

Reperes

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

N°18
juillet 2013

RADON

La Franche-Comté
s'attaque au risque

TRANSPORT

Faire agréer un colis de
matières radioactives

Surveillance alimentaire

Protéger le
consommateur

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

La gouvernance du très long terme



Comment ramener les enjeux appréhendés sur des décennies à des étapes sur une plus courte échéance ? L'ouvrage *Regards croisés sur la gouvernance du très long terme* répond à cette interrogation. Il propose des pistes de réflexion sur cinq thématiques, dont la gestion des déchets nucléaires. Il met en perspective les points de vue des différents acteurs : les experts, les élus locaux et les représentants institutionnels et associatifs. Ce livre a fait appel à de nombreux contributeurs : IRSN, Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM), Centre national d'études spatiales (Cnes), Institut national de l'environnement industriel et des risques (Ineris), Muséum national d'histoire naturelle et Mutadis. Il est publié aux éditions de La Documentation française, au prix de 15 euros.

www.ladocumentationfrancaise.fr
tél. : 01 40 15 70 10



Le contrôle des eaux embouteillées

Comment sont traqués les radioéléments dans les eaux minérales naturelles et de source mises en bouteille ? Une vidéo en ligne explique de façon pédagogique les techniques de mesure réalisées à l'IRSN. Durant quatre minutes, elle montre les phases successives d'analyse de la présence ou non de la radioactivité. Des témoignages présentent les différents types de radionucléides recherchés. Ce film est disponible sur le site Internet de l'Institut.

www.irsn.fr/video-eaux



Pour une évaluation de sûreté harmonisée en Europe

Quatre guides décrivant les meilleures pratiques à appliquer dans le domaine de l'évaluation de la sûreté nucléaire ont été édités par le réseau européen Etsos. Ce dernier a pour objectif le partage, la mutualisation et l'harmonisation des pratiques entre les organismes d'expertise européens, les TSO. Un document décrit la méthode générale employée. Trois guides techniques traitent des évaluations portant sur les accidents graves, les facteurs humains et organisationnels et les événements et précurseurs. Les premiers utilisateurs sont les experts des TSO. Ils sont aussi utiles aux autorités et aux institutions internationales.

www.etsos.eu



La chimie de l'iode dans le circuit primaire

Entre autres sujets, Aktis consacre son dossier de juillet-septembre 2013 à l'étude du comportement de l'iode dans un réacteur en cas d'accident grave. Cet élément est le principal facteur d'exposition des personnes à court terme.

Trimestriel d'informations scientifiques de l'IRSN, Aktis présente les principaux résultats de sa recherche.

Chaque numéro est disponible au format HTML ou PDF.

www.irsn.fr/aktis/



Sommaire

En couverture : La surveillance de la chaîne alimentaire passe aussi par la connaissance des habitudes de consommation de produits locaux.
Crédit photo : Olivier Brosseau/METL-MEDDE

INTÉRÊT PUBLIC

Radon. La Franche-Comté s'attaque au risque | 09

EN PRATIQUE

Matières radioactives. Faire agréer un modèle de colis | 17

DÉBAT

Le radon, enjeu de santé publique, peut-il être un marché pour le bâtiment ? | 20

STRATÉGIE

Mieux connaître les coûts d'un accident nucléaire | 22
Débat national sur la transition énergétique | 23

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

Dossier Retours d'expérience en sûreté

TEMPS FORTS

Améliorer la sûreté des laboratoires et usines • Statistiques européennes des travailleurs exposés • Mieux protéger les sources radioactives contre la malveillance • La radioactivité d'un site cartographié en temps réel • Un programme européen de prévention sur les risques des rayonnements | 04

FAITS & PERSPECTIVES

Fukushima poursuit la décontamination et la surveillance des populations | 06



DOSSIER Surveillance alimentaire

10 **Protéger le consommateur**

Amaud Bouissou/METL-MEDDE/IRSN

Édito

Contribuer à la protection des consommateurs

Le dossier de ce numéro est consacré à la surveillance de la qualité radiologique de la chaîne alimentaire à laquelle l'IRSN participe. Il en décrit les différents dispositifs. Le suivi est réalisé pour "traquer" les radionucléides dans les aliments et les eaux de boisson. Si en situation courante, il s'agit de vérifier l'absence de risque pour les consommateurs, par contre, en cas d'accident nucléaire, le niveau de contamination des produits pourrait avoir des conséquences sanitaires. La qualité radiologique d'une denrée est donc réglementée seulement pour des contextes postaccidentels même si son contrôle fait l'objet d'un plan de veille permanente. D'où l'importance pour les experts d'acquérir des connaissances en continu pour être capable – si un accident avec rejets survenait – de protéger les consommateurs.

Jérôme Joly, directeur général adjoint en radioprotection à l'IRSN.



Olivier Seignette/Mikaël Lafontan/IRSN

Pour dialoguer avec

un expert de l'IRSN :
reperes@irsn.fr

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

Travailleurs exposés

Des statistiques à l'échelle européenne

Trois ans, c'est le temps donné à l'IRSN pour construire une plateforme réunissant l'ensemble des statistiques européennes concernant les travailleurs exposés aux rayonnements ionisants. Plusieurs types d'informations seront recueillis, comme le nombre de professionnels concernés et la dose moyenne reçue par an et par secteur d'activité.

La Commission européenne est à l'origine de ce projet et le finance. Ce dernier s'inscrit dans la continuité de l'initiative Esorex¹, lancée il y a quinze ans. *"L'idée est de rassembler les statistiques nationales des expositions professionnelles, aujourd'hui dispersées et hétérogènes, de les comparer et de les suivre, explique Pascale Scanff, spécialiste du suivi et de l'analyse des expositions professionnelles à l'Institut. L'objectif est de les rendre accessibles à tous."*

Concrètement, à terme, les organismes responsables des registres nationaux de surveillance des travailleurs exposés – en France, l'IRSN – verseront leurs statistiques annuelles sur un site Internet dédié, selon une matrice commune. *"Ils décriront la méthodologie du suivi dosimétrique mise en œuvre dans leur pays",* ajoute Pascale Scanff.

1. European Study for Occupational Radiation Exposure.

I En chiffre...

1482

demandes d'exécution de transport de matières nucléaires ont été traitées par l'IRSN en 2012.

Source : IRSN.

Le nouveau bâtiment construit par l'Institut Laue-Langevin (Grenoble, Isère), à la suite des évaluations complémentaires de sûreté. Il abritera la gestion de l'eau lourde et un poste de commandement de secours.



ILL/Serge Claisse

Usines, réacteurs expérimentaux et laboratoires

Renforcer la sûreté face aux agressions extrêmes

Les évaluations complémentaires de sûreté (ECS) conduites après l'accident de Fukushima ont permis d'identifier des améliorations à apporter aux usines, aux réacteurs expérimentaux et aux laboratoires nucléaires pour résister à des situations extrêmes.

"Dans nos usines de retraitement, d'enrichissement de l'uranium, de fabrication de combustibles ou d'assemblages – comprenant du plutonium recyclé –, des dispositions sont prises pour être mieux à même de prévenir et de gérer un accident grave survenant sur plusieurs installations, indique Jean Riou, inspecteur général de la sûreté chez Areva. Ceci pour un niveau d'agression naturelle externe au-delà de celui pris en compte dans leur dimensionnement. Nous allons créer de nouveaux centres de crise, plus performants que ceux existants, sur chacun de nos sites. Une force d'intervention nationale d'Areva sera aussi mise en place. Elle sera capable, dans les 48 heures, de renforcer les moyens du site impacté."

Le CEA¹ et l'Institut Laue-Langevin² ont également identifié des améliorations à apporter à leurs installations.

Les ECS ont permis d'expertiser le comportement des installations françaises à des aléas extrêmes – inondations, séismes... En septembre 2011, les exploitants ont remis une première série d'orientations. Quinze sites

étaient concernés. Leur examen par l'IRSN a abouti à des recommandations complémentaires. Une seconde série de rapports a été transmise mi-2012. Elle a fait l'objet d'une instruction par l'Institut, avec des conclusions présentées en avril 2013.

L'Institut a estimé que les propositions de "noyaux durs"³ ont pour objectif d'accroître le niveau de résistance des installations, en cas d'agression naturelle extrême ou de pertes de fonctions vitales sur une longue durée pouvant conduire à des rejets majeurs dans l'environnement. Ces dispositifs doivent être ponctuellement renforcés, par exemple pour prendre en compte des inétanchéités des piscines, des scénarios d'incendie multiple, des moyens de limiter le relâchement de matière.

Quant aux équipements, ils doivent répondre à des exigences élevées pour garantir leur capacité à assurer leurs fonctions face à des agressions extrêmes. Les aléas retenus par l'Institut pour ceux-ci doivent être justifiés, sur la base d'une approche scientifique, et aller de façon significative au-delà des référentiels de dimensionnement initial des installations. ■

1. Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives.
2. Centre de recherche en sciences et technologies neutroniques, situé à Grenoble (Isère).
3. Dispositif de sûreté comprenant un ensemble de moyens matériels et humains pour résister aux situations extrêmes.

Future réglementation

Mieux protéger les sources radioactives contre la malveillance

"Sécuriser la détention, le transport et l'utilisation des sources radioactives face aux risques de malveillance repose aujourd'hui, en France, sur l'initiative des professionnels", témoigne Richard Saenger, personne compétente en radioprotection chez Schlumberger, utilisateur de ce matériel pour la recherche pétrolière. Demain, une réglementation encadrera ces pratiques, comme en Grande-Bretagne ou aux États-Unis. L'objectif de la future loi est double : prévenir les tentatives de vol ou de sabotage, et le cas échéant, détecter rapidement un acte de malveillance et réagir tout aussi vite. "On redoute qu'une source soit volée et placée ou dispersée dans un endroit public, avec des risques d'exposition et de perturbation massives", confie David Ladsous, expert en sécu-



Une source de très haute activité conditionnée pour son transport.

rité des sources à l'IRSN. Les mesures de sécurité dépendent du degré de dangerosité des sources, classées par catégorie. Elles incitent par exemple à renforcer l'accès aux sources de radiothérapie en milieu médical ou à mettre sous cadenas les équipements de gammagraphie industrielle lors du transport sur un chantier. Une loi sera prochainement votée. ■

Nouveau dispositif

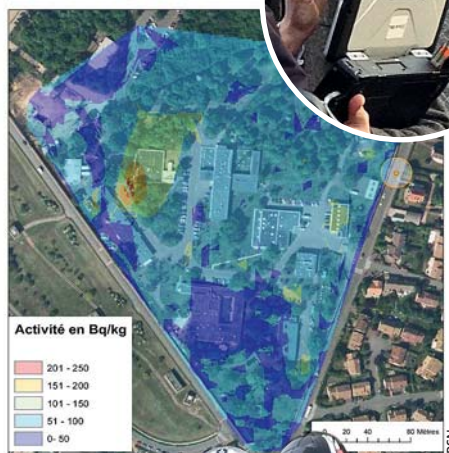
La radioactivité d'un site cartographié en temps réel

Marcassin¹ mérite bien son nom. Alerte, réactif et précis, ce nouveau dispositif de l'Institut réalise des cartographies radiologiques d'un site en temps réel. Il mesure l'activité de plusieurs radionucléides présents dans le sol. Mis en place sur un quad, il est composé d'un spectromètre gamma, d'un radiamètre et d'un GPS différentiel, le tout piloté par tablette tactile.

Marcassin peut être utilisé dans différents contextes : étude de sites pollués ou miniers, caractérisation lors de situations accidentelles (mesures de débits de dose et/ou d'activités surfaciques). Il a été testé en conditions réelles sur les sols contaminés de Fukushima. Cette innovation de l'Institut, protégée par trois brevets, complète les dispositifs de mesure des équipes, mobilisables en situation de crise. ■

1. Moyen autoporteur pour la réalisation de cartographies de sites contaminés.

Porté par un quad, le dispositif Marcassin mesure les radionucléides à l'échelle de parcelles.



Cartographie d'un site.



Eagle

Un programme européen de prévention des risques

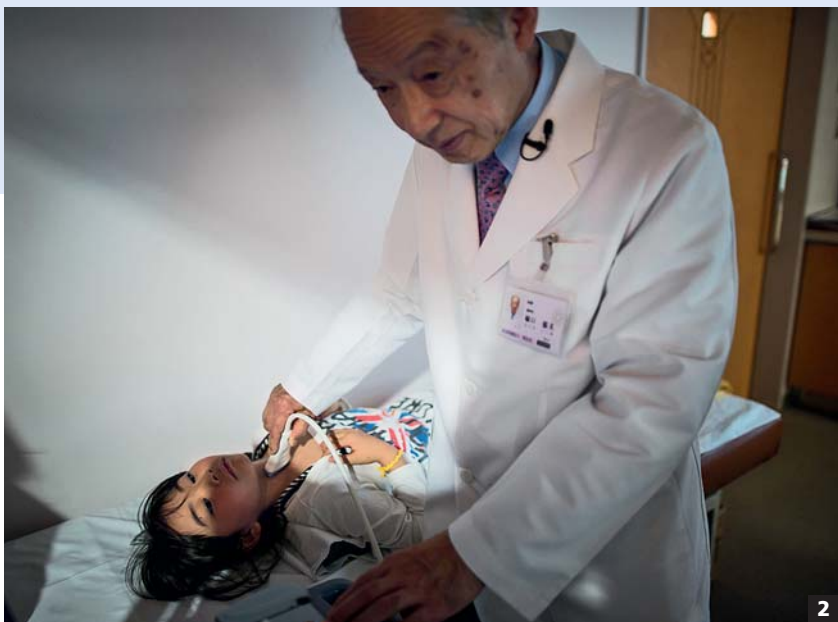
Sous l'acronyme animal Eagle¹ se cache un programme d'information et d'éducation du grand public sur les risques des rayonnements ionisants, à l'échelle de l'Union européenne. "Le citoyen est au centre de la réflexion sur le sujet, explique Geneviève Baumont, experte en gestion sociétale des risques à l'IRSN. Il est impliqué dans le développement d'une communication répondant à ses propres questionnements : impact sur la santé ou techniques de radioprotection."

Eagle est l'un des neuf projets de l'Institut retenus dans le cadre du 7^e programme-cadre pour la recherche et le développement technologique de l'Union européenne (PCRD). Lancé mi-2013 et prévu sur trois ans, son objectif est de partager les outils d'information et d'éducation développés dans les différents pays. Il tient compte de chaque culture et s'appuie sur les leçons de la mobilisation des citoyens japonais après Fukushima. Plusieurs chercheurs et des groupes intéressés européens se sont associés à ce projet : belges, polonais, hongrois, tchèques, roumains et français.

1. Enhancing educAtion, traininG and communication processes for informed behaviors and decision-making reLatEd to ionizing radiation risks (amélioration des processus d'éducation, de formation et de communication pour des comportements et des prises de décisions relatives à des risques de rayonnements ionisants).

Erratum

Une erreur s'est glissée dans le précédent numéro de Repères. Dans le témoignage de Dr Marie-Laure Vibert, paru en page 17, il fallait lire dans la dernière phrase de l'article : "...M'appuyant sur l'ensemble de ces résultats et sur les conclusions de l'Autorité de sûreté nucléaire, j'ai retenu l'absence d'exposition du salarié."



Poursuite de la décontamination la surveillance des populations à

Expertise. Deux ans après l'accident, les experts de l'IRSN donnent leur point de vue sur la situation des installations et sur les effets sanitaire et environnemental. Ils travaillent à partir de données publiées, de mesures sur le terrain et d'échanges avec la société civile nipponne.

Les opérations avancent rapidement. Tel est le bilan dressé par les experts de l'Institut, deux ans après la catastrophe de Fukushima, au regard du travail accompli par les Japonais : sûreté de la centrale, évaluation de la contamination des territoires, décontamination des villages et surveillance des populations exposées.

"Après avoir repris le contrôle de ses installations, l'exploitant Tepco fait face à trois enjeux", résume Thierry Charles, directeur général adjoint du pôle sûreté nucléaire à l'IRSN. Le premier consiste en l'évacuation des assemblages de combustibles usés entreposés dans les piscines des réacteurs n° 1 à 4. La priorité est donnée à la piscine n° 4, la plus chargée – environ 1500 assemblages – et la plus sensible, le réacteur n° 4 ayant été déchargé juste avant l'accident. "L'opération débutera fin 2013 et devrait durer un an", poursuit Thierry Charles.

Le second concerne le démantèlement du cœur dégradé des réacteurs n° 1 à 3 – il n'y a pas eu de fusion dans le quatrième. "Une dizaine d'années seront nécessaires pour comprendre leur état et concevoir l'intervention",

précise-t-il. Afin de limiter les rejets résiduels, la couverture du réacteur n° 1 a été réalisée et celle du n° 3 est en cours.

Le dernier concerne la gestion des eaux contaminées. "Chaque heure, il faut un peu moins de 10 m³ pour refroidir chaque réacteur. Début 2013, 280 000 m³ d'eau étaient stockés, soit l'équivalent d'une centaine de piscines olympiques. Tepco envisage des réservoirs supplémentaires et la construction d'une unité d'épuration, dans l'attente d'une solution définitive pour ces eaux."

Les experts de l'IRSN participent, aux côtés d'homologues japonais, américains, allemands..., au projet de l'Agence de l'énergie nucléaire (AEN) destiné à comprendre le déroulement de l'accident. Le but est de rassembler les données de ce scénario afin d'en tirer des enseignements pour augmenter la sûreté des installations face à des aléas extrêmes.

Un vaste programme de décontamination de la province de Fukushima a été mis en place : lessivage des murs et des toits des habitations, élagage des branches d'arbres situés près des mai-

sons, décapage sur 5 centimètres de la couche superficielle des sols... Se pose toutefois le problème des volumes de déchets générés : "Des 'big bags' de terre et des déchets végétaux contaminés s'entassent", illustre Jean-Christophe Gariel, chargé des questions environnementales à l'Institut.

La couleur du plumage

L'Agence de l'énergie atomique japonaise (Japan Atomic Energy Agency) a lancé deux campagnes de mesures auxquelles l'IRSN a participé. Il s'agit d'évaluer le niveau de contamination dans un rayon d'environ 100 kilomètres autour de la centrale. "La première a consisté à prélever des échantillons en des points espacés de 2 kilomètres et à mesurer leur radioactivité en laboratoire. Durant la seconde, des mesures directes de contamination par spectrométrie gamma in situ ont été effectuées au niveau des mêmes points", poursuit le spécialiste.

Le programme de recherche Freebird, lancé en 2011 par l'IRSN, est un des autres projets en cours. Il évaluera les effets de la radioactivité sur l'ADN, l'immunité, la couleur du plumage... d'oiseaux vivant dans les 100 kilomètres autour de la centrale accidentée. L'université de Fukushima, en collaboration avec l'Institut, va créer un centre de radioactivité environnementale. Celle de Tsukuba¹ va mener avec les équipes françaises une étude sur l'évo-



Jean-Marc Bonzom/IRSN

1. Réacteur n°4, janvier 2013: la connaissance de l'état des installations reste limitée malgré les moyens déployés. 2. Une campagne d'échographies de la thyroïde vise les 360 000 enfants présents dans la préfecture de Fukushima lors de l'accident. 3. Le projet Freebird étudie les effets des rayonnements chez les oiseaux jusqu'à 100 km autour de la centrale.

et de Fukushima

lution du stock de césium dans les forêts contaminées.

En s'appuyant sur les nombreuses données publiées par les instituts japonais et le ministère de l'Éducation, de la Culture, des Sports, de la Science et de la Technologie (Mext) au Japon, l'IRSN fait un travail de synthèse sur la contamination de l'environnement nippon : "Les rapports publiés, en français et en anglais, en mars 2012, juillet 2012 et juin 2013, sont très appréciés par les scientifiques japonais. Ceux-ci sont encore trop débordés pour analyser les milliers d'informations accumulées", précise Jean-Christophe Gariel.

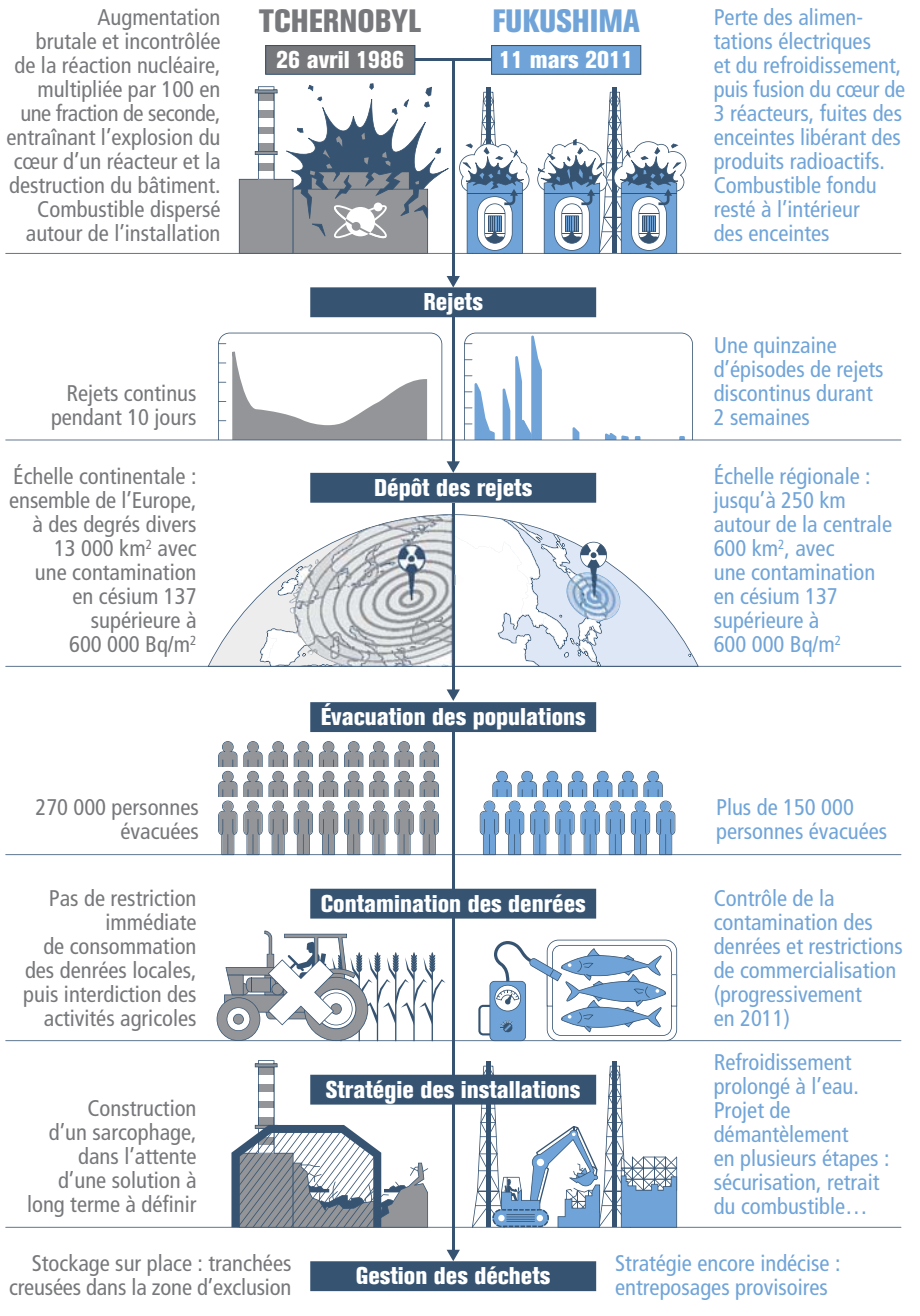
La pollution marine diminue

"En mer, après les rejets massifs d'avril à juin 2011, la décroissance de la radioactivité se poursuit plus lentement, précise Jean-Christophe Gariel. Les fuites diffuses de la centrale, l'apport d'eaux douces contaminées via l'effet du ruissellement sur le continent japonais et la remise en suspension de sédiments contaminés contribuent à la poursuite de la dégradation du milieu marin."

Du fait de l'important effet de brassage et de dilution de l'océan, les produits de la mer affichent maintenant des niveaux de contamination inférieurs aux 100 becquerels (Bq) par kilogramme définis par la réglementation du pays. Seuls quelques crustacés et poissons vivants dans les sédiments font exception. "À proximité de la centrale

Des répercussions postaccidentelles différentes entre Tchernobyl et Fukushima

L'impact sur les installations et les conséquences des rejets radioactifs dans l'air sont-ils identiques d'un accident à un autre ? Comparaison de deux catastrophes, toutes deux classées de niveau 7 sur l'échelle Ines¹.



Les conséquences de ces accidents majeurs : des territoires durablement contaminés, avec le bouleversement de la vie de nombreuses personnes.

1. International Nuclear Event Scale.

de Fukushima, certains peuvent présenter des niveaux allant jusqu'à plusieurs centaines de milliers de Bq par kilogramme, illustre l'expert. Un gigantesque filet va être posé pour éviter qu'ils ne retournent au large."

Les doses reçues par les Japonais les plus exposés seraient inférieures à

100 millisieverts (mSv)². Il n'est donc pas certain qu'un excès de risque de cancers puisse être décelé dans quelques années. Quatre études épidémiologiques nipponnes sont en cours pour rassurer les habitants et pour mieux connaître les effets des faibles doses. Une évaluation de la dose ●●●

●●● externe reçue est menée auprès de 2 millions de personnes exposées, sous forme de questionnaire.

En parallèle, trois autres types de population sont suivis. Les enfants des 20 000 femmes enceintes ayant déclaré une grossesse entre le 1^{er} août 2010 et le 31 juillet 2011 sont observés ; ils le seront jusqu'à leur douzième anniversaire. 210 000 personnes évacuées sont suivies, grâce à un questionnaire et des examens cliniques et biologiques, afin de disposer d'un point de comparaison sur la fréquence des cancers, leucémies, troubles psychologiques. 360 000 enfants sont contrôlés régulièrement par échographie de la thyroïde et examens biologiques, pour déceler l'apparition des cancers.

Côté travailleurs du nucléaire, selon Tepco, six salariés ont reçu une dose cumulée supérieure à 250 mSv. "Aucun effet attribuable à une exposition aiguë n'a été observé à ce jour, précise Jean-René Jourdain, pharmacien radiobiologiste à l'IRSN. Leur suivi médical a été renforcé avec la mise en place d'une base de données et d'examen cliniques, biologiques et psychologiques en fonction de la dose reçue." Aucune information précise n'est disponible à ce jour pour les autres catégories de professionnels, tels les pompiers, policiers, personnes de la sécurité civile et employés municipaux.

Sur le terrain, l'expertise en radioprotection n'est pas la priorité des habi-

3 questions à... **Frédéric Coppin,**

chercheur à l'IRSN, spécialiste du cycle des radionucléides dans l'écosystème terrestre. Il est impliqué dans l'étude du comportement du césium 137 dans les forêts japonaises.

Pourquoi s'intéresser aux forêts ?

Dans la région de Fukushima, la forêt couvre 65% du territoire. Elle a reçu 65% de la contamination terrestre.

La pollution y est-elle homogène ?

Elle dépend du lieu et des essences. Les arbres à feuilles persistantes comme les cèdres ou les cyprès présentent des contaminations fortes sur les aiguilles. Dans les forêts d'espèces à feuilles caduques, en bourgeons en mars 2011, la couche superficielle couvrant le sol a été directement touchée.



Faut-il tout couper ?

Trois options sont envisageables. Couper tout, notamment les conifères où jusqu'à 60% du dépôt sont concentrés sur les arbres. Cela générerait beaucoup de déchets et un risque d'érosion des sols, avec un transfert accéléré des 40% de dépôt restant vers l'aval. Autres solutions : enlever seulement la litière ou attendre en limitant l'accès aux forêts. L'IRSN développe un logiciel de calcul de l'évolution dans le temps de la contamination en zone boisée, qui permettrait d'éclairer ce choix.

tants, comme en témoigne François Rollinger, chargé de l'ouverture à la société à l'IRSN qui est allé à la rencontre de la population japonaise. "Une grand-mère voudrait savoir si son petit-fils peut revenir la voir et comment convaincre sa fille de l'absence de danger. Des professeurs et parents s'alarment du manque d'exercice de leurs enfants. Ils veulent savoir quand ils pourront de nouveau aller à pied à l'école... C'est la réalité du terrain." Face à ces questions, les experts doivent faire preuve d'une grande écoute : en aidant cette grand-mère à mesurer son exposition grâce à un dosimètre, ils peuvent aussi apporter leur soutien dans la discussion avec sa fille. ■

Pour en savoir plus :

- **Comparaison entre Tchernobyl et Fukushima :** www.irsn.fr/fuku-tcherno
- **Fukushima, deux ans après :** www.irsn.fr/fuku-2ans/
- **Premières leçons de l'accident :** www.irsn.fr/fuku-lecons/

1. Ville universitaire récente située à environ 50 kilomètres au nord-est de Tokyo, dénommée City of Science and Nature.
2. En-deça de 100 mSv, les études épidémiologiques n'ont pas établi l'existence d'une relation entre dose et effet.

Jean-Marc Bortzom

AILLEURS De Tchernobyl à Fukushima : des attitudes différentes



Noël/Le bar Flore/IRSN

À Tchernobyl comme à Fukushima, les denrées les plus sensibles aux retombées étaient les légumes-feuilles, le lait, puis la viande.

"Nous sommes face aux mêmes inquiétudes des mères par rapport à leurs enfants, des jeunes filles qui savent qu'elles auront du mal à se marier car jugées 'contaminées', explique Jacques Lochar, radioprotectionniste et directeur du Centre d'étude sur l'évaluation de la protection dans le domaine nucléaire. Il travaille à l'amélioration des conditions de vie sur des territoires contaminés. Comme il a accompagné les Biélorusses, il met aujourd'hui ses compétences au service d'une société japonaise partagée entre peur, défiance et volonté de se réapproprier son destin. "Une méfiance similaire à celle rencontrée à Tchernobyl existe vis-à-vis des experts et des autorités. À la différence des Biélorusses, les Japonais se sont rapidement approprié l'information : Internet a permis de se faire une idée et de la partager via des réseaux citoyens. Les scientifiques japonais se sont mobilisés, comme ce physicien de l'université de Tokyo et de l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire [Cern]. Il a créé un dosimètre couplé à un GPS pour rassurer des mères qui s'inquiétaient de la dose reçue par leurs enfants sur le trajet de l'école." ■

La Franche-Comté s'attaque au risque radon

Initiative pluraliste. Une politique volontaire de prévention face au radon a été mise en place dans l'Est de la France. Les spécialistes du bâtiment et les professionnels de santé locaux travaillent à réduire sa concentration dans l'habitat et dans les lieux publics.

Comment améliorer la prise en charge du risque radon en intégrant à la gestion de la qualité de l'air intérieur ? La Franche-Comté a lancé en septembre 2011 une démarche pluraliste pour y répondre. "L'objectif est de sensibiliser les particuliers au problème et d'améliorer sa prise en charge par les acteurs locaux : élus, collectivités, professionnels du bâtiment et de santé..." explique Marc Tirole, vice-président du Pays de Montbéliard agglomération (Doubs). Cette initiative est soutenue par l'Agence régionale de santé, Atmo Franche-Comté et l'IRSN. Des experts de l'Institut ont tenu des réunions informatives et ont animé des formations destinées aux professionnels intervenant dans les milieux collectifs et privés, principalement des spécialistes du bâtiment.

"Les premières mesures radiologiques menées dans des établissements recevant du public ont porté sur 57 écoles, précise l'élu. Trois actions correctives – par exemple, l'amélioration des systèmes de ventilation – ont été menées pour un coût inférieur à 15 000 euros." La détection s'étend progressivement à d'autres structures, comme les crèches, les administrations...

Un dosimètre à domicile

Côté particuliers, la priorité est donnée aux actions de sensibilisation. Les études initiées par les communes sont effectuées dans des habitations témoins, chez des volontaires acceptant cette démarche. Elles recommandent de ventiler en cas d'activité volumique due au radon supérieure à 300 becquerels par mètre cube d'air.

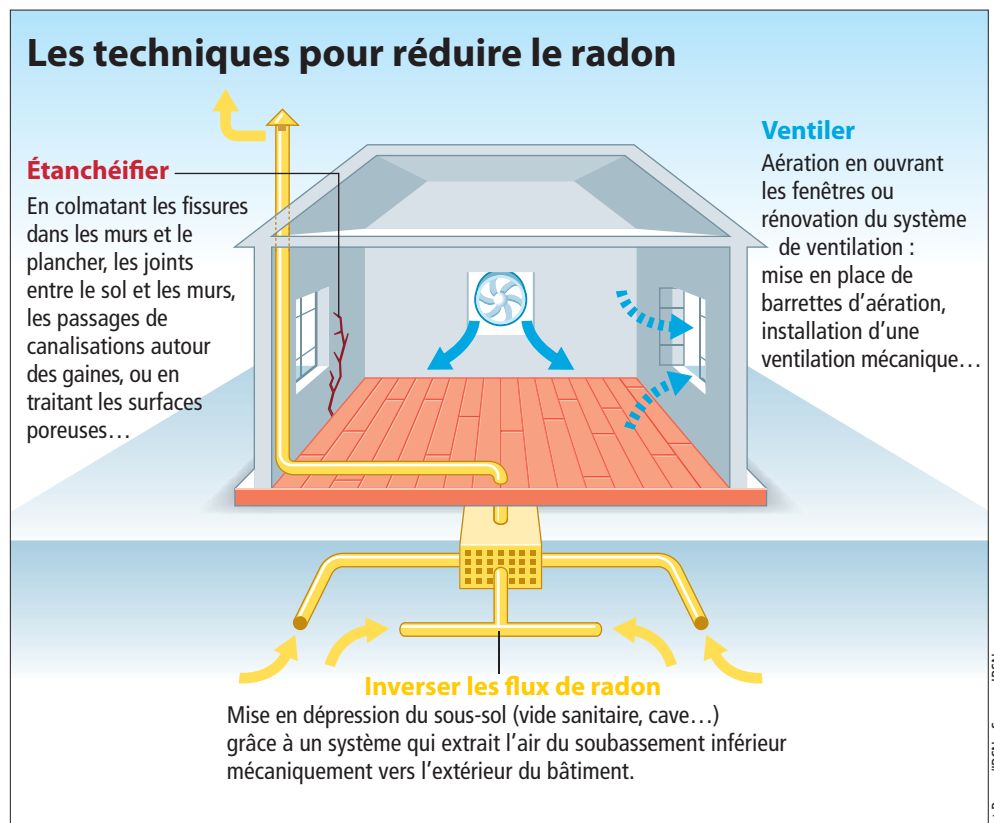
Le Réseau d'allergologie de Franche-Comté (RAFT) propose une gestion du radon intégrée à la mesure des polluants de l'air intérieur. "Ce gaz n'est pas allergène, mais le RAFT par-

ticipe à la démarche pluraliste dans une volonté de prise en charge globale des problématiques de santé, explique Jean-Marc Rame, allergologue et coordonateur du réseau. Des logements de patients allergiques sont audités par notre conseillère médicale en environnement intérieur. Cette dernière fait un diagnostic du logement. Elle donne des recommandations personnalisées afin d'améliorer la qualité de l'air intérieur. Depuis fin 2012, elle pose des dosimètres passifs, placés dans les endroits les plus appropriés de l'habitation. Les particuliers ne les refusent jamais."

Les données issues de la centaine d'appareils posés annuellement seront intégrées à la cartographie du risque radon dans la région.

Mobiliser les acteurs locaux permet d'agir sur le long terme. Cette opération favorise l'amélioration de la qualité de l'air intérieur. Les premiers résultats en Franche-Comté le confirment: "À la suite d'un diagnostic porté par un professionnel formé, une intervention de type 'amélioration de la ventilation' suffit généralement à normaliser la situation", assure Marc Tirole. Il insiste sur le coût minime de cette opération: "De quelques dizaines à quelques milliers d'euros".

Et, puisque "maîtriser un problème facilite sa résolution", des formations sur le risque radon ont été intégrées au programme de plusieurs cursus universitaires franc-comtois, du génie civil au master développement durable. ■



La surveillance des aliments et des eaux potables vise à protéger le consommateur vis-à-vis du risque radiologique. En réalisant le suivi de l'environnement, l'Institut contribue à garantir la sécurité des denrées. L'acquisition et l'analyse de données permettront, en cas de rejets accidentels, de prendre des mesures de restriction.

Surveillance alimentaire

Protéger

le **consomma**



teur

Les prélèvements de denrées sont mesurés a posteriori en laboratoire.



Le lait, une des denrées les plus radiosensibles en cas d'accident, présente aujourd'hui en France une radioactivité principalement d'origine naturelle.

Boire le lait des vaches pâturant autour des centrales est-il vraiment sans danger en temps normal ? Et en cas d'accident nucléaire conduisant à des rejets ? Dans sa mission de surveillance de l'environnement, l'IRSN s'intéresse à la chaîne alimentaire pour répondre à ce type de questions et veiller à la radioprotection des consommateurs.

“En croisant les rejets des installations avec des données sur la situation agricole et météorologique locale – direction du vent, productions agricoles en place... –, les ingénieurs évaluent l'exposition des populations, dont celle liée à l'alimentation, rapporte Marie Simon-Cornu, chargée de la modélisation pour l'expertise environnementale à l'IRSN. Les codes de calcul utilisés modélisent par exemple le dépôt sur l'herbe des radionucléides puis leur transfert chez la vache et dans le lait.”

La plateforme Symbiose, développée par l'IRSN en cofinancement avec EDF, consiste à simuler ces déplacements de radionucléides dans l'écosystème, jusqu'à l'impact dosimétrique sur l'homme. *“Il est possible de la paramétrer au plus près de la réalité de terrain, par exemple en personnalisant les régimes alimentaires”,* précise-t-elle. *“Ces données sont apportées par les enquêtes alimentaires menées depuis 2004 autour des sites nucléaires, précise Vanessa Parache, ingénieure de recherche en radioprotection chargée de ces enquêtes à l'IRSN. Elles visent à mieux connaître les habitudes des riverains, notamment en termes de produits locaux : légumes et fruits du potager, denrées achetées sur les marchés ou directement chez les agriculteurs, produits issus de la chasse, de la pêche ou de la cueillette...”* En cas d'accident avec rejets, ces données permettent d'évaluer la contamination potentielle de l'assiette du consommateur et d'agir en conséquence, en interdisant par exemple la consommation de produits locaux. *“La qualité radiologique des denrées est réglementée uniquement* ●●●

●●● pour des contextes postaccidentels de type Tchernobyl ou Fukushima, souligne Thomas Boissieux, ingénieur en radioécologie et en surveillance de l'environnement à l'Institut. *Son suivi est essentiel pour protéger les populations des contaminations potentielles en s'assurant que la qualité radiologique des aliments est satisfaisante d'un point de vue sanitaire et pour informer le public vis-à-vis de ce risque.* Il est important de préciser que les normes – niveaux

maximum admissibles – qui seraient utilisées en cas d'accident pour réguler la mise sur le marché des denrées alimentaires sont des limites réglementaires concernant la commercialisation et en aucun cas des normes sanitaires.

Quoi prélever, où et quand

En parallèle des contrôles effectués par les exploitants, la surveillance de l'environnement mise en œuvre par l'IRSN se décline en trois échelles. *“Localement, c'est-à-dire dans un rayon com-*

pris entre 0 et 10 kilomètres des installations nucléaires de base (INB), des produits exposés à des sources potentielles de pollutions radioactives et susceptibles d'être contaminés sont analysés de façon récurrente, décrit Thomas Boissieux. *Sur le plan régional, des études spécifiques, sous forme de constats radiologiques par exemple, sont réalisées. Au niveau national, elle vise à cartographier le taux moyen de contamination.”*

À chaque échelle, un plan d'échantillonnage est établi. Il définit la nature, le lieu et la fréquence des prélèvements. *“Les produits sélectionnés sont à la fois de bons capteurs d'éléments radioactifs et représentatifs de la consommation des Français, comme les légumes-feuilles et le lait. Des indicateurs biologiques – herbes, algues... – et des sédiments sont aussi analysés pour une meilleure connaissance de l'état radiologique de l'environnement”,* précise-t-il.

Ce travail de vigilance est organisé en partenariat avec d'autres acteurs : la Direction générale de l'alimentation (DGAL) intervient pour les denrées d'origine animale – lait, viande, gibier, poisson... – et la Direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes (DGCCRF) pour celles qui sont d'origine végétale – légumes, fruits, champignons, vin... *“Nos agents de terrain effectuent les prélèvements selon les modalités proposées par l'IRSN et validées par nos administrations respectives”,* témoigne David Brouque, chargé de la gestion de la qualité radiologique des aliments à la DGAL, et Dominique Champiré, son homologue à la DGC-CRF.

Des analyses selon les régions

“Un réseau est chargé de l'évaluation du niveau radiologique des échantillons”, précise Dominique Champiré. Parmi eux, il existe les laboratoires départementaux d'analyses agréés par la DGAL pour les produits d'origine animale, et ceux agréés par la DGCCRF pour les produits d'origine végétale. Le laboratoire national de référence de l'IRSN anime ce réseau. *“Il organise des formations [sur la mise à jour des techniques d'analyses, par exemple] et des essais inter-laboratoires afin de maintenir le niveau de compétences des équipes,* souligne David Brouque. *Ces dernières restent*



Les enquêtes alimentaires sont menées depuis 2004 autour des sites nucléaires.

Arnaud Bouissou/METL-MEDDE

Quelles doses reçoivent les riverains des centrales ?

Les personnes qui habitent à proximité des centrales les plus importantes [Gravelines dans le Nord, Paluel en Seine-Maritime] reçoivent en moyenne de quelques microsieverts (μSv) à quelques dizaines de μSv par an, souligne Michel Chartier, expert en radioprotection du public à l'IRSN. Cette estimation représente 100 à 1000 fois moins que la limite de 1 mSv par an imposée par la réglementation à titre de prévention¹. Elle concerne toutes les voies de contamination confondues : alimentation, inhalation, exposition externe.² Cette dose est calculée par l'exploitant dans le cadre du dossier de demande d'autorisation de rejets et de prélèvements d'eau³ qu'il remet à l'Autorité de sûreté nucléaire. Ce dernier est élaboré avant la mise en service de l'installation ou avant toute modification, chimique ou radiologique des rejets. Lors de l'instruction de ces dossiers, l'Institut vérifie la dose évaluée par l'exploitant, en se fondant sur ses propres codes de calcul. Selon les sites, la part d'exposition liée à l'alimentation peut varier de 10 à 100 %. *“Pour les rejets liquides en mer ou en rivière, l'ingestion est la voie d'exposition prédominante”,* illustre Michel Chartier. Sur l'ensemble du territoire, un Français reçoit en moyenne 0,2 mSv/an, via les eaux de boisson et la nourriture, en grande partie d'origine naturelle. À titre de comparaison, il s'expose, dans le même temps, en tant que patient, à 1,3 mSv/an via les actes médicaux³ – radiographie, scanner...

1. Article R.1333-8 du Code de la santé publique fixant les limites maximales de doses reçues par le public du fait des activités nucléaires. Cette limite ne constitue pas un seuil d'effet sanitaire. En effet, les rayonnements d'origine naturelle sont le plus souvent supérieurs à cette valeur.

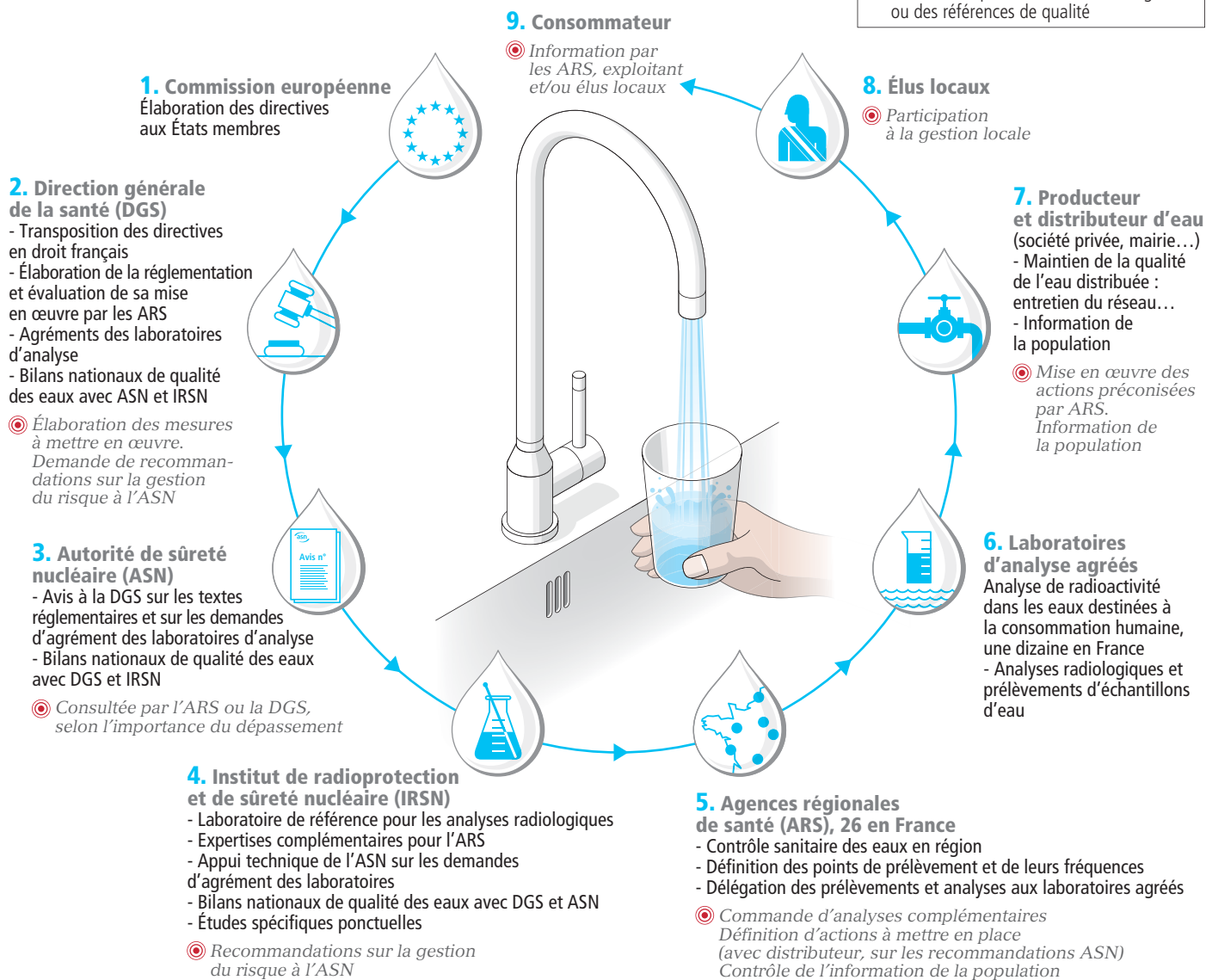
2. Autorisation délivrée par arrêté sans limitation de durée, révisable à tout moment.

3. Moyenne tirée du rapport Expri 2007.

La qualité radiologique des eaux potables sous contrôle

En France, l'eau du robinet est l'un des produits les plus surveillés. Plusieurs contributeurs ont un rôle à jouer. De la Commission européenne au consommateur, qui fait quoi ?

⊙ En cas de dépassement des valeurs guide ou des références de qualité



Henri Baillif/IRSN - Source: IRSN

facilement mobilisables en cas d'accident."

La surveillance de l'eau, inscrite dans un cadre réglementaire (voir schéma ci-dessus), s'organise différemment. "Orchestrée par la Direction générale de la santé [DGS] et mise en œuvre par les Agences régionales de santé [ARS], elle s'appuie sur l'Institut en tant qu'expert technique, rapporte Jeanne Loyer, spécialiste en métrologie des radionucléides à l'IRSN. Ce dernier contribue au processus d'agrément des laboratoires en évaluant les compétences analytiques." Il peut également être sollicité par la DGS pour des études ponctuelles,

comme ce fut le cas pour le bilan de la qualité radiologique de l'eau du robinet en France en 2008-2009.

Depuis 2008, l'Institut a choisi de faire évoluer sa stratégie de surveillance en y ajoutant progressivement les constats radiologiques régionaux. Ceux-ci établissent des bases de référence de la radioactivité par région à un instant donné. "Ils s'organisent autour de territoires définis par l'Institut et répondant aux spécificités régionales, détaille Thomas Boissieux. Ils peuvent porter sur un bassin versant fortement nucléarisé ou sur des périmètres particuliers

comme les zones de rémanence des retombées et des tirs aériens ou les anciens sites miniers d'uranium. Des prélèvements plus nombreux sur des denrées emblématiques de la région d'étude sont effectués. Les analyses sont plus poussées qu'en routine, avec des seuils de détection plus bas." Non seulement les résultats – quasiment toujours en dessous du seuil de détection – rassurent les riverains, mais ils fournissent un "point zéro" utile en cas d'accident. ■

1. L'IRSN envoie le même échantillon étalonné aux laboratoires agréés pour comparer les résultats et les valider.

Bien connaître les habitudes loc

Chinon et sa région. Étudier les productions et les habitudes alimentaires autour des centrales permet d'affiner l'évaluation de leur impact sanitaire. Les différents acteurs peuvent ainsi mieux préparer les actions à mener en cas de rejets. Aperçu en Indre-et-Loire.



Pour mesurer la radioactivité, les échantillons prélevés doivent être préparés. Ici, l'étape de broyage.

Informar les riverains de centrales en situation normale et rassembler un maximum de connaissances utiles en prévision d'une crise: tels sont les deux enjeux des actions de radioprotection organisées par l'IRSN, comme c'est le cas autour de la centrale de Chinon (Indre-et-Loire).

L'ingestion d'aliments contaminés, une des voies d'exposition à la radioactivité, est étudiée de près. Les populations locales ont vu leur paysage et leurs habitudes de consommation décortiqués par les experts de l'Institut. Ces informations sont importantes pour établir une évaluation précise de l'exposition des riverains. "La plateforme de modélisation Symbiose¹ a été testée sur cinq années de rejets de la centrale de Chinon, de 2004 à 2008, précise Christophe Murlon, ingénieur-chercheur spécialisé dans la

conception et l'utilisation d'outils de modélisation des transferts de polluants radioactifs dans l'environnement à l'IRSN. Un maximum de données de terrain a été intégré: occupation des sols dans un rayon de 5 kilomètres, débit journalier de la Loire, conditions météorologiques, habitudes alimentaires... Ce fut l'occasion d'évaluer la sensibilité de différents facteurs. Il s'avère que ceux liés aux comportements humains – consommation de produits locaux... – sont ceux qui influent le plus sur l'exposition à la radioactivité."

"Une enquête alimentaire autour de la centrale de Chinon a été menée cette même année [en 2008], en partenariat avec l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie [Ademe] et EDF, poursuit Vanessa Parache, ingénieure de recherche en radioprotection char-



L'autoconsommation d'aliments est prise en compte dans les enquêtes.

gée des enquêtes alimentaires à l'IRSN. Elle apporte des précisions sur les habitudes de consommation des riverains. Le but est de connaître la part d'autoconsommation en un sens plus large que celui habituellement étudié dans les enquêtes nationales. Les produits locaux achetés sur les marchés, directement chez les exploitants agricoles et les dons entre voisins et amis sont ajoutés à ceux du potager, verger et basse-cour", explique-t-elle. "Les résultats ont été pris en compte dans Symbiose, souligne Christophe Murlon. La consommation de légumes-fruits renseignée était supérieure d'un facteur 3 à la valeur moyenne préenregistrée."

Du lait, des asperges et du vin

Les analyses régulières effectuées à Chinon concernaient "la teneur en radionucléides mesurée chaque année sur des échantillons de lait, de blé et de salade", précise Thomas Boissieux, ingénieur en radioécologie et surveillance de l'environnement à l'IRSN. D'autres actions ponctuelles ont permis d'approfondir la connaissance du site. "Le constat radiologique Val-de-

ales de consommation

Loire, réalisé en 2009-2010, élargit par exemple le panel de denrées analysées, illustre Sylvie Roussel-Debet, ingénieure spécialisée en radioécologie terrestre à l'Institut. *L'accent a été mis sur des productions locales économiquement importantes : concombres, asperges, viande et vins par exemple.*"

Recueillir des informations de terrain, c'est avoir des données plus réalistes. *"Pour les niveaux de rejets 'normaux', les ordres de grandeur des résultats ne changent pas par rapport à des modèles plus anciens, confie Christophe Murlon. Ils ne prennent pas en compte de façon exhaustive la dynamique des transferts et les spécificités locales. Il nous semble plus crédible vis-à-vis de la société civile de présenter des données reflétant mieux la réalité du terrain, comme le permet Symbiose."*

Une information accessible à tous

Même son de cloche du côté des constats radiologiques : le niveau de contamination de produits du terroir, et pas seulement ceux du lait, du blé et de la salade, intéresse les habitants d'une région. *"Lors des réunions publiques organisées pour présenter les résultats, il est rappelé qu'il est impossible d'analyser tous les produits",* précise Sylvie Roussel-Debet. Ces rencontres sont l'occasion de répondre aux questions de manière pédagogique, les résultats d'analyse en becquerels par kilo n'évoquant pas grand-chose aux néophytes. *"Pour qu'un riverain de la centrale du Val-de-Loire atteigne la dose annuelle de 1 mSv [la limite réglementaire en France pour l'exposition du public en lien avec les activités nucléaires], il lui faudrait par exemple manger chaque jour 350 kilos de légumes ou boire 300 litres de lait produits à proximité des centrales",* illustre Sylvie Roussel-Debet.

Tout citoyen peut avoir accès aux conclusions des constats sur le site Internet de l'Institut, ainsi qu'aux résultats des analyses de routine sur celui du réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement. *"Le public apprécie d'avoir accès à des sources variées",* commente Véronique Leroyer, chargée des relations avec les commis-

sions locales d'information à l'IRSN.

En cas de crise, les connaissances accumulées en temps normal permettront d'organiser les actions à mettre en place pour protéger les populations une fois la phase d'urgence passée.

La doctrine élaborée dans le cadre du comité directeur pour la gestion de la phase postaccidentelle d'un accident nucléaire² (Codirpa) repose sur un zonage lié pour partie à la contamination des productions de la région. Sa vocation par rapport à l'alimentation est double : protéger les populations locales, en leur interdisant dans certaines zones l'autoconsommation, et limiter l'exposition de celles qui sont plus éloignées, en évitant la mise sur le marché de produits contaminés au-delà des niveaux maximaux admissibles³.

"Pour établir ce zonage, l'Institut a développé un outil spécifique, appelé Paz, détaille Anne-Christine Servant-Perrier, ingénieure agronome spécialiste du postaccident à l'IRSN. Il calcule des indicateurs postaccidentels qui sont comparés aux valeurs de référence recommandées par le Codirpa afin de délimiter le zonage prédictif. Il s'appuie sur Symbiose pour l'évaluation des transferts dans la chaîne alimentaire et l'exposition associée de la population, et sur les outils de crise pour la cartographie des dépôts."

Avec les instituts agricoles

D'autres pistes sont mises en place pour anticiper les actions à mener en situation de crise, comme le guide d'aide à la décision pour la gestion du milieu agricole en cas d'accident nucléaire. *"À la demande de l'Autorité de sûreté nucléaire [ASN] et de la Direction générale de l'alimentation [DGAL], l'IRSN a rédigé cet ouvrage en collaboration avec les instituts techniques agricoles des différentes filières: fruits et légumes, volailles, ruminants, céréales, vin...",* précise David Brouque, chargé de la gestion de la qualité radiologique des aliments à la DGAL. *Il présente, pour chaque filière, les principales voies de transmission – ingestion de fourrage contaminé par les vaches pour le lait, par exemple – et leur cinétique. Il détaille les actions pos-*

Des restrictions de consommation d'eau en Guyane

0,46 millisievert (mSv), c'était la dose annuelle totale indicative (DTI) mesurée dans l'eau d'une unité de distribution desservant environ 1 700 Guyanais par an, en 2008. Cette dose¹ était supérieure aux 0,3 mSv par an imposés par la réglementation à titre de précaution. Elle a donné lieu à une restriction de consommation d'eau. *"En effet, quand la DTI est comprise entre 0,3 et 1 mSv par an, la consommation et son utilisation pour la préparation des aliments pour les nourrissons, les enfants et les femmes enceintes sont déconseillées",* rapporte Jeanne Loyer, spécialiste en métrologie des radionucléides à l'IRSN. Des mesures de substitution ont été mises en œuvre : distribution d'eau embouteillée, alimentation à partir de citernes remplies quotidiennement. En parallèle, l'Autorité de sûreté nucléaire et la Direction générale de la santé ont saisi l'Institut pour mener une évaluation de l'impact dosimétrique des différents usages : eau de boisson, préparation des aliments, irrigation de légumes, baignade, nourriture du bétail. Au final, les résultats ont montré que les dispositions prises étaient suffisantes pour assurer le respect de la réglementation.

1. Due à la présence de radionucléides naturels, dont le radium 228.

sibles : calfeutrer les bâtiments, approvisionner le bétail en aliments non contaminés..." Cette démarche prédictive et préventive diffère de celle de certains pays. Le Japon, par exemple, a une autre approche. Au moment de l'accident de Fukushima, les autorités nippones ont attendu le constat de contamination des territoires pour prendre des mesures. ■

1. Cofinancée par EDF et l'IRSN, elle permet de simuler le devenir des polluants radioactifs dans l'environnement et d'en évaluer les conséquences sanitaires et radiologiques.
2. Mis en place par l'ASN en 2005 à la demande des pouvoirs publics.
3. Niveaux maximaux admissibles de contamination radioactive pour les denrées alimentaires commercialisées en cas d'accident nucléaire ou dans toute autre situation d'urgence radiologique, fixés par règlement Euratom n°3954/87 et règlement modificatif n°2218/89.

Renforcer la radioprotection du consommateur

Projets. La surveillance radiologique de la chaîne alimentaire est en perpétuelle évolution. Trois nouvelles actions seront réalisées en 2013 et 2014.

Inclure les enfants dans les enquêtes alimentaires, poursuivre les investigations dans d'autres régions, passer au crible les eaux embouteillées en France ou élargir le périmètre d'étude des conséquences postaccidentelles : tels sont, pêle-mêle, les projets qui seront menés à l'Institut durant les prochains mois. Ils permettront d'améliorer le suivi radiologique des aliments et de renforcer la radioprotection du consommateur.

Visant à identifier les spécificités locales en termes d'habitudes de consommation, les enquêtes alimentaires permettent de recueillir un régime global par famille. Celui-ci est réparti

entre les membres du foyer, en considérant arbitrairement que les adultes consomment une part entière (coefficient de 1) et les enfants une demi-part (coefficient de 0,5). "Il a été décidé de lancer une étude spécifique pour affiner ce coefficient de 0,5 pour les 4-12 ans, explique Vanessa Parache, chargée des enquêtes alimentaires à l'IRSN. Il s'agit aussi de s'intéresser aux moins de 4 ans, aujourd'hui non pris en compte spécifiquement" (coefficient de 0). Ce projet est programmé pour l'été 2013 autour du site de Blayais (Gironde). Il devrait permettre d'intégrer toutes les classes d'âge, dès 2014.

Côté organisation de crise, l'objectif est d'élargir le périmètre de calcul de l'outil de zonage postaccidentel Paz. "Les codes de calcul de dispersion atmosphérique se limitaient jusqu'alors à des distances de 500 mètres à 50 kilomètres autour de l'accident conduisant à des rejets dans l'environnement, développe Anne-Christine Servant-Perrier, ingénieure agronome spécialiste du postaccident à l'IRSN. L'accident de Fukushima a montré la nécessité de s'intéresser à des zones beaucoup plus larges. L'Institut a fait évoluer ses modèles de dispersion. Il s'agit maintenant d'adapter le module Paz aux longues distances en optimisant notamment les temps de calcul, davantage d'informations devant être gérées."

Dans un autre registre, 2013 signe l'aboutissement d'un travail lancé fin 2011 à la demande de la Direction générale de la santé et de l'Autorité de sûreté nucléaire : l'étude radiologique de plus de 140 eaux embouteillées produites en France. "Elle met à jour des données disparates ou désuètes, dans un contexte de réflexion sur la réglementation européenne et nationale des eaux conditionnées", précise Jeanne Loyer, spécialiste en métrologie des radionucléides, chargée du projet à l'IRSN. Sur 142 eaux embouteillées, six ont révélé un léger marquage radiologique d'origine naturelle qui n'a pas d'impact sanitaire. ■



L'Institut traque les radioéléments présents dans l'eau.

De 500 mètres à 50 kilomètres

"L'Institut continue d'investiguer d'autres régions : après Chinon [Indre-et-Loire] en 2008, Marcoule [Gard] en 2010, Gravelines [Nord] en 2011 et Blayais en 2012, une enquête dans la zone de l'Observatoire pérenne de l'environnement du centre Meuse - Haute-Marne va démarrer cet été 2013, en partenariat avec l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs", ajoute-t-elle. La pertinence de transposer les résultats d'un site à l'autre quand ils sont proches est également à l'étude : les données obtenues autour du Tricastin (Drôme) pourraient servir à Cruas-Meysses (Ardèche), distants de 35 kilomètres.

RÉGLEMENTATION

POUR LES DENRÉES ALIMENTAIRES :

- **Règlement Euratom** n° 3954/87 et n° 2218/89 (niveaux maximaux admissibles en cas d'accident).
- **Règlement CE** n° 733/2008 et UE n° 297/2011 sur les contrôles à l'import.

POUR LES EAUX DE CONSOMMATION :

- **Code de la santé publique** (articles L.1321-1 et suivants, et R.1321-1 et suivants)
- **Arrêtés** du 11 janvier 2007 (limites et références) et du 14 mars 2007 (critères des eaux conditionnées, traitements et mentions d'étiquetage...)

POUR EN SAVOIR PLUS

- **Bilan** national de surveillance radiologique de l'environnement, édition 2010-2011 : www.irsn.fr/BR2011
- **Guide** d'aide à la décision pour la gestion du milieu agricole : www.irsn.fr/acta
- **La qualité radiologique** de l'eau du robinet en France, 2008-2009 : www.sante.gouv.fr, rubrique Les dossiers > Eau > Eau du robinet
- **Constats radiologiques** : www.irsn.fr/constats-regionaux

CONTACTS IRSN

POUR DIALOGUER AVEC LES EXPERTS IRSN :

- **Mesures de radioactivité** dans les eaux et denrées alimentaires : jeanne.loyer@irsn.fr
- **Enquêtes alimentaires** : vanessa.parache@irsn.fr
- **Constats radiologiques** : thomas.boissieux@irsn.fr
- **Modélisation** pour l'expertise environnementale : marie.simon-cornu@irsn.fr
- **Situations** d'urgence et organisation de crise : anne-christine.servant@irsn.fr

Faire agréer un modèle de colis de matières radioactives

Près de 900 000 colis de matières radioactives sont transportés en France chaque année. Les modèles sont soumis à des normes de sûreté strictes. Pour ceux qui doivent être agréés par l'Autorité de sûreté nucléaire, plusieurs étapes sont nécessaires. Focus sur la démarche à suivre.

• **TÉMOIGNAGE** Un requérant. • **DÉCRYPTAGE** Les étapes et les obligations pour le requérant. • **AVIS D'EXPERT** Un expert en sûreté des transports à l'IRSN.

TÉMOIGNAGE

“ Les retours d'expérience nous aident à améliorer les dossiers de sûreté ”

Ingénieur en génie atomique, Emmanuel Rigaut travaille depuis dix ans au CEA¹ où il exerce la fonction de requérant. Son rôle est de valider les démonstrations transmises, à l'appui de ses demandes d'agrément de modèles de colis.

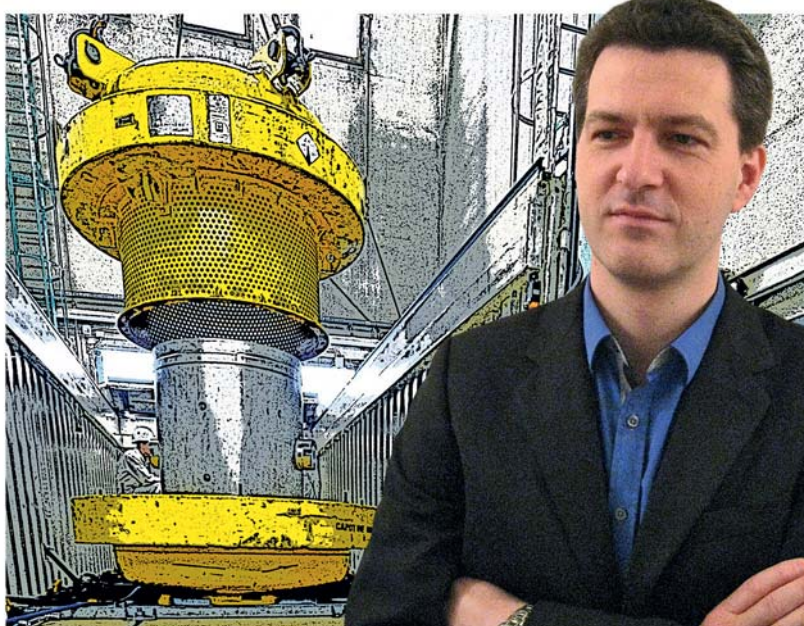
“ Cinq ans : c'est le temps qu'il nous faut en moyenne pour faire agréer un nouveau modèle de colis. Ceux-ci servent au transport de matières radioactives issues de laboratoires de recherche ou du démantèlement d'installations nucléaires.

Le *Guide du requérant*², édité par l'Autorité de sûreté nucléaire [ASN], liste en annexe les retours d'expérience des difficultés observées par l'IRSN. Ils nous aident à élaborer les démonstrations de sûreté. L'instruction technique doit accompagner nos contraintes en évitant des glissements de planning. Ces derniers sont redoutés compte tenu des enjeux industriels qui suivent – fabrication du contenant, réalisation des expéditions de matières radioactives...

Un guide qui accompagne la préparation

Le risque est de partir sur des démonstrations de sûreté qui ne correspondent pas aux attentes des évaluateurs : l'ASN et l'IRSN. Par exemple, nous réalisons des essais de chute avec une maquette seulement si elle est jugée représentative du futur emballage. Nous suivons pas à pas le processus d'agrément décrit dans le guide : une organisation par étapes, avec des validations successives qui permettent de capitaliser sur l'avancement du projet. Ainsi, le programme d'essais est soumis à l'examen préalable de l'Institut. Le retour d'expérience de l'ouvrage apporte des précisions pour mieux répondre aux attentes des experts. L'IRSN y a noté le risque de mouvement relatif du contenu dans l'emballage lors d'une chute. Si nécessaire, nous préparons des analyses complémentaires. Tout ce qui nous permet de ne pas être 'recalé' est bon à prendre.” ■

1. Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives.
2. Guide pour les demandes d'approbation d'expédition et d'agrément des modèles de colis ou de matières radioactives à usage civil transportés sur la voie publique.



DÉCRYPTAGE

Les étapes et les obligations pour le

Pour obtenir l'autorisation d'utilisation d'un nouveau modèle de colis, le requérant quel que soit le type d'emballage. Quelle est la méthodologie à suivre ? Quelles

1. Dossier préalable d'options de sûreté

Étape facultative fortement recommandée.

Élaboré par le requérant :

- Description des principes de conception.
- Caractéristiques du modèle : confinement, dissipation de la chaleur, débits de dose et sûreté-criticité.
- Méthodes utilisées pour démontrer la sûreté, dont les essais de qualification.



Délai : de 1 à 2 ans

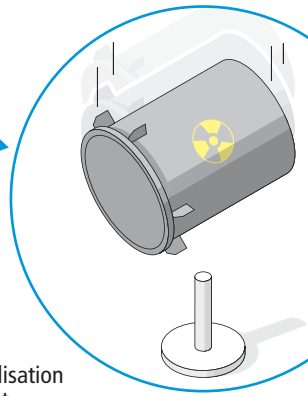


2. Programme d'essais

Étape facultative fortement recommandée.

Élaboré par le requérant :

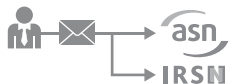
- Description des essais envisagés avec type de maquette, séquences de chutes, caractéristiques de la dalle d'essais...
- Fabrication de la maquette et réalisation des essais de qualification, simulant les épreuves de sûreté, par le requérant avec présence éventuelle de l'ASN et/ou de l'IRSN.
- Analyse des résultats des essais par le requérant.



Délai : de 1 à 2 ans



Une procédure identique à chaque étape



Le requérant envoie le dossier par courrier à l'ASN, copie à l'IRSN.



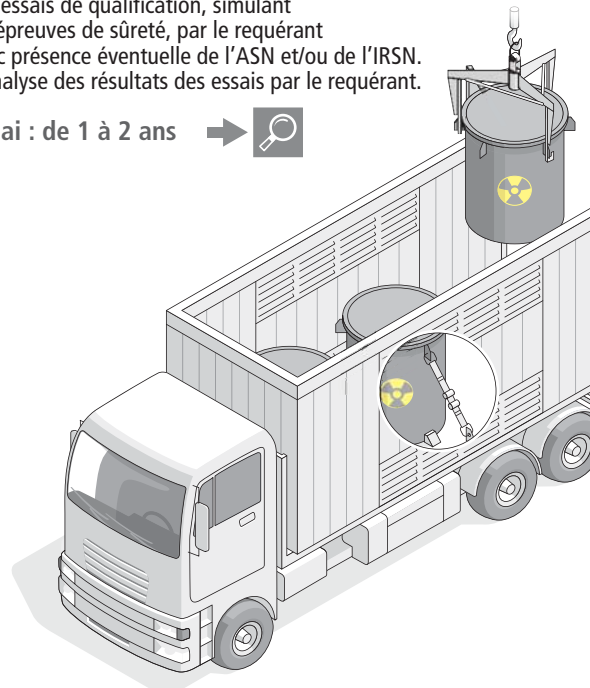
Instruction par l'IRSN : échanges entre experts et requérant, analyse et conclusions.
Un chargé d'affaires :
- pilote et coordonne le dossier d'instruction,
- sollicite différents spécialistes en interne ou en externe : mécanique, criticité, radioprotection...,
- réalise une synthèse et la fait valider par sa hiérarchie.



Recommandations de l'IRSN transmises à l'ASN.



Avis de l'ASN rendu au requérant.



Réglementation

- Le **certificat d'agrément** autorise le transport sur la voie publique d'un modèle de colis défini par un emballage et un ou plusieurs contenus autorisés.
- Les **colis** sont concernés dès qu'ils dépassent un certain seuil de radiotoxicité, défini pour chaque radionucléide.
- Le **règlement applicable en France** est l'accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route.

En chiffres

- Une **centaine de modèles agréés** sont utilisés en France pour le transport de matières radioactives.
- En moyenne, **deux nouveaux modèles de colis** sont agréés chaque année.
- L'IRSN émet **une cinquantaine d'avis** par an sur des demandes d'agrément pour le transport civil de matières radioactives : nouveau modèle, extension ou modification d'un modèle existant...
- Un colis peut mesurer de **10 centimètres à 8 mètres de long**, et peser de quelques kilos à 150 tonnes.



Noak/Le bar Floreal/IRSN

Michael Kloth/GNS mbh

O. Seignette/M. Lafontan/IRSN

requérant

doit suivre une procédure identique
sont ses responsabilités ?

3. Dossier de sûreté

Étape obligatoire.

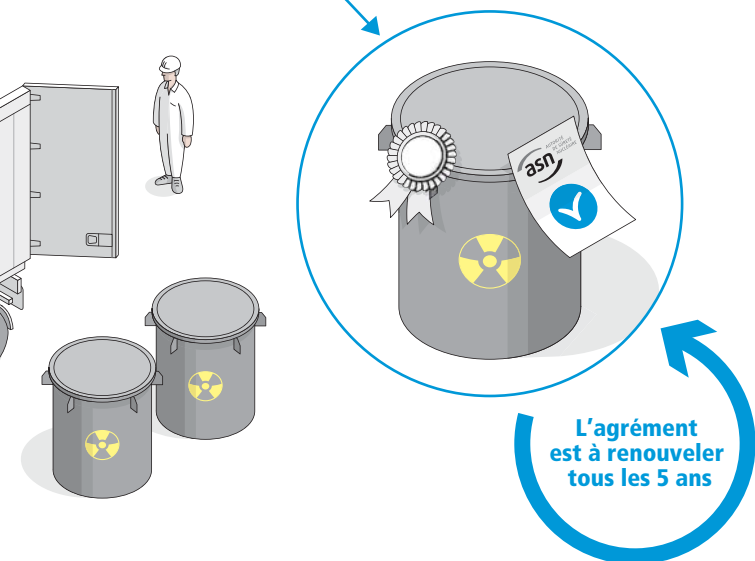
Élaboré par le requérant

- Description détaillée du modèle de colis : plans, dimensions, matériaux, instructions d'utilisation...

- Analyse des performances : mécanique, thermique, radioprotection, sûreté-criticité, relâchement, pour montrer le respect des exigences réglementaires de sûreté.

Délai : de 1 à 2 ans → 

Dans le cas d'un avis favorable de l'ASN, agrément du modèle de colis, parfois assorti de demandes de vérifications complémentaires, puis fabrication et mise en service des emballages.



■ Pour aller plus loin

- **Guide du requérant** pour les demandes d'approbation d'expédition et d'agrément des modèles de colis ou de matières radioactives à usage civil transportés sur la voie publique : www.asn.fr, rubrique Publications > Guides pour les professionnels > Transport de matières radioactives

- **Dossier Transports de matières radioactives :** www.irsn.fr/transports

- **Rapports de sûreté des modèles de colis destinés au transport de matières radioactives** (traduction française du guide européen PDSR) : www.irsn.fr/PDSR/

■ Contact

Gilles Sert

Tél. : 01 58 35 96 24
gilles.sert@irsn.fr

“ L'entraînement des équipes est nécessaire ”

Gilles Sert, expert en sûreté des transports à l'IRSN.

La préparation aux situations d'urgence est essentielle dans le transport de matières radioactives. Elle permet d'assurer une intervention efficace en cas d'accident. “Les équipes qui seront amenées à agir doivent être préparées par des exercices, commente Gilles Sert. Pour faire face à d'éventuels accidents, des plans d'action doivent être prêts : des dispositifs d'alerte et d'astreinte, des équipes rapidement mobilisables...”

Aujourd'hui, seuls les pouvoirs publics sont tenus de disposer de telles stratégies d'urgence. “L'Autorité de sûreté nucléaire et l'IRSN insistent auprès de l'Agence internationale de l'énergie atomique pour que cette obligation touche aussi les professionnels du transport des matières radioactives, confie Gilles Sert. Ces derniers ne disposent pas toujours d'un plan d'urgence cohérent avec ceux des pouvoirs publics.”

Cette préparation complète les deux premières lignes de défense que sont la robustesse de conception du colis et la rigueur d'utilisation. Cette dernière doit être conforme à la réglementation et aux conditions décrites dans l'agrément. Ces mesures garantissent que le colis reste sûr dans toutes les conditions d'utilisation. ■



Frédérique-Elsa Hughes/IRSN



Reportage photo: Grégoire Maisonneuve/RSN

Les exemples canadien et suisse montrent deux approches de prévention et d'action face au risque radon.

À RETENIR

- **La prise de conscience** du grand public face aux risques liés à l'exposition au radon est récente. La conférence « Radon et société » a permis à des experts de différents pays d'échanger sur les avancées scientifiques et sociétales.
- **Le développement de réseaux** réunissant professionnels et pouvoirs publics est essentiel pour faire avancer le dialogue et aboutir à une législation contraignante.
- **Les différents corps de métiers** du bâtiment doivent se former pour répondre aux besoins d'un marché en pleine émergence.

La prévention du ris peut-elle être un mar

Deux spécialistes venus de Suisse et du Canada ont échangé pratiques par les professionnels du bâtiment. Regards croisés

Repères : Quelles sont les actions radon menées dans vos pays ?

Joëlle Goyette-Pernot : En Suisse, un acteur central, l'Office fédéral de la santé publique, et les cantons développent leurs programmes d'actions. Il existe peu d'implication citoyenne autour de cette thématique. Il y a quelques années, une étude a montré que le radon était assimilé à une marque de lessive ! Le risque est clairement méconnu du grand public.

Marcel Brascoupe : Avec Santé Canada, nous avons le même genre de structure *top-down*¹. Mais ça ne suffit pas, notamment pour organiser les installateurs de systèmes d'atténuation du gaz. Jusqu'à la création de l'Association canadienne des scientifiques et technologues en radon, en 2011, nous, professionnels, étions très

isolés. Maintenant nous partageons nos savoir-faire et organisons des formations. Nous sommes déjà près de 75 membres à travers le Canada et le nombre augmente chaque année !

J. G.-P. : La mise en réseau est essentielle. En Suisse, elle est assurée, dans chaque région linguistique, par un délégué radon. Il fait le pont entre les autorités fédérales, cantonales et les professionnels. Pour moi, la puissance publique doit garder un rôle de coordinateur. C'est ce que nous faisons en collaboration avec l'Office fédéral de la santé publique. Nous rassemblons, chaque année, les représentants des autorités cantonales et les consultants de nos régions dans un but d'information et d'échange. Ils sont formés sur les nouveautés en Suisse et dans le monde, sur le plan réglementaire, technique et pratique. C'est l'occasion pour eux de partager leurs expériences. Ces rencontres nous permettent de nous rendre compte des besoins en matière de suivi des consultants, des difficultés qu'il rencontrent sur le terrain...

M.B. : Nous aimerions que notre association joue un rôle semblable. Nous désirons avoir une réglementation nationale et nous impliquer dans le développement de celle-ci avec les autorités gouvernementales. Quand la demande va croître, nous serons en meilleure position pour aider à contrôler la qualité des travaux réalisés.

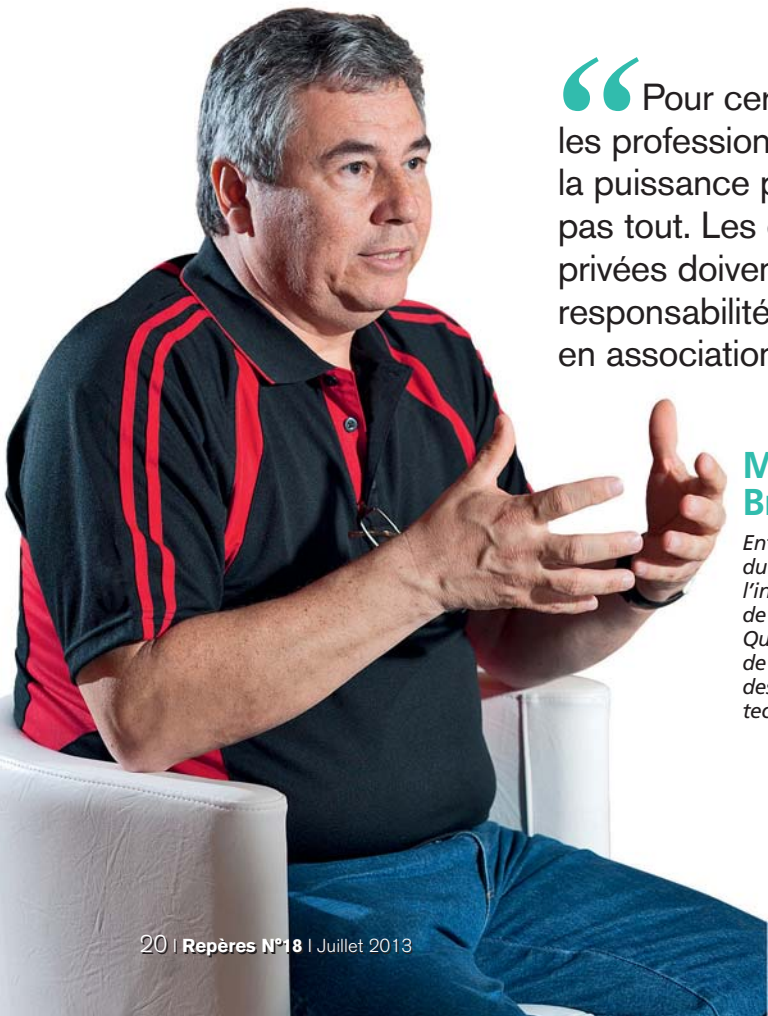
“ Pour certifier et former les professionnels concernés, la puissance publique ne peut pas tout. Les entreprises privées doivent prendre leurs responsabilités et s'organiser en association. ”

Marcel Brascoupe

Entrepreneur général du bâtiment, certifié dans l'installation de systèmes de réduction du radon au Québec. Membre fondateur de l'Association canadienne des scientifiques et technologues en radon.

Existe-t-il un réel marché associé à la réduction du radon dans vos pays respectifs ?

M.B. : Au Canada, les entrepreneurs n'en vivent pas. On ne sait pas créer la demande. Seuls 15 % des particuliers informés d'une concentration supérieure aux normes dans leur domicile choisissent de faire des travaux... Aux États-Unis, les entreprises en vivent car le secteur de



que radon, enjeu de santé, ché pour le bâtiment ?

sur les politiques de prévention vis-à-vis du radon et sur les travaux d'atténuation depuis la conférence internationale « Radon et société », le 11 avril dernier, à Paris.

l'immobilier pense 'radon'. Même si ce n'est pas obligatoire, sa mesure fait partie de la routine des transactions. Pour créer un véritable marché, il faut accompagner les professionnels et informer le grand public : nous n'en sommes pas encore là !

J.G.-P. : En Suisse, il n'existe pas non plus de champ économique à part entière. Il faut continuer la sensibilisation du public, mais aussi travailler sur les méthodes préventives dans les bâtiments neufs. La réglementation existe depuis 1994. L'ordonnance sur la radioprotection est actuellement en cours de révision. Il faudrait que le diagnostic devienne une obligation à la livraison d'une maison neuve. Les professionnels du bâtiment devraient alors l'intégrer dans leurs projets.

M.B. : Chez nous, c'est le cas depuis 2010, mais les constructeurs connaissent encore mal les techniques de réduction. Nous disposons seulement d'un guide de bonnes pratiques. Ce n'est pas suffisant ! Nous voulons une réglementation des travaux d'atténuation qui développerait un marché. Le jour où elle existera, il faudra un organe de contrôle ; l'association pourrait jouer un rôle dans cet aspect. En attendant, nous espérons une hausse de la demande dès cet été, car une campagne de mesures a été réalisée dans toutes les écoles de la province de Québec durant l'hiver dernier.

Comment abordez-vous la formation des professionnels ?

J.G.-P. : Nous avons essayé d'introduire la problématique du radon dans le cursus des architectes et des ingénieurs civils. Mais les programmes sont très chargés. Nous n'avons que quatre heures dédiées sur trois ans d'études ! En formation continue, le besoin spécifique sur ce sujet a du mal à s'exprimer. Nous proposons une qualification d'expert en qualité

de l'air intérieur portant sur le radon, mais aussi sur l'amiante et les autres polluants chimiques et biologiques. Elle dure une année. Il faudra la compléter par des enseignements plus courts pour les professionnels du bâtiment. Il ne suffit pas que les architectes y prêtent attention, tous les corps de métiers doivent s'en préoccuper !

M.B. : Au Canada, il y a urgence ! Il faut certifier le plus de techniciens possible, par de brèves sessions, pour répondre à la demande à venir. Les formations sur l'atténuation du radon visent les corps de métiers du bâtiment tels que les techniciens en ventilation et qualité de l'air, les plombiers, les entrepreneurs dans l'imperméabilisation de fondations et les autres entrepreneurs de construction.

J.G.-P. : La situation est différente en Suisse : depuis 2006, 175 consultants en radon ont déjà été formés... mais aujourd'hui, la majorité d'entre eux

n'a pas de travail dans ce domaine ! Ils ont besoin d'inscrire leur métier dans le contexte plus large de la qualité de l'air intérieur. Nous n'en sommes pas au même moment de nos actions. ■



Pour en savoir plus :

- **Conférence Radon et société :** www.confereceradonparis2013.com/
- **Office fédéral de la santé publique :** www.bag.admin.ch
- **Canadian Association of Radon Scientists and Technologists :** www.carst.ca

1. Une approche top-down caractérise une démarche descendante, qui part des grandes lignes et entre au fur et à mesure dans les détails.

“ Les préoccupations de performance énergétique dans le bâtiment ont des conséquences sur notre approche du risque radon : nous les prenons en compte dans nos nouvelles formations. ”

Joëlle Goyette-Pernot

Déléguée radon de l'Office fédéral de la santé publique pour la Suisse romande. Docteur en géographie, professeure à l'École d'ingénieurs et d'architectes de Fribourg, domaine d'expertise : climat et qualité de l'air.



Mieux connaître les coûts d'un a pour mieux en maîtriser les cons

Étude. De récents travaux ont été menés pour estimer le coût global d'un accident nucléaire en France. Cette approche économique permet de mieux cerner les enjeux de sûreté des réacteurs électronucléaires et de gérer l'impact d'une catastrophe.

La facture globale pour la France s'élèverait, en cas d'accident grave, à 120 milliards d'euros et, en cas d'accident majeur, à 420 milliards d'euros. Ces estimations de l'Institut, présentées en novembre 2012 lors du forum Eurosafe à Bruxelles (Belgique), soulignent l'importance des conséquences non radiologiques d'un accident nucléaire. Ces chiffres donnent une vision globale, afin d'anticiper au mieux la gestion de la crise qui s'ensuivrait, tout en renforçant l'accent sur la prévention. "Jusqu'à présent, les recherches adoptaient en général une 'vision d'ingénieur' focalisée sur les répercussions liées à la radioactivité, rappelle Patrick Momal, économiste à l'IRSN, chargé de l'étude. L'Institut intègre les coûts 'zéro becquerel', c'est-à-dire ne correspondant pas à une contamination: dégradation de l'image, stress psychologique... Confrontée à l'ampleur des coûts pour une grande part chiffrés et non indemnisables, la prise de cons-

science de l'importance de la sûreté est renforcée."

Les investissements parfois lourds liés à des améliorations de la sûreté du parc doivent ainsi être mis en regard de toutes les conséquences d'un accident, y compris celles sur la production d'électricité et les effets d'image.

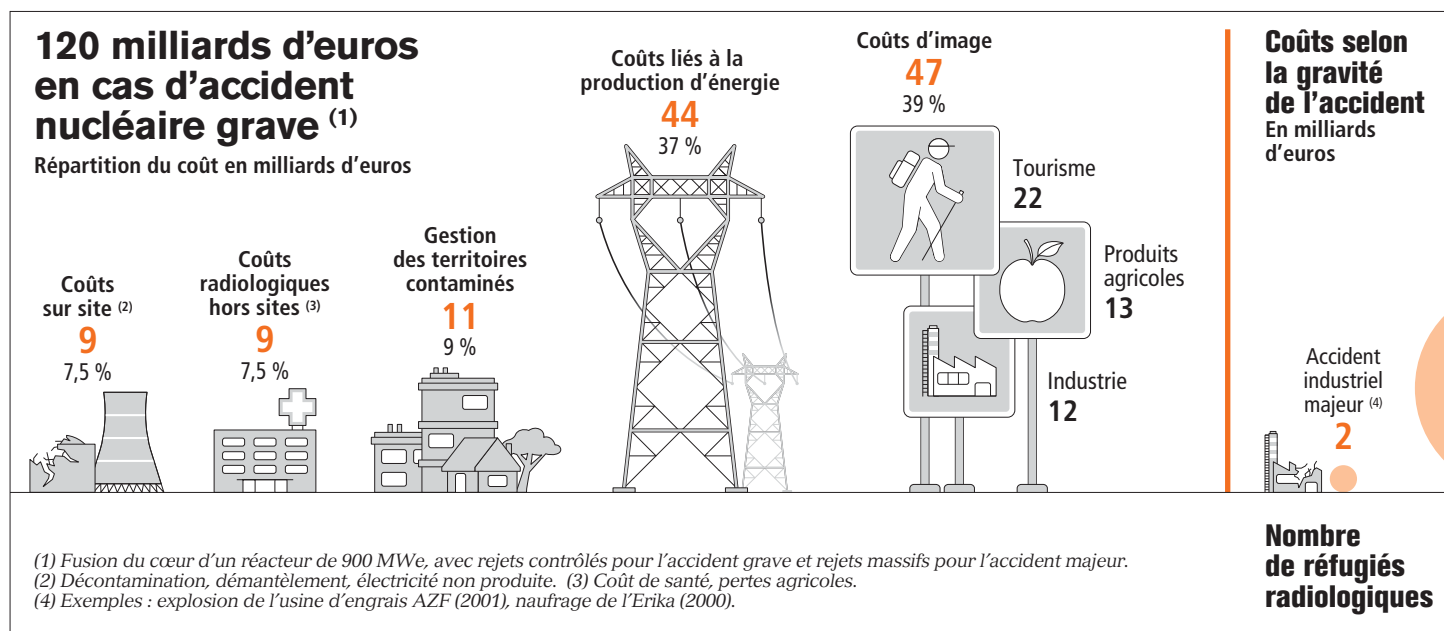
Le tourisme illustre ce dernier aspect. Les recherches montrent qu'une telle catastrophe entraînerait une perte d'image auprès des touristes potentiels, et une fréquentation réduite pour plusieurs années. "90 % d'entre eux viennent de France et de pays européens proches. Pour défendre le tourisme des régions non contaminées, il faudra en priorité s'adresser à eux", complète l'expert. Le poids économique du secteur est en France estimé à 100 milliards d'euros. Les effets "en cascade" ne peuvent pas être négligés: "Un hôtel qui reçoit moins de clients fait moins tra-

vailer ses fournisseurs, par exemple les laveries industrielles." La diminution des revenus correspondants induit aussi d'autres effets: "La chute d'activité nuit à la rémunération des salariés, donc à la consommation."

L'étude intéresse un grand nombre d'acteurs de profils différents. Les exploitants et les pouvoirs publics peuvent estimer les coûts dans leur ensemble et identifier les actions à mettre en œuvre.

Chiffrer pour mieux prioriser

Les économistes cernent mieux le coût global de la filière nucléaire. Quant à la Cour des comptes, elle a utilisé ces premières estimations dans son rapport public thématique, présenté en janvier 2012, intitulé *Les coûts de la filière électronucléaire*. "Les coûts estimés des différents scénarios d'accidents nous ont permis de proposer des modalités de chiffrage d'un substitut à une assurance responsabi-



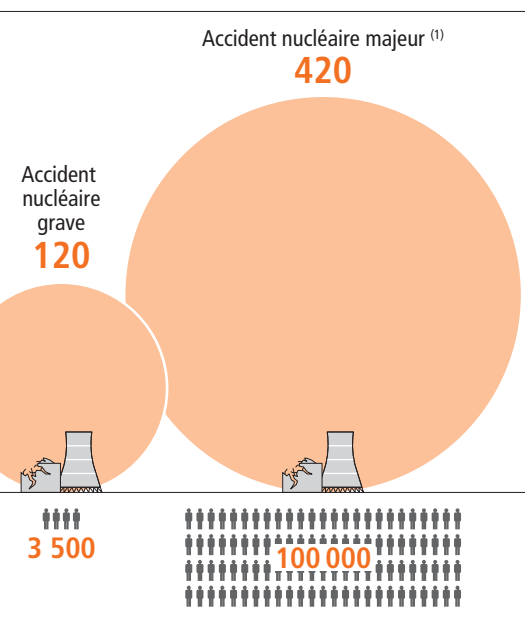
ccident équences

lité civile des exploitants qui couvrirait ce coût, explique Michèle Pappalardo, conseillère-maître à la Cour des comptes. Les dernières estimations de l'IRSN permettent de préciser ces chiffres qui donnent des ordres de grandeur utiles dans les réflexions sur le coût de production de l'électricité nucléaire."

L'évaluation menée par l'IRSN de façon indépendante, dans le cadre d'une demande de l'Autorité de sûreté nucléaire en 2005, répond à ses missions d'expertise en sûreté nucléaire. "Les cas extrêmes sont fortement improbables, mais constituent des enjeux considérables pour la nation. Prendre en compte toute l'ampleur des phénomènes est nécessaire pour correctement ajuster les actions de prévention", conclut Patrick Momal. ■

Pour en savoir plus :

- **Coût économique des accidents nucléaires:** www.irsn.fr/cout-accident/
- **Rapport de la Cour des comptes:** www.ccomptes.fr, rubrique **Publications > Les coûts de la filière électronucléaire (31/01/12)**



Débat national sur la transition énergétique

Contribution. L'Institut participe à la réflexion nationale sur les énergies. Un de ses collaborateurs apporte des réponses dans le domaine du nucléaire.

Quel type d'énergie dans 10, 20, 30 ou 40 ans? Comment l'utiliser au mieux et optimiser les consommations? Quelles sources renouvelables développer...? Des questions du débat national sur la transition énergétique auquel l'IRSN s'associe, en qualité d'expert d'un des domaines concernés.



Sylvie Supervil, chargée de mission stratégique à l'IRSN.

"L'Institut apporte ses compétences en sûreté nucléaire et en radioprotection, détaille Sylvie Supervil, chargée de mission stratégique. Ce travail se fait via ma participation au groupe plénier des experts et à quatre des sept groupes d'expertise¹ pluridisciplinaires. Il y a des réunions hebdomadaires et des échanges quotidiens par extranet. Cela permet aux experts d'horizons variés, économistes, climatologues, agronomes, fournisseurs en énergie... de faire un état des lieux de la situation en France en termes de consommation, de production, de distribution... Divers scénarios sont analysés dans un contexte où le nucléaire devrait représenter moins de 50% du bouquet énergétique français d'ici 2025." Et de poursuivre: "Du service des réacteurs à celui des facteurs humains, je travaille en collaboration avec les spécialistes de l'Institut. Il s'agit d'apporter les connaissances à une bonne appréhension des probléma-

tiques de gestion des déchets, de coût d'un accident, de risque environnemental et sanitaire..."

Pour l'Institut, la participation à ces échanges contribue à anticiper les orientations sur la stratégie nationale. "Problématique de démantèlement futur de centrales, liens entre nucléaire et énergies renouvelables avec

des smart grids²... Notre implication pour mettre en place et pour optimiser la sûreté est renforcée par la compréhension des enjeux économiques et environnementaux pour les années à venir", ajoute Sylvie Supervil. Les recommandations issues du débat conduiront au projet de loi de programmation, fin 2013. ■

Pour en savoir plus :

- **Avis de l'IRSN dans le cadre du débat :** www.irsn.fr/avis-DTNE
- **La transition énergétique :** www.transition-energetique.gouv.fr
- **Les smart grids :** www.smartgrids-cre.fr

1. L'IRSN prend part aux groupes mix scénarios, énergies renouvelables et nouvelles technologies, coûts/financement et emplois.
2. Réseaux de distribution d'électricité "intelligents" utilisant l'informatique de manière à assurer une livraison d'électricité plus efficace, économiquement viable et sûre.



CONTRÔLE RADIOLOGIQUE

Un gage de qualité des eaux de boisson



Olivier Seignette/Mikael Lafontan/IRSN

Pour vous aider à contrôler la qualité radiologique des eaux de boisson, l'Institut réalise des mesures accréditées Cofrac et agréées par le ministère de la Santé. Il traque les radionucléides dans les eaux du robinet, de source, minérales et thermales. Il se charge du traitement des échantillons, des mesures des radionucléides et du calcul de la dose à l'homme. Vous bénéficiez des techniques et des moyens du laboratoire de l'IRSN, et de plus de trente années de savoir-faire. Une équipe spécialisée est au service des

organismes institutionnels et des collectivités territoriales. Elle intervient comme partenaire de laboratoires publics ou privés pour répondre à des appels d'offres sur le contrôle sanitaire des eaux.

IRSN

INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

*Enhancing Nuclear Safety**

**Renseignez-vous
dès maintenant**

Tél. : 01 30 15 52 88

E-mail : irsn.steme@irsn.fr
Site : www.irsn.fr/contrôle-eau