

Repères



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

N°25
juin 2015

SURVEILLANCE ATMOSPHÉRIQUE

**Le réseau Ring of Five
suit les traces**

SOURCES RADIOACTIVES

**Pourquoi les déclarer
sur Internet ?**

Incendie

**Connaître le risque
pour mieux le maîtriser**

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

Quelles bonnes pratiques pour 22 radionucléides ?



Quelles sont leurs propriétés radiophysiques et biologiques? Quels sont les risques en cas d'exposition? Comment les mesurer et s'en protéger?... Les utilisateurs de sources non scellées, les personnes compétentes en radioprotection et les médecins du travail peuvent désormais trouver sur un seul support toutes les informations à connaître et les bonnes pratiques à avoir face à un radionucléide donné.

Vingt-deux fiches ont été rédigées par un groupe de travail animé par l'IRSN et l'Institut national de recherche et de sécurité (INRS).

Téléchargeables sur le site irsn.fr à la rubrique *Nos avis et rapports d'expertise*, elles facilitent la mise en œuvre de la réglementation et améliorent la radioprotection des travailleurs.

www.irsn.fr/fiches-IRSN-INRS



Fukushima, quatre ans après

Maîtrise de l'état des installations, impact sanitaire, contamination de l'environnement et des denrées alimentaires... Quatre ans après l'accident de Fukushima (Japon), une analyse détaillée de la situation est disponible sur le site irsn.fr.

De nombreux défis restent à relever : récupération du combustible, gestion des 600 000 mètres cubes d'eau contaminée stockés *in situ*, traitement des 28 à 55 millions de mètres cubes de déchets générés par la décontamination des territoires, etc. Concernant la santé des populations, il est encore trop tôt pour se prononcer, les études se poursuivent.

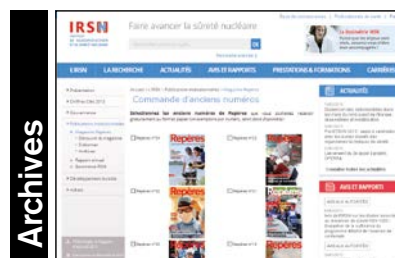
www.irsn.fr/fukushima2015



L'IRSN présente au 10^e congrès national de la Société française de radioprotection

La Société française de radioprotection (SFRP) a fêté ses 50 ans lors de son congrès, du 16 au 18 juin 2015 à Reims. Au cours des différentes sessions, l'IRSN a présenté les connaissances récentes acquises dans les domaines de l'épidémiologie des rayonnements ionisants, de la radioprotection des patients, des populations et des écosystèmes. Les visiteurs ont pu s'informer sur les prestations en radioprotection et dialoguer avec les experts sur un stand qui présentait également une rétrospective sur certaines des missions de l'Institut.

www.sfrp.asso.fr



Comment se procurer un ancien numéro de Reperes ?

En page 4 de ce magazine, il est fait mention d'un dossier paru dans le n°17 de *Reperes* sur les risques liés au stockage des déchets radioactifs. Vous aimeriez vous le procurer, mais comment ?

Les versions digitales de chaque édition sont disponibles sur irsn.fr/reperes, au format pdf et webmagazine. Ce dernier comporte des articles complémentaires, des vidéos et des diaporamas.

Si vous préférez un exemplaire papier, il suffit de remplir un formulaire de commande sur le site Internet de l'IRSN (*voir lien ci-dessous*) pour recevoir gracieusement un ou des ancien(s) numéro(s).

www.irsn.fr/Commander-Reperes



Sommaire

En couverture : Étude des écoulements verticaux de fumées au travers d'une trémie au laboratoire d'expérimentation des feux de l'IRSN, à Cadarache (Bouches-du-Rhône).
Crédit photo : Jean-Marie Huron/Signatures/IRSN

INTÉRÊT PUBLIC | 9
Présenter aux élèves les risques et comment s'en protéger

EN PRATIQUE | 17
Pourquoi déclarer ses sources sur Internet ?

EN DÉBAT | 20
D'une génération à l'autre, comment la recherche a-t-elle évolué ?

STRATÉGIE | 22
La sûreté n'a pas de frontière

TEMPS FORTS | 4
L'architecture souterraine d'un stockage de déchets contribue à la sûreté

Personnaliser les doses pour la radiothérapie interne pour plus d'efficacité

FAITS & PERSPECTIVES | 6
Le réseau *Ring of Five* suit les traces de radioactivité

Dossier du prochain numéro de *Repères* (octobre 2015)
Personnes compétentes en radioprotection

Maîtriser les risques d'incendie

L'incendie est un risque majeur dans toutes les activités industrielles, en particulier nucléaires. Le développement d'un feu incontrôlé pourrait provoquer un accident conduisant à la dispersion de matières radioactives dans l'environnement. L'IRSN travaille sur le sujet dans un contexte de coopération internationale. Il s'est doté d'installations expérimentales et de compétences en recherche et en expertise pour mieux comprendre et maîtriser le phénomène complexe d'incendie en milieu nucléaire confiné. Les équipes collaborent avec des partenaires, dont des centres de recherche académiques. Les résultats scientifiques contribuent concrètement à réduire les risques. L'Institut les produit dans une démarche d'ouverture et de partage avec les industriels, afin que les exploitants portent leurs efforts là où ils sont utiles pour faire progresser la sûreté.



Jean-Marie Huron/Signatures/IRSN



Richard Gonzalez

Adjoint au directeur de la recherche en sûreté à l'IRSN

DR

Vidéos



Photos



Sons



Articles



Prolonger la lecture de *Repères* avec le webmagazine sur 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 - Courriel : reperes@irsn.fr
- Directeur de la publication : Jacques Repussard - Directrice de la rédaction : Marie-Pierre Bigot - Rédactrice en chef : Catherine Roulleau - Assistante de rédaction : Isabelle Cussinet - Comité de lecture : Michel Brière, François Paquet - Rédaction et réalisation : - Iconographie : Charlotte Heuzé - Impression : Galaxy (72) - Imprimé sur Cyclus print
- ISSN : 2103-3811 - juin 2015.



Test de performance mené sur un dispositif de scellement.

Viviane Dalles/Signatures/IRSN

Stockage géologique de déchets

L'architecture souterraine contribue à la sûreté

L'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra) devra justifier l'architecture retenue pour le Centre industriel de stockage géologique (Cigéo) qu'elle projette de construire à 500 mètres de profondeur, près de Bure, entre la Meuse et la Haute-Marne. Dans le dossier d'options de sûreté qu'elle remettra en 2015 à l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), elle devra montrer que ses choix – longueur des galeries, positionnement des liaisons surface-fond, etc. – sont optimisés pour la radioprotection et la sûreté. C'est la principale conclusion du rapport de l'IRSN sur les ouvrages prévus pour fermer le site en fin d'exploitation.

“L'architecture du centre pourrait apporter des marges supplémentaires en cas de défaillance d'un scellement ou d'un bouchon, explique Frédéric Deleruyelle, expert en mécanique des roches à l'Institut. Par exemple : plus les liaisons avec la surface – puits ou

descenderies – sont loin des zones où se trouvent les déchets, plus les temps de transfert des radioéléments vers la sortie sont longs par cette voie. Allonger une liaison entre la surface et le fond peut représenter un surcoût de construction ou une gêne pour l'exploitation. Mais il faut tenir compte de l'ensemble des paramètres pour optimiser l'architecture du stockage.”

À ce jour, le projet prévoit une centaine de kilomètres de galeries de liaison, 20 à 30 km de tunnels de stockage de déchets de moyenne activité à vie longue, et environ 200 km d'alvéoles de stockage de déchets de haute activité*.

Essais en grandeur nature


Pour les ouvrages de fermeture de l'installation, les expertises de l'Institut concluent que les objectifs d'étanchéité visés sont atteignables. L'Andra devra néanmoins poursuivre les études pour réduire l'influence de la roche présente à proximité de la paroi des ouvrages.

Endommagée par l'excavation, celle-ci risque d'être plus perméable que la roche initiale et pourrait constituer un point faible. L'Agence devra compléter ses recherches par des essais en grandeur nature, notamment pour les scellements de liaisons surface-fond. Cela rejoint les conclusions du débat public de fin 2013. Il avait conduit à l'introduction d'une phase industrielle pilote, avant la mise en exploitation du centre. ■

*Source : www.cigeo.com

Pour en savoir plus


- Lire le rapport sur les ouvrages de fermeture de Cigéo : www.irsn.fr/GP-Cigeo-ouvrages-fermeture
- Relire le dossier de Repères n°17, sur la maîtrise des risques dans Cigéo : www.irsn.fr/repere

 **À voir sur le webmagazine**
Comment l'IRSN a-t-il construit sa propre expertise sur les ouvrages de fermeture ?

Webmagazine

Repères s'enrichit sur vos écrans

Reportages, vidéos, articles inédits, enregistrements audio... La version digitale de *Repères* propose des contenus complémentaires pour approfondir les sujets abordés sur le papier. Dans ce numéro, vous accédez par exemple, depuis la page 13, à un article web sur la prise en compte du risque incendie dans le futur centre de stockage des déchets radioactifs (Cigéo) et à un diaporama de photos prises dans le laboratoire d'expérimentation des feux de l'IRSN. En page 15, vous découvrirez un reportage sur les tests de résistance à la chute réalisés pour des colis de transports de matières radioactives. Et, en page 21, vous regarderez en vidéo l'intégralité du débat sur l'évolution de la recherche scientifique depuis les années 1950.

 **Pour en savoir plus**
● Retrouvez le webmagazine sur : www.irsn.fr/repere



Yoshitaka/Fotoalia

Radiothérapie interne Personnaliser les doses pour plus d'efficacité

Multiplier par deux, voire plus, la quantité de radionucléides utilisée pour traiter une tumeur, tout en respectant les doses tolérées au niveau des tissus sains alentour? Dans certains cas, c'est possible, comme le montre la nouvelle méthode de dosimétrie mise au point par l'IRSN. "Les fabricants proposent la quantité à injecter en fonction de la taille et du poids des patients. Mais cela ne tient compte ni de la morphologie, ni du métabolisme de chacun, analyse Michela Bernardini, physicienne médicale à l'hôpital européen Georges Pompidou de Paris. Nous voulions une méthode de calcul plus personnalisée pour les actes de radiothérapie interne pratiqués contre les cancers du foie non opérables. C'est pourquoi nous avons sollicité l'Institut."

Le traitement actuel consiste à introduire dans l'artère hépatique des microsphères en résine sur lesquelles est lié de l'yttrium-90 pour attaquer la tumeur. Au préalable, les médecins font une première injection, "à blanc", avec des macroagrégats d'albumine marqué au technétium-99m. Ce dernier n'agit pas sur l'organisme, mais il permet de visualiser la manière dont le médicament se répartit dans les tissus. Les experts de l'IRSN proposent d'utiliser les images fournies à cette étape pour modéliser en 3D l'anatomie du patient et la diffusion du produit. Grâce au logiciel Oedipe*, qui évalue l'exposition interne de personnes ayant incorporé des radionucléides, ils estiment ensuite la dose en chaque point du foie. Testée



Noak/Le bar Floréal/IRSN

Avec la nouvelle méthode, quelques cas de surdosage pourraient aussi être évités.

a posteriori sur 18 patients, cette méthode montre que, le plus souvent, l'activité utilisée aurait pu être significativement plus élevée sans nuire à la fonction hépatique. ■

*Outil d'évaluation de la dose interne personnalisée créé par l'IRSN



Pour en savoir plus

- Lire l'article publié dans Medical Physics : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01081595>
- Lire Aktis n° 17, p. 10 : www.irsn.fr/aktis

Installations de la Défense

Des visites précieuses pour l'expertise

Trois experts de l'IRSN ont visité des installations militaires fabricant des pièces d'armes en plutonium, fin 2014 à Valduc (Côte d'Or). Ils ont pu y observer la mise en œuvre des processus décrits par l'exploitant pour attester de la sûreté de ses activités. "Cette opportunité est rare, compte tenu de la confidentialité des opérations. Elle a permis de vérifier sur le terrain que les résidus de plutonium produits par l'usinage – importants facteurs de risque de criticité – font l'objet d'une gestion rigoureuse", explique Valérie Verdier, spécialiste à l'IRSN de la sûreté des sites nucléaires de la Défense.

Développement durable

L'IRSN a réduit son impact CO₂

En incitant ses salariés à prendre le train plutôt que l'avion et en développant les visioconférences, l'Institut a réduit ses émissions dues aux déplacements en France de 224 tonnes équivalents CO₂ (teCO₂) entre 2013 et 2014. Huit vélos à assistance électrique ont été mis à disposition sur le site de

Fontenay-aux-Roses (Hauts-de-Seine). Leur utilisation régulière a permis d'éviter l'émission de 1,8 teCO₂ supplémentaire en 2014. Un plan de déplacement d'entreprise prévoit l'acquisition de véhicules électriques en 2015 sur ce site. Une partie sera en autopartage et utilisable par plusieurs services.

Ces actions font partie de la démarche environnementale lancée en 2009 par l'IRSN. Elle a permis une réduction de 30 % des consommations de papier et un meilleur tri des déchets. Deux bâtiments de haute qualité environnementale (HQE) vont être construits : l'un sera livré en 2016 au Vésinet (Yvelines), l'autre en 2017 à Fontenay-aux-Roses. ■



SCAU-Architeca DP

Le nouveau bâtiment de l'IRSN à Fontenay-aux-Roses (Hauts-de-Seine) répondra aux critères de haute qualité environnementale (HQE).



Pour en savoir plus

- Le rapport responsabilité sociétale de l'entreprise et le bilan des émissions de gaz à effet de serre, à paraître en juin



Halldor Kolbeins/AFP



Laurent Zylberman/Graphix-Images/IRSN

Le *Ring of Five* suit les traces

Surveillance atmosphérique. Dès que des traces anormales de radioactivité sont détectées dans l'air quelque part en Europe, un réseau informel d'experts, appartenant à des organismes publics tels que l'IRSN, se mobilise pour suivre cette pollution. Ils cherchent à en localiser l'origine et évaluent les risques pour la population.

Le 18 mars 2015, une station de mesure de la radioactivité de l'Agence suédoise de recherche pour la Défense (FOI*) détecte des traces inhabituelles d'iode 131 (¹³¹I) dans la région de Stockholm. La concentration – 15 microbecquerels par mètre cube d'air ($\mu\text{Bq}/\text{m}^3$) – ne présente pas de risque pour la population, mais elle interroge. D'où provient cette pollution ? Concerne-t-elle d'autres pays ? Va-t-elle s'amplifier ? Pour le savoir, le responsable de la station contacte des collègues européens, membres comme lui du réseau informel *Ring of Five* (Ro5). Parmi eux, Olivier Masson, spécialiste de la surveillance atmosphérique à l'IRSN. Il apporte son expertise pour reconstituer les trajectoires de masse d'air : *"L'iode 131 détecté en Suède puis en Finlande venait de l'Est, diagnostique-t-il. Avec les stations de filtration d'air à très grand débit de l'Institut et les spectromètres gamma, nous avons mesuré*

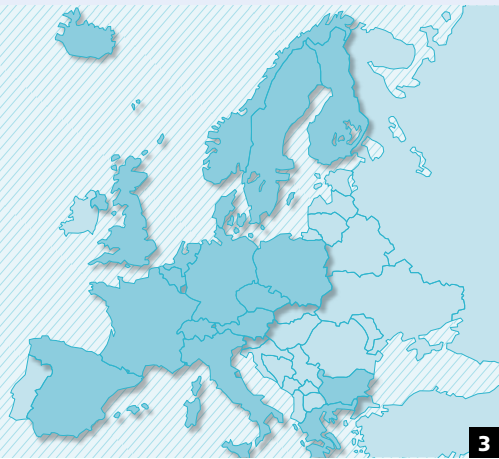
ce radionucléide en France mais sous forme de microtraces, inférieures à $0,8\mu\text{Bq}/\text{m}^3$. La zone concernée, qui s'étend de la Pologne à la Lituanie et à l'ensemble de la Scandinavie, témoigne d'une source lointaine, vraisemblablement quelque part en Russie."

En juin 1998, des traces cent fois plus élevées de césium 137 (¹³⁷Cs) avaient été détectées par une station suisse de surveillance de la radioactivité. La France et l'Italie étaient aussi concernées, avec des concentrations de l'ordre de $100\mu\text{Bq}/\text{m}^3$. En remontant la piste vers le sud-ouest, les membres du *Ring of Five* ont identifié la source : une aciérie d'Algésiras, au sud de l'Espagne, avait accidentellement fondu une source radioactive parmi d'autres ferrailles. Le *Ring of Five* est ainsi activé environ trois à quatre fois par an. Son histoire remonte à 1983. Bien qu'il n'y ait plus d'essais nucléaires atmosphériques à cette époque, des scientifiques du nord de l'Europe

détectent occasionnellement dans l'air des produits de fission ou d'activation récemment produits. Cinq d'entre eux – un Allemand, un Suédois, un Norvégien, un Finlandais et un Danois – décident que, à la moindre trace de radionucléides mesurée dans un pays, tous les autres doivent en être immédiatement avertis. Le Ro5 est né. Seule exigence pour y adhérer : disposer de stations capables d'observer de très faibles concentrations dans l'atmosphère, de l'ordre du dixième de microbecquerel par mètre cube. C'est le cas de l'IRSN et de son Observatoire permanent de la radioactivité de l'air (Opera-Air).

Reconstruire la trajectoire d'une pollution

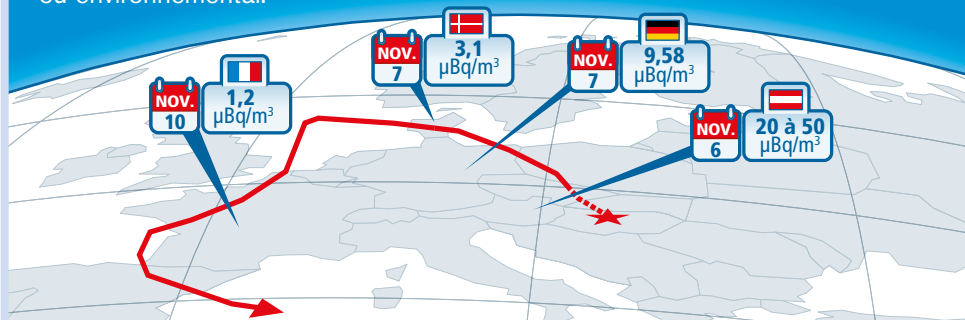
À l'occasion de l'accident de Tchernobyl, ce réseau se développe. Il compte aujourd'hui près de 90 membres, dont quatre de l'Institut. Il regroupe au total 110 sites de collecte d'aérosols à travers l'Europe et a gardé son caractère informel : il fonctionne sur l'échange entre pairs. Sa dimension internationale est indispensable, pour reconstruire par exemple la trajectoire d'une pollution. *"À partir de l'alerte, nous reportons les données recueillies par les membres sur une carte de l'Europe. Nous comparons nos hypothèses avec des outils de modélisation*



3 IRSN

Sur la piste d'une traînée d'iode radioactif

Novembre 2011. Plusieurs pays d'Europe mesurent des traces d'iode 131 (¹³¹I) alors qu'aucun événement n'est signalé. Le Ring of Five (Ro5) est activé. Après enquête, la piste est remontée à la source de la fuite : l'Institut des isotopes de Budapest, en Hongrie. Le calcul des doses reçues par la population montre que l'incident n'a eu aucun impact sanitaire ou environnemental.



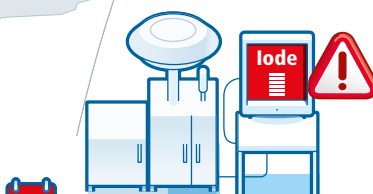
1. Après l'éruption du volcan Eyjafallajokull, en Islande, le Ring of Five est alerté par la détection de traces d'uranium, de thorium et de polonium en Europe.
2. L'IRSN gère l'Observatoire permanent de la radioactivité de l'air (Opera-Air), soit 44 stations de collecte réparties sur le territoire français.
3. Une vingtaine de pays européens sont représentés au sein du réseau, auxquels s'ajoutent des correspondants aux États-Unis et au Canada.

des dispersions de masses d'air pour remonter la piste des rejets", explique Olivier Masson (voir infographie ci-contre).

Les membres du Ro5 vantent sa rapidité, fruit de son caractère informel. Sybille Estier, spécialiste en radioprotection de l'Office fédéral de la santé publique en Suisse, l'explique : "Même s'il existe des réseaux constitués, le 'Ring' est plus réactif. Cela s'est vu en 2011 avec Fukushima." Après l'accident, de nombreux laboratoires européens ont "vu" le panache d'iode 131 et de césium 134 (¹³⁴Cs), et ils ont immédiatement mis leurs données à disposition. Damien Didier, expert de la dispersion atmosphérique des radionucléides à l'IRSN, estime que "grâce au Ro5, nous avons pu accéder en quelques jours à un grand nombre de mesures". Olivier Masson complète : "Nous avons regroupé ces données dans un document qui fait la chronique de l'événement. Même si l'impact a été minime en Europe, notre publication fait référence. C'est la deuxième plus citée sur l'accident."

Certains radioéléments doivent alerter

Avec le perfectionnement des instruments de mesure, comme ceux mis en place à l'IRSN par le Laboratoire de mesure de la radioactivité de l'environnement, les mobilisations du réseau se

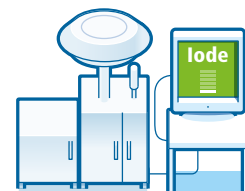


NOV. 6 Après avoir mesuré entre 20 et 50 µBq/m³ d'iode 131 dans la fraction particulaire de son atmosphère, l'Autriche alerte le Ring of Five. Tous les membres reçoivent un mail.

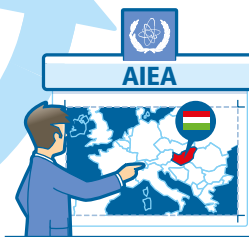


NOV. 8 NOV. 9 NOV. 10 En trois jours, une douzaine de pays échangent leurs données. Plusieurs observent cet iode alors qu'aucun incident n'a été signalé. L'iode est détecté seul : il ne peut provenir que d'un site de production de radionucléides. Lequel ?

NOV. 11 L'IRSN réalise des cartes des trajectoires des masses d'air arrivées sur l'Autriche au moment de la détection. Celles en provenance de Hongrie concordent avec les concentrations observées. L'hypothèse est confirmée par des mesures réalisées à Budapest.



NOV. 18 L'Institut de Budapest, qui rencontrait un dysfonctionnement depuis septembre, stoppe sa production. Mi-novembre, les valeurs repassent, en tout point de l'Europe, sous les limites de détection (1 µBq/m³) pour la fraction particulaire.



NOV. 17 Un représentant de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) et membre du Ro5, enquête de son côté. L'AIEA reçoit une information sur une fuite à l'Institut des isotopes de Budapest (342 GBq au total). Elle n'avait pas été signalée car elle ne représentait que 40 % de la limite d'autorisation de rejets pour ce site*.

* À titre de comparaison, une fuite de 47 GBq d'iode à Fleurus (Belgique) en 2008 avait été classée au niveau 3 sur l'échelle internationale des événements nucléaires (Ines).

multiplient. Certaines traces doivent alerter. La détection d'iode 131, par exemple, ne peut résulter que d'un rejet relativement récent car sa durée de vie est très courte. Le césium 134 a une période radioactive de deux ans et il a tendance à retomber sur le sol.

S'il apparaît, c'est qu'un nouvel accident est survenu dans une centrale. Quant au xénon radioactif, il peut indiquer la réalisation d'un essai atmosphérique. Quand le Ring of Five est activé, dans les régions où les

3 questions à... **Olivier Masson**

Spécialiste de la surveillance des radionucléides dans l'atmosphère à l'IRSN, et l'un des copilotes du Ring of Five

●●● concentrations mesurées s'avèrent les plus élevées, Damien Didier calcule les doses reçues par les populations ou les ressortissants français qui auraient séjourné sur place pendant les périodes de détection. Les traces mesurées jusqu'ici n'ont jamais relevé d'une situation d'urgence sanitaire. Pour autant, il est important de comprendre l'origine des pollutions et de suivre l'évolution de la situation.

De l'alerte au brevet

Autre événement marquant de l'histoire du Ro5, celui de Fleurus, en Belgique. En août 2008, l'Institut des radioéléments de cette ville, qui fabrique des isotopes à usage médical, constate un rejet anormal d'iode 131. Immédiatement prévenus, les membres du Ring of Five augmentent la fréquence de leurs prélèvements. Les pièges à iode gazeux français ne détectent rien, alors que le radionucléide est retrouvé dans des végétaux juste de l'autre côté de la frontière belge. *"Plusieurs hypothèses peuvent expliquer cela. Parmi elles, la pluie : elle a pu saturer les filtres en humidité. Si l'incident s'est révélé sans risque pour la population et l'environnement, il a servi à améliorer*

Comment va évoluer le Ring of Five?

Nous voulons lui donner plus de poids, dans son rôle d'alerte et d'information, et aller au-delà de cette mission. Il est nécessaire de se structurer sur des sujets communs. Il faut proposer des projets de recherche à la Commission européenne, monter, et mutualiser des études et des campagnes de mesure.

Sur quels thèmes pensez-vous travailler?

Il existe des sujets fédérateurs : l'influence de la neige ou du brouillard sur le dépôt des radionucléides au sol, leur remise en suspension par le vent ou l'amélioration du piégeage de l'iode gazeux.

Quels sont les premiers projets à voir le jour?

Nous avons ajouté un volet "atmosphère" au projet de recherche *European Radioecology Alliance*. Avec les Tchèques, nous allons rassembler notre parc de granulomètres sur un site commun pour étudier la répartition de la radioactivité en fonction de la taille des particules atmosphériques.



les pièges à iode gazeux, souligne Olivier Masson. En mars 2014, l'IRSN a déposé un brevet pour un dispositif qui réduit l'influence de l'humidité sur les prélèvements de ses stations."

Le Ro5 arrive aujourd'hui à un tournant. Sa mission première reste inchangée. Mais, avec l'appui de l'Union internationale de radioécologie, un site web et un forum de discussion vont être créés. Le premier colloque du réseau a été organisé en septembre 2014, un autre le sera en septembre 2015. Objectif : *"faire le point sur les derniers événements et,*

surtout, faire émerger des axes d'évolution" (lire interview ci-dessus). ■

* Totalförsvarets Forskningsinstitut

Pour en savoir plus

- Sur le Ro5 : http://www.iur-uir.org/upload/CONFERENCEIur-workshop_ro5-presentation.pdf
- Sur Opera-Air : www.irsn.fr/Opera-air
- Sur les traces post-Fukushima : dx.doi.org/10.1021/es2017158
- Sur la découverte d'iode 131 provenant de Hongrie : www.irsn.fr/lode-Hongrie
- Sur l'événement de Fleurus : www.irsn.fr/Fleurus

AILLEURS Un précieux carnet d'adresses



Station du collecteur aérosol à très grand débit 600 m³/h (à droite sur la photo) et du collecteur de pluie (à gauche) installés à Cadenazzo (canton du Tessin en Suisse).

Office fédéral de la santé publique

"En mars 2014, nous avons détecté des traces de sodium 24 (24Na) dans l'air. Comme la concentration était très faible, je n'ai contacté que quelques membres du réseau. Je voulais savoir s'ils avaient eux aussi repéré ce radionucléide, auquel cas j'aurais alerté toute la communauté", se remémore Herbert Wershofen, responsable d'une des stations de détection de l'Institut national allemand de métrologie (PTB*) à Braunschweig (Allemagne). Finalement, il était seul à avoir vu quelque chose, sans doute des poussières provenant des accélérateurs de particules voisins de son site. *"Ce n'était donc pas un 'événement Ring of Five' à proprement parler. Grâce à la liste des contacts, je savais à qui poser les premières questions",* souligne le chercheur. Membre du réseau depuis 1989, Herbert Wershofen est chargé de tenir à jour et de diffuser la liste des coordonnées des membres. Une condition *sine qua non* de l'efficacité du Ro5. ■

*Physikalisch-Technische Bundesanstalt

“Les élèves s’arrêtent devant les panneaux et discutent entre eux”

Exposition sur les risques liés au nucléaire. Dix-sept établissements scolaires ont déjà accueilli la nouvelle exposition itinérante “Attention radioactivité!”. Information, prise de conscience... des enseignants témoignent de son intérêt pour les élèves, et leurs parents.

“Il est essentiel d’informer les élèves sur les enjeux nucléaires, afin qu’ils puissent construire leur propre opinion.” Marie Deschodt est technicienne de laboratoire au lycée de l’Europe, à Dunkerque (Nord). Un établissement situé à une vingtaine de kilomètres de la centrale de Gravelines. “Deux classes de seconde travaillent sur des projets consacrés au nucléaire : la création d’un jeu de société sur la radioprotection et une maquette sur le démantèlement, explique-t-elle. Pour les accompagner, je me suis tournée vers l’IRSN.”



Grégoire Maisonneuve/IRSN

Parmi les grands thèmes proposés pour l’exposition, deux des plus demandés sont : “Que se passerait-il en cas d’accident en France?”, “Quels sont les effets de la radioactivité sur le corps?”.

Connaître les risques

En février 2015, un expert de l’Institut est venu animer une conférence au profit des élèves, sur la sûreté des centrales et les accidents de Fukushima (Japon) et de Tchernobyl (Ukraine). Puis l’exposition “Attention radioactivité!”, conçue par l’IRSN et l’Autorité de sûreté nucléaire (ASN), a été présentée dans le hall du lycée. “Le nucléaire présente des risques. Il faut les connaître pour mieux s’en protéger, poursuit Marie Deschodt. Les élèves ne se sentent pas assez concernés par ces questions. Est-ce parce que les centrales sont sûres à leurs yeux? Sont-ils habitués à vivre près de ces équipements? Difficile à dire...”

Depuis le lancement de l’exposition, début 2015, 17 lycées l’ont accueillie. D’autres demandes émanent de collectivités et d’entreprises. L’objectif est de répondre aux questions du public sur les risques du nucléaire. “La confiance du citoyen est limitée

car le nucléaire s’est développé sans débat national. L’histoire du ‘nuage de Tchernobyl qui s’est arrêté à la frontière’ est toujours présente dans les esprits”, constate Geneviève Baumont, experte senior en charge de l’éducation aux risques à l’IRSN.

Des élèves aux parents

L’exposition avait été testée à Cusset, près de Vichy (Allier), en 2014. Valéry Bordoïs, professeur d’histoire-géographie au lycée Albert Londres, a décidé d’aborder avec ses classes de seconde la présence du radon dans les maisons. C’est l’une des thématiques traitées dans les panneaux pédagogiques. Des experts ont fourni aux élèves des dosimètres pour allier la pratique à la théorie et leur permettre de mesurer ce gaz dans leur habitation. “Le projet a séduit les élèves. À présent, ils connaissent les dangers et les moyens de s’en protéger. Ils peuvent en parler à leurs parents qui,

à leur tour, pourront se renseigner. C’est un travail utile, insiste l’enseignant. C’est pourquoi je réitère l’expérience.”

Même satisfaction du côté de Nantes. Durant deux semaines, en février 2015, l’exposition s’est affichée dans le hall du collège-lycée de Bretagne. “J’ai vu des élèves s’arrêter devant les panneaux et discuter entre eux, c’était intéressant”, raconte Jean-Marie Fauchet, directeur adjoint. “L’année prochaine, je la redemandrai”, conclut pour sa part Marie Deschodt, à Dunkerque. Elle ne sera certainement pas la seule. ■

Pour en savoir plus

- Sur l’exposition : <http://expo.irsn.org/expo>
- Sur le projet du lycée de Cusset : Repères n°23, p. 9, www.irsn.fr/repere
- genevieve.baumont@irsn.fr

À lire sur le webmagazine

- Pour s’informer sur les panneaux de l’exposition



Incendie

Connaître le risque pour mieux le maîtriser

Dans les installations nucléaires, l'incendie est un initiateur possible d'accidents pouvant entraîner des rejets radioactifs. Comment éviter un départ de feu ? S'il survient, comment limiter ses conséquences ? Des recherches sont menées pour comprendre ce risque et le maîtriser.

Étude du comportement d'une boîte à gant soumise au rayonnement du feu pendant une heure avant intervention.



Depuis le 1^{er} juillet 2014, de nouvelles règles s'appliquent dans les installations nucléaires françaises pour renforcer la maîtrise des risques liés à l'incendie. La décision de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN)¹ s'appuie en grande partie sur les travaux de recherche et de développement que l'IRSN mène depuis plus de 30 ans sur le sujet.

Dans un réacteur de puissance, un laboratoire de recherche, une usine du cycle du combustible, un véhicule de transport de produits radioactifs ou un centre de stockage de déchets, le feu n'évolue pas de la même manière que dans un bâtiment ordinaire ou en extérieur. Il survient dans un milieu confiné et ventilé conçu pour empêcher la dissémination de matières radioactives dans l'environnement. Comment se développe un incendie dans ces conditions particulières ? Quels sont les risques de dispersion de particules radioactives en cas de combustion ? L'exposition au feu de certains équipements électriques peut-elle compromettre la sûreté d'une installation ? Telles sont les principales questions auxquelles les équipes de R&D de l'Institut s'efforcent de répondre, en collaboration avec les experts chargés des évaluations de sûreté des installations.

Le risque d'une rupture du confinement

“Au fur et à mesure, les résultats sont pris en compte par les exploitants pour améliorer la sûreté des installations, souligne Jean Battiston, expert en prévention des agressions internes à l'IRSN. À titre d'exemple, l'étude des conséquences d'un feu dans des locaux nucléaires a conduit à renforcer les dispositions de protection des filtres de très haute efficacité (THE) qui équipent les circuits de ventilation : pose de clapets de protection, surveillance renforcée des filtres, gestion adaptée de la ventilation...”

Les acquis de la recherche nourrissent les études de sûreté : *“Sur la base des données de l'expérimentation de l'IRSN, l'ASN a demandé en 2014 à EDF d'étudier spécifiquement les impacts de la pression des gaz et des fumées engendrés par l'incendie sur les équipements électriques importants pour la sûreté”,* ajoute Jean Battiston (lire p.14). *“Nous sommes loin de tout comprendre sur le comportement ●●●*

●●● et l'impact des feux en milieu nucléaire, rappelle Richard Gonzalez qui pilote les recherches sur le sujet à l'IRSN. L'analyse des dossiers de sûreté et l'expérience d'exploitation mettent en évidence le besoin d'approfondir les connaissances. Un incendie pouvant être à l'origine d'une rupture du confinement avec la dispersion de radioactivité dans l'installation, voire dans l'environnement. L'enjeu majeur consiste à maîtriser les risques."

Étudier les effets de pression

Menées avec des partenaires industriels et scientifiques², les recherches reposent sur l'expérimentation et la modélisation. Avec la plateforme Galaxie de Cadarache (Bouches-du-Rhône), l'IRSN dispose d'installations pour étudier en quasi "grandeur réelle" de multiples scénarios d'incendie. Sa hotte d'aspiration Saturne peut accueillir un foyer jusqu'à 3MW. Le dispositif d'études de l'incendie, de la ventilation et de l'aérocontamination (Diva) est situé dans une enceinte de 3600m³. Ces deux installations ont été utilisées pour caractériser les puissances de feu de foyers complexes concernant différents équipements : fûts de déchets en polyéthylène, chariots élévateurs, armoires électriques, boîtes à gants, etc. La plupart de ces essais ont permis d'étudier les effets de pression et de propagation des fumées chaudes et des suies au travers des fuites des portes coupe-feu.

Les risques de propagation des feux le long des chemins de câbles électriques sont des sujets de recherche prioritaires. Ils sont étudiés dans le cadre du programme Prisme 2, mené sous l'égide de l'Organisme de coopération et de développement économique (OCDE), qui rassemble 13 partenaires de 9 pays différents. Des essais réalisés à Cadarache de 2011 à 2014 dans l'installation multilocaux Diva ont mis en évidence un risque de montée rapide en pression des locaux et le rôle déterminant de la ventilation.

Les défaillances liées à l'exposition aux fumées de systèmes électro-

niques ou électriques importants pour la sûreté font l'objet du projet Delta, lancé en février 2014. "En cas d'incendie, ils doivent résister et continuer à délivrer la bonne information. Nous le testons à Cadarache grâce au nouveau dispositif expérimental Danaïdes", précise Laurence Rigollet, ingénieur spécialiste des incendies.

Les données apportées par tous ces essais contribuent à valider les outils de simulation de feux utilisés par les experts pour des études de sûreté. "L'IRSN a développé ses propres logiciels. Sylvia, en approche globale (voir ci-dessous), et Isis, pour une modélisation détaillée en 3D, permettent d'apprécier les marges de sûreté dans un scénario donné. Ils font aujourd'hui référence, y compris à l'international", constate Jean Battiston.

Élaboration de nouvelles normes

Autre apport de la R&D : en montrant les insuffisances d'une démarche basée sur la simple vérification du respect de critères reliant les conséquences d'un feu à la charge calorifique d'un local, elle a fait évoluer l'approche des risques de départ de feu. "Exprimée dans le référentiel incendie de l'IRSN, la

démarche fondée sur l'ingénierie du risque définit une méthode d'analyse. Elle fixe aussi des objectifs de sûreté et laisse les opérateurs justifier des moyens mis en œuvre pour les atteindre", commente Jean-Pierre Cayla, ancien colonel des sapeurs-pompiers, expert de la lutte contre l'incendie à l'IRSN.

Cette approche a été traduite par l'ASN dans la nouvelle réglementation applicable depuis juillet 2014. Une démarche que l'IRSN promeut à l'international, à travers des échanges avec le Japon, la Belgique, le Canada (lire p. 22), et par l'élaboration de nouvelles normes (ISO³ notamment) concernant l'ingénierie de la sécurité incendie. ■

1. Décision n°2014-DC-0417 de l'ASN du 28 janvier 2014

2. En particulier, le laboratoire d'étude de l'incendie en milieu confiné, commun à l'IRSN et à l'Institut universitaire des systèmes thermiques industriels (IUSTI-CNRS/Aix-Marseille Université)

3. International Organization for standardization



À voir sur le webmagazine

- À quoi ressemblent les expérimentations menées à l'IRSN sur l'incendie ?



À lire sur le webmagazine

- Le risque incendie dans les centres de stockage des déchets

Simuler l'incendie pour mieux le prévenir

L'outil Sylvia* simule les conséquences d'un incendie dans un bâtiment industriel composé de locaux confinés et ventilés mécaniquement par un réseau de ventilation. Il évalue la puissance du feu, la température des gaz chauds, les concentrations de suies et d'aérosols. Il permet de calculer le colmatage des filtres de la ventilation et les éventuels dommages sur des équipements qui confinent des matières radioactives.

L'Institut a développé cet outil. Il le met gratuitement à la disposition de ses homologues étrangers et les forme à son usage. Le système est aussi exploité, sous licence payante, par des industriels du nucléaire. Il leur sert pour l'analyse des risques d'incendie et pour des études préalables – dimensionnement, rénovation ou démantèlement – à des interventions sur des réseaux de ventilation. Sylvia pourrait être utilisé dans d'autres secteurs : chimie, pharmacie, électronique, etc. ■

*Système de logiciels pour l'étude de la ventilation de l'incendie et de l'aérocontamination

Le risque incendie dans les centrales en 2014

73

départs de feu

Cela correspond à tous les phénomènes de combustion caractérisés par une émission de chaleur avec flammes ou fumées. Les événements intéressant la sûreté sont déclarés à l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) et sont analysés par l'IRSN selon leur importance. L'année précédente, l'exploitant en avait comptabilisé 82 (source EDF).

Exemple de zones à risque

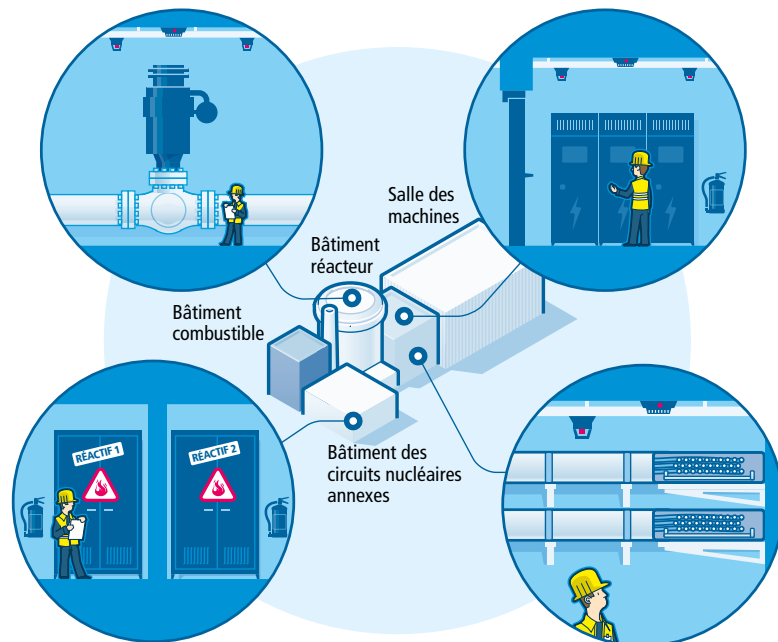
Les locaux à risque significatif de départ de feu font l'objet de dispositions de maîtrise des risques liés à l'incendie.

Pompes du circuit primaire et leurs réservoirs d'huile

- **Risque** : inflammation de l'huile si, en cas de fuite, elle se trouve au contact des tuyauteries à 300 °C.
- **Prévention** : suivi du niveau d'huile et contrôle régulier des pompes.
- **Intervention** : détecteurs d'incendie de technologies différentes, système d'arrosage de type déluge.
- **Limitation de la propagation** : secteur de feu.

Locaux électriques

- **Risque** : présence d'importantes charges calorifiques.
- **Prévention** : contrôles thermographiques et fermeture des portes des armoires électriques.
- **Intervention** : détecteurs d'incendie, extincteurs à gaz, système d'arrosage automatique (sprinkler) des câbles de puissance.
- **Limitation de la propagation** : sectorisation des locaux, enveloppes de protection coupe-feu autour de chemins de câbles.



Magasins d'entreposage

- **Risque** : stockage des produits utilisés lors des arrêts de tranche (solvants, matériaux combustibles...).
- **Prévention** : gestion des quantités maximales de charges calorifiques, séparation des réactifs.
- **Intervention** : détecteurs d'incendie, extincteurs portatifs.
- **Limitation de la propagation** : armoires de rangement coupe-feu.

Entrepos de câblage

- **Risque** : coupure de l'alimentation électrique d'équipements nécessaires aux fonctions de sûreté.
- **Prévention** : limitation des charges calorifiques, règles de chargement des chemins de câbles.
- **Intervention** : détecteurs d'incendie, sprinkler.
- **Limitation de la propagation** : câbles dont la technologie permet de limiter la propagation du feu, sectorisation des locaux.

7

avis réalisés par l'IRSN

sur le thème de l'incendie dans les centrales, dont ceux portant sur la 3^e visite décennale des réacteurs de 1300 MWe et sur la préparation de la 4^e visite décennale des réacteurs de 900 MWe.

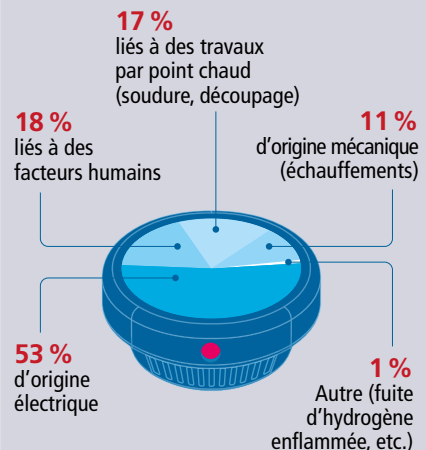
15

inspections sur le thème de l'incendie

réalisées par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) dans les centrales. L'IRSN a participé à onze d'entre elles.



Origine* des départs de feu



* Origine principale déclarée par EDF. Pour l'IRSN, les départs de feu résultent le plus souvent d'une combinaison de défaillances de dispositifs techniques et de dispositions organisationnelles.

Arrêts de tranche

Période où les réacteurs sont particulièrement vulnérables : rupture de la sectorisation contre l'incendie – portes coupe-feu ouvertes lors de certaines opérations –, inhibition de certaines boucles de détection d'incendie, travaux par point chaud... La mise en place de procédures compensatoires permet d'obtenir un niveau de sûreté équivalent. Exemple : limitation de l'introduction de produits inflammables dans le bâtiment du réacteur.



Des progrès dans l'exploitation

Mise en application de la R&D. Dimensionnement des portes coupe-feu, gestion des réseaux de ventilation, bonnes pratiques... Des progrès concrets en sûreté des installations découlent de la recherche expérimentale.

Les essais réalisés sur la plateforme Galaxie ont montré que, en cas d'incendie en milieu confiné et ventilé, la résistance des équipements électriques et électroniques à la chaleur est amoindrie par les dépôts de suies dus aux fumées, explique Thierry Vinot, qui fait partie de l'équipe en charge de l'évaluation de sûreté "incendie et explosion" à l'IRSN. Sur la base de ces résultats, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN)¹ a demandé à EDF de revoir ses critères de dysfonctionnement pour de tels équipements de sûreté."

Pour les réacteurs du palier 1300MWe, l'IRSN a examiné la démonstration de la maîtrise des risques liés à l'incendie proposée par l'exploitant. Pour ce faire, l'Institut s'est appuyé sur les connaissances issues de sa R&D. Dans un avis publié le 27 janvier 2014, il a soulevé plusieurs points d'attention afin qu'EDF les intègre dans sa démarche de réévaluation de sûreté. Après des études d'ingénierie préalables, les modifications qui en découleront seront mises en œuvre au fil des arrêts de tranche programmés sur le palier à partir de 2015.

Réaliser de la R&D partagée

Les travaux de l'IRSN ont amené EDF à définir une méthodologie d'identification des locaux exposés à un risque de surpression. "Ce processus illustre l'importance d'une recherche et d'une expertise indépendantes. C'est parce que l'IRSN mène sa propre R&D qu'il peut convaincre l'exploitant de la nécessité de réinterroger ses critères de sûreté à l'aune des connaissances scientifiques les plus récentes. Le groupe permanent² émettra un avis sur l'orientation des 4^{es} visites décennales des réacteurs de 900MWe et il se posera les mêmes questions", note Thierry Vinot.



Des essais montrent que, en plus de la température, il fallait prendre en compte les fumées et dépôts de suies dans les critères de dysfonctionnement des équipements électriques importants pour la sûreté.

Une autre façon de faire progresser la sûreté consiste à réaliser de la R&D partagée. La collaboration avec les industriels peut se situer en aval de la recherche expérimentale, dans l'utilisation des outils de simulation. "Il existe entre l'IRSN et le pôle de compétences 'ventilation' du Commissariat à l'énergie atomique (CEA) un partenariat sur la connaissance, l'exploitation et l'amélioration de l'outil Sylvia (lire p.13), affirme Patrick Rivière, expert incendie du centre CEA de Marcoule (Gard). Nos équipes et celles de nos entreprises partenaires font appel à cet outil pour leurs études et leurs démonstrations de sûreté, pour modéliser des écoulements d'air ou de fumées dans les ventilations nucléaires." Il a récemment été utilisé à Marcoule lors du réexamen de sûreté de l'installation Atalante, dédiée à la recherche sur la gestion des déchets radioactifs de haute activité à vie longue. "La modélisation intégrale de la ventilation de ce bâtiment de plus de 700 locaux a

permis à l'exploitant de démontrer sa capacité à la régler d'une manière optimale."

Sylvia sert à dimensionner les réseaux de ventilation de nouvelles installations – par exemple les ateliers de cimentation et de dépotage des effluents liquides Stema, en construction à Marcoule depuis 2011.

Plus en amont, l'IRSN a développé avec Areva des programmes d'intérêt commun portant sur les risques d'incendie dans les usines du cycle du combustible nucléaire. Le programme Flip, réalisé de 1996 à 2002, a porté sur les feux de solvants utilisés à l'usine de traitement du combustible usé de La Hague (Manche). "La combustion de ces produits en milieu ouvert, sans limitation d'oxygène, était assez bien connue et modélisée. Ce n'était pas le cas d'un incendie en milieu confiné et sous-ventilé", précise Philippe Ainé, référent incendie en usine chez Areva. Les expérimentations menées avec l'IRSN ont per-

mis d'évaluer l'impact du feu sur les éléments de sectorisation des locaux contenant des solvants – portes et clapets coupe-feu, etc. L'objectif était de prévenir les risques de dispersion de matières radioactives hors de ces locaux. Ces nouvelles connaissances ont conduit à améliorer la gestion de la ventilation de ces locaux.

Un autre programme collaboratif, engagé en 2014, vise à mieux modéliser les risques de mise en suspension du plutonium et de rejet hypothétique à l'extérieur de l'installation lors d'un feu de solvant. "Pour les essais de combustion, il n'était pas question d'utiliser cet élément radioactif, raconte Philippe Ainé. Avec l'IRSN, nous avons cherché à identifier et justifier le choix d'un produit inerte simulant le comportement chimique du plutonium en solution dans le solvant."

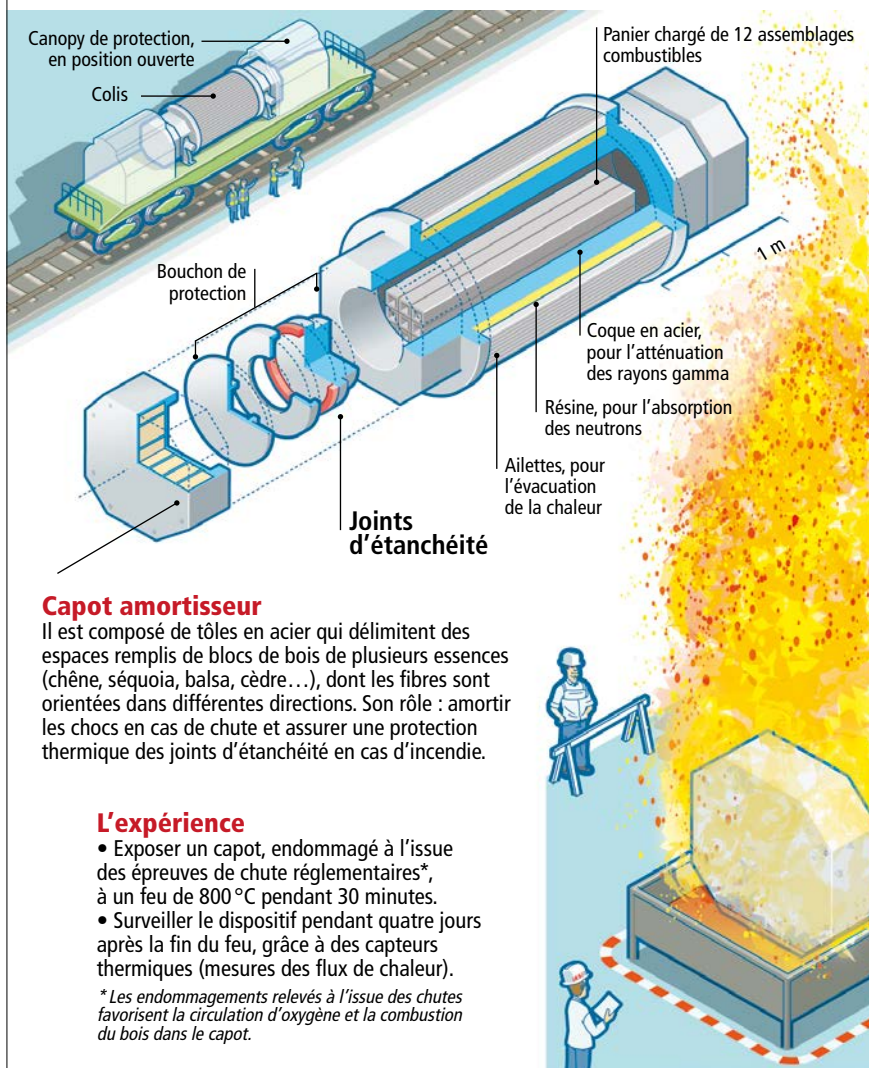
Importance de fermer les portes

Toujours avec Areva, le programme Picssel, conduit de 2003 à 2011, est une illustration de cette "volonté de mener ensemble des recherches". Il s'agissait d'étudier les paramètres susceptibles d'aggraver ou d'atténuer la puissance et le développement d'un feu d'armoire électrique – un équipement commun dans les installations nucléaires, où 53% des départs de feux ont pour origine des défauts électriques. "Les essais effectués dans l'installation Diva de l'IRSN ont mis en évidence le fait qu'un départ de feu dans une armoire close y reste cantonné et finit par s'éteindre assez vite, faute d'oxygène. Un simple geste – la fermeture des portes d'armoires – peut avoir un impact majeur pour prévenir et maîtriser ce risque, constate Philippe Ainé. À la suite de ce programme, Areva a déployé des campagnes de formation et de communication dans ses installations pour que le personnel prenne conscience de l'enjeu. Aujourd'hui, dans les usines, il est devenu rare de trouver des armoires électriques ouvertes..." ■

1. Lettre de suite de l'ASN du 27 janvier 2014, CODEP-DCN-2014-004806
2. Groupe permanent d'experts pour les réacteurs

Que devient un colis de transport après 30 minutes de feu à 800°C ?

Les colis de transport de matières radioactives subissent une épreuve thermique avec une exposition de 30 minutes à un feu enveloppant de 800°C. L'IRSN a analysé l'influence de la poursuite de la combustion du bois, présent dans les capots amortisseurs, après le test. Il s'agissait d'évaluer l'augmentation associée de la température des joints d'étanchéité situés à proximité.



Capot amortisseur

Il est composé de tôles en acier qui délimitent des espaces remplis de blocs de bois de plusieurs essences (chêne, séquoia, balsa, cèdre...), dont les fibres sont orientées dans différentes directions. Son rôle : amortir les chocs en cas de chute et assurer une protection thermique des joints d'étanchéité en cas d'incendie.

L'expérience

- Exposer un capot, endommagé à l'issue des épreuves de chute réglementaires*, à un feu de 800°C pendant 30 minutes.
- Surveiller le dispositif pendant quatre jours après la fin du feu, grâce à des capteurs thermiques (mesures des flux de chaleur).

* Les endommagements relevés à l'issue des chutes favorisent la circulation d'oxygène et la combustion du bois dans le capot.

Le résultat

Les flux thermiques relevés lors de cet essai peuvent engendrer une augmentation de la température des joints (estimée à environ 40°C). Ce résultat soutient les recommandations de l'IRSN sur la nécessité de prendre en compte l'influence de la poursuite de la combustion du bois des capots à l'issue de l'épreuve de feu, afin d'évaluer l'intégrité de l'étanchéité des colis.



Pour en savoir plus

• Sur l'agrément des colis de matières radioactives : lire Repères n° 18, p. 17, www.irsn.fr/repere



À voir sur le webmagazine

Regardez le diaporama sur des tests de résistance de colis.

Les nouvelles installations, plus sûres face à l'incendie ?

Chantiers en cours. Les futures installations nucléaires en construction bénéficient des résultats de la R&D et du retour d'expérience sur les risques liés à l'incendie. Illustrations avec l'EPR et Iter.

"L'IRSN s'apprête à instruire le dossier de demande de mise en service du réacteur EPR de Flamanville (Manche). La maîtrise des risques d'incendie fait partie des sujets de sûreté sur lesquels l'Institut va se prononcer, en s'appuyant sur les acquis de la recherche et ses outils de modélisation", indique Yannick Ormières, chargé de l'expertise des risques d'incendie et d'explosion à l'IRSN. À différentes étapes du projet, les dispositions proposées par EDF pour maîtriser les risques d'incendie ont été analysées par les experts à la lumière du retour d'expérience des réacteurs existants et de l'avancée des connaissances. "Des évolutions dans la conception de l'installation ont été apportées, précise Yannick Ormières. Celles-ci concernent par exemple la sectorisation, qui permet de limiter la propagation d'un incendie. Son dimensionnement est justifié par EDF à l'aide d'une méthode d'ingénierie développée spécifiquement. Autre progrès : la conception

des chemins de câbles électriques. Nombre d'entre eux sont 'enrubanés' dans des manchons résistants au feu pour éviter que les câbles ne soient agressés en cas d'incendie."

Des câbles plus résistants et mieux protégés

Pour Iter*, installation expérimentale en construction à Cadarache (Bouches-du-Rhône) qui vise à montrer la faisabilité de la fusion nucléaire, des recherches ont été réalisées sur les feux de câbles. "L'objectif de sûreté est le confinement des matières radioactives, rappelle Pierre Cortes, responsable de la section d'analyse de sûreté à Iter. La propagation d'un feu via les kilomètres de câbles de l'installation représente un risque important traité avec toutes les règles de défense en profondeur."

Des essais réalisés entre 2011 et 2012 à l'IRSN ont étudié de multiples scénarios d'incendie. Ils ont conduit à sélectionner les types de câbles les plus résistants à la combustion, à renforcer les chemins de câbles en y

ajoutant des capots de protection et à analyser les modes de propagation d'un incendie. Ils ont validé certains paramètres à utiliser dans les modèles de calcul pour les études de sûreté des risques d'incendie. ■

**Iter (mot latin signifiant "le chemin") est un projet international associant les pays de l'Union européenne, l'Inde, le Japon, la Chine, la Russie, la Corée du Sud et les États-Unis.*



Installation de gaine de ventilation à l'EPR de Flamanville.

Alexis Morin/EDF

BIBLIOGRAPHIE

- **Rapport de l'IRSN** sur la "Démarche d'analyse des risques d'incendie dans les installations nucléaires", juin 2011 : www.irsn.fr/Rapport-analyse-risque-incendie-INB
- **Sur la maîtrise des risques incendie et d'explosion** dans les usines, laboratoires, transports et déchets : www.irsn.fr/Maitrise-risque-incendie-explosion
- **Avis de l'IRSN** du 17 mars 2014 sur les études associées au réexamen de sûreté VD3-1300 du parc nucléaire : www.irsn.fr/Avis-VD3-1300-incendie

- **Décision ASN** du 28 janvier 2014 relative aux règles applicables aux installations nucléaires pour la maîtrise des risques liés à l'incendie : www.asn.fr/Reglementer/Bulletin-officiel-de-l-ASN/Decisions-de-l-ASN/Decision-n-2014-DC-0417-de-l-ASN-du-28-janvier-2014

POUR EN SAVOIR PLUS

- **Sur le programme international Prisme** www.irsn.fr/Programme-Prisme
- **Sur la plateforme expérimentale Galaxie** www.irsn.fr/Plateforme-Galaxie

CONTACTS

- **Prévention du risque incendie dans les installations**
jean.battiston@irsn.fr
jean-pierre.cayla@irsn.fr
yannick.ormieres@irsn.fr
- **Évaluations de sûreté sur l'incendie**
thierry.vinot@irsn.fr
- **Prévention du risque dans les transports de matières radioactives**
marie-therese.lizot@irsn.fr
- **R&D sur l'incendie**
richard.gonzalez@irsn.fr
laurence.rigollet@irsn.fr

Pourquoi déclarer ses sources sur Internet ?

Simplification administrative, gain de temps, traçabilité... Tels sont les principaux avantages du nouveau système d'information et de gestion de l'Inventaire des sources de rayonnements ionisants (Sigis). Lancée fin 2014, cette plateforme web sécurisée permet aux détenteurs et fournisseurs de sources radioactives de télédéclarer leurs transactions et d'en suivre l'historique.

- **TÉMOIGNAGE** Un fournisseur de sources radioactives • **DÉCRYPTAGE** Qu'apporte Sigis à ses utilisateurs ?
- **AVIS D'EXPERT** La responsable de l'Inventaire national des sources de rayonnements à l'IRSN

TÉMOIGNAGE

“ Sigis répond aux attentes des fournisseurs ”

Jean-René Caramelle dirige Eckert & Ziegler Isotope Products France. Cette société fabrique des composés radioactifs, de faibles à hautes activités, pour de nombreux secteurs d'activités : médical, industrie... En tant que président de l'association Ressources, qui regroupe près de 65 fournisseurs de sources en France, Jean-René Caramelle a testé en avant-première la nouvelle plateforme Sigis.

“ Cela faisait longtemps que nous réclamions une dématérialisation des procédures de déclaration d'achat, de transfert ou d'importation de sources radioactives. Utiliser un formulaire papier est aujourd'hui anachronique. Il faut

que l'acheteur le remplisse, le signe et l'envoie au fournisseur, qui le complète à son tour avant de le poster à l'IRSN. Il faut attendre de recevoir une copie de ce document visé par l'Institut pour envoyer la commande. Tout cela prend au minimum une dizaine de jours. Avec Sigis, nous pouvons traiter les demandes plus rapidement.

S'affranchir des délais postaux

Nous sommes alertés immédiatement par email. Nous ne sommes plus dépendants des délais d'acheminement postaux. La nouvelle plateforme nécessite encore quelques ajustements ergonomiques, mais elle répond globalement à nos attentes. Elle simplifie les démarches, même si la première utilisation peut nécessiter une assistance. Je ne sais pas s'il y en a une, mais ce serait bien que l'IRSN propose une *hotline**.” ■

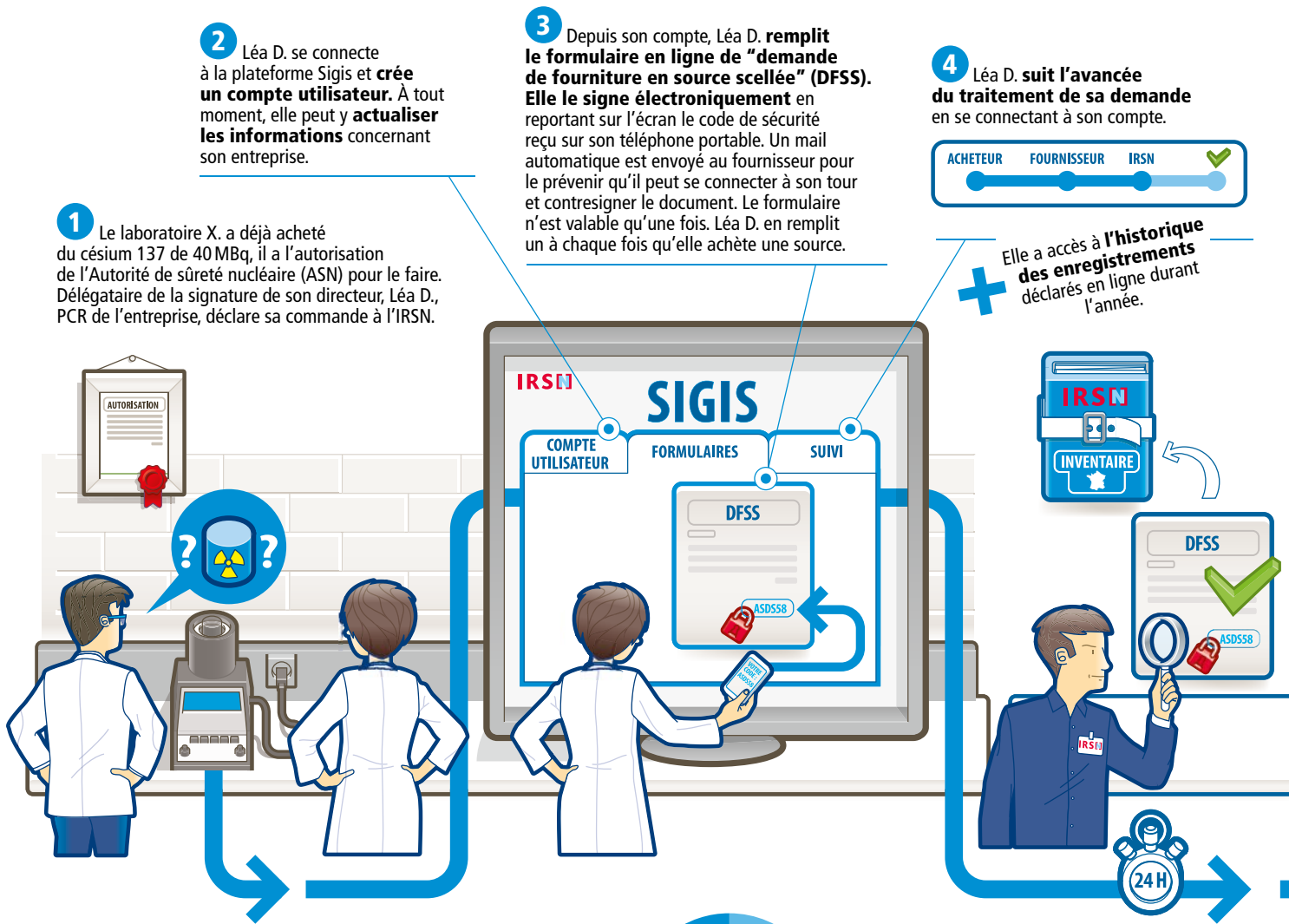
* Lire interview p. 19



DÉCRYPTAGE

Sigis, de l'achat à la réception d'une

Pour chaque source acquise, les laboratoires ou entreprises doivent la déclarer ionisants, géré par l'IRSN. Depuis fin 2014, ils peuvent le faire *via* la nouvelle par rapport à la déclaration papier : possibilité d'actualiser ses informations et de l'avancée des demandes, accusé de réception, etc.

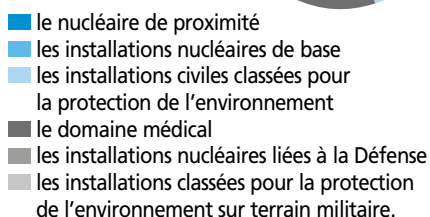


Glossaire

- **Les sources scellées** sont des composés radioactifs dont la structure ou le conditionnement empêche, en utilisation normale, toute dispersion de matières radioactives dans le milieu ambiant. Elles servent au fonctionnement d'appareils industriels, médicaux ou de recherche.
- Tout mouvement de tels composés doit être déclaré à l'**Inventaire national des sources** géré par l'IRSN, pour que celui-ci sache en permanence où elles sont.

En chiffres

- Répartition des près de **45 000 sources** en cours d'utilisation :



Source : IRSN

Un peu d'histoire

- **La détention et l'utilisation de radioéléments artificiels** est soumise à autorisation depuis 1952.
- **En 1954**, la commission interministérielle des radioéléments artificiels (Cirea) est créée pour assurer le suivi des sources radioactives.
- **En 2002**, la Cirea disparaît. Le suivi de l'Inventaire est délégué à l'IRSN. Les autorisations sont délivrées par l'Autorité responsable.

source radioactive

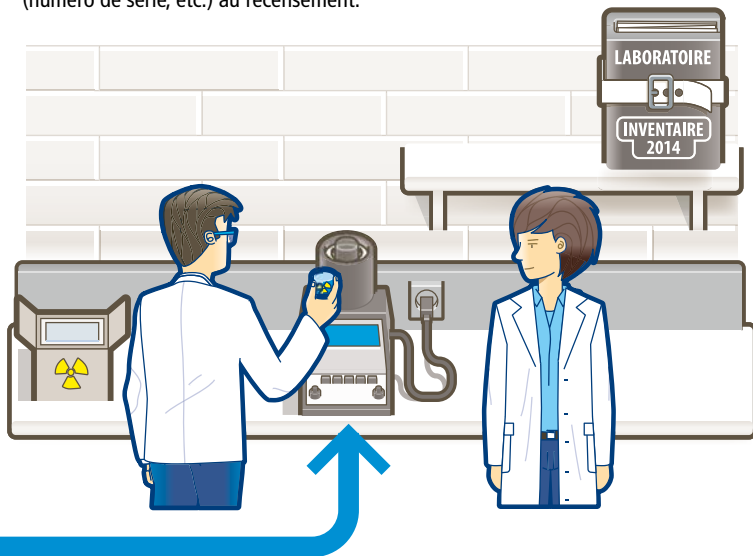
à l'Inventaire national des sources de rayonnements plateforme Sigis, qui présente plusieurs avantages de remplir les formulaires en direct, suivi

5 Une fois le formulaire signé par le fournisseur, un expert de l'Institut le **contrôle**. Il enregistre le mouvement dans l'Inventaire et appose le "visa IRSN" sur le formulaire.

6 Léa D. peut **imprimer le formulaire** depuis son compte en ligne et recevoir sa source. À réception, elle envoie par courrier à l'Institut le certificat remis par le vendeur. Il contient les informations nécessaires (numéro de série, etc.) au recensement.

À savoir

Comme tout utilisateur et fournisseur de matières radioactives, la PCR doit transmettre un **inventaire annuel de ses sources à l'IRSN**. En utilisant Sigis, elle est sûre que son document arrive : un **accusé de réception automatique** lui est envoyé. À terme, les informations de cette déclaration seront croisées automatiquement avec celles de l'Inventaire national.



Antoine Dagan/Spécifique/IRSN - Source : IRSN

FAQ

- **Une inscription à l'Inventaire peut-elle être refusée ?** Oui, par exemple si la source demandée ne correspond pas à l'autorisation délivrée par l'Autorité, de par sa nature (137Cs, 241Am...) ou son dimensionnement (activité en Bq).
- **Le formulaire papier existe-t-il encore ?** Oui. Mais, à terme, la dématérialisation devrait devenir l'option majoritaire.

Pour aller plus loin

- **sur l'Inventaire ou sur Sigis :** www.irsn.fr/sources
- **sur la demande d'autorisation de détention de sources :** lire Repères n° 14, sur www.irsn.fr

Contact

Unité d'expertise des sources (UES) de l'IRSN
Tél : 01 58 35 70 59
celine.reuter@irsn.fr

AVIS D'EXPERT

“ Les utilisateurs bénéficient de l'assistance de nos experts ”

Plus de 14 000 professionnels sont susceptibles d'ouvrir un compte sur Sigis au titre de la détention d'une source. Leurs profils sont très variés. Ce sont des laboratoires de recherches, des radiologues, des services hospitaliers chargés de la stérilisation de matériels médicaux, des fournisseurs de composés radioactifs. On compte des agents immobiliers utilisant des détecteurs de plomb dans les peintures, des industriels ayant des jauges radioactives pour mesurer l'épaisseur du papier ou gérer le niveau de remplissage de bouteilles, des entreprises de BTP analysant les sols avec un gammadensimètre... Pour simplifier leurs démarches de déclaration, des formulaires électroniques en ligne sont disponibles, ayant la même valeur que leurs versions

en papiers. Les utilisateurs peuvent bénéficier de l'assistance de leurs chargés d'affaires habituels à l'IRSN pour répondre à leurs questions.” ■



Philippe Ricard/BSM International/IRSN

Céline Reuter
responsable de l'Inventaire national des sources radioactives à l'IRSN

D'une génération à l'autre, comment la recherche a-t-elle évolué ?

Retour d'expériences. De l'image de la science aux conditions de travail, le métier de chercheur a beaucoup changé depuis les années 1950. Néanmoins, Hélène Langevin-Joliot, directrice de recherche émérite au CNRS, et Alexandra Moignier, qui vient de finir sa thèse à l'IRSN, se rejoignent pour souligner le rôle fondamental que joueront toujours le doute et la curiosité dans cette profession.

Quelle place occupaient les sciences dans l'enseignement quand vous étiez sur les bancs du lycée ?

Hélène Langevin-Joliot : À l'époque de mes études secondaires, dans les années 1940, la grande filière sélective était le latin-grec. Ma mère m'avait inscrite en classe scientifique au lycée Marie-Curie, situé à Sceaux (Hauts-de-Seine). Certains professeurs, y compris de mathématiques, trouvaient cela tout à fait anormal dans la mesure où j'étais bonne élève.

Alexandra Moignier : Je fais partie d'une génération où l'on a au contraire orienté les élèves vers l'enseignement scientifique, censé offrir les meilleurs débouchés. Cependant, une partie des étudiants qui choisissent cette voie s'aperçoivent ensuite que ce n'est pas forcément leur vocation et se tournent vers autre chose.

H. L.-J. : Cela a, à mon avis, des conséquences catastrophiques. D'ailleurs, depuis vingt ans, le nombre d'étudiants inscrits en université scientifique ne cesse de diminuer.

Le monde de la recherche ressemble-t-il à celui que vous imaginiez avant vos études ?

A. M. : Au départ, je me destinais à l'enseignement. La recherche fondamentale m'apparaissait comme un univers fermé, réservé à des intelligences hors du commun. Et je ne savais pas grand-chose de la recherche appliquée. Un stage de physique médicale en milieu hospitalier, dans le cadre de mon master, a levé mes appréhensions. J'ai réalisé que la thèse était pour moi une option possible : j'avais la curiosité d'esprit, les capacités d'analyse et de synthèse requises. La formation par la recherche facilite l'accès à ce métier.

H. L.-J. : Je suis issue d'une famille où la recherche était une évidence. Tout comme l'idée qu'il n'y a pas besoin d'être génial pour cela : il suffit de s'intéresser aux choses, de se poser des questions. Je pense à cette phrase de ma mère : "Ce ne sont pas les expériences qui m'ont valu le plus de succès que j'ai le plus aimées..."

“ Pour nous, physiciens fondamentalistes, ceux qui concevaient les réacteurs nucléaires appartenait à un autre monde. ”

Hélène Langevin-Joliot

Fille de Frédéric Langevin et d'Irène Joliot-Curie, petite-fille de Pierre et Marie Curie, elle a soutenu en 1956 une thèse de doctorat d'État en physique nucléaire fondamentale. Elle est aujourd'hui directrice de recherche émérite au CNRS, après une carrière dans cet organisme et à l'Institut de physique nucléaire d'Orsay (Essonne).

Distinguer recherches fondamentale et appliquée a-t-il encore un sens ?

H. L.-J. : Pour nous, physiciens fondamentalistes, ceux qui concevaient des réacteurs nucléaires appartenait à un autre monde. Cette séparation avait l'avantage de clarifier les choses. La logique actuelle de





Reportage photos : Florence Levillain/Signatures/IRSN

À RETENIR

- **Dans l'enseignement secondaire**, les classes scientifiques ont remplacé les lettres classiques en tant que filière de sélection, sans drainer davantage d'étudiants vers les métiers de la recherche.
- **La frontière** entre recherches fondamentale et appliquée tend à disparaître, réduisant les possibilités de développer des travaux au long cours.
- **Face à l'omniprésence des technologies et outils numériques**, l'intelligence et l'esprit critique du chercheur doivent être plus que jamais en éveil.

Les deux physiciennes racontent comment elles sont entrées dans ce métier, à 58 ans d'intervalle.

recherche sur projet – répondant à des objectifs définis – n'a pas que des défauts. En sélectionnant les sujets sur lesquels les chercheurs doivent travailler selon des critères extérieurs à la science, on risque toutefois d'assécher la recherche fondamentale, source des plus grandes découvertes. Par ailleurs, sauf dans le cas de travaux très matures, prétendre évaluer à l'avance les retombées d'une recherche est une illusion.

A. M. : Cette séparation ne m'est jamais apparue vraiment tranchée. Aujourd'hui, nous travaillons beaucoup à l'interface entre recherche fondamentale et appliquée. Mais il est vrai qu'une recherche au long cours n'est quasiment plus envisageable. La plupart des projets s'inscrivent sur un horizon de court ou moyen terme, ce qui réduit la liberté des chercheurs d'aller dans des directions inexplorées.

Qu'a changé l'explosion des technologies numériques dans la manière de faire de la science ?

H. L.-J. : Il l'a bouleversée, en apportant à la fois une puissance de calcul

phénoménale et des outils de pilotage des expériences. Le piège serait – puisqu'il suffit d'appuyer sur un bouton pour que les résultats sortent – de laisser l'ordinateur se débrouiller tout seul, en se dispensant de réfléchir par soi-même. Le scientifique doit toujours prendre du recul sur son domaine de travail, les limites de ses expériences, les ordres de grandeur de ses données. Le doute est la qualité première du chercheur.

A. M. : Dans mon travail comme dans ma vie personnelle, je n'imaginais même pas pouvoir me passer des outils numériques. En physique médicale, nous leur devons une accélération formidable des progrès,

Alexandra Moignier

Titulaire d'un magistère de physique fondamentale obtenu en 2011 à la faculté des sciences d'Orsay et spécialisée en physique médicale, elle a mené à l'IRSN une thèse sur la dosimétrie cardiovasculaire, soutenue en novembre 2014. Elle est actuellement en post-doc au département de radiothérapie de l'Université d'Iowa (États-Unis).

notamment dans le traitement des cancers. Être née à l'ère du numérique ne m'empêche pas de partager votre point de vue : le risque consiste à utiliser ces outils comme des "boîtes noires" dont on ne questionne plus les résultats. ■



À voir sur le webmagazine

La suite du débat en vidéos :
"Quels conseils donner à une personne qui débute sa carrière ?",
"Peut-on parler d'honnêteté et d'éthique scientifiques ?"...

“ La plupart des projets s'inscrivent sur un horizon de court ou moyen terme. Cela réduit la liberté des chercheurs pour aller dans des directions inexplorées. ”



La sûreté n'a pas de frontière

Expertise. En partageant avec la communauté internationale son expertise sur les risques nucléaires et radiologiques, l'IRSN contribue à la sûreté, la sécurité et la radioprotection dans le monde. Il renforce en même temps son expérience et sa capacité à remplir ses missions au service de la collectivité nationale.



Marie-Pierre Bigot (en veste jaune), directrice de la communication de l'IRSN, au centre technique de crise de Dengkil, en Malaisie, lors d'un workshop organisé par l'Asian Nuclear Safety Network (ANSN) en octobre 2014.

"Parce que la sûreté nucléaire et la radioprotection sont des biens communs, l'IRSN a fait de la coopération internationale un axe majeur de son action. Aujourd'hui, en collaborant avec des partenaires dans une quarantaine de pays, nos équipes répondent à une demande d'expertise qui s'est amplifiée depuis Fukushima", confirme Marc-Gérard Albert, directeur des

affaires internationales de l'Institut. Les experts apportent leur expérience à des pays qui démarrent une industrie nucléaire, tels le Vietnam, les Philippines ou la Pologne. Ils accompagnent des États ayant déjà des réacteurs en service, comme l'Arménie ou l'Ukraine, qui souhaitent renforcer leur maîtrise des risques. Il s'agit souvent d'un appui aux autorités de sûreté ou aux

homologues de l'IRSN, les organisations techniques de sûreté (Technical Safety Organisations, ou TSO). L'IRSN partage à l'international ses compétences en gestion de crise. En 2014, des représentants de la Nuclear Regulatory Commission (NRC), l'Autorité de sûreté américaine, sont venus observer le déroulement d'exercices au centre technique de crise de l'Institut. En retour,

Construction d'une expertise européenne et mondiale

Tout en développant des partenariats bilatéraux, l'IRSN contribue à renforcer les exigences de sûreté et de radioprotection par son action dans les instances internationales. En Europe, à travers les groupes d'experts de l'Union européenne et les associations de régulateurs comme Wenra*, l'Institut participe à l'harmonisation des réglementations et des pratiques en matière de sûreté et de sécurité. Au sein du réseau Etsou (European TSO Network), qui regroupe 14 organisations depuis 2006, il œuvre à la construction d'une expertise technique européenne. Cette structure de travail coopératif produit des guides de bonnes pratiques pour les évaluations de sûreté. En amont de l'expertise, l'IRSN est partie prenante des programmes scientifiques et réseaux d'excellence

de l'espace européen de recherche. Exemples : la plateforme technologique pour l'énergie nucléaire durable (Sustainable Nuclear European Technology Platform, SNETP), l'initiative multidisciplinaire européenne sur les faibles doses (Multidisciplinary European Low Dose Initiative, Melodi) ou l'Alliance européenne en radioécologie. Rappelons enfin que les experts de l'Institut participent, auprès d'organismes comme la Commission internationale de l'énergie atomique (CIPR), à l'élaboration de normes qui régissent les activités nucléaires à l'échelle mondiale (lire Repères n° 24, pages 22 et 23). ■

* Western European Nuclear Regulators Association

les experts français assisteront en juillet 2015 à un exercice aux États-Unis. Développés aussi avec d'autres pays comme la Russie ou le Canada, ces échanges préparent les organisations à réagir à un éventuel accident.

Le rôle des TSO conforté par des référentiels internationaux

“Ces partenariats s’inscrivent dans une stratégie nationale, souligne Marc-Gérard Albert. L’IRSN coordonne son action avec celle de l’Autorité de sûreté nucléaire (ASN). Il développe des coopérations pour la mise en œuvre des politiques extérieures de la France.”

L’Institut renforce son expertise et se positionne comme tête de file des organisations techniques de sûreté. C’est sous son impulsion que le terme de TSO – aujourd’hui entré dans le vocabulaire courant du nucléaire – a été lancé.

Il a été l’un des fondateurs, en 2006, du réseau européen Etson (*lire encadré*). Et la première conférence internationale de l’Agence internationale de l’énergie atomique (AIEA) sur ce type de structures, en avril 2007, s’est tenue à son invitation. L’IRSN a été moteur pour faire reconnaître à l’international le rôle essentiel d’une expertise scientifique indépendante pour le contrôle des activités nucléaires. Un rôle que les participants à la troisième conférence de l’AIEA sur le sujet, organisée en octobre 2014 à Pékin (Chine), ont souhaité conforter, en recommandant l’élaboration de référentiels internationaux sur l’organisation et les missions des TSO. ■

Pour en savoir plus

- Sur Etson : www.etsn.eu
- Sur les conclusions de la conférence AIEA de Pékin : www.iaea.org/newscenter/news/overcoming-challenges-international-tso-conference-concludes-beijing
- Sur les formations de l’ENSTTI : www.enstti.eu

Jacques Repussard,
directeur général de l’IRSN,
à la troisième Conférence de l’AIEA
sur les TSO en octobre 2014.

Jérôme Plesson/IRSN

Une coopération multifacettes

Former les experts

L’Institut européen de formation et de tutorat en sûreté nucléaire (European Nuclear Safety Training and Tutoring Institute, ENSTTI), dont l’IRSN est cofondateur, organise depuis 2011 en Europe et ailleurs des formations dans les domaines d’expertise de l’Institut. À titre d’exemple, à la demande de la Commission européenne, il a mis en place en 2012 un cursus “sûreté nucléaire, radioprotection et sûreté des sources radioactives”, ouvert aux analystes et inspecteurs des autres pays. Reposant principalement sur la pratique – analyse de dossiers de sûreté, études de cas... –, il a déjà été suivi par plus de 500 experts.

Moderniser les dispositifs de gestion de crise

L’expertise de l’IRSN a été renforcée lors de l’accident de Fukushima, au Japon. À l’instar du partenariat de trois ans engagé en 2014 avec l’opérateur chinois CGNPC (China General Nuclear

Power Corporation), des exploitants font appel à lui pour consolider leurs méthodes et outils de gestion de crise.

Partager l’expérience en communication

L’IRSN a acquis dans le nucléaire, comme dans les secteurs industriels et médicaux qui utilisent des sources radioactives, une expérience en information et communication de crise. Il souhaite mettre celle-ci à la disposition des régulateurs et organisations techniques de sûreté (TSO) étrangers. En septembre 2014, une délégation de l’Autorité de sûreté des Émirats arabes unis (FNAR) a été invitée à observer, lors d’un exercice, les pratiques de la cellule communication du centre technique de crise de l’Institut. Une visite qui pourrait déboucher sur une coopération durable.

Analyser les dossiers de sûreté

L’IRSN apporte à des autorités de sûreté étrangères une assistance technique au *licensing*, c’est-à-dire à l’instruction de dossiers de sûreté concernant des installations nouvelles ou en exploitation. Riskaudit* gère à ce jour près de 25 projets, financés notamment par l’Union européenne, dont deux en Biélorussie, trois en Arménie et huit en Ukraine. Dans ce dernier pays, une assistance est apportée à l’autorité nationale dans la gestion des déchets radioactifs et l’harmonisation des exigences réglementaires. ■

* Groupement européen d’intérêt économique (GEIE) créé par l’IRSN et son homologue allemand, la Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS)



Dosiris, un meilleur suivi de l'exposition du cristallin



Plus près de l'œil, donc de la réalité de l'exposition aux rayonnements, le nouveau dosimètre cristallin développé par l'IRSN est aussi plus ergonomique. Baptisé Dosiris, il s'ajuste selon trois axes pour s'adapter aux différentes morphologies. Il se porte à gauche ou à droite et trouve facilement sa place sous les lunettes de protection.

Le confort de cet outil favorise son acceptation par les travailleurs qui, comme les radiologues interventionnels ou certains ouvriers du nucléaire, peuvent avoir le visage à proximité du champ de rayonnements. Il améliore leur suivi dosimétrique par les personnes compétentes en radioprotection (PCR). Pour rappel, la directive Euratom 2013/59 du 5 décembre 2013 prévoit un abaissement de la limite de dose au cristallin à 20 millisieverts (mSv) par an d'ici à 2018, au lieu de 150mSv aujourd'hui (voir dossier Repères n°22).

IRSN

INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

*Enhancing Nuclear Safety**

Pour en savoir plus
Laboratoire de dosimétrie
de l'IRSN

Tél. 01 30 15 52 22

E-mail : dosimetre@irsn.fr
<http://dosimetre.irsn.fr>