phases préalables d'échantillonnage et les mesures ont été confiées par la Ville à deux sociétés tierces. "Nous avons dû rendre un premier rapport de validation de la méthodologie retenue par ces sociétés avant de pouvoir nous atteler au second, à savoir l'expertise des mesures réalisées."

Ce deuxième rapport, rendu début 2010, répondait à deux questions. Les niveaux de radioactivité sont-ils significativement supérieurs à la normale ? Quel serait l'impact dosimétrique d'un dragage et d'un relargage en mer des sédiments sur les travailleurs, les promeneurs et les consommateurs de pro-

fourni des concentrations en radionucléides dans les différentes espèces - mollusques, crustacés, poissons - consommées sur la zone." Ces données ont été croisées par le service d'expertise en radioprotection, avec les données de consommation locales pour calculer l'impact pour des consommateurs de produits locaux de la mer. L'exposition des travailleurs sur les navires de dragage a été également estimée. "Nos calculs montrent que l'impact est négligeable pour toutes les personnes potentiellement concernées", conclut Michel Chartier, expert en radioprotection à l'IRSN. Le résultat de cette expertise a permis de répondre aux interrogations des différentes populations concernées. ■

BIBLIOGRAPHIE

- **Bilan de l'état radiologique** français en 2009 sur <http://environnement.irsn.fr>, rubrique "Information sur la radioactivité de l'environnement en France", chapitre "État de la radioactivité dans l'environnement français" (bilans des années antérieures également en ligne sur cette même page).
- **Rapport de la Commission européenne** sur la contamination marine à la suite de Fukushima (en anglais) sur <https://webgate.ec.europa.eu/maritimeforum/content/2348>.

- **Rapport sur l'analyse de l'impact** de Fukushima en France sur www.irsn.fr, rubrique Expertise > Rapports d'expertise > Documents > Environnement.

POUR EN SAVOIR PLUS

- **Carte interactive** de surveillance de la radioactivité de l'IRSN sur <http://environnement.irsn.fr>.
- **Carte du réseau** national de mesures de la radioactivité de l'environnement sur www.mesure-radioactivite.fr/public, rubrique "La carte des mesures".

- **Laboratoire de radioécologie** de Cherbourg-Octeville de l'IRSN (LRC) et Laboratoire d'études radioécologiques du milieu continental et marin (LERCM) sur www.irsn.fr/radioeco

CONTACTS

- **Laboratoire de radioécologie** de Cherbourg-Octeville, tél. : 02 33 01 41 00
- **Laboratoire d'études radioécologiques** en milieu continental et marin de La Seyne-sur-Mer, tél. : 04 94 30 48 29

L'aptitude médicale pour des salariées enceintes exposées

La surveillance de salariées enceintes exposées aux rayonnements ionisants demande une attention particulière. Plusieurs acteurs sont concernés pour informer et conseiller sur les risques pour la femme et l'enfant à naître, identifier les problèmes d'aptitude médicale au poste de travail et établir les contre-indications.

• **TÉMOIGNAGE** Un médecin du travail • **DÉCRYPTAGE** Les acteurs concernés par la surveillance des femmes enceintes sur leur lieu de travail • **AVIS D'EXPERT** Un spécialiste de la radioprotection en santé au travail à l'IRSN.

TÉMOIGNAGE

“Accompagner la salariée enceinte exposée au cas par cas”

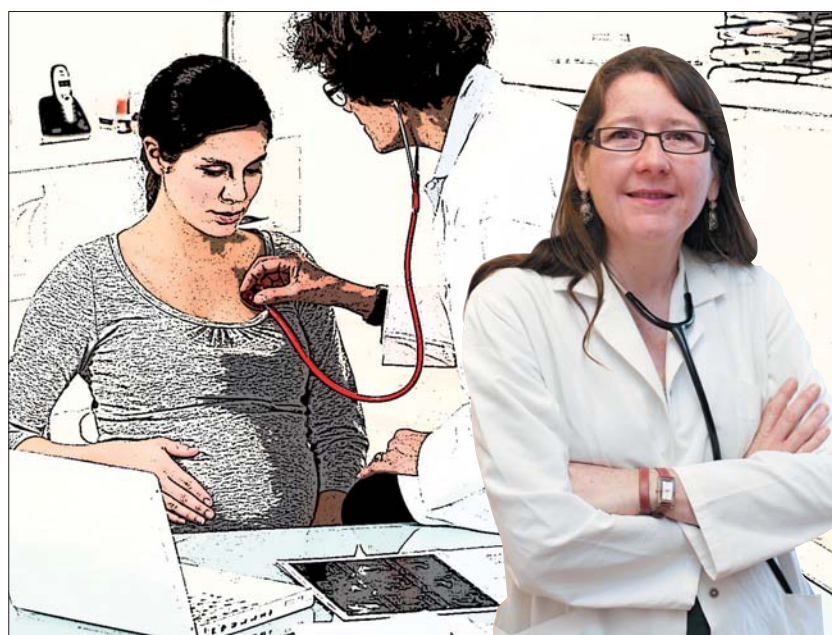
Aurélie Rousselet, médecin du travail dans un service interentreprises à Paris. Elle suit 2 800 travailleurs, dont plus de 400 sont exposés aux rayonnements ionisants. Ils exercent en installations nucléaires de base (INB), en cabinet radiologique, en cliniques vétérinaires et en cabinets dentaires.

“Depuis dix ans, j'assure le suivi médical des travailleurs exposés aux rayonnements ionisants. Les cas de femmes enceintes se sont succédé... sans se ressembler. La taille de l'entreprise, la nature du poste, la possibilité ou non d'utiliser un dosimètre opérationnel pendant la grossesse représentent

une multitude de facteurs qui influent sur la mise en œuvre de la réglementation. Il arrive que, en accord avec la réglementation, la salariée enceinte puisse être maintenue à son poste. Mais si celle-ci est très angoissée, le maintien au poste ne se passera pas bien. De même, si l'entreprise ne peut pas mettre de dosimètre opérationnel à disposition pour surveiller en temps réel l'exposition au fœtus, la prudence s'impose, et se traduit fréquemment par une exclusion du poste à risque.

Ouvrir le dialogue en amont

Dans la plupart des cas, un simple aménagement permet à la fois de respecter la réglementation et de satisfaire les personnes concernées. Il m'est, par exemple, arrivé d'exclure tout déplacement sur le terrain pour une ingénieure de bureau d'études. Pour une technicienne exposée, la solution a été trouvée en limitant les manipulations à risque, en augmentant la part de travail administratif et en renforçant les mesures de prévention comme le port d'une protection individuelle. Dans ce dernier cas, comme souvent, d'autres risques ont été pris en compte dans la réflexion comme l'exposition à des solvants et à des rayonnements électromagnétiques. J'insiste sur l'importance d'ouvrir le dialogue en amont. Quand je vois en visite médicale une jeune travailleuse exposée, j'aborde le sujet d'une grossesse éventuelle. Je lui explique l'importance de m'en parler le plus tôt possible et lui laisse une brochure¹. Mais il faut aussi engager le dialogue avec l'employeur. Pour que, le jour où un cas se présente, les décisions soient plus faciles et rapides à prendre. Pour le bien-être de la salariée... et de l'enfant à naître.” ■



Auremar/Fotolia

Frédérique Hughes/IRSN

1. Brochure “Grossesse et rayonnements ionisants au travail. Parlons-en”, téléchargeable sur www.carsat-normandie.fr/esp/pdf/depliant_grossesse.pdf

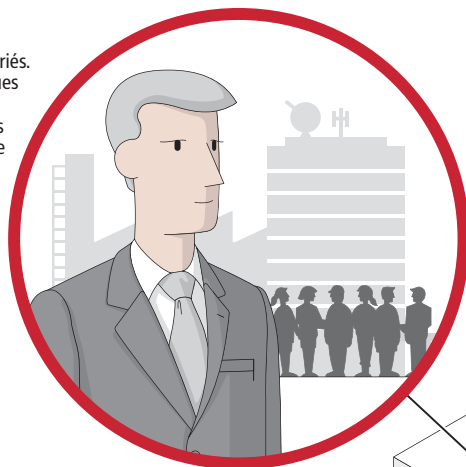
DÉCRYPTAGE

Salariée enceinte exposée : des respo

Travailleuse concernée, employeur, personne compétente en radioprotection, médecin traitant, gynécologue, chacun a un rôle à jouer dans la protection de la

L'employeur

est responsable de la santé et de la sécurité de ses salariés. Il doit faire évaluer les risques de chaque poste de travail. Indépendamment des doses et périodiquement à chaque changement d'appareil, de techniques, de protocoles ou après un incident.



Dans l'entreprise



Hors entreprise

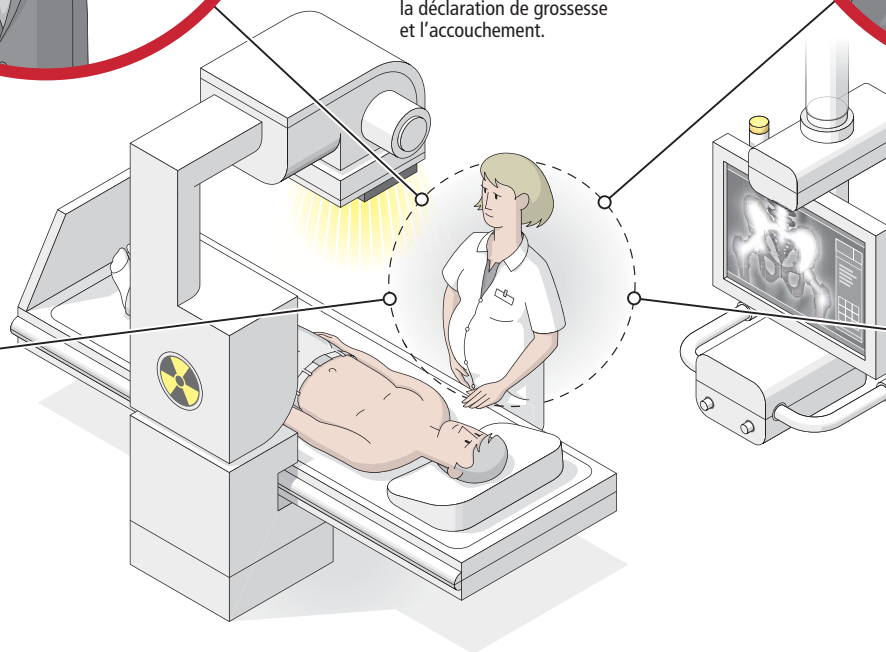
La salariée enceinte

est tenue de déclarer sa grossesse à son médecin du travail dès lors qu'elle est confirmée. Le plus tôt possible. L'enfant à naître doit recevoir moins de 1 mSv de dose efficace entre la déclaration de grossesse et l'accouchement.



La personne compétente en radioprotection (PCR)

évalue les risques des postes de travail, sous la responsabilité de l'employeur.



Réglementation

Le **Code du travail**, (articles D. 4152-5 et R. 4451-45) considère l'enfant à naître comme une personne du public et impose donc que les conditions de travail de la femme enceinte, après sa déclaration de grossesse, soient telles que la dose supplémentaire qu'il risque de recevoir pendant le reste de la grossesse soit aussi faible que raisonnablement possible et ne dépasse pas 1 mSv. Les femmes enceintes ne peuvent pas être affectées à des travaux qui requièrent un classement en catégorie A.

Histoire

- 1966.** Instauration des principes de radioprotection et des premières valeurs limites d'exposition (décret n° 66-450).
- 1967.** Fondement des dispositions réglementaires relatives à la protection des travailleurs exposés (décret n° 67-228).
- 1968.** Définition des principes de la dosimétrie individuelle de routine (arrêté du 19 avril 1968).
- 1986.** Application des dispositions aux travailleurs indépendants.
- 2005.** Mise en service par l'IRSN de Siseri, système d'information de la surveillance des expositions aux rayonnements ionisants.

L'exposition des travailleurs en chiffres

- En France, plus de **330 000 travailleurs** sont susceptibles d'être exposés à des sources de rayonnement ionisant sur leur lieu de travail, dont 45 % de femmes.
- **95,8 % des travailleurs surveillés** reçoivent une dose inférieure à 1 mSv/an (limite réglementaire pour le public), dont les 4/5 une dose inférieure au seuil de détection des dosimètres; 3,7 %, une dose annuelle comprise entre 1 et 6 mSv; et 0,5 %, une dose annuelle comprise entre 6 et 20 mSv.

Source: rapport de l'IRSN "La radioprotection des travailleurs. Exposition professionnelle aux rayonnements ionisants en France : bilan 2010".

Inséparables partagées

médecin du travail,
mère et du fœtus.



Le médecin du travail informe et conseille la salariée et l'employeur sur les risques pour l'enfant à naître, identifie les problèmes d'aptitude médicale au poste de travail pour la salariée enceinte et établit les contre-indications ou restrictions d'aptitude.

Le médecin traitant ou le gynécologue peut prescrire, si besoin, un arrêt de travail à la femme enceinte.



Jean-Pierre Copitel/IRSN

“ Déclarer la grossesse le plus tôt possible ”

AVIS D'EXPERT

Dr Jean-Michel Canalès, spécialiste de la radioprotection en santé au travail à l'IRSN.



“ Il est primordial que la salariée enceinte déclare au plus tôt sa grossesse”, insiste le Dr Jean-Michel Canalès. C'est dans les premières semaines de grossesse que les risques de malformation liés aux rayonnements ionisants sont le plus élevés. “Plus précisément, il existe des risques de malformation d'organes jusqu'à la 8^e semaine de grossesse, puis des risques de retard mental entre 8 et 15 semaines. Ils surviennent à des niveaux d'exposition élevés, autour de 100 mSv¹ au fœtus. L'exposition in utero aux rayonnements ionisants est également susceptible d'augmenter les risques de cancer chez le nouveau né au cours de sa vie”, développe-t-il. Il est donc essentiel de sensibiliser les femmes en âge de procréer. “D'autant qu'on assiste à une féminisation des emplois dans des secteurs exposés, comme le domaine médical, souligne l'expert. Je pense aussi aux étudiantes en recherche universitaire, où l'évaluation des risques est plus complexe que dans l'industrie, ou aux jeunes internes en médecine qui travaillent quelques mois au bloc sans rencontrer de médecin du travail.” Ces messages, Jean-Michel Canalès et ses collègues de l'Institut ne cessent de les faire passer lors des formations en radioprotection qu'ils animent, notamment pour les médecins du travail. Des sessions alimentées par l'expertise de l'Institut, qui suit depuis 2005 les travailleurs exposés aux rayonnements ionisants en France. ■

1. Millisievert.

Hervé Bouilly - Source : IRSN

■ Pour aller plus loin

Siseri : siseri.irsn.fr

FAQ grossesse : www.irsn.fr, rubrique Professionnels de santé > FAQ grossesse et exposition aux rayonnements ionisants

Fiche d'information “Grossesse et exposition aux rayonnements ionisants” : www.irsn.fr, rubrique Professionnels de santé > Radioprotection des travailleurs

Formations IRSN en radioprotection pour les médecins du travail : www.irsn.fr, rubrique Professionnels de santé > Formations > En radioprotection pour les médecins du travail



L'élus et le scientifique s'entendent sur la nécessité de la multidisciplinarité pour faire évoluer l'épidémiologie.

Les études épidémiologiques peuvent-elles répondre

Les études épidémiologiques autour des centrales sont censées répondre. Regards croisés d'un élu de la Drôme, département fortement

À RETENIR

- **L'épidémiologie** doit s'associer à d'autres domaines scientifiques comme la toxicologie et la génomique.
- **L'absence de registre national** des cas de cancer en France limite les possibilités d'épidémiologie environnementale à l'échelle du pays.
- **L'épidémiologie** doit prendre en compte les effets synergiques de toutes sortes de polluants à faibles doses.
- **Le financement** d'une étude émanant d'une commission locale d'information dépend essentiellement des subventions des collectivités locales.

Repères : Quelle est l'utilité des études épidémiologiques environnementales ?

Dominique Laurier : L'intérêt est pédagogique et sociétal. Ces études répondent à un questionnement de la population plus qu'à un besoin de connaissance scientifique. Les gens ont envie de connaître la fréquence d'apparition des cancers là où ils habitent.

Gérard Chaumontet : Mon expérience d'élus me rend plus nuancé. La population autour du site du Tricastin [Drôme] a intégré la présence d'équipements qui sont source d'emploi. Il n'y a pas d'interrogations ni de craintes au quotidien. L'étude sanitaire¹, cofinancée par le conseil général de la Drôme et l'ASN² et réalisée par l'ORS³, a répondu à une démarche des pouvoirs publics, et non à une demande de nos concitoyens. Les Français n'ont pas cette culture du risque environnemental, comme au Royaume-Uni ou en Scandinavie. La distribution laborieuse des pastilles d'iode en est l'illustration.

D. L. : Le côté rassurant des études menées sur le Tricastin ou sur l'une des 18 autres centrales nucléaires françaises participe sans doute à ce détachement, puisque aucune corrélation avec le cancer n'avait été faite... jusqu'à récemment. Une étude française,

menée par l'Inserm⁴ et l'IRSN, publiée en janvier, corrobore des résultats allemands observant une augmentation des cas de leucémie infantile près de certains sites, bien que cette étude ne permette pas de mettre en cause l'exposition aux rayonnements ionisants.

G. C. : C'est lors d'événements "externes" très médiatisés, tels cette publication ou l'accident de Fukushima, que les émotions apparaissent. La population se tourne alors vers les élus et les scientifiques en quête d'informations.

Le "manque d'intérêt" est-il lié à une information insuffisante ?

G. C. : Nous essayons de communiquer au maximum autour des études et des actions en cours, mais les retours sont faibles. Les réunions publiques ne déplacent pas les foules. C'est difficile pour les élus et les associations environnementales, qui sont parfois obligés de créer des coups médiatiques pour que l'information diffuse.

D. L. : Les enjeux ne sont pas les mêmes pour l'IRSN, qui privilégie la validation par les pairs, et donc les publications. Nous souhaitons aussi répondre aux questions des citoyens et des médias grâce à nos relations avec l'Anccli⁵ et les CLI⁶. Pour éviter de créer le doute, les informations proposées au grand public sont pondérées et débarrassées des aspects trop techniques. Mais le but reste de livrer les constats sans rien cacher, quelle que soit la part d'incertitude qu'ils comportent.

G. C. : Visibilité et crédibilité passent également par la case politique. Impliquer des élus et des membres de CLI, en leur permettant par exemple d'assister à des inspections sur site, renforce leur image à l'égard des organismes publics comme l'ASN et l'IRSN. Faire les choses au grand jour démontre qu'il n'y a pas de connivence et que tout n'est pas "bidouillé d'avance".

D. L. : Toujours dans une démarche de transparence, un document d'informa-

“ La multiplication des initiatives locales, coordonnées par l'Anccli, permettrait d'obtenir un instantané des cas de cancer en France autour des sites nucléaires. ”

Gérard Chaumontet,

enseignant de formation et vice-président du conseil général de la Drôme depuis 1990, suit notamment les sujets touchant à l'économie, l'emploi et l'innovation.



giques environnementales e aux interrogations sociétales ?

répondre aux questions de la société. Y parviennent-elles ? nucléarisé, et d'un scientifique épidémiologiste de l'Institut.

tion, réalisé par l'IRSN avec l'Ancli et l'INVS⁷, présente ce que l'on peut attendre concrètement d'études épidémiologiques autour des installations nucléaires... et leurs limites, notamment en ce qui concerne la causalité des cas de cancer recensés.

Quels sont les freins au développement de l'épidémiologie environnementale en France ?

D.L. : En premier lieu, les moyens et outils de notre politique de santé publique. Lancer des études à grande échelle, indispensables pour obtenir des données satisfaisantes, nécessite de posséder des registres des cancers nationaux. Hormis la leucémie infantile, pour laquelle un registre est ouvert depuis 1990, un enregistrement systématique des cancers survenant en France n'existe pas. Un système multi-source⁸ de surveillance sanitaire est en cours d'installation, mais sa fiabilité à grande échelle reste à démontrer.

G.C. : Le financement est un autre obstacle. Si l'étude émane d'une CLI, il lui appartient de trouver le budget, ce qui est problématique. Certaines de ces commissions sont associatives et fonctionnent grâce aux subventions des collectivités locales, avec participation éventuelle de l'ASN.

D.L. : Les rares initiatives régionales présentent de surcroît une limite. Elles sont cantonnées à un contexte local. À défaut d'études nationales, il est important de travailler sur l'approche multi-site⁹, pour vérifier si une observation est spécifique d'une zone ou se retrouve autour de plusieurs installations.

G.C. : Maintenant qu'elle est bien structurée, l'Ancli devrait fédérer le processus. La CLI de chaque site lancerait son étude, mais en s'appuyant sur des méthodologies communes, de façon que l'ensemble des données recueillies puissent être comparées. Un suivi à intervalles réguliers, tous les 8-10 ans par exemple, permettrait de surveiller

les évolutions dans le temps.

D.L. : L'étude sur la leucémie infantile est un bon exemple, puisque plusieurs analyses ont déjà été effectuées sur l'incidence enregistrée en France depuis 1990 et que seule la 5^e publication, sur le suivi 2002-2007, a décelé une augmentation des cas à proximité des centrales, qui ne semble cependant pas présenter de lien avec l'exposition aux rayonnements ionisants.

Par quelles évolutions doit passer l'épidémiologie pour se rapprocher des attentes sociétales ?

D.L. : L'épidémiologie peut soulever des facteurs environnementaux et pousser vers certaines hypothèses. Pour aller plus loin, elle doit s'associer à d'autres domaines scientifiques, en particulier la toxicologie et la génomique, pour rechercher les biomarqueurs d'exposition ou d'effets précoces. La recherche des risques associés à une exposition environnementale va se transformer dans les décennies à venir. C'est l'objet de l'association européenne Melodi, que l'IRSN a contribué à fonder en 2010.

G.C. : L'avenir de l'épidémiologie passe par la multidisciplinarité et la Drôme œuvre en ce sens avec un projet de pôle de toxicologie environnementale et d'écotoxicologie, sans équivalent en Europe. Les effets combinés et cumulatifs de toute sorte de stress à très faibles doses pourront ainsi être étudiés et les résultats mis à disposition des scientifiques et des citoyens. ■

1. Sur les cancers autour du site du Tricastin.
2. Autorité de sûreté nucléaire.
3. Observatoire régional de santé.
4. Institut national de la santé et de la recherche médicale.
5. Association nationale des comités et commissions locales d'information.
6. Commissions locales d'information.
7. Institut de veille sanitaire.
8. Base nationale de données, développée par l'INVS, regroupant les cas de cancer.
9. Plusieurs sites sont étudiés et comparés.



“ Monter une étude épidémiologique demande de reconstituer la question initiale. Celle-ci étant généralement : “Y a-t-il plus de cancers autour de la centrale ?” ”

Dominique Laurier, docteur en épidémiologie, travaille depuis 16 ans sur les rayonnements ionisants au laboratoire d'épidémiologie de l'IRSN, dont il a pris la direction en 2008.

Pour en savoir plus :

- Rapport « Santé publique à proximité des installations nucléaires : comment aborder les questions posées » : www.irsn.fr
- Note d'analyse sur la publication Inserm-IRSN sur les leucémies chez l'enfant autour des centrales françaises: www.irsn.fr/leucemie
- Étude sur les cancers autour du Tricastin : www.ladrome.fr

L'Institut s'implique dans les nouvelles gouvernances des projets européens

R&D. En quelques années, l'Institut passe de partenaire de projets de recherche européens à concepteur de programme, renforçant la prise en compte de ses orientations scientifiques dans les programmes européens.

Après la participation aux projets européens, puis leur coordination, la position de l'Institut a évolué. Aujourd'hui, il s'engage en amont dans les projets européens, pour prendre part aux décisions stratégiques", se réjouit Édouard Scott de Martinville, directeur délégué aux relations internationales de l'IRSN. Fort de la compétence de ses experts, l'Institut s'est forgé une place de choix dans les plates-formes technologiques européennes qui engagent les industriels aux côtés des chercheurs. "Une position importante quand on sait le crédit que la Commission européenne leur accorde, basant ses décisions de financement de projet sur les conclusions de leurs travaux", précise-t-il.

Gagner en crédibilité

L'IRSN coordonne depuis longtemps des projets dans ses spécialités : accidents graves, études probabilistes, épidémiologie, dosimétrie, radioécologie ; ce rôle de leader a établi sa crédibilité. Depuis quelques années, la gouvernance des projets européens évoluant,

l'IRSN a transformé ses participations pour remonter vers l'amont des décisions.

L'implication progressive de l'IRSN dans SNETP¹ illustre bien cette évolution. Quand cette plate-forme technologique européenne pour une énergie nucléaire durable a été lancée en 2007, "il nous a fallu insister pour participer à la définition de l'orientation générale puis à l'élaboration de l'agenda stratégique de recherche, l'initiative étant surtout portée par les industriels", se souvient Giovanni Bruna, directeur scientifique à l'IRSN. Petit à petit, l'Institut a élargi son influence. La plate-forme s'est agrandie, comptant aujourd'hui près d'une centaine de partenaires. "Nous avons participé aux huit groupes de travail. J'ai coordonné l'un d'eux, sur les réacteurs de 2^e et 3^e générations. Un long travail d'assemblage et d'harmonisation des positions des partenaires."

De la coordination au pilotage

Après le travail effectué sur les réacteurs de générations 2 et 3, l'étape sui-

vante a été de lancer des actions concrètes au travers de Nugenia². Les statuts de cette association ont été déposés fin 2011, avec pour objectif de faciliter la création et le suivi de projets de recherche pour les réacteurs de générations 2 et 3. "Le processus de création de projet développé via Nugenia est mis en œuvre via son site web", explique Karim Ben Ouaghrem, chargé des relations internationales à l'IRSN et l'un des secrétaires techniques de Nugenia. Cette association rassemble déjà plus d'une cinquantaine de partenaires, industriels, centres de recherche, organismes techniques de sûreté (TSO) et autorités de sûreté. Ces évolutions ont développé la dimension stratégique de SNETP et Nugenia, dont les membres définissent maintenant l'orientation des programmes de recherche européens.

Édouard Scott de Martinville participe à la gestion opérationnelle en tant que membre du comité exécutif tandis que Giovanni Bruna représente l'Institut à l'assemblée générale. Ce dernier pilote aussi l'un des sept thèmes de tra-



En France, des recherches sont menées sur le stockage profond des déchets.

Futur réseau européen d'expertise sur le

Réseau durable pour une expertise technique indépendante sur le stockage géologique des déchets radioactifs, Sitex⁶ est le fruit d'un appel d'offres de la Commission européenne. Elle souhaitait ainsi associer des autorités de sûreté et des organismes techniques de sûreté (TSO) pour aller vers une meilleure harmonisation de l'expertise sur le sujet. "Quand nous avons eu connaissance de cet appel d'offres, début 2011, nous avons sauté sur l'occasion de nous impliquer au niveau européen dans ce domaine",

confie Christine Brun-Yaba, scientifique en charge des relations européennes à l'IRSN. C'est son collègue, Christophe Serres, qui prend les rênes de la coordination. "Il a fallu rassembler les partenaires autour du projet, partager le travail, établir la feuille de route et un calendrier", développe-t-il. En avril 2011, les partenaires valident le rapport de réponse à l'appel d'offres avant de le soumettre à la Commission. Quelques semaines plus tard, le projet est accepté. "Il a alors fallu se mettre d'accord

velles éens

vail, l'harmonisation des pratiques, tout comme Jean-Pierre Van Dorsselaere, dans les accidents graves, en qualité de coordonnateur de Sarnet³, réseau sur les accidents graves.

L'IRSN s'est impliqué en radioprotection de façon semblable. Au sein du réseau Doremi⁴ sur les effets des faibles doses, l'IRSN a piloté deux des six groupes de travail: celui sur les effets non cancérigènes et celui sur le développement de la plate-forme Melodi⁵. La création de cette association, présidée par Jacques Repussard, directeur général de l'Institut, a concrétisé le développement de la plate-forme technologique de recherche du même nom, et confère à l'IRSN une position stratégique dans la définition de programmes européens de recherche en radioprotection.

Ces positionnements en amont de la définition des projets européens permettent à l'IRSN de s'adapter aux nouvelles gouvernances et de participer à l'orientation de la recherche tout en favorisant le développement des projets dans ses domaines d'expertise. ■

1. Sustainable Nuclear Energy Technology Platform.
2. Nuclear Generation II & III Association.
3. Severe Accident Research Network of excellence.
4. Integrating Low Dose Research.
5. Multidisciplinary European Low Dose Initiative.

s déchets radioactifs

sur le budget, ce qui n'est pas le plus simple", convient le scientifique devenu négociateur. Aujourd'hui, le projet est lancé avec pour objectif de "poser les bases d'un futur réseau européen d'expertise sur la sûreté des stockages de déchets radioactifs", confie-t-il. Jusqu'à fin 2013, des travaux techniques entre partenaires et la mise en place d'un dialogue avec la société civile sont programmés. Quinze organismes techniques de sûreté, autorités de sûreté et spécialistes d'ouverture à la société sont dans les rangs. ■

6. Sustainable network for Independent Technical Expertise for radioactive waste disposal.

Des exigences nationales à celles de l'Europe

Évaluations complémentaires de sûreté. Après avoir évalué la sûreté de son parc nucléaire, chaque pays européen a soumis les rapports d'évaluation de ses centrales à l'œil averti des autorités de sûreté et des TSO⁷ des autres États membres.

Fukushima a ébranlé les certitudes en matière de résistance aux agressions naturelles et nécessité de nouvelles évaluations de sûreté. Le 23 mars 2011, le Premier ministre, François Fillon, a demandé à l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) la réalisation d'un audit de la sûreté des installations nucléaires françaises. Cela a abouti à la remise par leurs exploitants respectifs de rapports rédigés dans le cadre d'évaluations complémentaires de sûreté (ECS) et expertisés par l'IRSN à l'automne 2011. En parallèle, lors de sa réunion des 24 et 25 mars 2011, le Conseil européen a demandé aux États membres de présenter les résultats de tests de résistance (*stress tests*) menés sur leurs centrales nucléaires pour le 1^{er} janvier 2012. "Deux démarches tout à fait similaires", reconnaît Philippe Jamet, commissaire de l'ASN et président du comité européen chargé de piloter la revue par les pairs des *stress tests*.

Revue croisée entre pairs

Le 3 janvier, le rapport de l'ASN présentant les résultats des *stress tests* français est remis à la Commission européenne. Il s'ajoute aux 17 rapports: 15 en provenance des pays européens nucléarisés, dont la France, et deux de voisins, l'Ukraine et la Suisse. Une revue croisée entre pairs, c'est-à-dire un exercice d'évaluation du travail de chacune des autorités de sûreté européennes par les autres, a alors commencé.

Au programme des semaines suivantes: lecture et évaluation des rapports, audition orale de chaque auto-

rité nationale et visite des centrales nucléaires des États membres. Emmanuel Raimond, spécialiste des accidents graves à l'IRSN, est intervenu avec deux casquettes: "en tant qu'auditeur sur les dispositions de gestion d'un accident, et en qualité de membre de la délégation française lors de l'audition de la France par des experts d'autres pays d'Europe".

Avril sonnera l'heure de la présentation par le comité européen chargé de la revue par les pairs de son rapport de conclusion à l'ENSREG (European Nuclear Safety Regulators Group). Cette structure européenne regroupant les autorités de sûreté nationales devra approuver, ou non, ce travail, au plus tard le 25 avril, et le remettre à la Commission européenne.

Et ensuite? Réponse avec Philippe Jamet: "Cette évaluation post-Fukushima sera l'un des éléments sur la base desquels la Commission proposera au Conseil européen un certain nombre d'initiatives dans les domaines de la sûreté et de la sécurité." À suivre fin juin... ■



Emmanuel Raimond, spécialiste des accidents graves à l'IRSN.



Philippe Jamet, commissaire de l'ASN.

TÉLEX

- **Du civil au militaire.** Après avoir contribué en 2011 à l'évaluation complémentaire de sûreté des 79 installations prioritaires du civil, l'IRSN est engagé dans l'analyse des études menées par les exploitants des installations nucléaires françaises du secteur de la défense.

7. Organismes techniques de sûreté.

Ensemble expertisons vos risques industriels



Stéphanie Clavelle/IRSN

Incendie, explosion, dispersion atmosphérique...

des situations complexes pour vous, industriels exploitant d'installations classées pour la protection de l'environnement concernées par les directives SEVESO. L'IRSN vous propose de réaliser la tierce expertise de l'étude de danger de votre installation pour répondre aux exigences réglementaires. Il peut aussi vous accompagner techniquement pour la

réalisation de votre étude et étudier les scénarios accidentels de votre installation. L'équipe dédiée trouvera alors des solutions adaptées à votre site et à votre activité. Chaque mission est menée avec rigueur technique, adéquation aux sujets traités et respect des échéances. L'Institut met à votre disposition son expertise en matière d'analyse des risques, ses méthodes approuvées et ses outils de modélisation. Faites-vous accompagner par l'IRSN.

IRSN

INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

*Enhancing Nuclear Safety**

**Renseignez-vous
dès maintenant**

Tél. : 01 58 35 83 65

E-mail : prestations@irsn.fr
Site : www.irsn.fr, rubrique Prestations
et formations > Prestations >
Installations nucléaires et industrielles