

# Repères



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

**N°29**  
avril 2016

## **FUKUSHIMA**

L'état de l'environnement  
cinq ans après

## **TRAVAILLEURS EXPOSÉS**

Que fait le correspondant  
Siseri de l'employeur ?

**Radioactivité**

# Tous exposés différemment

# Kiosque

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

## Focus sur la sûreté cinq ans après Fukushima



Cinq ans après l'accident de Fukushima, quelles recherches ont été menées pour faire progresser la sûreté?

*Aktis*, revue trimestrielle de l'IRSN, présente les programmes de recherche dans les domaines de la physique, de la protection de l'environnement et des facteurs humains. Les études s'intéressent aux agressions externes des installations – séismes, inondations – et leurs conséquences, à la vulnérabilité des piscines qui stockent le combustible, à la prévention du risque d'explosion d'hydrogène, etc.

Autre thème abordé : des recherches ont permis de déterminer le rôle des facteurs organisationnels dans la gestion d'un accident grave. Ce dernier place les acteurs face à une situation inédite.

*Aktis* explique par ailleurs comment le fait de mieux modéliser la contamination des forêts permet de soutenir la gestion à long terme des territoires forestiers contaminés.

Ce périodique existe aux formats HTML et PDF interactif, en versions PC et mobile, en français et en anglais.

La revue en français est publiée en mars 2016. La version anglaise le sera en avril.

[www.irsn.fr/aktis](http://www.irsn.fr/aktis)

[www.irsn.fr/aktis-EN](http://www.irsn.fr/aktis-EN)



tions du site de gestion en ligne. Vous découvrirez comment utiliser les options : supprimer ou ajouter un dosimètre, modifier la fiche du porteur, afficher et exporter les statistiques. La vidéo vous informe des fonctions prochainement disponibles : gestion des alertes personnalisées, bilans statistiques/dosimétriques, gestion électronique des documents, synthèse des porteurs. Rendez-vous sur la chaîne YouTube de l'IRSN.

<https://youtu.be/oTE8-ZS4RIE>

## Découvrez le portail *mondosimetre.irsn.fr* en images

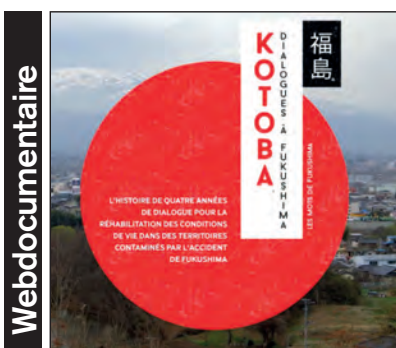
Comment commander un dosimètre via le portail, disposer des informations détaillées sur les porteurs? La vidéo vous fait découvrir pas à pas les fonctions du site de gestion en ligne. Vous découvrirez comment utiliser les options : supprimer ou ajouter un dosimètre, modifier la fiche du porteur, afficher et exporter les statistiques. La vidéo vous informe des fonctions prochainement disponibles : gestion des alertes personnalisées, bilans statistiques/dosimétriques, gestion électronique des documents, synthèse des porteurs. Rendez-vous sur la chaîne YouTube de l'IRSN.



[www.medecine-sante-travail.com](http://www.medecine-sante-travail.com)

## Rendez-vous au Congrès des médecins du travail

L'IRSN participera au 34<sup>e</sup> Congrès national de médecine et santé au travail, au Palais des Congrès de Paris, du 21 au 24 juin. Sur le stand de l'Institut, les médecins du travail et les professionnels de santé pourront dialoguer avec des experts. Ils pourront assister à une conférence-atelier sur la radioprotection des travailleurs exposés.



réhabilitation des conditions de vie dans la préfecture de Fukushima". Au cours de douze rencontres\* des acteurs locaux – parents d'élève, agriculteurs, professeurs, médecins, élus... – et des experts débattent des problèmes des habitants et des initiatives pour y répondre. La démarche a été soutenue par l'IRSN, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), l'Autorité de radioprotection norvégienne (NRPA) et l'Agence pour l'énergie nucléaire (AEN). Ce document multimédia en ligne associe du texte, des vidéos et des animations : diaporamas, cartes animées, datavisualisations... Il est disponible en trois langues : français, anglais et japonais.

\*Organisées à l'initiative de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) et d'une ONG japonaise

[www.fukushima-dialogues.com](http://www.fukushima-dialogues.com)

## Vivre à Fukushima...

Dois-je rester ou partir? Faut-il craindre pour l'avenir de mon enfant? Où trouver des informations fiables? Voici les questions que se pose la population japonaise dans les territoires contaminés par l'accident de Fukushima-Daiichi. Le webdocumentaire *Kotoba : Dialogues à Fukushima* raconte quatre années de "dialogue pour la



#### TEMPS FORTS | 4

Une dosimétrie personnalisée pour l'alphathérapie

Comparer les modèles de simulation du comportement du corium

#### FAITS & PERSPECTIVES | 6

L'état de l'environnement cinq ans après Fukushima

# Sommaire

En couverture : Une personne habitant en France reçoit 4,5mSv par an en moyenne. Mais l'exposition aux rayonnements est différente d'un individu à l'autre, comme l'explique le dernier rapport de l'IRSN.  
Crédit photo : ZenShui/Alix Minde/GettyImages

#### INTÉRÊT PUBLIC | 9

Associer le public à la gestion du risque des produits contaminés

#### EN PRATIQUE | 17

Que fait le correspondant Siseri de l'employeur ?

#### EN DÉBAT | 20

Mieux informer le public grâce aux sciences sociales

#### STRATÉGIE | 22

La réforme de la GBPC, pour des dépenses publiques mieux gérées

Dossier du prochain numéro de *Repères* (juillet 2016)

**Protéger les sources froides d'un réacteur contre les agressions externes**



**10 Tous exposés différemment**

## Mieux comprendre notre exposition

**N**ous sommes tous exposés aux rayonnements ionisants, à des degrés divers. Cela est dû à des sources, d'origines naturelles et artificielles.

L'IRSN publie des bilans de l'exposition : des professionnels, des patients bénéficiant d'actes à visée diagnostique et de la population en général. Face à la diversité des sources, de nombreuses compétences sont mobilisées. Les experts apportent leur appui aux pouvoirs publics pour définir les politiques de prévention.

Radioactivité est un mot qui, pour la plupart d'entre nous, génère de façon irrationnelle de la peur. Mieux comprendre et connaître notre exposition quotidienne contribue à améliorer notre perception du risque. L'IRSN met à la disposition de chacun un outil pour estimer sa situation.

**Éric Vial,**  
expert en  
radioprotection  
à l'IRSN



© NOAK/leBarFloreal/IRSN

#### Vidéos



#### Photos



#### Sons



#### Articles



Prolonger la lecture de *Repères* avec le webmagazine sur [www.irsn.fr](http://www.irsn.fr)

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

**IRSN**

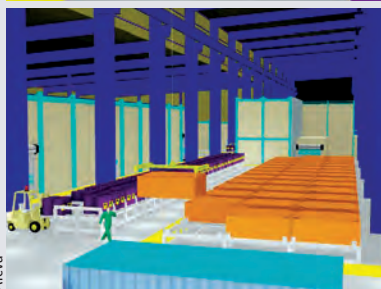
Repères – Éditeur : Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire – 31, avenue de la Division-Leclerc, 92260 Fontenay-aux-Roses – Tél. : 01 58 35 88 88 – Site Internet : [www.irsn.fr](http://www.irsn.fr) – Courriel : [reperes@irsn.fr](mailto:reperes@irsn.fr)  
– Directeur de la publication : Jacques Repussard – Directrice de la rédaction : Marie-Pierre Bigot – Rédacteur en chef : Catherine Roulleau – Assistante de rédaction : Isabelle Cussinet – Comité de lecture : François Bréchnignac, Georges Henri Mouton – Rédaction et réalisation : – Iconographie : Céline Dutrey et Guillaume Krebs – Impression : Galaxy (72) – Imprimé sur Cyclus print – ISSN : 2103-3811 – avril 2016.

## Déchets radioactifs

Bien dimensionner l'atelier Trident pour maîtriser les risques

"Les experts ont examiné le dimensionnement du génie civil, l'analyse des risques et l'étude d'impact des effluents gazeux de l'atelier Trident<sup>1</sup>. Destiné au traitement des déchets nucléaires du Tricastin, il est en cours de création", explique Elie Tourlonias, chargé d'évaluer la maîtrise des risques radiologiques et nucléaires. Cette instruction a conduit Areva à améliorer le comportement de l'atelier en cas de séisme, d'incendie et d'explosion externe. L'opérateur a adapté les fondations et l'épaisseur des murs. Il a créé des secteurs de feu pour les entreposages de déchets combustibles. L'IRSN a vérifié les propositions de renforcement du bâtiment<sup>2</sup> où sera implanté l'atelier. Il a contrôlé qu'elles étaient cohérentes avec les objectifs fixés lors du dernier réexamen de sûreté. La demande d'autorisation de mise en service devrait être déposée courant 2017. Une nouvelle expertise sera alors organisée.

1. Atelier de traitement intégré des déchets nucléaires du Tricastin
2. Bâtiment principal de l'installation nucléaire de base 138



Areva

Dans l'atelier Trident seront entreposés des déchets solides comprenant de l'uranium.



Pour en savoir plus  
• [www.irsn.fr/GP-INB38](http://www.irsn.fr/GP-INB38)



Denise P. Lettr/Dreamstime.com

Les chercheurs utilisent cette gamma-caméra pour vérifier l'absorption d'un radiopharmaceutique à rayonnement alpha par les lésions cancéreuses.

## Métastases osseuses

# Une dosimétrie personnalisée pour l'alphathérapie

Certains malades répondent au traitement. D'autres pas. Pourquoi ? La question taraude les médecins à chaque nouveau patient, avec encore plus d'acuité pour les médicaments innovants, comme le Xofigo, premier radiopharmaceutique\* à rayonnement alpha. En partenariat avec l'Hôpital européen Georges-Pompidou (HEGP), l'Institut travaille pour estimer la répartition de la dose entre les tissus cancéreux et les tissus sains.

Objectif final : optimiser les calculs de doses et personnaliser les traitements. "Dès le printemps 2016, une étude dosimétrique à partir des images obtenues à l'aide de gamma-caméras sera réalisée sur une dizaine de patients. Ces images seront acquises dans plusieurs hôpitaux français", détaille Michela Bernardini, physicienne médicale à l'HEGP, qui participe au projet.

Les médecins ont besoin de voir si le Xofigo, du dichlorure de radium 223, est bien absorbé par les lésions cancéreuses. Son rayonnement alpha est très énergétique, avec un rayon d'action

d'une cinquantaine de microns. Mais il n'est pas visible en imagerie. Les chercheurs vont ruser et utiliser une gamma-caméra pour détecter les quelques rayons gamma également émis par le radium. Nadia Benabdallah, jeune doctorante à l'Institut, a élaboré le protocole à mettre en œuvre. Elle travaille sous la tutelle d'Aurélien Desbrière, chercheuse à l'IRSN et spécialisée en dosimétrie interne appliquée à la médecine nucléaire. Les techniques développées pour ce radiopharmaceutique pourront être utilisées pour d'autres radiothérapies alpha.

Le Xofigo est destiné au traitement des métastases osseuses du cancer de la prostate. Il se comporte comme le calcium. Il se fixe dans l'os en formation, dont les métastases. Il y détruit les cellules cancéreuses, tout en limitant l'irradiation non désirée aux tissus sains situés à proximité. Les effets sont très variables d'un individu à l'autre. ■

\*Médicament contenant une substance radioactive



Pour en savoir plus  
• [www.irsn.fr/these-R29](http://www.irsn.fr/these-R29)

## Colis de transport de combustibles

### L'expertise des essais de chute

**L**ors de l'expertise des essais de chute du modèle de colis TNG3, nous avons identifié des configurations de chute non proposées par le concepteur. Par exemple, la chute libre en position quasi horizontale, qui pourraient endommager des composants importants pour la sûreté", indique Benoit Eckert, expert en sûreté des transports à l'IRSN. Mesurant 7 mètres de longueur et 2,5 mètres de diamètre, il est développé pour le transport d'assemblages combustibles irradiés. La société AREVA TN a dû compléter son programme d'essais. "Nous nous assurons que la maquette est représentative

du colis au facteur d'échelle un tiers. Les propriétés mécaniques de celle-ci ne doivent pas être supérieures à celles de l'emballage sur la plage réglementaire de températures\*", explique Gaël Desroches, expert en sûreté des transports à l'Institut. Ces tests font partie d'une séquence d'essais préalable à la délivrance de l'agrément par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) : chutes libres, immersion, tenue au feu, épreuve de poinçonnement. Le colis TNG3 doit remplacer à terme les modèles TN12/2 et TN13/2 actuellement utilisés. ■

\*Entre -40 °C et la température normale en condition de transport



L'expert observe la déformation du colis à la suite de l'essai de chute.

www Pour en savoir plus  
www.irsn.fr/colis

## Maîtrise des risques

### Comparer les modèles de simulation du comportement du corium

**C**omment accroître la performance des logiciels de modélisation et mieux prédire le comportement du corium<sup>1</sup> en cas d'accident? En comparant les outils de différents pays. Initiée après l'accident de Fukushima, cette démarche a montré des différences sur la quantité d'hydrogène prédite et sur la

température du corium au moment de la percée de la cuve. "Aux côtés de nos homologues américains, nous participons avec Astec<sup>2</sup> à un travail d'intercomparaison des modèles", explique Jean-Michel Bonnet, expert en accidents graves à l'Institut. À quoi serviront ces intercomparaisons? Une analyse détaillée des modèles aide à comprendre les écarts de résultats. Cela permet d'orienter leurs évolutions et gagner en maîtrise des risques. "Cette démarche facilitera les travaux de démantèlement au Japon grâce à une meilleure connaissance de la progression du corium. En France, elles serviront à améliorer les évaluations réalisées par les experts sur des améliorations de sûreté proposées par l'exploitant dans le domaine du confinement", indique Jean-Michel Bonnet. ■

1. Amas de combustibles et d'éléments de structure du cœur d'un réacteur fondus et mélangés pouvant se former en cas d'accident.
2. Logiciel co-développé par l'Institut et son homologue allemand la GRS (Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit mbH).



L'installation Pearl, située à Cadarache (Bouches-du-Rhône), est utilisée pour étudier la progression du corium.

www Pour en savoir plus  
www.irsn.fr/astec

## International

### Découvrez les activités de l'Institut au congrès de l'IRPA

L'IRSN participe au 14<sup>e</sup> congrès de l'International Radiation Protection Association (IRPA)\*, du 9 au 13 mai 2016 au Cap (Afrique du Sud). Les visiteurs découvriront sur son stand ses activités de radioprotection et l'offre proposée par le Laboratoire de dosimétrie de l'IRSN (LDI). Ils pourront se renseigner sur les formations dispensées par l'ENSTTI, filiale de formation professionnelle de l'Institut. Les chercheurs et les experts présenteront leurs recherches sous forme de posters ou d'exposés. Ce sera l'occasion de célébrer les 50 ans de l'IRPA. Le thème central sera : "Pratique de la radioprotection, partage d'expériences et nouveaux défis". Ce rendez-vous international offre une tribune aux professionnels de la radioprotection pour communiquer sur leurs derniers travaux, l'évolution des connaissances scientifiques et leur expérience opérationnelle en radioprotection.

\*Association internationale de radioprotection

www Pour en savoir plus  
www.irpa2016capetown.org.za



Guillaume Bresson/Fabien Recoquille/IRSN



Jean-Marc Bonzom/IRSN

# L'état de l'environnement cinq ans après Fukushima

**Environnement.** Où se trouvent aujourd'hui les éléments radioactifs libérés par la catastrophe de Fukushima ? Leur présence dans l'environnement proche affecte-t-elle le monde vivant ? Des programmes de recherche internationaux, auxquels participe l'IRSN, tentent de répondre à ces questions.

**L**e 11 mars 2011, un tsunami dévaste la centrale de Fukushima-Daiichi, au Japon. De grandes quantités de radionucléides sont émises dans l'atmosphère, entraînant un panache puis des dépôts sur l'océan, les forêts, les cours d'eau... Cinq ans après, la centrale accidentée fuit encore par intermittence vers l'océan, et les radionucléides du panache initial sont toujours présents dans l'environnement. Ces derniers circulent entre atmosphère, sol, productions agricoles, forêts, rivières et océan : leurs effets sur la flore et la faune se font encore sentir (*voir infographie ci-contre*).

## Dans les milieux aquatiques

Une bonne partie des radioéléments émis dans l'atmosphère en 2011 est retombée sur l'océan. Ce dernier a été contaminé par des rejets directs depuis la centrale. Il le reste, de façon marginale, par les fleuves côtiers. Les

radionucléides – césiums 134 et 137 en majorité aujourd'hui – se sont déposés sur les milieux terrestres : villes, rizières, forêts... L'eau peut les entraîner vers les rivières et l'océan.

Les processus de ruissellement/érosion, et les actions de l'homme pour nettoyer les milieux de vie ont été particulièrement efficaces dans les villes, villages et rizières. Ceci explique la diminution des débits de dose plus rapide que celle due à la seule décroissance physique de la radioactivité.

Dès 2011, une équipe française s'est intéressée à ce transfert de particules contaminées dans les cours d'eau situés dans le panache principal de pollution, avec le programme franco-japonais Tofu<sup>1</sup>. Cette étude se poursuit aujourd'hui dans le cadre du projet coordonné par l'IRSN : Amorad<sup>2</sup>.

*"Il faut tenir compte du climat local," souligne Philippe Renaud, expert en radioprotection à l'Institut. Une partie importante des déversements en mer*

*se fait lors de la saison des typhons, avec des pluies diluviennes et des rivières en crue."*

Les niveaux de contamination sont plus forts dans les estuaires. Au-delà de 30km au large de la centrale, la contamination de l'eau du Pacifique nord est très faible. Elle est du même ordre de grandeur que durant les années 1960, période des essais atmosphériques d'armes nucléaires.

## Dans les forêts

Sur les terres, les dépôts les plus importants en 2011 ont concerné une région montagneuse couverte à plus de 80% de forêt. Dans les plantations de conifères, tous les dépôts ne sont pas retombés sur les sols. Une grande partie a été interceptée par la canopée, c'est-à-dire les aiguilles des arbres.

Aujourd'hui, l'activité encore présente dans les aiguilles a fortement diminué. Fin 2013, elle ne représentait plus que 4% de la quantité déposée lors de l'accident dans une parcelle de cèdres de la commune de Kawamata.

L'essentiel du césium se trouve désormais dans la litière et les premiers centimètres du sol. C'est dans les forêts que la radioactivité ambiante à proximité du sol a le moins diminué. Cela a été observé par des études japonaises ou analysé par l'étude Edofu<sup>3</sup>.



Huma Rosentals/IRSN

**1. Mesure de la radioactivité en forêt de Kawamata, commune située dans la zone verte évacuée à 50 km de Fukushima. 2. Dans une rizière de la préfecture de Fukushima, la radioactivité ambiante est évaluée à l'aide d'un radiamètre. 3. Lors de la campagne de mesures de la radioactivité dans la zone d'exclusion, l'expert de l'IRSN échange avec le Dr. Takahashi, de la Japan Atomic Energy Agency.**

Les végétaux, et les animaux qui s'en nourrissent, absorbent une partie de ce césium.

Aujourd'hui, la charge radioactive du gibier – sangliers, ours noirs, faisans, etc. –, des champignons et des plantes forestières dépasse encore les normes

de commercialisation. *“Le phénomène persistera longtemps. Dans dix à vingt ans, comme à Tchernobyl, on trouvera des produits forestiers au-dessus des normes”*, estime Philippe Renaud.

Les animaux et les plantes jouent un rôle nutritif en tant que denrées alimentaires pour l'homme. Ils peuvent eux-mêmes être affectés par la présence de césium dans l'environnement et, par voie de conséquence, les écosystèmes qu'ils forment.

### Conséquences sur le vivant

L'Institut a dirigé *Freebird*, programme, co-financé par l'Agence nationale de la recherche (ANR) et son équivalent japonais, la Japan Science and Technology Agency (JST).

*“Nous sommes allés sur place un an après l'accident pour suivre au niveau moléculaire l'effet du césium sur les passereaux nichant dans la préfecture*

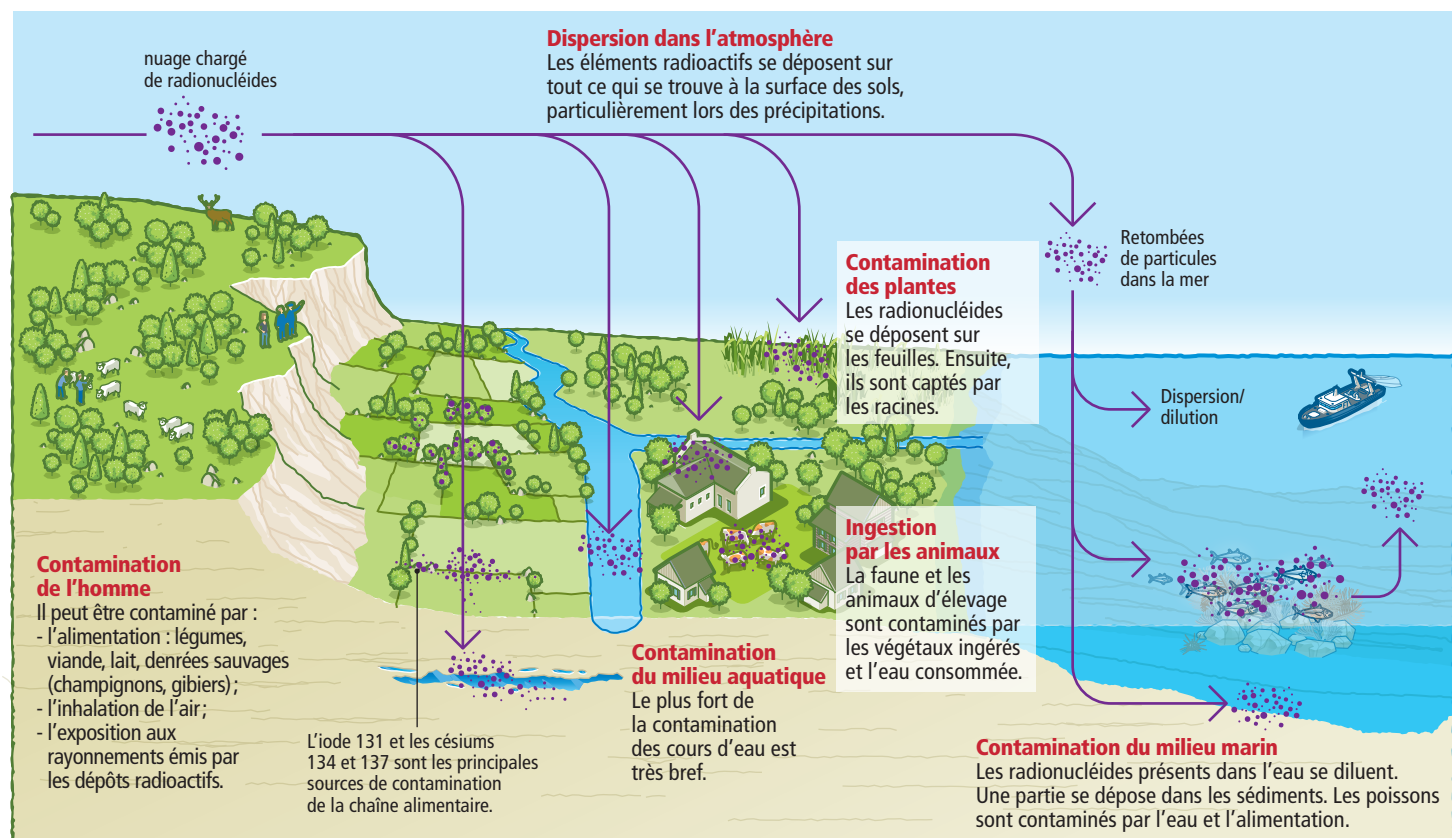
*de Fukushima. Nous avons étudié leur adaptation au stress oxydant”*, explique Christelle Adam-Guillermine, écotoxicologue à l'Institut. Ce dernier est induit par des molécules très réactives appelées radicaux libres, produits dans les cellules vivantes par les rayonnements ionisants.

Ces radicaux sont détachés au sein des organismes par des molécules protectrices, appelées antioxydants. Parmi ceux-ci, les caroténoïdes sont des pigments utilisés par de nombreuses espèces animales pour colorer leurs plumes ou leur peau. Ces dernières sont moins affectées que les autres.

Outre une modification de la physiologie des organismes, des effets ont été montrés sur leur abondance, notamment par l'équipe d'Anders Pape Møller. Cet écologue du Centre national de la recherche scientifique (CNRS) a travaillé à Tchernobyl et à

## En cas de rejets radioactifs accidentels, comment s'effectue la contamination ?

Les rejets issus d'une centrale accidentée se dispersent dans l'atmosphère. Ils finissent par retomber. Les conditions météorologiques jouent un rôle important. Les sols, les végétaux, les animaux et les denrées sont contaminés. L'homme peut être atteint par le rayonnement externe des contaminants présents dans les sols et par l'ingestion des denrées.



●●● Fukushima. Il a constaté dans la région japonaise une diminution du nombre des oiseaux et de leur succès reproducteur, surtout chez les espèces de petite taille, ayant un métabolisme et un taux d'alimentation plus élevés.

Ce résultat pourrait s'expliquer par une production accrue de radicaux libres. Ces conclusions initiales ont été effectuées sur la base d'une estimation perfectible de la dose. Elles n'ont pas été invalidées par un calcul de dose plus robuste – effectué en collaboration avec l'IRSN –, de sorte que ces effets sont bien corrélés avec la dose.

Côté végétaux, l'équipe du professeur Watanabe, du National Institute of Radiological Sciences (Chiba, Japon), a rapporté des anomalies de croissance chez les jeunes pins du Japon (*Abies firma*). Elles affectant un tiers à près de 90% des sujets selon le degré de contamination de la zone étudiée.

Au lieu de pousser en hauteur, selon leur axe principal, les jeunes arbres multiplient les branches latérales. Pour l'Institut comme pour les auteurs, le lien avec les faibles doses de radioactivité ambiante reste à préciser.

## Et en France ?

Dès l'accident, l'IRSN a activé le centre technique de crise situé sur le site de Fontenay-aux-Roses (Hauts-de-Seine). Il a mis en place une cellule de crise dédiée à l'environnement sur celui du

## 3 questions à... Anders Pape Møller

Écologue au Centre national de la recherche scientifique (CNRS), Anders Pape Møller étudie l'environnement de Tchernobyl et de Fukushima.

### Avec ces deux événements, a-t-on accumulé assez de données pour comprendre l'impact d'une contamination radioactive ?

La connaissance reste faible, par manque d'études. En Ukraine, rien n'a été fait sur les oiseaux, en terme de survie des populations, avant 2006.

Je viens d'y réaliser, avec un collègue suisse, le premier recensement des écosystèmes des plantes dans la zone d'exclusion. On peut supposer, puisque beaucoup d'espèces différentes montrent le même profil d'évolution, qu'un même facteur les influence, c'est-à-dire le niveau de rayonnement.

### L'abondance des espèces touchées remonte-t-elle avec le temps ?

À Fukushima, il est trop tôt pour le dire. À Tchernobyl, les suivis de population n'ont commencé qu'en 2006. C'est trop court, d'autant que certaines espèces radiosensibles laissent des niches à des compétiteurs plus adaptés, ce qui complique l'interprétation.

### Les écosystèmes évoluent ?

Oui, on ne revient pas à la situation antérieure. La composition des écosystèmes change. À Tchernobyl, je peux estimer le niveau de rayonnement d'un site à partir des changements de composition de la communauté des plantes.

Vésinet (Yvelines). Il a renforcé sa surveillance de la radioactivité via son réseau Téléray.

Le Bilan de l'état radiologique de l'environnement français de juin 2011 à décembre 2014 indique que quelques traces seulement de radionucléides – 1000 fois plus faibles que celles mesurées après Tchernobyl – ont été détectées dans l'air, la pluie et quelques denrées alimentaires en France durant les premières semaines après l'accident japonais. L'influence des dépôts n'est plus mesurable depuis mi-2011. ■

1. Tracing the environmental consequences of the TOhoku earthquake-triggered tsunami and the FUKushima accident – Traçage des conséquences

environnementales du tsunami dû au séisme de Tohoku et de l'accident de Fukushima

2. Amélioration de la modélisation des transferts des radionucléides
3. External DOSimetry in FUKushima – Dosimétrie externe à Fukushima, étude lancée en 2013 par l'IRSN



À voir sur le webmagazine

• Le projet Freebird sur les effets des rayonnements chez les oiseaux



Pour en savoir plus

- sur l'impact environnemental : [www.irsn.fr/fukushima-2016](http://www.irsn.fr/fukushima-2016)
- sur l'impact en France : [www.irsn.fr/BR2011-2014](http://www.irsn.fr/BR2011-2014)
- sur la comparaison Tchernobyl-Fukushima : [www.irsn.fr/fuku-tcherno](http://www.irsn.fr/fuku-tcherno)

## AILLEURS Tchernobyl, des enseignements pour Fukushima ?



Analyse colorimétrique des plumes.

Jean-Marc Borzom/IRSN

Le 26 avril 1986, 25 ans avant Fukushima, la centrale nucléaire de Tchernobyl explosait. Les deux événements ne sont comparables ni en termes de quantité de radioéléments libérés, ni en termes d'étendue de la zone affectée. Alors qu'une partie du combustible était éparpillée autour de la centrale ukrainienne, les rejets aériens dans la région japonaise sont restés filtrés. Résultat : de nombreux arbres irradiés sont morts à Tchernobyl, créant la fameuse "forêt rousse", ce qui n'a pas été observé à Fukushima. De plus, la catastrophe en Ukraine a libéré du strontium et du plutonium – très toxique – qui ne sont pas présents au Japon. Malgré tout, même si les études y ont commencé tardivement, le site de Tchernobyl est porteur d'enseignements. "Beaucoup d'espèces d'oiseaux sont identiques dans les deux sites. Malgré les conditions différentes, on trouve globalement la même chose : une baisse de la survie des adultes et du succès reproducteur, une augmentation de fréquence des anomalies, tumeurs et cataractes", souligne Anders Pape Møller, écologue au Centre national de la recherche scientifique (CNRS). ■

# Associer le public à la gestion du risque des produits contaminés

**Post-accidentel.** Quelles sont les attentes du public dans la gestion des produits contaminés après un accident nucléaire ? Des consommateurs, des associatifs et des professionnels ont exprimé leurs attentes à l'occasion d'une recherche participative menée dans 11 pays européens.

**"D**ans les situations de crise, tout le monde perd ses repères, observe Anne Legentil, conseillère technique au sein de l'association Familles rurales. Il faut se préparer à agir vite et efficacement, comme le font les Japonais en cas de tremblement de terre. L'information et la pédagogie sont essentielles avant, pendant et après un accident. Surtout lorsque les produits contaminés sont aussi quotidiens que les aliments." Anne Legentil a participé au panel "consommateurs" du programme Prepare WP3.

Dans le cadre du projet européen Prepare sur la gestion d'une situation post-accidentelle, Prepare WP3 a examiné le problème des produits contaminés, alimentaires ou non. Coordonné par l'IRSN, il a réuni 11 pays européens. Des panels de parties prenantes – professionnels, associatifs, pouvoirs publics – ont travaillé sur la gestion des risques. La France et la Suisse ont constitué deux panels – producteurs/distributeurs et consommateurs – et un groupe avec les pouvoirs publics concernés.

## Des mesures mieux comprises

*"Pour les produits alimentaires, les principales questions dans ces situations complexes portent sur la notion de seuils maximaux admissibles de radioactivité, leur évolution dans le temps et l'espace, l'implication participative des différents acteurs. Ou encore sur l'appropriation des démarches d'autoprotection, la mesure de la radioactivité des denrées, le rôle du marché des produits alimentaires..."*



Le témoignage de producteurs japonais après Fukushima a intéressé les parties prenantes.

explique Sylvie Charron, adjointe au chef du Service de l'ouverture à la société.

Pour les associations de consommateurs, tout devrait être fait pour éviter un accident et les citoyens impactés devaient être considérés comme des victimes qui ont besoin d'un soutien. Elles ont demandé à être associées aux décisions prises par les autorités pour qu'elles soient

mieux comprises par la population. Informer afin de créer une culture de la radioprotection avant l'accident est un enjeu crucial.

*"Les témoignages des consommateurs et des producteurs japonais sur leur expérience de la gestion de l'accident de Fukushima-Daiichi ont beaucoup compté dans les échanges. Par exemple, les pêcheurs ont été associés au processus d'autorisation de rejets en mer de la centrale",* précise Jean-François Lecomte, expert en radioprotection à l'IRSN.

## Quelles informations donner aux citoyens ?

Les seuils maximaux de contamination sont des référentiels utiles. Ils ont pour objectif de minimiser le risque global, ce qui s'effectue toujours avec une bonne marge de sécurité.

Leur dépassement n'indique pas qu'un aliment soit malsain. Une méconnaissance de la population en faisait un facteur de stress.

*"Le problème est moins la radioactivité que la désorganisation de la vie quotidienne, résume Jean-François Lecomte. Les panels et le retour d'expérience japonais montrent qu'il est préférable de traiter la situation au cas par cas en faisant confiance aux gens, plutôt que de les alerter sur des seuils préétablis. Passé le moment de sidération, les filières de production et de distribution doivent s'engager dans l'amélioration de la qualité des produits mis sur le marché."* ■

Pour en savoir plus  
 ● [sylvie.charron@irsn.fr](mailto:sylvie.charron@irsn.fr)  
 ● [jean-francois.lecomte@irsn.fr](mailto:jean-francois.lecomte@irsn.fr)

A woman wearing a yellow bucket hat and a dark top with white polka dots is looking towards a market stall. The stall is filled with various baskets and crates of fresh produce, including several large, ripe red tomatoes in the foreground. In the background, other people are visible, including a woman in an orange shirt and another person in a white shirt, all in a bright, outdoor market setting with green awnings.

**Radioactivité**

# Tous exposés différemment

Omniprésente, souvent ignorée, la radioactivité est partout dans notre environnement. Dose reçue par habitant, radioactivité artificielle et naturelle, impact des habitudes de vie, influence de la géographie... Tout est passé en revue dans un rapport sur l'exposition de la population que vient de publier l'IRSN. Un bilan qui bouscule certaines idées préconçues.

Les denrées alimentaires et les eaux de boisson contiennent naturellement des radionucléides. La dose reçue par ce biais est estimée à 0,55 mSv/an en moyenne.

C'est une réalité méconnue : nous vivons, depuis la nuit des temps, dans un "bain" de rayons ionisants. À ce bruit de fond naturel, s'ajoute une radioactivité produite par les activités humaines. Comment connaître la dose reçue par chacun d'entre nous ?

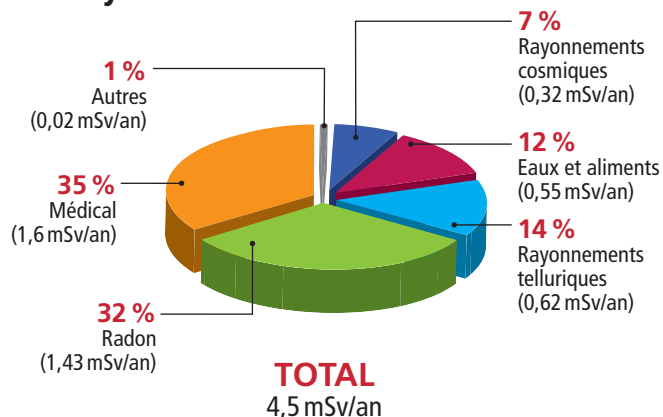
Dix ans après un premier rapport sur la question, l'Institut vient de publier un nouveau bilan : *Exposition de la population française aux rayonnements ionisants*. "Notre mission est de caractériser l'exposition de tout le monde, explique Éric Vial, expert en radioprotection à l'Institut, qui a coordonné ce travail. Ce rapport s'ajoute à notre bilan annuel de l'exposition professionnelle et à l'étude régulière des doses d'origine médicale."

Pour rendre compte de situations diverses, tant par le mode d'exposition – inhalation, irradiation externe, ingestion – que par la nature du rayonnement reçu ou l'organe touché, les experts ont exprimé les résultats en dose efficace (voir encadré "Mesures" p.13). Cette grandeur quantifie les risques d'effets sur la santé. Un graphique de type "camembert" rassemble les différentes sources d'exposition d'un hypothétique "Français moyen" (voir ci-dessous).

Une personne habitant en France reçoit 4,5 mSv par an en moyenne. Le radon et l'exposition médicale représentent chacun un tiers de ce total. Viennent ensuite l'exposition aux rayonnements telluriques et celles liées à l'incorporation de radioéléments naturels et aux rayonnements cosmiques.

Les activités industrielles et militaires induisent une exposition de l'ordre de 0,02 mSv par an. Cela correspond aux rejets des centrales, aux retombées des anciens essais atmosphériques d'armes nucléaires, aux accidents comme ceux de Tchernobyl et Fukushima, aux activités minières, etc.

### Exposition moyenne de la population aux rayonnements ionisants



Source : IRSN - Bilan IRSN 2015

●●● La radioactivité naturelle représente la majeure partie des doses reçues. Un flux continu de photons et de particules en provenance de l'espace bombarde l'atmosphère terrestre. C'est la source de l'exposition dite cosmique, qui correspond en moyenne à une dose annuelle de 0,32mSv par personne en France.

### Radioactivité naturelle plus élevée dans le ciel

L'atmosphère joue un rôle de bouclier. L'exposition est plus importante en montagne qu'en plaine. Elle double environ à 1500m au-dessus de la mer. Elle augmente plus encore lors des déplacements en avion. Un seul vol d'une dizaine d'heures, pour se rendre à Los Angeles, Tokyo ou Mexico en partant de Paris, expose à environ 0,06mSv.

Les radionucléides présents dans les roches depuis l'origine de la Terre sont essentiellement l'uranium 235 et 238 et le thorium 232, ainsi que leurs descendants, et le potassium 40. Ils induisent une exposition dite tellurique. Égale en moyenne à 0,62mSv par an, elle dépend de la géologie. Elle varie selon les régions.

Il en va de même pour l'exposition au radon, gaz radioactif qui émane du sol (*lire notre dossier, Repères 28*). La dose moyenne par habitant s'établit à 1,43mSv par an, avec d'importantes disparités régionales (*lire page 14*).

Certains radionucléides sont absorbés par les plantes via les racines.



AlexJaval/stock

L'atmosphère ayant un rôle protecteur, l'exposition est plus importante en montagne qu'en plaine. Elle double environ à 1500m d'altitude.

D'autres se déposent sur les feuilles. En consommant ces végétaux, ou les animaux qui les ont mangés, nous incorporons ces éléments.

S'appuyant sur des mesures dans les denrées et l'eau de boisson, et sur les résultats d'enquêtes sur les habitudes alimentaires, l'IRSN estime la dose reçue à 0,55mSv par an, en moyenne. *"L'exposition est comparable pour tous les types d'aliments. À l'exception des poissons et des fruits de mer, plus riches en polonium 210. C'est un radioélément induisant une dose efficace plus élevée en cas de consommation régulière"*, précise Philippe Renaud, spécialiste de la surveillance de la

radioactivité dans l'environnement à l'Institut.

Le tabac, qui contient des radionucléides – polonium 210 – inhalés par les fumeurs, est un facteur de variabilité individuelle.

### Plus forte irradiation avec les examens radiodiagnostiques

À cette exposition naturelle se sont ajoutées, depuis plusieurs décennies, des sources artificielles. Parmi celles-ci, les examens radiodiagnostiques médicaux représentent de loin l'irradiation la plus importante. Il s'agit des radiographies, des scanners ou de la médecine nucléaire.

En divisant par la population la dose annuelle associée au nombre total d'actes radiodiagnostiques réalisés, l'IRSN obtient une exposition moyenne théorique de 1,6mSv par an. Plus encore que pour les autres sources, cette dose varie selon l'histoire médicale de chaque individu. Un seul scanner abdominal, par exemple, expose à 15mSv.

### Une incidence sanitaire négligeable

De telles doses ont-elles un effet sur notre santé? S'agissant de radioactivité, la question se pose. Les expositions à de fortes doses provoquent des dégâts biologiques graves – comme la nécrose des tissus –, voire mortels.

## Comportement alimentaire, radon : des données plus précises

Le bilan 2015 *Exposition de la population française aux rayonnements ionisants* introduit quelques nouveautés méthodologiques. Par exemple, pour la première fois, il utilise les résultats d'enquêtes sur les comportements alimentaires.

Concernant le radon, il reprend les résultats des mesures effectuées dans l'habitat pour plus de 10 000 communes avec une géolocalisation plus précise. S'y ajoute une carte du "potentiel radon" des différentes formations géologiques. *"En combinant les mesures et le potentiel, nous obtenons un modèle donnant une estimation de la concentration moyenne dans l'habitat pour chaque commune de France"*, souligne Géraldine Ielsch, spécialiste de l'exposition au radon à l'IRSN. ■

Avec les faibles doses, les effets de type cancer ou leucémie sont aléatoires – leur probabilité d'apparition étant d'autant plus faible que la dose l'est également, de manière réputée proportionnelle à la dose reçue – et souvent tardifs.

Ces effets, dits stochastiques, ne peuvent être mis en évidence qu'au moyen d'études épidémiologiques sur de grandes populations. On détermine alors, statistiquement, un risque supplémentaire de contracter à terme un cancer ou une leucémie.

Que ce soit auprès des survivants d'Hiroshima et de Nagasaki, des mineurs ou des travailleurs du nucléaire, il n'a toutefois pas été possible de démontrer l'existence d'un tel risque en deçà d'une dose de 100mSv environ.

Dans ce domaine de doses, et pour garantir une gestion sûre des activités industrielles, les experts estiment par précaution qu'il existe toujours un risque. Ils considèrent que la probabilité d'apparition de cancers surnuméraires reste proportionnelle à la dose reçue – loi dite "linéaire sans seuil".

*"Il faut raison garder : la population française est exposée depuis toujours à des doses faibles, de l'ordre de quelques mSv/an. Dans l'état actuel des recherches, nous ne connaissons*



Laurent Zylberman/Graphix Images/IRSN

**Certains poissons et fruits de mer sont riches en polonium 210, radioélément induisant une dose efficace plus élevée s'il est consommé régulièrement.**

## Un bilan mondial régulier

Le Comité scientifique des Nations Unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants (Unsear) compile toutes les données disponibles dans le monde. Son objectif : établir un bilan de l'exposition des populations aux sources d'origines naturelle et artificielle. Il compile aussi l'exposition professionnelle. Le rapport souligne les différences de méthodes de mesure entre pays, qui limitent la portée des comparaisons. *"Beaucoup de pays produisent un travail comparable à celui de l'Institut, mais pas forcément aussi complet,"* souligne Alain Rannou, expert de l'IRSN et membre de l'Unsear. Le prochain bilan du Comité scientifique est attendu à l'horizon 2018. ■



Pour en savoir plus  
● [www.unsear.org](http://www.unsear.org)

*pas d'effet sanitaire clairement identifié à ce niveau d'exposition",* souligne Éric Vial.

L'excès de risque de cancer sur la vie entière attribuable à une exposition aux rayonnements à une dose ponctuelle de 1mSv est estimé à environ 0,005% – même en retenant l'hypothèse de validité de la loi linéaire sans seuil évoqué ci-dessus –, à comparer à la probabilité de décès par cancer en France qui est de l'ordre de 25%.

Une dose de 1mSv/an, c'est aussi en France la limite réglementaire fixée pour l'exposition de la population aux rayonnements artificiels, hors exposition médicale – article R1333-8 du Code de la santé publique.

Comme le précise Philippe Renaud, *"le législateur a voulu s'assurer que les industriels du nucléaire limitent au maximum leurs rejets. Le risque ne s'accroît pas brutalement au-dessus de 1mSv/an, loin de là. C'est simplement que le dépassement de ce seuil est contraire à la loi."*

### Un bilan, et après ?

Les données de l'Institut devraient être reprises par l'Unsear, le Comité scientifique des Nations Unies pour l'étude des effets des rayonnements (lire ci-dessus), pour son bilan mondial. En France, le travail de l'IRSN vient en appui à l'action des pouvoirs publics.

*"Ce bilan nous donne des arguments pour proposer des évolutions des politiques de prévention là où les*

*expositions sont les plus importantes",* souligne ainsi Nicolas Michel-dit-Laboelle, chargé de mission à la Direction générale de la Prévention des risques au ministère de l'Environnement.

Le bilan nourrit les réflexions en amont de la nouvelle réglementation pour la gestion du risque lié au radon. Nicolas Michel-dit-Laboelle regrette cependant que le coefficient de dose révisé pour le radon n'ait pas été publié par la CIPR avant la publication de ce bilan, pour éclairer plus tôt les pouvoirs publics à ce propos.

Éric Vial précise : *"De nouvelles données épidémiologiques pourraient conduire à augmenter d'un facteur deux à trois la dose efficace associée à une exposition à une concentration donnée au radon. Dans ce cas, le radon dominerait l'exposition des populations."* ●●●

### MESURES

- Le **sievert** (Sv) est l'unité de la **dose efficace**, qui quantifie les effets sur la santé d'une exposition à des rayonnements à de faibles doses. Elle tient compte de la quantité d'énergie reçue, de la nature des rayonnements et de la sensibilité des différents organes.
- Le **becquerel** (Bq) est l'unité de mesure de la radioactivité. Un Bq correspond à la désintégration d'un noyau radioactif par seconde.
- Le **gray** (Gy) est l'unité de la dose absorbée, c'est-à-dire la quantité d'énergie absorbée par unité de masse dans l'organisme.

●●● De son côté, Éric Vial explique : *“En matière médicale, les bilans de l’Institut soulignent que l’exposition moyenne associée ne cesse d’augmenter, de 0,9 mSv/an en 2004 à 1,6 mSv/an aujourd’hui. Les pouvoirs publics en prennent conscience. Le dernier Plan cancer met l’accent sur la diminution de l’exposition de la population aux rayonnements à visée diagnostique. Il insiste sur l’optimisation du parc d’appareils IRM, pour limiter le recours au scanner.”*

Mis en ligne et accessible à tous, ce document constitue une ressource pour les concepteurs et les animateurs d’expositions sur le sujet, comme “Gafforisk-Radioactivité et nucléaire” et “Radioactivité, des centaines de questions”.

*“Le graphique rassemblant les doses reçues, que nous appelons le ‘camembert’, est en lien avec chaque panneau de l’exposition et permet de tout replacer en perspective”,* souligne Caroline Jacquelin, une experte en radioprotection de l’Institut qui participe à l’animation de ces expositions.

Ce bilan apportera des éléments comparatifs utiles aux élus de communes proches d’installations nucléaires. Il devrait constituer une base de discussions au sein des commissions locales d’information (CLI). ■

 Pour en savoir plus  
● [www.irs.fr/radon](http://www.irs.fr/radon)



David Clavel/IRSN

Un échantillon de sol de prairie est prélevé grâce à une tarière racinaire, à proximité du CNPE du Bugey (Ain).

# Une exposition variable d'une personne à l'autre

**Variabilité.** Existe-t-il vraiment un “Français moyen” pour l’exposition aux rayons ionisants ? L’impact des habitudes de vie et des données géographiques incite plutôt à considérer 66 millions d’expositions différentes...



Philippe Castano/IRSN

L’aide diagnostique des examens médicaux apporte un bénéfice largement supérieur au risque éventuel associé aux doses reçues.

**S**ommes-nous tous exposés de la même façon à la radioactivité ? Non. L’exposition de chacun est très variable et la dose moyenne de 4,5 mSv/an établie pour la population française dans son ensemble ne fournit qu’un ordre de grandeur.

Premier facteur de variabilité, sur lequel il n’est guère d’action possible : la situation géographique. Il n’est pas indifférent d’habiter en montagne ou en plaine, en Corse ou en région parisienne. L’exposition aux rayonnements cosmiques augmente avec l’altitude. Celle liée aux rayonnements telluriques dépend de la nature du sol. Cette dernière influence aussi la quantité de radon libérée, plus importante en Corse, en Bretagne ou dans le Massif Central.

Composante importante de l’exposition globale, le radon est exemplaire à un autre titre. Outre la situation géographique, les caractéristiques des bâtiments et le mode de vie des occupants influencent l’exposition des personnes.

*“Résultat, dans un même département, la dose due au radon varie très fortement d’une commune à l’autre”,* explique Géraldine Ielsch, spécialiste de l’exposition au radon à l’IRSN.

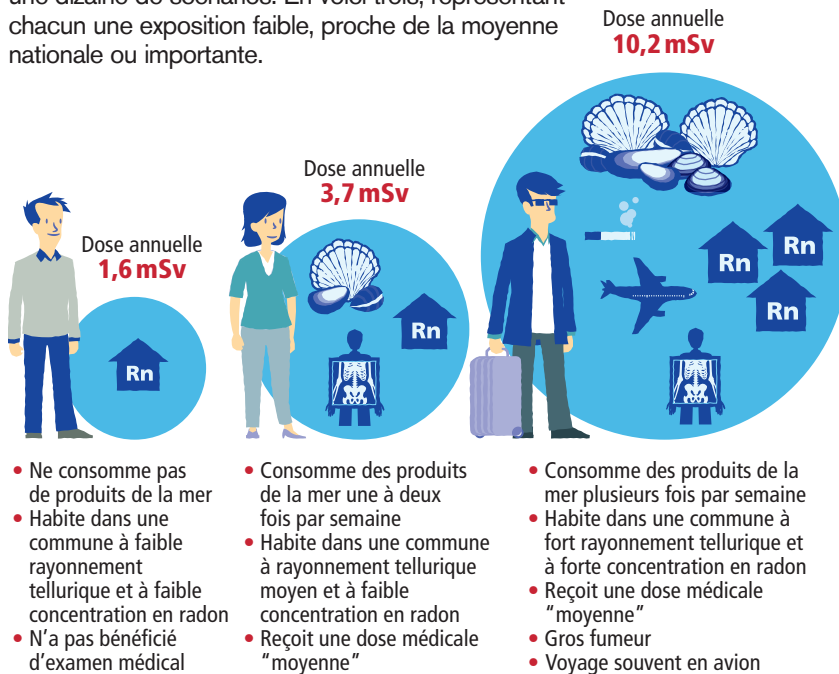
Le simple fait de favoriser le renouvellement d’air – ou non – de son logis change la donne.

## Le cas particulier des produits de la mer

L’influence du mode de vie ne s’arrête pas là. Les voyages en avion exposent à une dose accrue de rayonnements cosmiques.

## Trois cas d'exposition

Afin d'illustrer la variabilité individuelle de l'exposition aux rayonnements, le rapport de l'IRSN présente une dizaine de scénarios. En voici trois, représentant chacun une exposition faible, proche de la moyenne nationale ou importante.



## Connaître son exposition

Estimez votre exposition aux rayonnements ionisants : tel est le nom d'un nouvel outil informatique accessible au public sur le site de l'IRSN. Mode d'emploi : après avoir lu une page d'accueil expliquant les différentes expositions, leurs causes et leur importance, l'internaute entre ses informations personnelles, de manière anonyme. Commune de résidence, type d'habitation, habitudes de vie – voyages en avion, tabac, alimentation –, examens médicaux... Tout est passé en revue. S'appuyant sur les bases de données et les modèles de calcul utilisés pour le rapport, cet outil indique la dose que l'internaute est susceptible d'avoir reçue durant l'année. ■

Pour en savoir plus  
<https://expop.irsn.fr>

Plus étonnante, en revanche, est la part de l'alimentation. La dose due aux denrées terrestres – produits animaux, légumes, fruits – varie peu d'une personne à l'autre. Il n'en va pas de même pour les poissons et fruits de mer, aliments naturellement riches en radionucléides.

Selon Philippe Renaud, spécialiste de la surveillance de la radioactivité dans l'environnement à l'Institut, "les gens habitent plus ou moins loin de la mer, certaines personnes n'aiment pas les denrées marines... Il en résulte une exposition très variable." Il souligne que, malgré cette variabilité, même les doses les plus "élevées" ne justifient en rien un changement d'habitudes alimentaires. En clair, inutile d'arrêter de consommer des coquillages!

L'exposition "moyenne" de la population aux rayonnements d'origine médicale n'est pas non plus un indicateur très parlant. "Plus de la moitié de la population ne passe aucun examen radiodiagnostique et ne reçoit donc aucune dose d'origine médicale. Pour

les autres, cette dernière peut atteindre plusieurs millisievert", détaille Éric Vial, expert en radioprotection à l'Institut. Il insiste sur le fait que l'aide diagnostique des examens médicaux apporte un bénéfice qui est largement supérieur au risque éventuel associé aux doses reçues.

### Une dizaine de scénarios

Afin d'illustrer cette variabilité individuelle, le rapport de l'IRSN présente une dizaine de scénarios (voir infographie ci-dessus). En bas de l'échelle vient le cas d'une personne ne consommant pas de fruits de mer, habitant dans une commune à faible concentration en radon et à niveau faible de rayonnements telluriques, et n'ayant passé aucun examen médical. Elle recevrait une dose de 1,6 mSv par an.

Un individu recevant une hypothétique dose médicale "moyenne", habitant dans une commune à faible concentration en radon et niveau moyen de rayonnements telluriques et ayant une consommation moyenne de denrées alimentaires riches en

radionucléides naturels recevrait une dose annuelle de 3,7 mSv par an, proche de la moyenne nationale.

En haut de l'échelle, le rapport imagine un gros fumeur voyageant souvent en avion, mangeant des fruits de mer plusieurs fois par semaine, habitant une commune à forte concentration en radon et à niveau élevé de rayonnements telluriques et soumis à une dose "moyenne" d'origine médicale. Il recevrait 10,2 mSv par an.

Si l'exposition aux rayonnements varie selon les individus, les experts insistent sur le fait que les doses reçues demeurent très faibles. Elles sont bien inférieures au seuil de risque émergeant des études épidémiologiques, c'est-à-dire le niveau d'exposition additionnelle à celle reçue naturellement, au-delà duquel un risque a pu être mis en évidence. ■

À voir sur le webmagazine  
**Que font les experts de l'IRSN dans le milieu médical ?**

# Agir contre les idées reçues

**Sur le terrain.** L'IRSN met en place des actions pour informer les citoyens et lutter contre les idées reçues sur le risque radiologique : publications, expositions, discussions avec les experts... Un travail de longue haleine.



Le fait de vivre près d'une centrale est l'une des causes d'exposition les plus faibles.

Noak/Le bar Floreal/IRSN

**"N**ous recevons en permanence des rayons d'origine naturelle et sommes nous-mêmes radioactifs. C'est ce qui surprend le plus le public, adultes comme enfants", sourit Caroline Jacquelin, experte en radioprotection à l'Institut, qui anime des expositions sur la radioactivité.

Ce décalage entre la réalité et l'opinion est tout aussi flagrant dans le Baromètre sur la perception des risques et de la sécurité par les Français, que l'Institut réalise tous les ans à partir de sondages.

## Peur des retombées de Tchernobyl

Même si le nucléaire vient très loin derrière des préoccupations comme le chômage, le terrorisme ou le changement climatique, il reste le sujet de tous les fantasmes.

Pour 42% des personnes interrogées, les retombées de Tchernobyl constituent un risque élevé. Elles sont pourtant très limitées en France. Plus rares sont ceux qui pensent au radon ou aux examens médicaux. Près de la moitié

de la population pense qu'il est dangereux pour la santé de vivre près d'une centrale, alors que l'exposition qui en résulte est inférieure à 1% du total.

À l'évidence, la connaissance scientifique ne "passe" pas. Pour François Rollinger, expert en radioprotection chargé à l'Institut de l'ouverture à la société, "on a longtemps pensé qu'il suffisait de diffuser l'information pour que le public pense comme les experts. Or, cela ne marche pas. Il faut aider les gens à construire leur opinion à partir de leurs propres questions."

## Culture de la radioprotection

Des associations participent à cette démarche, contribuant à la "culture publique de la radioprotection" que François Rollinger appelle de ses vœux. Les expositions pédagogiques, comme l'exposition Dunkerque\*, ou le nouvel outil web de l'IRSN – *Estimez votre exposition aux rayonnements ionisants* – devraient y contribuer. Le public va pouvoir mesurer lui-même la radioactivité grâce au projet Openradiation\*. ■

\*Lire Repères n°29 p. 4 et 9

## BIBLIOGRAPHIE

- **Bilan de l'exposition de la population**  
[www.irsn.fr/expoRI-2015](http://www.irsn.fr/expoRI-2015)
- **Bilan de l'exposition des travailleurs**  
[www.irsn.fr/travailleurs-2014](http://www.irsn.fr/travailleurs-2014)
- **Bilan de l'exposition médicale**  
[www.irsn.fr/expri](http://www.irsn.fr/expri)
- **Baromètre de l'IRSN**  
[www.irsn.fr/barometre](http://www.irsn.fr/barometre)

## POUR EN SAVOIR PLUS

- **Connaître le potentiel radon** de sa commune : [www.irsn.fr/carte-radon](http://www.irsn.fr/carte-radon)
- **Outil de calcul** de la dose personnelle : <https://expop.irsn.fr>
- **Webdocumentaire** sur le radon produit par l'IRSN : [www.irsn.fr/webdoc-radon](http://www.irsn.fr/webdoc-radon)
- **Vidéo** "Rayons d'univers : le radon" : <https://youtu.be/xLiu-VJ97C4>

## CONTACTS

eric.vial@irsn.fr  
philippe.renaud@irsn.fr  
caroline.jacquelin@irsn.fr  
geraldine.ielsch@irsn.fr  
alain.rannou@irsn.fr  
francois.rollinger@irsn.fr

# Que fait le correspondant Siseri de l'employeur ?

Depuis le 1<sup>er</sup> juillet 2014, les entreprises doivent nommer un correspondant Siseri de l'employeur (CSE). Sa mission est d'intégrer les informations administratives des travailleurs exposés dans le "Système d'information de la surveillance de l'exposition aux rayonnements ionisants". Ces renseignements servent à établir la carte de suivi médical délivrée par le médecin du travail.

• **TÉMOIGNAGE** Une personne compétente en radioprotection (PCR) • **DÉCRYPTAGE** Comment intégrer sur Siseri les données des travailleurs exposés ? • **AVIS D'EXPERT** Le chef de l'unité en charge de la gestion de Siseri à l'IRSN

## TÉMOIGNAGE

“ Siseri, un outil un peu contraignant mais pratique ”

Amélie Magne est une personne compétente en radioprotection (PCR) chez CycloPharma, laboratoire spécialisé dans la fabrication de radiopharmaceutiques fluorés, dont le siège est situé à Saint-Beauzire (Puy-de-Dôme).

“ Utiliser Siseri est un peu contraignant au départ. La nouvelle tâche administrative représente une charge de travail d'environ une heure par mois. Mais c'est un outil pratique pour savoir si la carte individuelle de suivi médical – indispensable pour travailler – est à jour. Nous sommes 15 PCR réparties sur neuf établissements. Nous nous occupons du suivi dosimétrique de plus de 70 salariés et d'une dizaine de prestataires.

Environ 80 % des cas d'exposition correspondent à la production et maintenance des installations. En commun accord avec la direction générale, nous avons décidé de ma désignation comme CSE. C'était plus pratique, en raison de notre configuration interne.

## Une double casquette PCR/CSE pour mieux vérifier les informations

J'ai une vision transverse de tous les sites et je connais déjà Siseri. La double casquette PCR/CSE permet de mieux vérifier les informations saisies sur le portail. Notre service des ressources humaines me fournit les données nécessaires : nom, numéro de sécurité sociale, etc. Je les intègre dans la base de données quand elles n'y sont pas déjà. Pour que ce circuit fonctionne bien, tous les acteurs – DRH et médecins du travail – doivent être mobilisés et anticiper.” ■



### À lire sur le webmagazine

• Le choix du Centre hospitalier de Nancy (Meurthe-et-Moselle)



Grégoire Maisonneuve/IRSN

## DÉCRYPTAGE

# Comment intégrer les données admi

Le CSE, ou correspondant Siseri de l'employeur, est la personne désignée par administratives du travailleur exposé. Comment le choisir et l'inscrire ? Quelles



### 2 Inscrire le CSE à Siseri

Une fois sa décision prise, Jacques R. – ou son représentant désigné – se connecte à l'application PASS\* et saisit les informations relatives au CSE choisi :

- ses nom et prénom,
- son numéro de Sécurité sociale (RNIPP),
- son adresse mail.

Il signe le protocole d'accès via l'application PASS. Ce dernier sera ensuite validé par l'IRSN. Cela déclenche l'envoi au CSE du certificat d'accès à Siseri.

*\*Protocole d'accès sécurisé à Siseri*



### 1 Choisir le CSE

Jacques R., employeur, doit choisir un CSE en fonction de son organisation interne. Il peut désigner :

- Julie B., personne compétente en radioprotection (PCR),
- Paul V., chargé des ressources humaines,
- ou toute autre personne disposant des informations nécessaires.

Le correspondant peut être une PCR externe si la personne nommée dispose de toutes les informations nécessaires pour remplir ce rôle.



### 3 Installer le certificat d'accès à Siseri

C'est un fichier que l'on télécharge après y avoir été invité par mail. Paul V. l'installe sur son poste de travail pour se connecter au site Siseri de façon sécurisée, grâce à un code confidentiel associé à ce certificat. Le certificat est valable trois ans à dater de sa délivrance.

**À noter :** si une PCR, déjà désignée dans Siseri, endosse également le rôle de CSE, elle ne reçoit pas de nouveau certificat mais ses droits sont étendus aux fonctionnalités de CSE.

## I Qui transmet à Siseri quelles informations ?

- Les **informations administratives** relatives aux travailleurs sont transmises à Siseri par les employeurs, via les CSE;
- les **informations de validation** de la carte de suivi médical par les médecins du travail;
- les résultats des **mesures de la surveillance dosimétrique individuelle** par les organismes de dosimétrie – laboratoire agréé ou celui de l'IRSN;
- et les **données de la dosimétrie opérationnelle** par les PCR des établissements.

Ces transmissions se font par une connexion Internet sécurisée, selon un protocole défini par l'IRSN.

## I Bon à savoir

- **Sauvegardez le certificat et son code d'installation**, sur une clé USB par exemple. Cela permet de pouvoir le réinstaller ultérieurement si un problème survient sur le poste informatique ou si on utilise plusieurs postes de travail.

## I En chiffres

- **30 000 à 35 000** employeurs sont concernés, de tous secteurs : énergie, médical, etc.
- **6 500 CSE** avaient été désignés au 1<sup>er</sup> janvier 2016.
- **1/3 des 370 000 travailleurs suivis** a actuellement ses informations administratives à jour sur Siseri.

# Administratives sur Siseri ?

ce dernier pour saisir et mettre à jour les données sont ses missions ?



## 4 Mettre à jour les données des travailleurs

Lors de sa première connexion, Paul V. doit mettre à jour les données des travailleurs déjà connus de Siseri et dont la liste lui est présentée. Il doit supprimer les personnes ne faisant plus partie de l'entreprise, ajouter les individus manquants, associer les PCR et les médecins du travail (MDT) désignés dans le protocole à la liste des travailleurs. Il devra ensuite maintenir à jour cette liste.

À noter : le CSE n'accède pas aux résultats de la dosimétrie, réservée à la PCR et au MDT.

Antoine Dagan/Spécifique/IRSN - Source : IRSN

## Pour aller plus loin

- **La base de données Siseri :**  
<http://siseri.irsn.fr>
- **Le texte de l'arrêté du 17 juillet 2013 :**  
[www.legifrance.gouv.fr](http://www.legifrance.gouv.fr)
- **Guide d'utilisation du système Siseri par les CSE**  
<http://siseri.irsn.fr> - rubrique Actualités

## Contact

- Unité de suivi et d'analyse des expositions professionnelles (Usep) de l'IRSN  
Hotline Siseri : 01 58 35 84 04  
[siseri@irsn.fr](mailto:siseri@irsn.fr)

## AVIS D'EXPERT

“ Un tableau du suivi dosimétrique à jour ”

“ Pour répondre aux obligations de l'arrêté du 17 juillet 2013, nous avons fait évoluer

Siseri. Objectif : mettre à disposition les interfaces permettant aux employeurs de renseigner les informations administratives de leur personnel exposé. Ces renseignements servent à établir la carte de suivi médical délivrée par le médecin du travail à chaque travailleur exposé. Les entreprises ont jusqu'au 1<sup>er</sup> juillet 2016 pour se mettre en conformité. Cet effort initial est ensuite récompensé. Cela leur permet d'avoir un tableau de bord à jour en permanence de leurs collaborateurs exposés aux rayonnements ionisants.

Via une hotline dédiée (tél. 01 58 35 84 04) l'Unité en charge de Siseri accompagne, si besoin, les correspondants Siseri de l'employeur (CSE) dans l'utilisation de cet outil. Un guide utilisateur très complet est disponible sur le site [siseri.irsn.fr](http://siseri.irsn.fr). On y trouve également une foire aux questions (FAQ).

L'enjeu, à terme, de ces évolutions est la possibilité pour l'Institut de réaliser des bilans statistiques par type d'activité, de métier ou de contrat. Cela permettra d'avoir une vision plus fine de l'exposition des travailleurs au niveau national. Les pouvoirs publics pourront adapter, au plus près des enjeux réels de radioprotection, les dispositions nécessaires à la protection des travailleurs.” ■

**Pascale Scanff,**  
chef de l'unité en charge  
de la gestion de Siseri  
à l'IRSN

# Mieux informer le public grâce aux sciences sociales

**Sensibilisation.** Les sciences humaines peinent à s'imposer face aux "sciences dures". Geneviève Baumont, de l'IRSN, et Tanja Perko, du Centre de recherche nucléaire belge (SCK-CEN), travaillent à modifier ce déséquilibre. Leurs analyses sont susceptibles d'éclairer les politiques publiques d'information et de changer le regard que les citoyens portent sur le nucléaire.

## À RETENIR

- **Les sciences humaines et sociales** sont complémentaires des "sciences dures" et tout aussi légitimes.
- **Pour améliorer les stratégies de communication** et mieux orienter les politiques publiques, il faut analyser comment l'information est perçue par le public.
- **L'adhésion et la confiance de la population** sont plus fortes quand cette dernière prend part aux décisions.

**En quoi consistent les recherches que vous menez dans le domaine de l'information sur les risques liés au nucléaire pour le public ?**

**Geneviève Baumont :** Il est important de bien connaître le public auquel on s'adresse, de comprendre ses sentiments et ses opinions à propos de ceux qui diffusent les informations. Nous étudions comment ces dernières sont reçues et quels facteurs peuvent influencer leur perception. Ce domaine est en pleine mutation : les informations circulent désormais d'abord sur Internet et les réseaux sociaux, avant la radio et la télévision, en particulier chez les jeunes.

**Tanja Perko :** Aujourd'hui, la communication ne peut plus être à sens unique. Les gens veulent être associés aux décisions qui les concernent.

C'est pourquoi il existe en France des commissions locales d'information (CLI), identiques à celles que nous avons en Belgique, où les habitants vivant à proximité des centrales nucléaires sont consultés. La population participe et a aussi son mot à dire quant aux décisions liées aux risques radiologiques. Les recherches futures devraient donc prendre en considération la représentativité de ces citoyens actifs, analyser les motivations et assurer un équilibre entre la transparence et l'établissement d'un terrain sûr pour l'échange d'idées.

**Vous avez comparé la perception du risque lié aux radiations ionisantes en France et en Belgique. Qu'avez-vous constaté ?**

**G. B. :** L'enquête de l'IRSN et de SCK a été menée auprès d'échantillons représentatifs d'environ un millier de personnes dans chaque pays. Elle met surtout en évidence des points communs. De part et d'autre de la frontière, une grande majorité de la population se sent mal informée. Les citoyens des deux pays font confiance aux médecins et aux universitaires et se fient moins aux industriels et aux médias. Les Français se disent

“ Grâce à un dialogue contradictoire, la population adhère davantage, dans un sentiment de confiance. ”

## Tanja Perko

*Tanja Perko est titulaire d'un PhD en sciences sociales, d'une maîtrise en sciences politiques et d'un Bachelor en journalisme. Elle est chef d'équipe dans le cadre du projet européen Prepare – Évaluation et amélioration de la communication globale en contexte d'urgence nucléaire et radiologique.*



insatisfaits des informations fournies par les industriels. Plus de la moitié des personnes interrogées donnent des réponses fausses à des questions relatives à la radioactivité dans les aliments ou dans le corps humain. Des connaissances simples ne sont donc pas assez diffusées.

**T. P. :** L'étude commune portait sur les risques des rayonnements ionisants en général, liés aux radiations naturelles, à l'industrie nucléaire et aux usages médicaux. Nous avons examiné le niveau de satisfaction des citoyens ordinaires au sujet des informations diffusées sur les rayonnements ionisants par différents communicateurs en Belgique et en France. Nous nous sommes intéressés à l'impact potentiel de la perception du risque, à la confiance envers les autorités publiques ainsi qu'à la connaissance et à l'éducation.

Dans les deux pays, c'est la confiance accordée aux autorités qui forge la perception des risques plus que l'importance du risque lui-même.

Contrairement aux prévisions, les connaissances générales sur les rayonnements ont un rôle limité. Une étude complémentaire sur un échantillon belge a mis en évidence que la crédibilité apparente et les compétences techniques influencent le niveau de satisfaction par rapport à l'information.

#### L'exposition médicale préoccupe-t-elle la population ?

**T. P. :** L'exposition médicale aux rayonnements ionisants ne représente pas un sujet de préoccupation majeure aux yeux des personnes interrogées. Pourtant, si on sait qu'un scanner vous expose à des doses significatives et que la Belgique est l'un des pays d'Europe où les doses liées aux usages



Une étude de perception en Belgique a montré que la distribution des tablettes d'iode aux riverains est mieux perçue lorsqu'elle s'accompagne d'un échange constructif.

médicaux sont les plus élevées, ces informations seraient d'une grande importance non seulement d'un point de vue scientifique, mais aussi pour que la personne soit en mesure de prendre des décisions éclairées. Ainsi, le patient pourra, à titre d'exemple, échanger avec son docteur sur un diagnostic ou demander si un autre examen diagnostique existe.

#### Travaillez-vous en relation avec les pouvoirs publics, les scientifiques et les acteurs du nucléaire ?

**G. B. :** Les relations avec les pouvoirs publics seront au centre de la prochaine conférence Ricomet\*, à Bucarest (Roumanie) en juin. Nous les avons invités, ainsi que les représentants des exploitants, pour leur

exposer nos études, leur montrer ce qu'elles peuvent leur apporter. En retour, nous espérons mieux comprendre pourquoi ils sont parfois si frileux à s'ouvrir au public... ■

\*Risk Perception, Communication and Ethics



Pour en savoir plus  
• [genieve.baumont@irsn.fr](mailto:genieve.baumont@irsn.fr)  
• <http://ricomet2015.sckcen.be/>



#### À lire sur le webmagazine

• Retrouvez l'intégralité de l'interview.

### Geneviève Baumont

Experte senior à l'IRSN, elle développe des programmes éducatifs : exposition et ateliers de science citoyenne sur la radioactivité. Elle s'intéresse aux capacités de résilience après un accident nucléaire.

“ Nous étudions comment l'information est reçue et quels facteurs influencent sa compréhension. ”



# Des dépenses publiques mieux gérées et plus transparentes

**Comptabilité publique.** La gestion budgétaire et comptable publique (GBCP) pour les établissements publics, dont l'IRSN, est entrée en vigueur au 1<sup>er</sup> janvier 2016. Cette réforme accompagne la modernisation financière de l'État pour favoriser une meilleure gestion des dépenses publiques. Dans cette optique, l'Institut a réalisé une mutation de ses modes de gestion, de validation et de contrôle.

**L**a réforme de la gestion budgétaire et comptable publique (GBCP) concerne les 630 opérateurs de l'État\*, dont l'IRSN. Cette évolution vise plusieurs objectifs. Pour l'établissement, elle permet une gestion plus fine de la trésorerie, avec un suivi des mouvements par destination et origine. Elle favorise un meilleur pilotage des opérations pluriannuelles.

Au niveau européen, elle uniformise et fiabilise les données budgétaires et comptables. Pour l'État, elle améliore le contrôle financier et comptable grâce à une meilleure transparence.

## Mutation des modes de gestion

*"Nous avons anticipé cette réforme. Dans un contexte budgétaire serré, malgré l'extension du champ de nos missions, notre gestion devait être plus efficace, déclare Jean-Bernard Chérié, directeur général adjoint chargé de l'administration de l'IRSN. La GBCP renforce des pratiques*



Olivier Séguette/Mikaël Lafontan/IRSN

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

*vertueuses, comme celles qui ont conduit à la certification de nos comptes depuis 2014. Elle implique une mutation de nos modes de gestion, de validation et de contrôle."*

La GBCP autorise une administration plus souple et globalisée de la programmation, à travers une

gestion des budgets en **autorisations d'engagement** et en **crédits de paiement**.

## Anticiper les besoins

*"La comptabilité budgétaire est opérationnelle, explique Jean-Bernard Chérié. Elle permet d'anticiper nos besoins et de piloter notre trésorerie.*

## Les bénéfices de la réforme

### Pour l'État :

- établir un référentiel budgétaire et comptable unique;
- contribuer à l'harmonisation des cadres budgétaires et comptables des États membres au niveau européen;
- gérer de façon pluriannuelle les ressources.

### Du côté des entreprises :

- réduire les délais de paiement des opérateurs publics;
- anticiper les dépenses et améliorer la gestion de la trésorerie;
- diminuer les risques.

### Pour les particuliers :

- avoir une dépense publique mieux gérée;
- obtenir une plus grande transparence;
- rendre le service public plus efficace.

L'identification des ressources mobilisables à tout moment implique réactivité, transparence et une rigueur accrue dans le suivi de la planification, des allocations – et réallocations – des moyens et de l'exécution."

La consommation de budget n'intervient désormais qu'au moment du paiement de la facture, et non plus à celui du **service fait**. Les replanifications des engagements et des prévisions de paiements pluri ou infra-annuelles en fonction des aléas des projets doivent être réalisées en correspondance avec les activités opérationnelles et dans le respect des contraintes d'ensemble.

### Vecteur d'échange en interne et en externe

La programmation s'avère un vecteur de dialogue et d'échange en externe et en interne, entre les responsables de projet et ceux de la programmation et de la gestion.

"Nous avons regroupé en dix secteurs la trentaine d'axes de notre programme. Le dialogue de gestion donne la possibilité de reprogrammer les ressources disponibles sur d'autres projets du secteur ou sur d'autres secteurs. Pour anticiper ces replanifications et ces redéploiements de moyens, la circulation décloisonnée de l'information – les reportings physico-financiers – devient indispensable." La gestion est désormais l'affaire de tous. ■

\*Établissements publics administratifs (EPA) ou à caractère industriel et commercial (Epic), musées, grandes écoles, agences de l'État.



Pour en savoir plus

• [www.performance-publique.budget.gouv.fr](http://www.performance-publique.budget.gouv.fr), rubrique Cadre de la gestion publique

### LEXIQUE

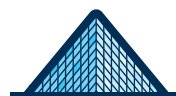
- **Autorisations d'engagement (AE)**: elles constituent la limite supérieure des engagements pouvant être pris par l'établissement au cours d'un exercice budgétaire (année civile).
- **Crédits de paiement (CP)**: ils constituent la limite supérieure des dépenses pouvant être payées pendant l'exercice.
- **Service fait**: prestations ou commandes déjà exécutées.

## 650 opérateurs de l'État concernés par la GBCP

Les nouvelles normes de gestion budgétaire et comptable publique s'appliquent depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2016 aux opérateurs de l'État, organismes auxquels est confiée une mission de service public.



EPA et Epic\*



Musées



Grandes Écoles

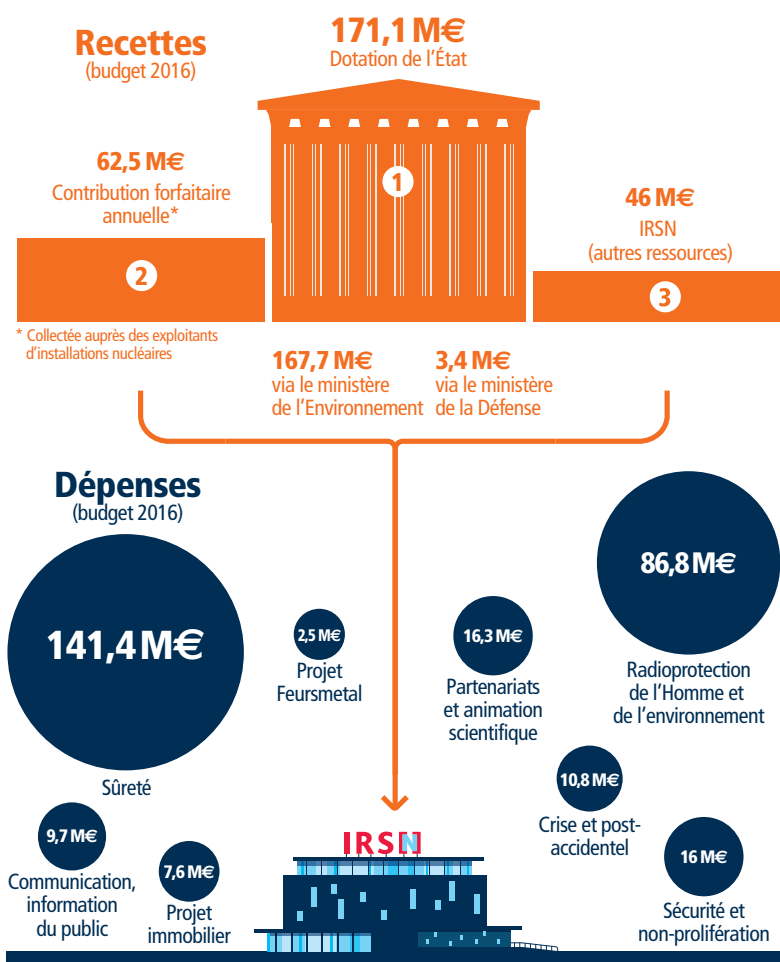


Agences de l'État

\* Les établissements publics administratifs (EPA) ou à caractère industriel et commercial (Epic)

## L'Institut en chiffres

L'IRSN est un établissement public à caractère industriel et commercial (Epic). Il bénéficie de ressources, dont la plupart proviennent de l'État. Son budget est affecté à des missions, dont l'appui technique aux pouvoirs publics. 38,5 % est consacré à la recherche.



L'équilibre entre les recettes et les dépenses est assuré notamment par un prélèvement sur le fonds de roulement de l'Institut.



# Votre nouveau portail pour gérer la dosimétrie



**Vous êtes personne compétente en radioprotection (PCR)** ou nommée pour la gestion des dosimètres passifs, vous avez besoin d'accéder directement à votre abonnement où que vous soyez, 24 heures sur 24 et 7 jours sur 7. Pour vous, l'Institut a mis en place un nouveau portail attractif, clair et ergonomique : [mondosimetre.irsn.fr](http://mondosimetre.irsn.fr). Cette plateforme facilite la gestion du suivi dosimétrique des travailleurs exposés. Depuis votre espace client

sécurisé, vous pouvez en quelques clics commander vos dosimètres, mettre à jour les fiches des porteurs, consulter les statistiques, etc. Avec plus de 50 ans d'expérience, l'IRSN, leader français en dosimétrie passive, vous accompagne dans vos missions quotidiennes quel que soit votre domaine d'activité : médical, industriel, nucléaire, recherche...

# IRSN

INSTITUT  
DE RADIOPROTECTION  
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

*Enhancing Nuclear Safety\**

**Renseignez-vous dès maintenant**

Laboratoire de dosimétrie de l'IRSN (LDI)

E-mail : [dosimetre@irsn.fr](mailto:dosimetre@irsn.fr)

Sites : [dosimetre.irsn.fr](http://dosimetre.irsn.fr)  
[mondosimetre.irsn.fr](http://mondosimetre.irsn.fr)