

Repères

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

N°17
avril 2013

EN PRATIQUE

Que faire en cas de dépassement de dose ?

EN DÉBAT

Sensibiliser les jeunes aux risques liés au nucléaire

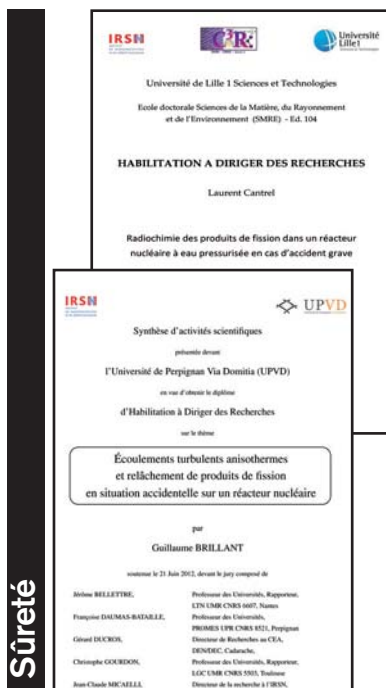
FAITS ET PERSPECTIVES

Tirer les leçons de Fukushima pour faire avancer la sûreté

DOSSIER

Déchets, maîtriser les risques du stockage géologique

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



Deux habilitations à diriger des recherches supplémentaires

L'Institut compte deux nouvelles habilitations à diriger des recherches (HDR). Guillaume Brillant a exposé ses travaux et ses perspectives sur les écoulements turbulents anisothermes et sur le relâchement de produits de fission en situation accidentelle sur un réacteur nucléaire. Quant à Laurent Cantrel, il a présenté ses résultats de recherche sur le comportement des produits de fission dans un réacteur à eau sous pression en conditions accidentelles. Les conclusions de ces travaux, rassemblées dans un mémoire, contribuent au développement des connaissances et des compétences de l'Institut pour la sûreté des installations.

www.irsnn.fr/HDR



Professionnels du bâtiment et de la santé, élus, associations... sont attendus les 11 et 12 avril 2013 à la conférence internationale sur la prévention du risque radon dans l'habitat qui se tiendra dans les Salons Hoche à Paris. Ces deux journées permettront aux participants de différents pays d'échanger sur les bonnes pratiques et les difficultés pour construire des actions efficaces de réduction de l'exposition domestique au radon. Elle est organisée par l'IRSN et l'autorité de radioprotection norvégienne (NRPA) et parrainée par l'Organisation mondiale de la santé.

Programme et inscriptions : www.conferenceradonparis2013.com

Échanges sur les pratiques pour réduire le radon dans l'habitat



Édité dans la collection "Documents de référence" de l'IRSN, il est disponible sur le site Internet, en versions française et anglaise.

www.irsnn.fr/GenIV/

Panorama des filières de réacteurs de génération IV

Réacteurs à neutrons rapides refroidis au sodium, réacteurs à haute ou très haute température... Ce nouveau bilan présente les différents concepts de réacteurs de quatrième génération sous l'angle de la sûreté et de la radioprotection. Il tient compte des premiers enseignements tirés de l'accident de Fukushima. Cette revue est dans la continuité du premier rapport publié en 2007.



Quatre nouvelles fiches radionucléides

Ces documentations scientifiques concernant des radionucléides essentiellement utilisés en sources non scellées viennent de paraître : Américium 241, Fluor 18, Strontium 90 et Yttrium 90. Cette collection est destinée aux utilisateurs de ces radionucléides, aux personnes compétentes en radioprotection et aux médecins du travail pour les aider dans la mise en œuvre des bonnes pratiques de prévention sur les lieux de travail. Elle donne des éléments sur la conduite à tenir en cas d'incident ou d'accident. Ces fiches sont coéditées par l'IRSN et l'Institut national de recherche et de sécurité (INRS).

www.irsnn.fr/fiches-IRSN-INRS



En couverture: Muriel Rocher, ingénieure géologue à l'IRSN, devant un forage de type "alvéole HA", dans une galerie du laboratoire souterrain de l'Andra, implanté à Bure (Meuse/Haute-Marne).
Crédit photo: Gilles Crampes/IRSN

INTÉRÊT PUBLIC

09 Une brochure informative sur les examens d'imagerie

EN PRATIQUE

17 Que faire en cas de dépassement de dose ?

EN DÉBAT

20 Comment sensibiliser les jeunes aux risques liés à l'énergie nucléaire et à la radioactivité ?

STRATÉGIE

22 L'Institut, un établissement public à caractère industriel et commercial

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

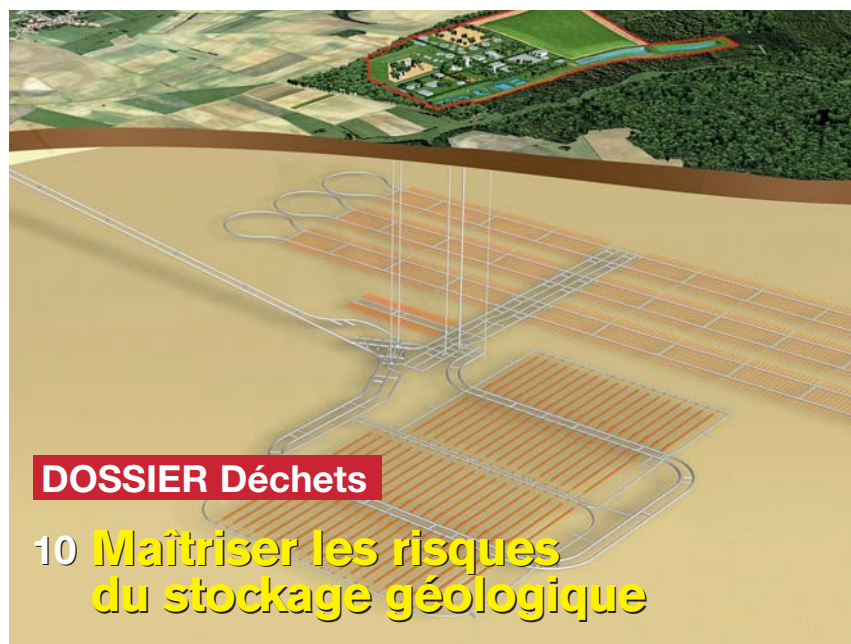
Dossier Alimentation et radioprotection

TEMPS FORTS

04 Évaluer l'efficacité de la réinjection d'eau dans un cœur de réacteur • Un appareil pour étudier les effets secondaires des radiothérapies • Photographier l'état radiologique autour des anciens sites miniers • Questionnement sur la nocivité de l'inflammation • Les premières étapes de l'optimisation des espaces

FAITS & PERSPECTIVES

06 Tirer les leçons de Fukushima pour faire avancer la sûreté



DOSSIER Déchets

10 Maîtriser les risques du stockage géologique

Le stockage des déchets, une priorité pour demain

À la veille du débat public, le magazine *Repères* se penche aujourd'hui sur les enjeux d'un projet essentiel pour la gestion définitive des déchets de haute et moyenne activité à vie longue : le stockage géologique en profondeur.

Après avoir expertisé la faisabilité du concept proposé par l'Andra, l'Institut poursuit son analyse des risques liés à l'exploitation du futur centre, baptisé Cigéo, et à son évolution à long terme. Cette installation n'a pas d'équivalent ni en France, ni dans le monde. Il s'agit d'anticiper en envisageant les scénarios susceptibles de se produire et d'apprécier les moyens de maîtriser les risques pour que le confinement des déchets soit assuré au mieux.

Ce dossier entre dans une phase décisive: l'IRSN se prépare à apporter son éclairage technique et scientifique, comme sa mission d'expert public l'exige.

François Besnus,

Expert spécialisé dans les déchets et la géosphère à l'IRSN.



Frédérique-Elsa Hughes/IRSN

Pour dialoguer avec

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

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

Baromètre IRSN

L'opinion des Français sur le risque nucléaire sur une période de 30 ans

Les Français veulent avoir accès à une information non édulcorée sur les risques nucléaires afin de construire leur propre opinion. Voilà un des points qui ressortent d'un rapport de l'IRSN intitulé *"Plus de 30 ans d'opinion des Français sur les risques nucléaires"*. Ce document dresse un panorama de l'évolution de l'opinion publique sur ce thème durant les trois dernières décennies. Il met en perspective les résultats spécifiques de l'année 2011, marquée par l'accident de Fukushima. D'autres enseignements émergent de cette synthèse : un accident grave – Tchernobyl, Fukushima – et même des événements de gravité limitée – Tricastin (Drôme) en 2008 – exacerbent l'inquiétude des concitoyens, mais de manière passagère. Parmi les préoccupations globales des Français, 40 % citent le chômage, contre 8 % en moyenne sur trente ans pour le risque nucléaire. S'agissant de la maîtrise de celui-ci, qui fait l'objet de débats et de recommandations, ils souhaitent le développement de structures pluralistes. Enfin, la compétence des institutions en charge du contrôle du risque nucléaire – Autorité de sûreté nucléaire et IRSN –, est désormais reconnue par environ 80 % des Français.



Pour en savoir plus :
www.irsn.fr/barometre-30ans/

I En chiffre...

+ de **80 %**

des personnes souhaitent une évaluation pluraliste de la sûreté des installations nucléaires impliquant les parties prenantes et des experts internationaux.

Source IRSN
"Plus de 30 ans d'opinion des Français sur les risques nucléaires".

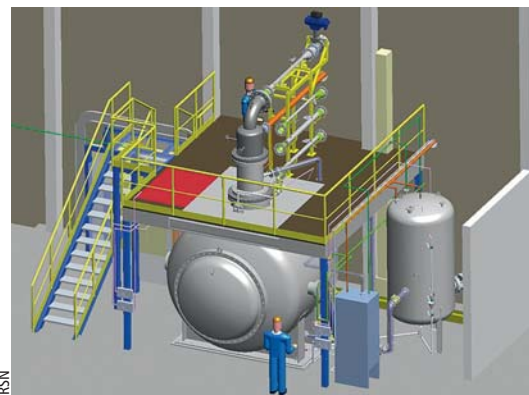
Installation expérimentale

Évaluer l'efficacité de la réinjection d'eau dans un cœur de réacteur

Les événements comme celui de Fukushima montrent que les exploitants privilégient la réinjection d'eau – renouage – dans un cœur de réacteur, quel que soit son état de dégradation, explique Gilles Greffier, responsable d'une équipe analysant les accidents graves à EDF et partie prenante du programme. Il convient d'en évaluer l'efficacité comme les inconvénients. Les premières expériences dans la nouvelle installation Pearl¹, située à Cadarache (Bouches-du-Rhône), débuteront fin 2013. Elles permettront de mieux comprendre les phénomènes lors du renouage dans les conditions les plus proches de la réalité.

"Les essais pourront être menés à haute température – jusqu'à 900 °C – et à forte pression – 10 bars, détaille Georges Repetto, chef de projet chargé d'études et de recherches expérimentales à l'IRSN. Ils mettront en jeu un lit de débris² de 500 kg dans un cylindre de 50 cm de diamètre et de 50 cm de haut."

Cette base expérimentale servira à valider les modèles d'Icare, module du logiciel Astec³, développé par l'Institut. Il a été conçu pour simuler les phénomènes durant un accident de fusion de cœur. *"EDF transposera les résultats à ses propres outils de modélisation, intégrant les spécificités de son parc"*, complète Andréas Schumm, chef de projet en R&D à EDF.



Le programme Pearl se déroulera dans cette installation construite fin 2012.

Cofinancée par l'exploitant français et la Commission européenne via le réseau Sarnet⁴, Pearl est la propriété de l'IRSN. Les résultats des essais menés seront mis à disposition des partenaires. Exploitants et organismes techniques de sûreté pourront les exploiter selon leurs objectifs. ■



Pour en savoir plus :

- **Pearl** : www.irsn.fr/pearl/
- **Icare/Cathare** : www.irsn.fr/icarel/
- **Astec** : www.irsn.fr/astec/
- **Sarnet** : www.sar-net.eu

1. Programme expérimental analytique sur le renouage de lits de débris.
2. Les débris se forment à la suite de l'effondrement des crayons de combustible, constituant le cœur du réacteur, lors d'une perte du refroidissement.
3. Accident Source Term Evaluation Code.
4. Severe Accident Research Network of Excellence.

Nouvel accélérateur de particules

Un appareil pour étudier les effets secondaires des radiothérapies

Pour estimer les complications des radiothérapies actuelles sur les tissus sains, et notamment le risque de cancer secondaire, encore faut-il posséder un matériel de recherche équivalent à celui dont disposent les services médicaux concernés. *"L'Institut vient d'acquérir Alphée, un accélérateur linéaire à électrons du même type que ceux utilisés en radiothérapie conventionnelle"*, se réjouit Jean-François Bottollier-Depois, physicien spécialisé en dosimétrie externe à l'IRSN. Les premières irradiations ont été réalisées fin 2012 pour définir une nouvelle courbe d'étalonnage pour la dosimétrie biologique. Les données sont utilisées pour évaluer la dose reçue à partir d'un simple dosage sanguin d'une personne accidentellement irradiée. Ce nouvel appareil vient en remplacement d'une machine équipée d'une source au cobalt 60, une technologie qui dominait jusque dans les années 2000 et qui disparaît peu à peu. ■

Surveillance de l'environnement

Photographier l'état radiologique autour des anciens sites miniers

En octobre 2012, l'IRSN a lancé en Dordogne le premier d'une série de constats radiologiques pour mieux comprendre le devenir de la radioactivité des 230 anciens sites miniers français d'uranium. Ils permettront de suivre le cheminement de l'uranium dans l'eau ou d'évaluer l'importance de l'accumulation de la radioactivité dans les sédiments des plans d'eau en aval. Il s'agit aussi de disposer de valeurs de référence pour les milieux situés hors influence des sites. Areva Mines, l'exploitant de l'époque et actuel gestionnaire de nombreux sites, exerce une surveillance réglementaire, mais l'impact environnemental à l'échelle du bassin versant reste mal connu. L'Institut va étudier

les terrains en amont et en aval.

Les sites, répertoriés depuis 2003 dans la base de données Mimausa¹, se répartissent sur une vingtaine de bassins versants, dont celui de la Dordogne, qui compte 20 anciens sites d'extraction... Un premier plan d'échantillonnage est élaboré à partir des résultats de Mimausa. Un second est réalisé avec l'appui d'un groupe de suivi composé d'acteurs locaux – maires, agriculteurs, fédérations de pêche... – et d'institutionnels. Il permet de recueillir leurs préoccupations et de prendre en compte des enjeux locaux.

Plus de cinq ans seront nécessaires à l'étude initiale de ces bassins, avant de revenir au point de départ pour entamer un nouveau cycle. L'évolution



Marie-Odile Gallerand, ingénieure à l'IRSN, lors du constat radiologique sur le bassin versant de la Dordogne.

du marquage radiologique sera alors connue dans l'espace et dans le temps : elle permettra de détecter une éventuelle pollution et de consigner la mémoire radiologique des sites. ■



Pour en savoir plus :

- **Mimausa** : www.irsn.fr/mimausa/
- **États radiologiques régionaux de l'environnement** : www.irsn.fr/constats-regionaux/

1. Mémoire et impact des mines d'uranium.

Recherche en radiopathologie

Questionnement sur la nocivité de l'inflammation

Le dogme actuel selon lequel, en radiothérapie, "l'inflammation induit des lésions qui entraînent des risques" semble devoir être révisé. Une découverte publiée fin 2012 par une équipe du laboratoire de radiopathologie de l'IRSN participe à cette remise en question. "Un post-doctorant de l'équipe a montré l'intérêt d'un acteur moléculaire, le TGIF : des souris génétiquement incapables de fabriquer celui-ci meurent davantage et plus rapidement à la suite d'une irradiation localisée de l'intestin", explique Fabien Milliat, chercheur dans ce laboratoire. Il a posé une hypothèse : sans ce TGIF, l'inflammation est excessive et nocive." L'expérience va montrer le contraire : les souris qui n'ont pas la faculté de le produire présentent une réponse inflammatoire inférieure et pourtant meurent davantage. "Ces résultats soulignent que le rôle de l'in-



Coupe histologique d'un intestin de souris 3 jours après irradiation.

Fabien Milliat/IRSN

flammation est plus complexe qu'on le pensait. Il existe peut-être un seuil minimum nécessaire et un niveau délétère.

Il va falloir décortiquer les mécanismes en jeu", ajoute-t-il. La résolution de cette question scientifique laisse espérer une réduction des lésions radio-induites avec pour conséquence une amélioration de la qualité de vie des patients. ■



Pour en savoir plus :

Publication Plos One, mai 2012, "The TGF-beta/Smad repressor TG-interacting factor 1 (TGIF1) plays a role in radiation-induced intestinal injury independently of a Smad signaling pathway" : <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3342305/>

Immobilier

Les premières étapes de l'optimisation des espaces

Le schéma pluriannuel de stratégie immobilière de l'Institut vise à améliorer la qualité et la sécurité de son parc immobilier, tout en respectant les exigences réglementaires ou inscrites dans sa politique de développement durable. Il a pour objectif d'adapter les espaces à l'évolution de ses missions, de son organisation et de ses méthodes de travail. Livré fin 2012, le bâtiment Fahrenheit, à quelques pas du siège de Fontenay-aux-Roses (Hauts-de-Seine), constitue une première illustration. "L'idée est de décroiser les bureaux pour 'décloisonner' les esprits", explique Jean-Pierre Forato, spécialiste de l'immobilier à l'IRSN. Les nouveaux espaces sont conçus pour s'ouvrir sur l'extérieur, pour disposer de lieux de réunions plus fonctionnels. Ils facilitent les regroupements d'équipes et renforcent les échanges." Cette stratégie s'étend aussi aux autres sites : Cadarache (Bouches-du-Rhône), le Vésinet (Yvelines)... Elle est déployée "dans un contexte économique et budgétaire difficile qui incite à mener une réflexion de fond sur la redistribution des surfaces", ajoute Jean-Pierre Forato.



1 Grégoire Maisonneuve/IRSN



2 G. Lesénéchal/CEA

Tirer les leçons de la catastrophe Fukushima pour faire avancer la

Deux ans après l'accident. En France, la sûreté des installations et l'organisation en cas de crise font l'objet d'améliorations continues, s'appuyant sur les réexamens et sur le retour d'expérience. Le drame nippon a incité à envisager les risques en cas de situations hors normes.

Mars 2013. Deux ans après l'accident de Fukushima, l'approche française en sûreté nucléaire, questionnée par l'accident japonais, a été précisée sur certains aspects : il faut envisager des situations extrêmes et être capable d'y faire face. La France a audité ses installations afin d'évaluer leur résistance à des aléas extrêmes et a réexaminé son organisation de crise.

Le drame nippon soulève plusieurs questions : les installations nucléaires françaises peuvent-elles résister à des agressions naturelles de grande ampleur ? Sont-elles capables de faire face à la perte durable du refroidissement ou des alimentations électriques ? Comment répondre à des défaillances affectant simultanément toutes les installations d'un même site, alors que certains moyens de secours sont communs à deux réacteurs... ?

À la demande du Premier ministre français, François Fillon, un audit de l'ensemble des installations nationales est lancé dès mars 2011 : les évaluations complémentaires de sûreté (ECS). Les délais sont courts. En sep-

tembre 2011, les exploitants doivent avoir remis leur rapport. *"Ils ont estimé si, oui ou non, leurs installations pouvaient résister à un séisme 50 % plus fort que celui retenu pour le dimensionnement de la centrale, à des crues 30 % plus fortes et à des pluies doublées"*, résumant Karine Herviou et Caroline Lavarenne, expertes de l'IRSN chargées de l'instruction des dossiers ECS.

Intervenir sur site en 24 heures

Concernant les pertes de sources froides ou électriques, les exploitants ont évalué le délai dont ils disposeraient avant un accident grave, avec fusion du cœur, ou avant les premiers rejets. Ils ont proposé des dispositifs pour y faire face : groupe électrogène à moteur diesel d'ultime secours pour parer à une panne conjointe de l'alimentation et des groupes diesels de secours existants, pompes...

L'objectif est de gagner du temps avant l'arrivée des moyens provenant de l'extérieur du site, à savoir la force d'action rapide nucléaire prévue par EDF, qui pourrait se rendre sur tout

site français en difficulté en 24 heures maximum. Celle-ci serait capable d'évaluer la situation puis de déployer ses moyens, basés dans quatre localisations sur le territoire français, en trois à cinq jours au plus.

Fin 2011, l'IRSN tirait trois conclusions de l'instruction des 85 rapports d'ECS rendus. Il soulignait en premier lieu l'existence d'écarts de conformité sur certains sites concernant des dispositions prévues pour faire face aux situations envisagées dans les ECS. Des systèmes de ventilation des groupes électrogènes à Paluel (Seine-Maritime), à Flamanville (Manche) et à Saint-Alban (Haute-Garonne) sont sous-dimensionnés en cas de séisme. *"Avant de se prononcer sur la résistance en cas de phénomène 'hors norme', encore faut-il que les installations soient conformes à ce que prévoient les examens de sûreté"*, insiste Caroline Lavarenne. EDF s'est ainsi engagé à effectuer cet examen complet de la conformité des dispositions prévues pour fin 2012.

Le référentiel relatif à la perte de source électrique envisagée sur 24 heures seulement doit être revu. Celui qui concerne la perte de source froide sur 100 heures et un seul réacteur doit aussi être révisé. *"L'Autorité de sûreté nucléaire [ASN] a demandé aux exploitants d'identifier pour fin 2013 les référentiels à revoir, poursuit l'experte. Il est vraisemblable que ces*



3 IRSN

1. Un expert de l'IRSN (gauche), lors d'une inspection à la centrale de Cruas-Meysses (Ardèche), en 2011.
2. Pour cet exercice de crise réalisé en 2012, le scénario comportait des défaillances de plusieurs installations.
3. Embarqué à bord d'un véhicule, le système de spectrométrie gamma Ulysse cartographie les radionucléides sur de vastes territoires.

he de sûreté

réflexions mèneront à augmenter les réserves en eau, en fioul..., sur chaque site."

L'idée d'un noyau dur (ensemble de moyens matériels – générateur diesel, pompe... – et humains), prévu pour résister à des agressions extrêmement importantes, a émergé. Les exploitants ont été tenus de définir les matériels à y inclure et les exigences à y associer pour le 30 juin 2012. Les experts de l'IRSN ont effectué un travail similaire en parallèle pour préparer l'expertise. "Il fallait déterminer le niveau de séisme auquel ce noyau dur devait résister. Les sismologues et géologues ont dû tester et croiser différentes méthodes d'évaluation", explique Karine Herviou.

Les propositions de noyau dur faites par EDF en juin n'ont pas été jugées suffisantes par l'Institut : "Les tests sur le simulateur Sofia montrent que les moyens proposés n'évitaient pas la fusion du cœur du réacteur", ajoute-t-elle. Sur la base de cette étude de l'IRSN, les groupes permanents d'experts réunis en décembre dernier à la demande de l'ASN ont recommandé qu'EDF fasse évoluer le contenu du noyau dur.

Deux cellules de crise créées
Le drame japonais est intervenu alors qu'une organisation de crise renforcée était sur le point d'être mise en place à l'IRSN. "L'adoption de celle-ci

Le noyau dur, un dispositif de sûreté ultime pour résister aux situations extrêmes

Assurer de manière durable les fonctions de sûreté vitales, en cas de perte totale des sources froides ou de l'alimentation électrique, à la suite d'une agression hors norme, tel est l'objectif du noyau dur. Zoom sur le processus en cas d'accident.

1. Stopper la réaction nucléaire et assurer le refroidissement

Le diesel de secours (A) alimente une pompe (B) reliée à une réserve d'eau (C) situées dans un bâtiment adjacent. En continuant de fournir de l'eau au générateur de vapeur (D), tout est fait pour que la fusion du cœur du réacteur (E) soit évitée.

2. Maîtriser le confinement pour limiter les rejets

Fermeture des vannes d'isolement des circuits sortant de l'enceinte (F). Recombinaison passive de l'hydrogène produit en cas de dégradation du cœur afin de limiter le risque d'explosion. Injection de soude dans les puisards pour limiter les rejets d'iodes radioactifs.

3. Gérer la crise

Équipe de crise confinée dans une structure sécurisée (G), résistante aux rayonnements. Elle est dotée de moyens de mesures et de communication (H), alimentés par le diesel de secours (A). Les actions menées :

- Diagnostiquer l'état du ou des réacteurs accidentés et pronostiquer leurs évolutions
- Evaluer les rejets radioactifs et leurs conséquences (mesures de radioactivité dans l'environnement et météorologiques)
- Communiquer avec les pouvoirs publics pour mettre en œuvre, si nécessaire, des actions de protection des populations.

a été reportée, afin d'y inclure le retour d'expérience de Fukushima, explique Didier Champion, directeur de la crise à l'Institut. Deux nouvelles cellules de crise ont été créées : l'une, chargée des personnes exposées et des questions sur les risques pour la santé, et l'autre, basée au Vésinet [Yvelines], qui organise une surveillance adaptée de la radioactivité en France métropolitaine et dans les Drom-Com, en cas d'accident."

Les événements de mars 2011 ont souligné l'importance de la cellule communication à l'IRSN. Cette dernière a dû faire face à une forte demande des médias, mais aussi des

élus et des commissions locales d'information. Un interlocuteur sera désormais dédié à l'information de l'ensemble d'entre eux.

Vingt balises en plus
L'accident de Fukushima a accéléré la mise en œuvre de nouveaux moyens par l'IRSN, en particulier une capacité de modélisation inverse. Grâce à cette dernière, il est possible de déterminer le rejet radioactif à partir de valeurs relevées par des balises de télémessure du rayonnement. "Cette méthode permet d'évaluer le terme-source¹ bien plus vite qu'en procédant à des prélèvements ●●●

●●● puis des mesures, explique Didier Champion. Pour améliorer les performances de cette méthode, l'IRSN prévoit qu'en cas d'accident une vingtaine de balises seraient disposées rapidement sur le terrain afin de renforcer la densité des points de surveillance. "Avoir connaissance des rejets dans les meilleurs délais aide à prendre des mesures immédiates de protection des populations. De nouveaux moyens de mesure permettent, ou permettront à court terme, de réaliser des cartes de dépôt des radionucléides relâchés lors d'un rejet. Cette cartographie est indispensable pour définir les zones contaminées. Elle sert aussi à mettre en place les actions de protection des populations et de gestion des territoires: éloignement des populations, restriction de la consommation de denrées contaminées... Le dispositif Marcassin, spectromètre gamma porté par un quad et testé en 2012 à Fukushima, cartographie les multiples radionucléides à l'échelle de parcelles. Ulysse, spectromètre embarqué dans une voiture, et bientôt dans un avion, est quant à lui destiné à des relevés à grande échelle.

Les exercices internes pour entraîner les équipes de crise de l'IRSN se

3 questions à... **Sophia Majnoni**, chargée des questions nucléaires pour Greenpeace France

La société civile a-t-elle suffisamment été informée au moment du drame de Fukushima ?

L'IRSN a réalisé un travail de pédagogie et d'information important et inédit. Sans chercher à être rassurant, il a eu le courage de prendre position pour une évacuation plus large que celle ordonnée par les autorités japonaises.

Et sur les stress tests ?

La France a fait un effort de transparence notable à l'échelle européenne. Nous regrettons néanmoins le refus d'intégrer des spécialistes non institutionnels aux équipes. Nous avons cependant bénéficié

d'un niveau d'échanges avec l'Autorité de sûreté nucléaire et l'IRSN. Selon un de nos contre-experts américain, cela aurait été inenvisageable aux États-Unis.

Le dialogue avec les experts vous paraît-il parfois difficile ?

Il est dommage que la transparence s'arrête au bord de certains sujets sensibles, comme les chutes d'avions ou la recherche, pour les gaines de combustibles, d'alliages alternatifs au zirconium, qui génère des dégagements d'hydrogène. La non-publication des documents d'étude empêche la contre-expertise critique et la montée en compétence de la société civile.



sont diversifiés pour faire face à des situations de grande ampleur: capacité d'établir un programme de mesure dans des délais; entraînement des laboratoires à analyser en urgence des échantillons de composition inhabituelle et complexe; test de capacité de mesure à l'aide de moyens mobiles.

L'Institut va proposer au Codirpa² des scénarios d'accidents avec des rejets plus importants et plus longs. Ils permettront d'éprouver et d'adapter les éléments de doctrine de gestion post-accidentelle publiés par l'ASN, en les confrontant à des situations plus complexes que celles considérées jusqu'à présent. ■



Pour en savoir plus :

- **Comprendre Fukushima :** www.irsn.fr/fuku-lecons/
- **Dossier ECS post-Fukushima :** www.irsn.fr/ECS/
- **Surveillance de l'environnement :** environnement.irsn.fr

1. Le terme-source désigne le rejet accidentel dans l'environnement de produits radioactifs d'une installation nucléaire.
2. Le comité directeur pour la gestion de la phase post-accidentelle d'un accident a été mis en place en 2005 par l'ASN pour définir des éléments de doctrine, par exemple ceux portant sur la protection et le suivi sanitaire des populations.

AILLEURS Renforcer les installations en Europe



La Suisse s'est associée aux stress tests européens. La centrale de Beznau et les autres réacteurs du pays ont été audités.

Dès 2011, l'Europe se lançait dans l'analyse de la robustesse de ses installations nucléaires. Quelles conclusions en a-t-elle tirées ? "Aucune autorité de sûreté n'a jugé nécessaire de fermer immédiatement un site. Mais toutes considéraient que la robustesse des installations devait être accrue, résume Philippe Jamet, commissaire de l'Autorité de sûreté nucléaire et président du comité européen chargé de piloter la revue par les pairs des stress tests. Quatre recommandations étaient émises en avril 2012: harmoniser les méthodes de détermination des événements extrêmes; mettre en œuvre les améliorations en confinement découlant de l'accident de Three Miles Island [États-Unis]; réévaluer périodiquement la sûreté; renforcer les sites par des équipements mobiles et des équipes de secours." Chaque pays membre a été tenu d'élaborer un plan d'action national. Ont suivi des échanges entre pairs au premier trimestre 2013. "Cet exercice est une préparation européenne à l'édition 2014 de la réunion de la convention internationale sur la sûreté où l'ensemble des États présentera l'état de sûreté de son pays et les enseignements tirés de Fukushima", remarque Philippe Jamet. ■

Une brochure informative sur les examens d'imagerie

Exposition aux rayonnements. Un nouveau document est disponible pour les patients, les professionnels de santé et les associations. Constitué de conseils pratiques, c'est un appui pour expliquer les avantages et les risques de l'imagerie.

Le document "Radiographie et scanner : posons-nous les bonnes questions" est actuellement diffusé en milieu médical et auprès des malades. Il informe sur les risques des examens d'imagerie utilisant des rayonnements ionisants. Il permet de faire prendre conscience que les radios et scanners ne sont pas automatiques. Quel est l'intérêt de cette brochure pour les différents utilisateurs ? Comment est-elle utilisée et perçue ?

"Les premiers retours sont positifs, confie Stéphanie Fargues, manipulatrice radio au CHU de Toulouse (Haute-Garonne). Les patients comprennent le concept bénéfices/risques. Le cas échéant, la brochure constitue un bon support pour entamer le dialogue avec le professionnel de santé." Un point satisfaisant, car jusqu'à présent, hors événement médiatique tel que le procès d'Épinal (Vosges), les bénéficiaires d'actes de radiodiagnostic posent peu de questions sur le sujet. "L'écriture est claire, sans terme scientifique alambiqué. Pour des personnes non familières du monde médical comme moi, c'est important ! témoigne Isabelle Dolo, patiente de la région parisienne. Je trouve didactique l'échelle des doses reçues selon les types d'examen."

Éviter les actes non justifiés

Marie-Solange Julia, présidente de l'Association d'aide aux victimes d'accidents médicaux (Aviam), explique : "Pour des associations de santé comme la nôtre, cette brochure rappelle les 'bons mots' à diffuser en termes de prévention."

Ce nouveau support paraît dans un contexte où peu de patients reçoivent



de l'information sur le sujet. Les sondages effectués au préalable l'ont montré. Il y avait un manque à combler, car aujourd'hui "ils sont de plus en plus nombreux à réclamer une radio 'au cas où', confie Stéphanie Fargues. Ils se diagnostiquent des maladies après avoir glané des informations sur Internet. Ils ne font plus confiance au seul examen clinique.

La radio ou le scanner, examens indolores, perçus comme anodins, leur semblent justifiés". Une prise de conscience des risques liés à la multiplication de ce type d'exposition pourrait, à l'avenir, éviter les actes non justifiés.

Reste maintenant à cibler la diffusion de ce document, conçu par l'IRSN

et l'Aviam, en collaboration avec une trentaine d'autres partenaires (institutions, associations, sociétés savantes...). "Le format de quatre pages requiert un certain temps de lecture, que le délai passé en salle d'attente ne permet pas toujours", regrette Karine Blot, manipulatrice radio au CHU de Rennes (Ille-et-Vilaine). "Et pour les personnes suivies en cancérologie, qui pensent surtout à se battre contre leur maladie, ce discours n'est pas forcément approprié", complète sa collègue, Marion Joumel. Le distribuer en amont, chez le médecin généraliste, pourrait être une option intéressante. ■



Pour en savoir plus :

Brochure Radiographie et Scanner

- téléchargement sur www.irsn.fr/radiographie-scanner/
- commande d'exemplaires papier audrey.lebeau-live@irsn.fr

Hausse des actes de scanographie en France

Sur cinq ans, alors que le nombre d'actes de radiologie est stable, il est en nette augmentation pour les scanners.

Radiologie¹

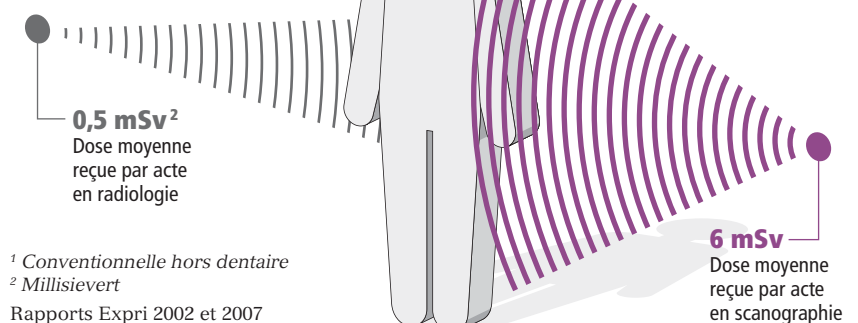
– 1 % d'actes

47,5 millions en 2002
47 millions en 2007

Scanographie

+ 26 % d'actes

6 millions en 2002
7,5 millions en 2007



¹ Conventionnelle hors dentaire

² Millisievert

Rapports Expri 2002 et 2007



Déchets Maîtriser les risques du stockage géologique

Le stockage géologique profond pour les déchets de haute et moyenne activité à vie longue est étudié en France depuis plus de vingt ans. En 2006, la faisabilité d'un tel stockage à Bure (Meuse - Haute-Marne) est confirmée. À mesure de l'avancement du projet, baptisé Cigéo, l'Institut expertise la sûreté des solutions proposées. Comment les risques liés à la construction et à l'exploitation sont-ils analysés ?

Vue d'ensemble du schéma de principe du projet Cigéo, composé d'installations de surface, souterraines et d'infrastructures de liaison : puits et descenderies.

ues
ique

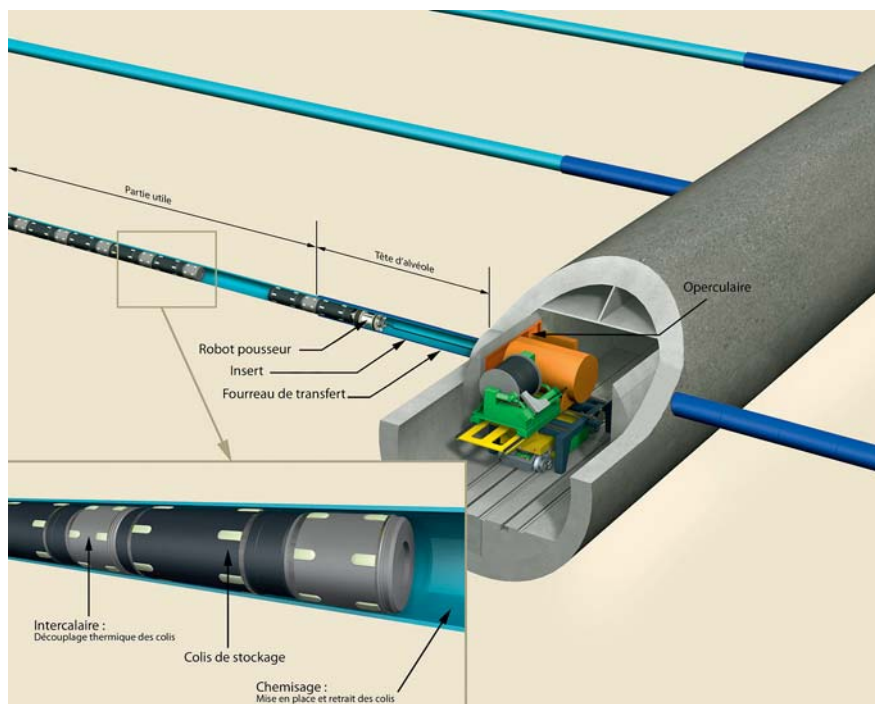
Après avoir expertisé la faisabilité du concept, l'IRSN se prépare à évaluer dans le détail et de façon indépendante la sûreté du Centre industriel de stockage géologique (Cigéo). La maîtrise de la gestion des risques est au centre des analyses rendues par les experts et chercheurs de l'Institut, à chaque étape du projet présenté par l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra).

Selon la loi, l'exploitant devra déposer une demande d'autorisation de création d'un stockage géologique profond de déchets de haute et moyenne activité à vie longue (HA et MA-VL) sur le site de Bure, à la limite de la Meuse et de la Haute-Marne. Cette demande devra pouvoir être instruite en 2015. Ce mode de gestion à long terme a été officiellement choisi par la France en 2006, après quinze années d'investigation. À terme, Cigéo pourrait accueillir environ 10 000 m³ de déchets HA-VL et 68 000 m³ de déchets MA-VL. Ils représentent respectivement près de 60 000 et 170 000 colis primaires¹. Ces derniers correspondent aux déchets conditionnés de manière à pouvoir être entreposés sur leur site de production, puis transportés vers le centre de stockage.

Sous réserve d'autorisation de création, la mise en service est prévue pour 2025. La période d'exploitation devrait durer plus d'une centaine d'années, pendant lesquelles le stockage est dit "réversible". Cette réversibilité devrait donner la possibilité de retirer les colis si besoin. "Une fois le site fermé, le confinement devra être assuré de manière passive, c'est-à-dire sans nécessiter d'intervention humaine, sur plusieurs centaines de milliers d'années, le temps que la radioactivité décroisse", explique François Besnus, expert spécialisé dans les déchets et la géosphère à l'IRSN.

Un confinement favorisé par les propriétés géologiques du site

"La couche argileuse retenue par l'exploitant pour accueillir Cigéo présente des caractéristiques intéressantes : à une profondeur de 500 mètres, elle est éloignée de l'environnement et des activités humaines, rapporte Christophe Serres, expert en sûreté des stockages de déchets radioactifs à l'IRSN. La zone étudiée en vue de positionner le stockage est suffisamment homogène sur une grande surface et stable depuis ●●●



Projet Cigéo : schéma de principe de l'accès à une alvéole de stockage des colis HA.

●●● près de 160 millions d'années. L'argile constitue une barrière naturelle aux écoulements d'eau – principal vecteur de transfert des radionucléides.

En 2005, l'Institut a validé la faisabilité technique du projet présenté par l'Andra dans son dossier "Argile", principalement focalisé sur la sûreté du stockage après sa fermeture. L'exploitant doit maintenant démontrer

que ces propriétés de confinement naturelles ne seront pas perturbées par la construction du stockage et par son exploitation. "Le projet prenant un virage industriel, d'autres problématiques de sûreté se dessinent, liées à l'exploitation du site, poursuit Michael Tichauer, ingénieur chargé de l'évaluation de la sûreté en exploitation de Cigéo à l'IRSN. Ils se rapportent en grande partie aux enjeux

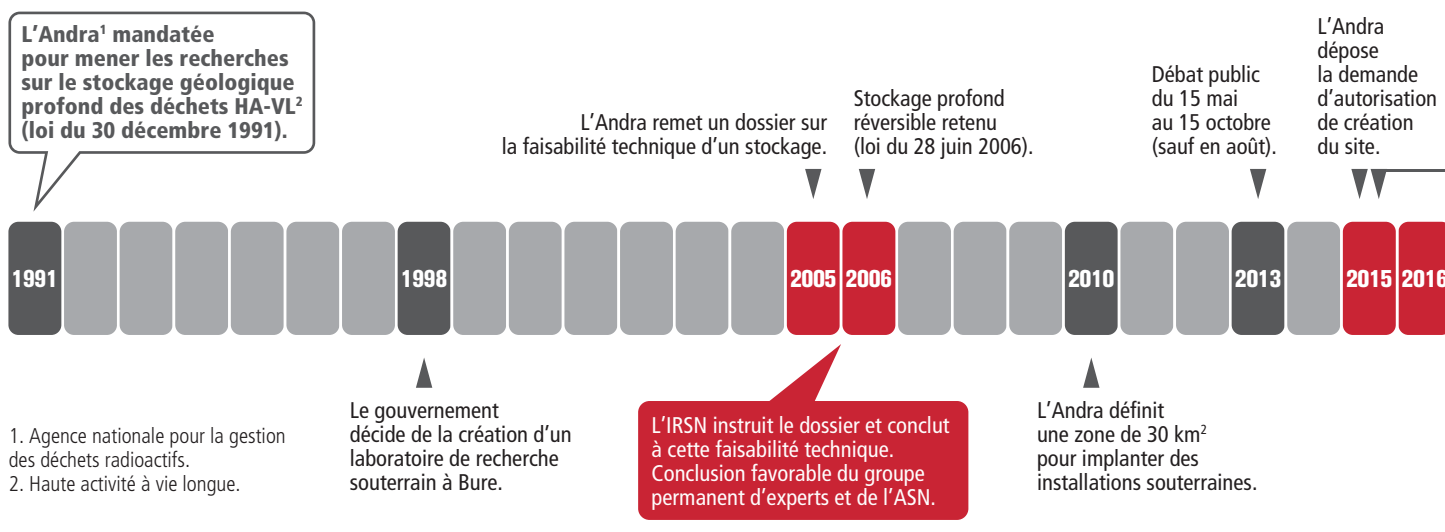
classiques rencontrés dans l'industrie nucléaire – radioprotection des travailleurs, confinement de la radioactivité... Il existe aussi des spécificités liées au caractère souterrain et à la concomitance d'activités de construction et d'exploitation" (voir article p.14).

Une quarantaine de spécialistes sollicités

Saisi par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), l'Institut évalue les dossiers de l'Andra au fur et à mesure de l'avancement du projet. Il rend directement un avis ou remet un rapport d'expertise au groupe permanent déchets (GPD). Cet appui technique de l'ASN rassemble une quarantaine de spécialistes d'horizons divers – géologues, hydrogéologues, géomécanciens, spécialistes des mines... C'est lui qui rend alors un avis à l'Autorité, sur la base du rapport de l'IRSN. "Ce fut le cas pour le dossier 2009, dans lequel l'Agence présentait notamment une analyse des risques liés à l'exploitation de Cigéo, explique Michael Tichauer. Après une phase d'analyse préalable, pour identifier les points prioritaires, l'instruction a été lancée. Plusieurs spécialistes de l'Institut ont été sollicités : experts en confinement, incendie, radioprotection des travailleurs, génie civil, aléas sismiques... La synthèse et les recommandations qui en découlaient

Cigéo : de la naissance du projet à l'exploitation

Dans une douzaine d'années, le site de stockage géologique profond pourrait être mis en service. Une démarche qui demande de nombreuses validations techniques et réglementaires.



ont été présentées au GPD en novembre 2010", détaille l'ingénieur.

"Le groupe permanent examine ces documents et émet des recommandations à l'ASN. Au-delà des avis, il formule ses propres recommandations, témoigne Damien Goetz, directeur de la recherche à Mines ParisTech et membre du GPD depuis deux ans. Le groupe est constitué de membres aux profils variés, pas forcément spécialistes du nucléaire. Dans mon cas, la compétence apportée est liée à ma connaissance des ouvrages souterrains, en particulier des techniques de construction et du confinement en milieu rocheux, et des questions de sécurité minière."

De nouvelles questions

Pour être en mesure d'évaluer les rapports de l'Andra de manière indépendante, l'IRSN anticipe les risques à analyser et construit un avis qui lui est propre. La collaboration entre les services d'expertise et de recherche est étroite, les besoins exprimés par les premiers orientant les sujets de travaux des seconds.

Les connaissances acquises par les chercheurs amènent les experts à se poser de nouvelles questions. "Des programmes de recherche sont bâtis, des modèles de calcul développés, des compétences en interne élargies en recrutant des spécialistes ad hoc : géologues,

"Mieux comprendre certains points techniques"

Quand la société civile se pose des questions sur Cigéo et sur les actions mises en place par l'exploitant, l'Institut est là pour y répondre. "Parce qu'il est indépendant de l'Andra, nous avons plusieurs fois sollicité l'IRSN pour nous éclairer sur des points précis; par exemple, sur le plan du suivi de l'environnement mis en place autour du laboratoire de Bure, détaille Benoît Jaquet, secrétaire général du comité local d'information et de suivi (CLIS) du laboratoire souterrain de recherche sur la gestion des déchets radioactifs de Bure (Meuse – Haute-Marne), où Cigéo devrait voir le jour. Des visites du laboratoire souterrain à Tournemire [Aveyron] nous ont aussi permis de mieux comprendre certains points techniques, comme les méthodes de détection des fractures dans la roche, et de pouvoir en discuter plus facilement avec l'exploitant." Le lancement du débat public marque une nouvelle étape. Ludvine Gilli, chargée de piloter la participation de l'IRSN à ce débat, précise: "Depuis juin 2012, le dialogue se resserre sur le projet. L'Association nationale des comités et commissions locales d'information,



Benoît Jaquet, secrétaire général du comité local d'information et de suivi de Bure.

le CLIS de Bure et l'Institut ont initié un travail de réflexion commune sur le sujet. En décembre dernier, un séminaire a été organisé à Paris, à destination de toutes les parties prenantes, et en particulier des membres de CLI. Ce rendez-vous a permis aux participants d'identifier les principaux enjeux tels l'inventaire des déchets, la réversibilité... Les experts apporteront des explications concrètes aux questions posées, lors des réunions périodiques programmées dans le cadre du groupe de travail mis en place avec les CLI. "Et cette dernière insiste: Le dialogue avec la société civile sur les déchets avait commencé avant cette échéance de 2013; il se poursuivra après. Notre rôle s'inscrit dans la durée."

François Lachaume/IRSN

géochimistes, géomécanciens, mathématiciens, spécialistes en sûreté..." ajoute Christophe Serres. "Avec le tunnel de Tournemire, situé dans l'Aveyron, l'Institut mène ses propres expériences in situ, dans un contexte géologique proche de celui du laboratoire de l'Andra et du futur Cigéo", précise Flavien Lemoine, responsable de la recherche à Tournemire. Ces travaux ont permis à l'IRSN de produire, depuis 1991, environ 270 publications scientifiques sur le stockage géologique profond.

Concernant la sûreté en exploitation, l'IRSN développe une expertise spécifique et élabore des éléments de doctrine, notamment à travers un projet interne, baptisé Exrev. Il s'agit par exemple de préciser les paramètres à prendre en compte lors de l'analyse des risques : exiguïté des espaces souterrains, longueurs importantes des galeries... "Ce projet a conduit les experts à visiter des tunnels et des mines en France, au Canada et en Afrique du Sud, afin de mieux comprendre les enjeux de sûreté liés aux ouvrages sou-

terrains, indique Michael Tichauer. Nous avons travaillé avec des spécialistes en facteurs organisationnels et humains pour mieux appréhender les risques liés à la concomitance des activités de manutention des colis de déchets et de creusement des ouvrages souterrains", conclut-il. ■

1. Inventaire 2012 de l'Andra établi pour le dimensionnement en nombre et en volume prévisionnel des colis primaires à stocker, selon la catégorie de déchets concernée : HA-VL et MA-VL.

GLOSSAIRE

■ **Les déchets HA-VL** (haute activité à vie longue) et **MA-VL** (moyenne activité à vie longue) représentent 3 % du volume des déchets radioactifs français existants. Ils concentrent plus de 99 % de la radioactivité totale. Ils proviennent pour l'essentiel de l'industrie électronucléaire. Ces déchets sont actuellement entreposés sur des sites de production : essentiellement La Hague (Manche), Marcoule (Gard) et Cadarache (Var).

Débat du Parlement sur les conditions de réversibilité. Enquête publique. À l'issue, l'autorisation de création est délivrée.

Sous réserve d'autorisation, Cigéo entre en service.



L'IRSN instruit la demande d'autorisation de création.

Hervé Bouilly/IRSN - Source : IRSN

Quels sont les principaux risques

Analyse. L'Institut évalue la sûreté de Cigéo, en exploitation et après fermeture du futur site. Un dossier qui requiert la maîtrise de nombreux risques : certains bénéficient déjà d'une expertise avancée, d'autres sont en cours d'investigations.

La sûreté d'un stockage géologique profond en général, et celle du Centre industriel de stockage géologique (Cigéo) en particulier, concerne deux échelles de temps. La phase d'exploitation, avec la construction de l'installation et le dépôt des colis, et le long terme, une fois le site définitivement fermé. *"La sûreté sur le long terme repose à la fois sur la géologie du site – puisqu'on mise sur les propriétés naturelles de la roche pour un confinement passif des radionucléides – et sur les choix de conception retenus pour l'installation,"* souligne Delphine Pellegrini, qui supervise les travaux d'expertise et de recherche sur les installations de stockage à l'IRSN. *L'objectif est de minimiser l'impact radiologique sur l'homme et l'environnement.* Concernant la phase d'exploitation, plusieurs enjeux se juxtaposent. Outre la radioprotection des travailleurs et les problématiques classiques de l'industrie nucléaire, des spécificités se dessinent : le milieu souterrain et la coactivité.

Concevoir un stockage sûr à long terme

La formation argileuse comme barrière de confinement est la principale propriété sur laquelle repose la sûreté du futur site Cigéo. L'un des risques sur le long terme serait un "court-circuit" de cette formation via une fracturation importante. *"À l'issue de l'évaluation du dossier Argile 2005, l'Andra a été alertée sur la nécessité de poursuivre les investigations visant la détection des fractures secondaires¹,"* précise Delphine Pellegrini. Notre retour d'expérience acquis notamment au laboratoire souterrain de Tournemire [Aveyron] a permis de pointer les limites des méthodes utilisées. Depuis, l'Agence a développé sa stratégie de reconnaissance du site [campagne de reconnaissance sismique 3D, forages], qui lui apporte une représentation plus précise des caractéristiques structurales de la



Les recherches menées dans la station expérimentale de Tournemire (Aveyron) portent sur les capacités de confinement de la roche.

zone susceptible d'accueillir les alvéoles². L'installation de stockage pourra, si besoin, s'adapter."

Autre risque : les propriétés naturelles de la roche sont perturbées par la construction et l'exploitation de l'installation de stockage.

Choix techniques en débat

De nombreux facteurs sont à prendre en compte pour affiner les choix de conception. Certains d'entre eux ne font pas l'objet de désaccord entre l'exploitant et l'expert public. Pour d'autres, le débat scientifique est encore ouvert. *"Au-delà de 90 °C, les mécanismes qui contrôlent le comportement de la roche sont plus difficiles à appréhender,"* illustre Jean-Dominique Barnichon, expert en géomécanique qui dirige les recherches sur les transferts et les interactions dans les sols à l'IRSN. Le projet de l'Andra prévoit que les déchets de haute activité à vie longue [HA-VL] exothermiques refroidissent en surface avant d'être stockés. Ceci afin de ne pas dépasser cette température

et de réduire les incertitudes. Ce choix est raisonnable". À l'inverse, les solutions techniques pour sceller l'installation de stockage ne sont pas encore figées.

Pour l'instant, l'Andra envisage un noyau d'argile gonflante (bentonite), confiné mécaniquement par du béton. *"Bentonite et béton ne font pas nécessairement bon ménage. Nos travaux expérimentaux et nos modélisations le montrent,"* commente Delphine Pellegrini. De par leur différence de pH – le béton est fortement alcalin –, des transformations minéralogiques de l'argile apparaissent après un contact prolongé avec du béton. Il est donc nécessaire de tenir compte de ces interactions béton-argile dans le dimensionnement des scellements. D'autres paramètres sont également étudiés par l'IRSN, pour quantifier leurs effets sur leurs performances. *"Par exemple, différentes compositions du bouchon argileux – bentonite pure ou mélange bentonite-sable – ou encore des modes de fonctionnement dégradé, comme la rupture*

liés au stockage géologique ?



Olivier Seignette/Mikael Lafontan/IRSN

À Tournemire, l'Institut évalue l'efficacité et la tenue des scellements dans le temps.

de l'appui en béton, sont testés à Tournemire", décrit Jean-Dominique Barnichon.

Autre sujet de discussion : la corrosion des matériaux (lire encadré ci-contre). "Dans son dossier 2005, l'Andra a présenté une première estimation de la vitesse de corrosion des conteneurs métalliques, qu'il convenait d'affiner en particulier pour la période transitoire³", illustre Delphine Pellegrini. Des recherches sont menées par l'exploitant et par l'expert public, pour mieux connaître cette phase critique et anticiper ce phénomène. "Cela aidera à évaluer avec précision les choix de l'Andra, par exemple, si l'épaisseur retenue pour les composants métalliques est suffisante au regard des vitesses de corrosion attendues", conclut-elle.

Anticiper les risques en exploitation

Parce que la sûreté de Cigéo passe aussi par l'anticipation des risques en phase d'exploitation – c'est-à-dire avant la fermeture définitive du stockage –, les experts de l'IRSN prennent en compte cet aspect depuis plusieurs années dans leurs études et leurs évaluations.

Or cet espace est à nul autre pareil. "Il faut imaginer une installation souterraine immense – a priori 4,5 km sur 5 –

avec une multitude de galeries, ajoute Michael Tichauer, ingénieur chargé de l'évaluation de la sûreté en exploitation de Cigéo à l'IRSN. Elle sera exploitée sur une période qui, du premier coup de pioche à la fermeture de la dernière alvéole, s'étalera probablement sur plus de cent ans." L'Institut a engagé une réflexion sur les principaux enjeux de sûreté de Cigéo au regard des particularités de l'installation – profondeur, taille, durée d'exploitation, activité concomitante de construction et d'exploitation... En parallèle, il fait appel à sa capacité d'analyse des risques "classiques" : criticité, incendie, confinement, ventilation, chute de colis...

Concernant les activités souterraines, plusieurs précautions issues de la sécurité des tunnels et des mines peuvent être transposées. Pour les risques liés à l'incendie, par exemple – souvent les plus redoutés dans ce type de milieu –, on peut opter pour un choix adéquat de matériaux de construction. Il est aussi possible de disposer de

moyens de lutte au plus près des sources d'ignition potentielles – moyens d'extinction directement sur les véhicules – ou encore isoler les zones de départ de feu de manière à prendre en compte les effets particuliers des incendies en milieu souterrain, dont on connaît l'ampleur potentielle – tunnel du Mont-Blanc... "Suite à l'instruction du dossier 2009 de l'Andra, présentant notamment les options de conception du stockage, l'IRSN a conclu à la nécessité d'élaborer un référentiel particulier pour le risque incendie", indique Michael Tichauer.

Ne pas négliger la coactivité

Un autre critère à considérer en exploitation est la coactivité. "Vu l'ampleur de l'installation, les opérations de stockage seront mises en œuvre alors que la construction ne sera pas terminée, poursuit Michael Tichauer. Pendant plusieurs décennies, il y aura d'un côté un espace de travaux caractérisé par le bruit, la poussière, les ●●●

Des solutions pour maîtriser la corrosion

Des travaux scientifiques sont menés à l'IRSN pour estimer la vitesse de corrosion des métaux présents dans les alvéoles qui vont accueillir des déchets de haute activité à vie longue – chemisage, conteneurs, surconteneurs¹.

Ils permettent d'évaluer les choix de conception de l'Agence – type de métal, épaisseur – au regard de la période visée de réversibilité². "Différents facteurs sont étudiés comme l'influence de la température, de l'oxygène, de la chimie de l'eau du site – notamment le rôle du soufre –, des hétérogénéités aux interfaces, ou encore des micro-organismes..." décrit Alexandre Dauzères, ingénieur-chercheur à l'IRSN. Pour l'exploitant, les recherches sont menées en lien étroit avec les aspects technologiques.

Elles ont pour objectif de concevoir les composants métalliques – nuance d'acier, structure métallurgique, épaisseur, technologie de mise en forme – répondant aux fonctions de sûreté définies : "Nous visons des objectifs précis pour ces composants métalliques en termes d'intégrité et de durée. Nous regardons quels aciers permettent de les atteindre", explique Frédéric Plas, adjoint au directeur de la recherche et développement de l'Andra.

"Nous voulons par exemple que les surconteneurs gardent leur étanchéité pendant quelques centaines d'années ou quelques milliers d'années, le temps que la température descende sous 50 °C", ajoute Didier Crusset, spécialiste de la corrosion à l'Andra.

Autre angle de recherche : anticiper l'impact de la corrosion sur les propriétés de l'argile.

"La corrosion de l'acier provoquera la diffusion de fer vers la roche, pouvant perturber localement les propriétés de confinement et de rétention de celle-ci", illustre Alexandre Dauzères.

1. Ce qui enveloppe les déchets vitrifiés.

2. Laps de temps pendant lequel les colis pourront être accessibles "facilement".

Cette notion de réversibilité sera précisée d'ici à 2018.



Grégoire Maisonneuve/IRSN

Alexandre Dauzères, ingénieur-chercheur à l'IRSN.

●●● machines et la présence de nombreux travailleurs. De l'autre, des galeries relativement vides, qu'on imagine très propres, avec peu de passage – en moyenne, une dizaine de colis seront descendus par jour. Au stade du dossier 2009, cet aspect avait été peu pris en compte par l'Andra." Les recommandations des experts ont conduit l'exploitant à approfondir ce point. "L'architecture du stockage a été repensée pour minimiser les interfaces entre ces deux espaces", témoigne Michael Tichauer, à la lecture des derniers dossiers de l'Andra sur le sujet.

L'Institut soulève également la question du fonctionnement en mode dégradé de l'installation. "Si un colis chute, bloquant le seul accès prévu pour stocker les déchets, que se passe-t-il ? Que fait-on des colis en transit ailleurs dans l'installation ? Quels risques ce 'blocage de la chaîne de manutention' induit-il ?" interroge Michael Tichauer. L'Andra s'est engagée à identifier les scénarios de blocage et à réfléchir à des solutions. "Les équipes de l'IRSN travaillent en amont sur le sujet pour être en mesure, en temps voulu, d'analyser ces solutions", ajoute l'ingénieur.

Les réponses apportées par l'Andra sur ces points vont bientôt être expertisées. La prochaine instruction de l'IRSN commence en avril 2013, afin de rendre ses conclusions et ses recommandations au groupe permanent déchets à l'horizon du premier trimestre 2014. ■

1. Plus petites que des fractures majeures, mais dont le rejet vertical est supérieur à 5 mètres.
2. Tunnels horizontaux dans lesquels on insère les colis de déchets radioactifs.
3. Phase post-fermeture durant laquelle les paramètres physico-chimiques ne sont pas encore stabilisés.



Delphine Pellegrini (IRSN) lors d'une visite du laboratoire souterrain de recherche de l'Andra implanté à Bure.

Vers une approche de sûreté harmonisée à l'international

Démontrer qu'une installation de stockage géologique est sûre, en particulier à long terme, n'est pas une tâche aisée. L'évaluation de sa sûreté est complexe : elle nécessite des compétences pointues et une méthodologie appropriée. Pour aider ses États membres à atteindre ces objectifs, l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) attache une importance particulière à l'harmonisation internationale des approches de sûreté. L'Agence a initié le projet Geosaf, présidé par l'IRSN, qui s'est achevé en 2012. Il est destiné en particulier à préciser et à partager les vues des différents pays.

L'intérêt montré par les partenaires du projet a conduit l'AIEA à le poursuivre dans le but d'intégrer les éléments relatifs à la sûreté de la phase d'exploitation. "Ce travail consiste notamment à réunir et à organiser l'ensemble des arguments, progressivement produits et/ou analysés par l'ensemble des acteurs – exploitants, société civile, experts techniques, autorités... –, concernant la maîtrise des risques liés à l'exploitation d'un stockage géologique", explique Michael Tichauer, ingénieur en charge de l'évaluation de la sûreté en exploitation de Cigéo à l'IRSN et qui préside le projet Geosaf2.

BIBLIOGRAPHIE

- **Rapport d'expertise de l'IRSN du dossier 2005 Argile**, téléchargeable sur www.irsn.fr, rubrique Actualités et presse > Communiqués et dossiers de presse > Avis de l'IRSN sur la faisabilité d'un stockage géologique de déchets radioactifs en formation argileuse
- **Cigéomag**, supplément thématique au *Journal de l'Andra*, téléchargeable sur www.andra.fr, rubrique Éditions > L'Andra en Meuse et Haute-Marne
- **Inventaire national des matières et déchets radioactifs 2012** en ligne sur www.andra.fr, rubrique Éditions > Inventaire national

- **Synthèses des rapports d'expertise de l'IRSN**, avis du groupe permanent déchets et prises de position de l'ASN téléchargeables sur www.asn.fr, rubrique Les appuis techniques > Les groupes permanents d'experts > Groupe permanent d'experts pour les déchets (GPD)

POUR EN SAVOIR PLUS

- **Site d'information** sur Cigéo : www.cigeo.com
- **Dossier** "Que savoir sur les déchets radioactifs ?" : www.irsn.fr, rubrique Base de connaissances > Installations nucléaires > Les déchets radioactifs > La gestion des déchets radioactifs

CONTACTS

POUR DIALOGUER AVEC LES EXPERTS IRSN :

- **Étude et recherche** sur les transferts et les interactions dans les sols : jean-dominique.barnichon@irsn.fr
- **Expertise** sur les installations de stockage : michael.tichauer@irsn.fr et delphine.pellegrini@irsn.fr
- **Expertise** des déchets radioactifs et de la radioactivité naturelle : christophe.serres@irsn.fr
- **Expertise** en gestion de déchets : virginie.wasselin-trupin@irsn.fr

Que faire en cas de dépassement de dose ?

Le médecin du travail est en première ligne lors d'une suspicion de dépassement de limite réglementaire de dose chez un travailleur. Son investigation, étayée par l'expertise de spécialistes en radioprotection, vise à déterminer la réalité de l'exposition, le degré de celle-ci si elle est avérée et les mesures à adopter.

• **TÉMOIGNAGE** Un médecin du travail. • **DÉCRYPTAGE** Responsabilités du médecin du travail en cas de surexposition. • **AVIS D'EXPERT** Une responsable en exposition professionnelle aux rayonnements à l'IRSN.

TÉMOIGNAGE

“ Une enquête pour reconstituer l'exposition... ou son absence ”

Le docteur Marie-Laure Vibert exerce la médecine du travail depuis vingt-cinq ans. Habilitée à intervenir dans les installations nucléaires de base depuis 1998, elle suit aujourd'hui 4000 salariés de 450 entreprises différentes. Dans deux d'entre elles, certains employés sont exposés aux rayonnements ionisants, ce qui représente environ 150 personnes.

“ L'alerte a été donnée à l'été 2012 par le laboratoire de dosimétrie de l'IRSN. L'analyse du dosimètre¹ passif trimestriel d'un travailleur dans le domaine médical, révélait une exposition à plus de 300 millisieverts [mSv],

là où la réglementation impose une limite annuelle à 20. Très vite, je l'ai rencontré pour voir s'il présentait des signes de pathologie et pour rechercher ce qui s'était passé. Il était formel : il n'avait pas reçu cette dose. Encore fallait-il le prouver. J'ai rapidement lancé une enquête en collaboration avec la personne compétente en radioprotection [PCR] de l'entreprise. En attendant, j'ai signé une fiche d'incapacité temporaire de l'employé à l'exposition aux rayonnements ionisants.

Un faisceau d'arguments à rassembler

La PCR a reconstitué les interventions du salarié sur la durée du port de dosimètre. De mon côté, je me suis attelée à la facette médicale de l'enquête. C'était une première pour moi. J'ai été soulagée de trouver un appui auprès de l'Institut. Dans un premier temps, j'ai reçu des informations complémentaires du laboratoire de dosimétrie. Elles m'ont appris que la dose avait été reçue via une exposition fixe². Un premier argument fort pour écarter un risque pour le travailleur. J'ai sollicité les experts en dosimétrie externe. Ils ont étudié les différents scénarios possibles. Ils ont conclu que, en cas d'exposition, le professionnel aurait reçu environ 100mSv, compte tenu de l'énergie du rayonnement enregistré. Par prudence, je lui ai prescrit une dosimétrie biologique. Les résultats sont revenus négatifs. 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.” ■

1. Appareil qui permet d'évaluer la dose reçue par un travailleur exposé aux rayonnements ionisants.

2. Par exemple, dosimètre resté en position fixe dans un faisceau sous un seul angle, pendant plusieurs heures.



DÉCRYPTAGE

Responsabilités du médecin du travail

Tout médecin du travail en charge du suivi de travailleurs exposés aux rayonnements ionisants doit être informé d'un dépassement de limite réglementaire de dose. Quelles sont ses obligations ?

LE LABORATOIRE DE DOSIMÉTRIE

> 20 mSv*



Signifie sans délai les résultats de la dosimétrie du travailleur.

L'IRSN

Résultat de dosimétrie transmis dans la base Siseri. Information de l'unité de suivi et d'analyse des expositions professionnelles.

L'EMPLOYEUR

Reçoit un courrier rapportant qu'un dépassement de limite réglementaire de dose a été signalé au médecin du travail.

SES OBLIGATIONS ADMINISTRATIVES

- Faire une déclaration d'événement significatif à l'ASN, dans les **deux jours ouvrés** (formulaire sur www.asn.fr).
- Envoyer **dans les deux mois**, un "compte-rendu d'événement significatif" (www.asn.fr), avec une mise à jour de la déclaration, une analyse détaillée de l'événement et les mesures correctives mises en œuvre ou envisagées.
- Envoyer par courrier à l'IRSN une copie des documents (déclaration d'événement significatif et compte-rendu) adressés à l'ASN.
- Informer le Comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail (CHSCT) et l'Inspection du travail du dépassement.

* 20 mSv pour la dose Hp 10 poitrine, 500 mSv pour la dose extrémités.

LE MÉDECIN DU TRAVAIL

Il engage différentes actions dès qu'il a connaissance des résultats.



1. **Ouvrir une enquête** sur les circonstances pour évaluer l'exposition et la dose.



2. **Convoquer le travailleur**

- pour un examen médical ;
- pour le questionner (a-t-il noté un événement particulier ?...);
- pour déclarer son inaptitude temporaire à des activités l'exposant aux rayonnements ionisants dans l'attente des résultats de l'enquête, si une preuve irréfutable de non exposition ne peut être immédiatement apportée.

Mettre en place un suivi médical rapproché, notamment en cas de suspicion d'exposition interne.

Réglementation

En cas de dépassement de limite réglementaire de dose :

- Le médecin du travail prend toute disposition qu'il estime utile. Toute exposition ultérieure du travailleur concerné requiert son avis (article R4451-78 du Code du travail).
- Il diligente une enquête et informe l'IRSN de ses conclusions (arrêté du 30 décembre 2004 relatif à la carte individuelle de suivi médical et aux informations individuelles de dosimétrie des travailleurs exposés). Cette enquête doit conduire *in fine* à la confirmation ou à une modification, voire à une annulation, de la dose attribuée au travailleur.

En chiffres

Pour l'année 2011 :

- **49 alertes** de dépassement d'une limite réglementaire de doses significatives : 69 % provenaient du domaine médical, 24 % d'industries non nucléaires et 9 % du secteur nucléaire.
- Sur ces 49 alertes, **15 cas** ont été enregistrés comme des dépassements de dose (dépassements avérés ou enquêtes non finalisées).
- **343 988 travailleurs surveillés** dans le cadre des activités professionnelles utilisant des sources de rayonnements ionisants.

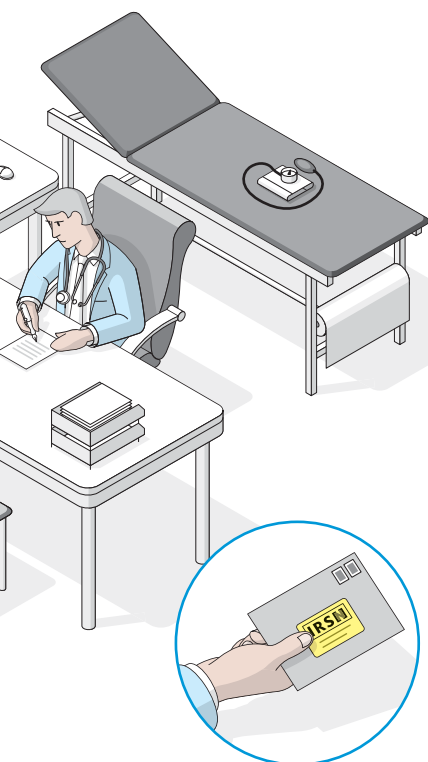
Source : rapport de l'IRSN "La radioprotection des travailleurs - Exposition professionnelle aux rayonnements ionisants en France : bilan 2011".

En savoir plus

- **Rapport** "La radioprotection des travailleurs - Exposition professionnelle aux rayonnements ionisants en France : bilan 2011" : www.irs.fr/travailleurs-2011
- **Guide n° 11** de déclaration des événements significatifs en radioprotection hors installations nucléaires et transport de matières radioactives : www.asn.fr, rubrique Les activités contrôlées par l'ASN > Utilisations médicales

en cas de surexposition

nements ionisants peut être confronté à un
Après de qui peut-il trouver un appui ?



3. Informer l'unité de suivi et d'analyse des expositions professionnelles de l'IRSN
du déclenchement et des conclusions de l'enquête.

Faire connaître sa décision
quant au maintien ou à la modification de la dose.

Les acteurs apportant une aide

PCR

- **information sur les postes de travail** et les moyens de radioprotection mis en œuvre ;
- **vérification des appareils** émettant des rayonnements, utilisés par le travailleur.

Laboratoire (ex. laboratoire de dosimétrie de l'IRSN)

- **analyses complémentaires** du dosimètre pour déterminer le rayonnement impliqué (type, énergie).

IRSN

- service d'expertise et d'études en radioprotection qui gère la base Siseri : **conseil sur les actions à mener, information sur la réglementation...** ;
- service de radiobiologie et d'épidémiologie : réalisation d'**examens de dosimétrie biologique** ;
- services de dosimétrie externe et/ou interne : **évaluation de l'exposition** sur la base de scénarios.

Hervé Bouilly/IRSN - Source : IRSN

AVIS D'EXPERT

“Plusieurs services de l'IRSN peuvent apporter leur expertise”

Pascale Scanff, chef de l'unité de suivi et d'analyse des expositions professionnelles de l'IRSN.

“**Q**uand le déroulement de l'enquête est complexe, plusieurs services de l'IRSN peuvent apporter leur expertise au médecin du travail”, souligne Pascale Scanff. Le médecin est rarement confronté à une telle situation, mais il a la lourde responsabilité de mettre en place une enquête et surtout de statuer sur la dose reçue. “Parfois, c'est simple. On se rend compte par exemple que le travailleur a fait tomber son dosimètre et l'a laissé près d'un appareil de radiographie avant de sortir de la pièce, rapporte l'experte. Dans d'autres cas, le déroulement de l'enquête est plus complexe. Les experts représentent un soutien.” Quand le laboratoire agréé ayant analysé le dosimètre est celui de l'IRSN, le professionnel de santé entre en contact avec l'Institut par ce biais. “Sinon, la porte d'entrée la plus fréquente est celle de l'unité de suivi et d'analyse des expositions professionnelles, que je dirige. Notre contact est fourni par les organismes de dosimétrie car nous gérons la base de données Siseri [système d'information de la surveillance de l'exposition aux rayonnements ionisants]. In fine, les médecins du travail doivent nous communiquer les conclusions de leur enquête. Quand nous sommes contactés pour un dépassement, nous donnons des conseils, nous rappelons la réglementation et nous aiguillons si besoin vers d'autres experts spécialisés de l'Institut : dosimétrie externe, dosimétrie interne, dosimétrie biologique, du domaine médical...” complète Pascale Scanff. ■



Frédérique-Elsa Hughes/IRSN

- **Circulaire DGT/ASN** n°04 du 21 avril 2010 relative aux mesures de prévention des risques d'exposition aux rayonnements ionisants : www.irsn.fr/siseri/, rubrique informations, textes réglementaires

Pour aller plus loin

USEP L'unité de suivi et d'analyse des expositions professionnelles : www.irsn.fr/siseri/
Laboratoire de dosimétrie de l'IRSN (LDI) : <http://dosimetre.irsn.fr>

Contact

Pascale Scanff

Tél. : 01 58 35 84 04
pascale.scanff@irsn.fr siseri@irsn.fr

Michèle Agarande (Dosimétrie interne) Tél. : 01 58 35 91 33
michele.agarande@irsn.fr

Jean-François Bottollier-Depois (Dosimétrie externe)
Tél. : 01 58 35 78 62
jeanfrancois.bottollier@irsn.fr

Philippe Voisin (Dosimétrie biologique) Tél. : 01 58 35 95 50
philippe.voisin@irsn.fr



Reportage photo: Frédérique-Elsa Hughes/IRSN

Depuis 2008, l'Institut et l'Iffo-RME proposent des interventions communes pour informer les jeunes.

À RETENIR

- **La sensibilisation des jeunes** aux risques liés au nucléaire est primordiale. C'est un objectif commun pour les deux organismes.
- **L'exposition itinérante Gafforisk** répond de manière ludique et pédagogique au besoin des enseignants et des élèves sur cette thématique.
- **L'échange avec le monde de l'éducation** aide l'IRSN à mieux comprendre les questionnements de la société et du jeune public.

Comment sensibiliser les jeunes à l'énergie nucléaire

La radioactivité et le nucléaire ne sont pas des sujets prioritaires pour informer sur les risques et les attitudes à adopter en cas de

Repères : Les programmes scolaires n'intègrent pas l'éducation au risque majeur nucléaire. Est-ce une priorité ?

Évelyne Allain : Bien entendu ! Il est indispensable d'informer les populations et les jeunes sur le nucléaire et sur les comportements à adopter en cas de crise majeure. Un rapport postérieur aux événements de Fukushima l'a mis en exergue. Cet enseignement relève d'une éducation au développement durable, qui est inscrite dans les programmes scolaires aux différents niveaux d'enseignement.

Julien Beaucourt : L'information vers le public est une des missions importantes de l'Institut. Nous avons instauré une démarche de vulgarisation de la radioactivité et du risque nucléaire en direction des scolaires. Nous proposons notre expertise sous diverses formes, notamment en partenariat avec l'Institut français des formateurs risques majeurs et protection de l'environnement [Iffo-RME].

É. A. : Les deux organismes se sont retrouvés sur des objectifs communs : parler de risque majeur et de gestion de crise nucléaire, pour que les jeunes, et à travers eux les citoyens, puissent comprendre les phénomènes en jeu et s'impliquer dans leur sécurité.

J. B. : La complémentarité coule de source. L'un apporte son expertise scientifique et l'autre sa compétence pédagogique, son réseau de formateurs et de contacts dans toute la France. La demande d'information ne fait qu'augmenter depuis Fukushima.

É. A. : Petit bémol : le retour d'expérience sur l'itinérance de l'exposition Gafforisk "Radioactivité et nucléaire" montre que certains acteurs près des sites nucléaires ont des réticences à parler du risque quand l'actualité médiatique est forte. D'où l'intérêt d'aborder le propos sous un angle culturel et pédagogique par l'intermédiaire des établissements scolaires.

L'exposition itinérante Gafforisk "Radioactivité et nucléaire" est proposée aux collèges et lycées. Le sujet est-il réellement accessible à tous ?

É. A. : Tout le travail d'élaboration du projet est là. Les enseignants, les spécialistes de l'éducation à la prévention des risques majeurs de l'Iffo-RME, le ministère du Développement durable, l'Association nationale des comités et commissions locales d'information et l'IRSN se sont réunis pour développer un support d'information ludo-pédagogique, dont est tirée l'exposition. Elle a pour cible les élèves de 3^e mais se révèle accessible à tout âge. Un accompagnement du support auprès des publics par des personnes formées est proposé. Le cheminement n'est pas imposé, les élèves se déplacent de panneau en panneau. Ils échangent avec les animateurs en fonction de leurs interrogations.

“ Les jeunes sont un très bon vecteur pour diffuser l'information sur la sûreté nucléaire aux adultes de leur entourage. ”

Julien Beaucourt

Docteur en physique, il est responsable d'études de sûreté sur les réacteurs français à l'IRSN. Aujourd'hui, il est chargé de site pour les réacteurs 1 et 2 de Dampierre (Loiret). Il est aussi l'un des animateurs de l'exposition Gafforisk.

er les jeunes aux risques aire et à la radioactivité ?

pour les jeunes en France. L'exposition Gafforisk circule dans les établissements scolaires
crise. Échanges entre une formatrice en risques majeurs et un responsable d'études en sûreté.

J.B. : Une fois le périmètre du support délimité, l'Institut a veillé à la rigueur scientifique de la vulgarisation. Il a réfléchi à la transmission des connaissances aux formateurs et aux enseignants. Ceux-ci perçoivent souvent le sujet comme très complexe et ont peur de se retrouver en porte-à-faux.

É.A. : Les questions des élèves varient en fonction des âges. Les lycéens – pour lesquels le nucléaire est au programme de physique – sont moins dans la technique, c'est-à-dire dans les mécanismes en jeu lors d'un accident, et plus dans les effets de la radioactivité sur l'environnement et la population.

J.B. : Les questions des élèves ne sont jamais des pièges. Elles restent concrètes et ancrées dans les préoccupations du quotidien. Cela contribue à enrichir les échanges. J'incite les jeunes à développer leur sens critique en s'interrogeant sur ce que j'apporte en tant qu'expert.

**Le projet répond-il à toutes les interrogations des jeunes ?
Que faire évoluer en fonction des attentes ?**

J.B. : Nous essayons d'intégrer au maximum les retours d'expérience. L'exposition a été complétée cette année par deux panneaux sur Fukushima. Il n'y en a pas encore expliquant les impacts sur la santé. Ils doivent être réalisés. Mais une manipulation avec un compteur Geiger et un radimètre permet d'aborder les effets des rayonnements sur les travailleurs exposés, par exemple.

É.A. : Les élèves du primaire (en cycle 3) sont demandeurs d'information. Une déclinaison simplifiée, en cours de création, leur sera destinée. Il reste effectivement à élaborer des supports pour ce sujet majeur : la santé. Un domaine complexe, souvent abordé, mais qui demande des connaissances faisant encore objet de

débat ! Une autre voie d'évolution du projet peut être le développement de ressources dématérialisées, comme des applications ludiques pour le web et des films pédagogiques...

J.B. : Attention ! Pas question de se substituer à l'animateur, qui peut expliquer les notions les plus compliquées ou rebondir sur l'actualité. L'intérêt de Gafforisk réside dans l'interaction et les échanges.

Qu'apporte cette aventure à chacun des partenaires ?

É.A. : Notre association avec l'IRSN et son expertise a permis de développer une stratégie qui va plus loin qu'une simple exposition informative. Des établissements scolaires et des collectivités cherchent à monter une action de sensibilisation au risque nucléaire. Nous avons créé un outil d'accompagnement sur mesure pour eux. Les deux organismes déploient les moyens nécessaires pour pérenniser ce dispositif pédagogique.

J.B. : Participer à cette animation est un enrichissement personnel. C'est une

plus-value pour l'Institut, qui a intérêt à constituer un vivier d'experts compétents en communication vers le public. Échanger avec les jeunes nous aide à prendre conscience de leurs interrogations, de façon à adapter nos messages en conséquence. ■

 **Pour en savoir plus :**
Exposition de l'IRSN :
<http://expo.irsn.fr/lepol>
Exposition "Radioactivité et nucléaire" et Gafforisk :
www.iffor-me.fr, rubrique
Supports pédagogiques

“ On ne pose de question que si l'on sait déjà quelque chose. Notre démarche participe à l'apprentissage du 'déjà quelque chose'. ”

Évelyne Allain

Spécialiste en géographie physique, elle est formatrice à l'Iffo-RME. Elle met en place des formations sur les risques majeurs et conçoit en partenariat des supports pédagogiques.



L'Institut, un établissement pu à caractère industriel et comm

Développement. Pour faire avancer la sûreté, l'IRSN partage ses connaissances avec les entreprises, et met son expertise à leur disposition. Cette activité nécessite un cadre adapté et une action commerciale tenant compte du caractère concurrentiel du marché.



Olivier Seignette/Mikael Lafontan/IRSN

Les mesures de radon sont réalisées par des experts suivant les normes et la réglementation en vigueur.

Les activités commerciales de l'Institut, établissement public à caractère industriel et commercial (Epic), ont progressé de près de 20 % entre 2009 et 2012. Elles représentent plus de la moitié des ressources

propres. Pour les années à venir, l'enjeu est de poursuivre ce développement. Certains des services ont vocation à être "monnayés". *"Les prestations réalisées en position de monopole dans un marché contrôlé par des autorités de tutelle sont facturées de façon à couvrir les prix de revient, sans dégager de marge"*, précise Jean-Bernard Chérié, directeur général adjoint chargé de l'administration à l'IRSN. C'est le cas pour l'examen du certificat d'aptitude à manipuler les appareils de radiologie industrielle (Camari). La logique est différente pour la vente de prestations à des clients publics ou privés, sur des marchés soumis à la concurrence.

Se positionner comme référent international

"L'Institut positionne son expertise sur trois marchés : la radioprotection, qui a mobilisé l'équivalent de 110 salariés à temps plein en 2011, la sûreté des installations [45] et la formation [7]. L'objectif est de conforter sa place de référent international et de devenir un des leaders des ventes de prestations",

poursuit Jean-Bernard Chérié. Ses clients ? Les collectivités, les établissements de santé, les autorités de sûreté et organismes techniques de sûreté étrangers, les industriels du secteur nucléaire...

Deux business units ont été créées. Autonome, le Laboratoire de dosimétrie de l'IRSN (LDI) gère près de 24 000 clients en France sur un marché de la dosimétrie passive, très concurrentiel. L'unité Développement commercial à l'international (DCI) répond à la demande mondiale croissante en matière de prestation en sûreté nucléaire, en radioprotection et en sécurité. Elle regroupe 12 salariés à plein temps et fait appel à des experts des unités opérationnelles. *"L'IRSN a remporté en décembre 2012 un contrat de la Commission européenne de 280 000 euros, d'une durée de trente-six mois, illustre-t-il. Il concerne le développement d'une plateforme européenne de suivi et d'analyse de l'exposition aux rayonnements ionisants des travailleurs, nommée Esorex. Elle permettra d'avoir une vision harmonisée des doses reçues"*

Une stratégie adaptée à l'ouverture du marché de la dosi

Comment réagir lorsqu'un marché s'ouvre à la concurrence ? Opérateur historique en dosimétrie passive, l'Institut a renforcé sa stratégie de développement en commercialisant ses produits et services. D'où la naissance en 2010 de la business unit baptisée Laboratoire de dosimétrie de l'IRSN (LDI). La visibilité est aujourd'hui accrue, la dynamique également. *"Le client est davantage au centre de notre activité, pour gagner des parts sur un marché très concurrentiel, sur lequel nous restons leader"*, synthétise

Simon Tourard, responsable du laboratoire. Pour concourir à la satisfaction des clients, les 50 collaborateurs de l'unité du Vésinet (Yvelines) ont mis en place un "guichet unique". *"L'internalisation de l'ensemble des fonctions – force commerciale, administration... – garantit au client une prise en charge globale de ses attentes, explique-t-il. Cette stratégie permet de présenter une offre commerciale concurrentielle, adaptée aux besoins, dans des délais réduits."* Un seul numéro de téléphone, une adresse e-mail

commune pour toutes les demandes, des procédures d'abonnement simples, la prise en compte des suggestions, une transparence renforcée... Les dispositifs implémentés pour optimiser les échanges semblent appréciés. *"Une enquête de satisfaction globale a confirmé, en 2012, la bonne image renvoyée à l'extérieur par notre unité, avec une note de 8,2/10"*, conclut le responsable. La stratégie du LDI, qui distribue plus de 1,2 million de dosimètres par an, permet d'entretenir

blic ercial

dans le monde professionnel à l'échelon européen."

La stratégie de développement international s'organise également autour de deux groupements européens d'intérêt économique mutualisant les expertises. Riskaudit, fondé conjointement avec l'homologue allemand GRS¹, apporte un appui technique aux autorités de sûreté et aux organismes techniques (TSO). Enstti² répond quant à lui au besoin croissant de formation d'experts, en France et dans le monde.

Vers une amélioration de la culture client

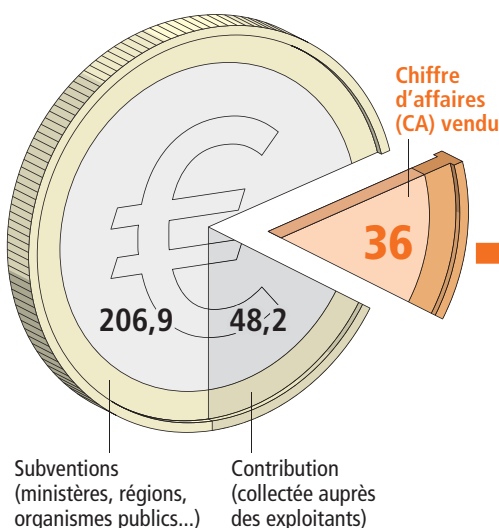
La démarche commerciale ne se limite pas à ces structures de "business": une vingtaine d'unités et de laboratoires vendent des prestations. Cela ne représente pas la majorité de leurs activités, mais correspond à la valorisation des compétences et des outils déjà développés dans le cadre de leurs missions de service public. "L'amélioration de l'action commerciale permet à l'ensemble des collaborateurs de partager leurs expériences et de développer une véritable 'culture client'", résume Jean-Bernard Chérié. ■

1. Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit.
2. European Nuclear Safety Training and Tutoring Institute.

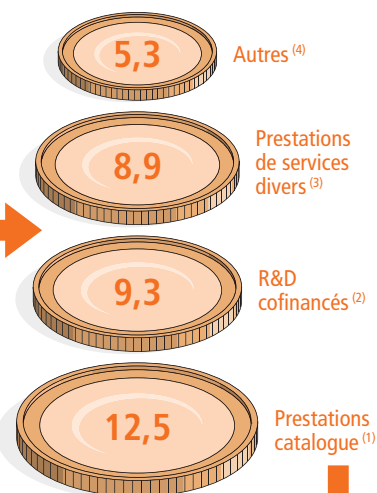
36 millions de recettes pour l'IRSN en 2012

En millions d'euros

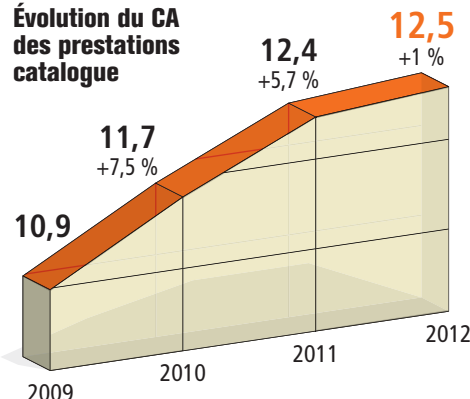
Répartition des ressources



Répartition du CA vendu par catégorie



Évolution du CA des prestations catalogue



1. Dosimétrie passive, formation professionnelle et analyses de radiotoxicologie et d'anthroporadiométrie.
2. Contribution de partenaires de recherche de l'IRSN : EDF, Areva, Commission européenne...
3. Offres ponctuelles répondant à un besoin client : étalonnage d'appareils de mesure, caractérisation radiologique de site contaminé...
4. Mise à disposition de personnel (ex. ASN), thèses/post-doctorants (ex. subvention du ministère de la Recherche) et subventions (ex. régions, organismes publics de type ANR, Agence de l'eau...).

Hervé Bouilly/IRSN - Source: IRSN

Vers les pays qui développent le nucléaire

L'axe de développement prioritaire de la *business unit* Développement commercial à l'international (DCI), créée en juin 2012, repose sur une prospection dans les pays à fort potentiel de développement nucléaire. Parmi ceux-ci, la Chine, l'Inde, la Russie ou les pays d'Amérique du Sud. "DCI valorise l'expertise et les savoir-faire de l'IRSN au profit de clients étrangers; mais aussi de clients français qui visent une exportation de leurs produits", indique Jean-Marie Mattéi, son responsable. L'activité se répartit sur une quinzaine de pays, en Asie, en Europe, au Moyen-Orient... "Acquérir une maîtrise des standards américains sur des nouveaux concepts de réacteurs, via des collaborations outre-Atlantique, permet de situer et de mettre en valeur à l'international nos compétences", complète-t-il. Le renforcement de position sur la scène mondiale passe aussi par la consolidation des partenariats, source d'expertise à large spectre. "L'enjeu global est d'anticiper les problématiques dans un univers en rapide évolution, quitte à développer à perte aujourd'hui pour nous révéler compétitifs demain", conclut l'expert.



Pour en savoir plus :

Laboratoire de dosimétrie de l'IRSN : dosimetre.irsnn.fr

Développement commercial à l'international : jean-marie.mattei@irsnn.fr

Riskaudit : www.riskaudit-int.org **Enstti :** www.enstti.eu

métrie passive

une croissance régulière dans un contexte économique difficile, avec un chiffre d'affaires 2012 de plus de 10 millions d'euros. Simon Tourard présente les évolutions attendues: "Multiplier et simplifier les outils mis à disposition des clients, notamment en matière de gestion de prestations via Internet et étendre le périmètre de l'accréditation Cofrac [Comité français d'accréditation]. D'autres produits seront développés, en particulier un dosimètre pour la mesure des doses au cristallin." ■



Dosimétrie : du **sur mesure** pour vos études de postes



Laurent Zylberman/Graphic-Images/IRSN

En tant que personne compétente en radioprotection, vous réalisez des études dosimétriques aux postes de travail. Le Laboratoire de dosimétrie de l'IRSN vous propose un service sur mesure et clé en main. Selon vos spécialités, il vous fournit des dosimètres adaptés, et vous fait bénéficier de prestations spécifiques, telles que l'analyse personnalisée, le traitement prioritaire ou le conseil d'expert. Avec plus de

quarante années d'expérience, notre laboratoire, leader français en dosimétrie passive, œuvre pour accompagner ses clients dans leur mission quotidienne. Il assure le suivi de plus de 165 000 travailleurs exposés aux rayonnements ionisants, dans près de 24 000 établissements aux activités variées. Son ambition : faire progresser la radioprotection et vous offrir un service « plus » en toute sérénité...

IRSN

INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

*Enhancing Nuclear Safety**

**Renseignez-vous
dès maintenant**

Tél. : 01 30 15 52 22

E-mail : dosimetre@irsn.fr
Site : dosimetre.irsn.fr