

REPERES

IRSN

INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Faire avancer la sûreté nucléaire

EN PRATIQUE

Équipements de protection,
obtenir une certification

DOSSIER

Radioactivité Mieux gérer les sites et les sols pollués

FAITS ET PERSPECTIVES

Non-prolifération :
les industriels accompagnés
lors d'inspections





Une nouvelle approche de la culture de sûreté

Ce nouveau rapport souligne l'importance des aspects culturels dans la mise en œuvre d'un management de la sûreté et de la radioprotection au sein des métiers, des organisations et des entreprises. Il propose d'étudier la "culture de sûreté" à travers les systèmes de valeurs et de normes. www.irsn.fr/Rapport-Culture-Surete

Non-prolifération : télédéclaration pour les industriels

Sur le portail Pastel*, les industriels peuvent saisir et envoyer les déclarations de leurs activités en lien avec

Agenda

Janvier 2017
Nord, Normandie et Centre

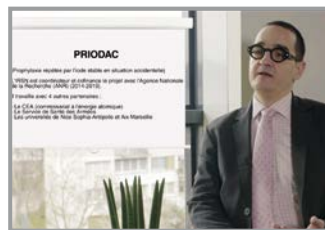
« Radioactivité : des centaines de questions, une exposition »

Cinq lycées français accueillent en janvier prochain l'exposition «Radioactivité : des centaines de questions, une exposition ». Elle se compose d'une vingtaine de panneaux sur des thèmes comme les centrales nucléaires ou les rayonnements et la santé. Des animateurs IRSN seront présents, pour répondre aux interrogations des élèves sur ces sujets sensibles.

Plus d'information
fabrice.ecrabet@irsn.fr
genevieve.baumont@irsn.fr

un programme nucléaire : recherche et développement, cycle du combustible, importation et exportation d'équipements... L'IRSN est chargé, au nom de l'État, de la déclaration des activités menées en France (lire page 6) auprès de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA).

* Protocole additionnel : saisie et traitement électronique
<https://pastel.irsn.fr/Account/Login>



Priodac* : les premiers résultats en vidéo

Comment prendre les comprimés d'iode stable, destinés à prévenir le risque de cancer de la thyroïde, en cas de rejets accidentels répétés ou prolongés ? Depuis Fukushima, des recherches ont été entreprises pour déterminer les modalités d'administration pour les personnes se trouvant

dans les zones de rejets. Jean-René Jourdain, expert en radioprotection à l'Institut, explique les enjeux et les premiers résultats du projet Priodac*.

* Prophylaxie répétée par l'iode stable en situation accidentelle
www.irsn.fr/Projet-Priodac



La publication des avis devient bimensuelle

Tous les avis émis sur saisine d'une autorité publique – Autorité de sûreté nucléaire (ASN), direction ministérielle, etc. – sont désormais publiés bimensuellement sur le site www.irsn.fr, conformément aux dispositions du Code de l'environnement. Il s'agit de la synthèse de l'expertise réalisée. Sont exclus ceux relevant de la Défense nationale.
www.irsn.fr/Actu-Publi-Avis-Expertise

21 février au 1^{er} mars 2017
Paris (Île-de-France)

Séminaire en clôture du projet européen PASSAM

En clôture du projet européen PASSAM*, l'IRSN organise un séminaire international sur les systèmes d'événage et de filtration des produits de fission susceptibles d'être rejetés dans l'environnement en cas d'accident de fusion du cœur d'un réacteur nucléaire.

* Passive and Active Systems on Severe Accident source term Mitigation

Plus d'information
thierry.albiol@irsn.fr
<https://gforge.irsn.fr/gf/project/passam/>

7, 8 et 9 juin 2017
Lille (Nord)

Congrès national de radioprotection

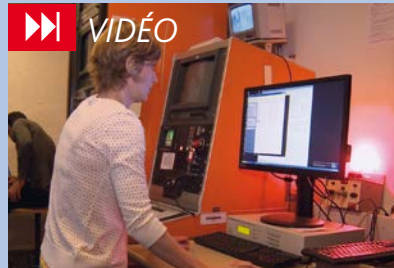
Le stand de l'Institut exposera ses actions en faveur de la radioprotection des patients et des travailleurs, les activités du Laboratoire de dosimétrie de l'IRSN (LDI) et les formations. Plus d'information et inscription sur www.sfrp.asso.fr

ERRATUM –

Une erreur de crédit photo s'est glissée dans Repères n°30. Les photos p. 3 – dossier Agressions naturelles – et p. 4 – déchets TFA – auraient dû être réciproquement : Alexis Morin/EDF et Andra/Vincent Duterme.

On line WEBMAG

www.irsn.fr/R31



Reportage : Musée du Louvre, des chefs-d'œuvre passés sous X

Les règles de radioprotection



L'accélérateur de particules



Art et rayonnements

À LIRE

Dossier Radioactivité : Mieux gérer les sites et les sols pollués

Une réglementation en cours de révision

Abonnement

POUR VOUS ABONNER
irsn.fr rubrique publications

Sommaire

En couverture : chantier de décontamination du site du CEA dit "L'Orme des merisiers", près de Saclay (Essonne).

P.4 TEMPS FORTS

Maintenance des centrales

Examiner les activités sous-traitées pour maîtriser les risques



Surveillance de l'Atlantique Nord-Est
Baisse des rejets radioactifs

P.6 FAITS ET PERSPECTIVES

Non-prolifération : les industriels accompagnés lors d'inspections

P.9 ZOOM

Le générateur de vapeur

DOSSIER P.10

Dossier du prochain N° :
La radioprotection des travailleurs

Radioactivité
Mieux gérer les sites et les sols pollués

P.17 EN PRATIQUE

Équipements de protection

Obtenir une certification



P.20 INTÉRÊT PUBLIC

Transport de substances radioactives, quels sont les risques ?

P.22 REPORTAGE

Musée du Louvre

Des chefs-d'œuvre passés sous X

Repères évolue

Repères évolue dans son déroulé et sa couverture, crée de nouvelles rubriques et donne plus de place à l'information par l'image.

Repères évolue, mais pas l'esprit du magazine.

Vous y trouverez ce que vous appréciez. Vous nous l'avez exprimé à l'occasion d'une enquête de lectorat.

Des articles pédagogiques au service de la prévention des risques. Une approche opérationnelle avec de bonnes pratiques et des retours d'expérience. Des informations référentes.

Des clés de compréhension du nucléaire et de la radioprotection. Des acteurs professionnels de la santé et de l'environnement. Une ouverture sur d'autres pratiques, d'autres secteurs et à l'international.

Un outil de veille adapté à une grande variété de lecteurs, du novice... à l'expert.

Dans le même temps, le webmagazine s'enrichit d'articles complémentaires et de vidéos.

Voilà ce que vous découvrirez avec cette nouvelle formule.

Repères évolue, toujours au service de vos missions.

Marie-Pierre Bigot


Directrice de la communication

& Catherine Roulleau

Rédactrice en chef

IRSN

INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

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 : Jean-Christophe Niel – Directrice de la rédaction : Marie-Pierre Bigot – Rédactrice en chef : Catherine Roulleau – Assistante de rédaction : Isabelle Cussinet – Ont collaboré à ce numéro : Stéphanie Clavelle, Aleth Delattre, Pascale Monti – Comité de lecture : François Bréchnignac, Georges Henri Mouton – Conception graphique : Vincent Dulau – Rédaction et réalisation :  SPÉCIFIQUE – Iconographie : Guillaume Krebs – Photos de couverture : ©ASN ; Olivier Seignette/Mikaël Lafontan/IRSN – Impression : Galaxy (72) – Imprimé sur Cyclus print – ISSN : 2103-3811 – décembre 2016.

Exposition des travailleurs

Les dépassements de limite de dose sont en baisse

Selon le dernier rapport *Radioprotection des travailleurs*, deux cas de dépassement de la limite annuelle réglementaire de 20 mSv ont été recensés en 2015. Ils fluctuaient sur les dernières années entre huit et quatorze par an. Cette évolution s'explique notamment par une implication plus marquée des médecins du travail. En cas de résultat anormal de la surveillance dosimétrique, ils doivent diligenter une enquête. S'ils n'informent pas l'IRSN des résultats, le dépassement est considéré comme avéré. La dose mesurée est conservée dans Siseri*. D'où l'importance de leur retour pour que les résultats enregistrés dans la base de données soient conformes à la réalité de l'exposition. Les experts de l'Institut suivent l'enquête. Ils contactent si besoin le médecin du travail. Le cas échéant, ils le conseillent pour obtenir un examen plus détaillé du dosimètre auprès du laboratoire agréé: type et énergie des rayonnements, etc.

* Système d'information de la surveillance de l'exposition aux rayonnements ionisants

WWW Pour en savoir plus : www.irsn.fr/travailleurs-2015

RADON

15 communes

ont participé au programme de gestion du radon déployé par l'IRSN en Haute-Vienne. Localisées au nord de Limoges sur des sols granitiques, elles sont concernées par ce gaz radioactif naturel.

703 habitants

volontaires ont utilisé à leur domicile le kit de mesure du radon distribué gratuitement. Ils ont reçu leurs analyses de manière confidentielle.

Sûreté



Aujourd'hui, 80 % de la maintenance des réacteurs est sous-traitée.

Maintenance des centrales Examiner les activités sous-traitées pour maîtriser les risques

Dans les centrales, les risques liés à la maintenance réalisée par des entreprises sous-traitantes sont-ils maîtrisés? Cette question est cruciale pour la sûreté. L'IRSN a analysé l'organisation de la sous-traitance par EDF et recommande une construction conjointe de la maîtrise des risques entre l'exploitant et ses prestataires.

Mieux surveiller les interventions des prestataires

"Nous avons étudié la manière dont EDF sélectionne les sociétés, définit les contrats, prépare et surveille les interventions, et évalue les prestations, indique Joël Garron, spécialiste des facteurs organisationnels et humains à l'Institut. Si l'exploitant n'est pas efficace sur ces points, la sûreté peut être mise en cause." Les experts ont effectué des études de terrain sur trois sites nucléaires. Ils ont réalisé des entretiens avec les deux parties. Ils ont examiné les dispositions prescrites par EDF pour la réalisation des activités de maintenance.

Résultat: la surveillance des interventions est à renforcer. "Les agents qui s'en chargent ne sont pas assez nombreux. Ils n'ont pas toujours toute la compétence requise pour le travail qui leur est confié", souligne Joël Garron.

Lors des chantiers d'arrêts de tranche de réacteurs, l'exploitant doit parfois demander au prestataire de déployer des effectifs au dernier moment, afin de compenser les retards pris. "EDF doit en examiner les conséquences: le sous-traitant peut-il, dans ces conditions, fournir le personnel suffisant et compétent?"

Dernier point souligné: la difficulté d'impliquer le prestataire dans le retour d'expérience. "Soit il ne se sent pas légitime à critiquer son donneur d'ordre, soit il cherche à se protéger en cas d'erreur, observe Joël Garron. L'exploitant doit en tenir compte pour construire un retour d'expérience optimal."

WWW Pour en savoir plus: Synthèse du rapport de l'IRSN www.irsn.fr/GPR-Sous-traitance

Sûreté

Le "noyau dur" du réacteur à haut flux de l'ILL de Grenoble peut notamment faire face à un séisme extrême et à une inondation.



© Jean-Marie Huron/Signatures/IRSN

ILL de Grenoble

Un exemple de mise en place du noyau dur post-Fukushima

“Aujourd’hui, la majeure partie du ‘noyau dur post-Fukushima’ du réacteur à haut flux (RHF) de l’Institut Laue-Langevin (ILL) de Grenoble (Isère) est opérationnelle”, explique Élodie Cahen, experte en sûreté nucléaire à l’IRSN. Le RHF est implanté dans une zone présentant des risques sismiques et d’inondation.

Le “noyau dur” est un ensemble d’équipements “ultimes” destinés à renforcer la robustesse de l’installation face à des événements naturels exceptionnels. Son déploiement a fait l’objet de plusieurs instructions de la part de l’Institut. L’une des plus récentes a identifié un risque d’agression du poste de contrôle

et de secours par la cheminée de ventilation du RHF, haute de 45 mètres. Sa partie supérieure a été remplacée par un fût métallique plus léger et plus stable en cas de séisme. D’autres sujets ont aussi été soulevés par les experts.

L’exploitant doit maintenant apporter des justifications sur le comportement satisfaisant de la cheminée et de l’enveloppe métallique du bâtiment du réacteur en cas d’agressions extrêmes. Il doit mettre en place en 2017 un dernier circuit du noyau dur, destiné à réalimenter la piscine du réacteur en cas de nécessité.

www Pour en savoir plus : www.irsn.fr/Avis-ILL-Grenoble

“ Au fil des instructions de l’Institut, l’exploitant a modifié plusieurs éléments du “noyau dur” du réacteur à haut flux.

Environnement



Le port de Diélette, situé à l’extrémité nord de Flamanville (Manche).

© Thierry Truck/IRSN

Surveillance de l’Atlantique Nord-Est Baisse des rejets radioactifs

“On constate une baisse significative des rejets annuels de radionucléides du secteur nucléaire dans le milieu marin de l’Atlantique du Nord-Est dans 40 évaluations sur 58”, souligne Bruno Fiévet, océanographe biologiste à l’IRSN. C’est ce qu’indique le quatrième rapport du comité des substances radioactives Oskar*. Cette publication compare les données de 2007 à 2013 avec la période de référence de 1995 à 2001. Ceci résulte d’un effort significatif de la part des pays riverains. “Pour la France, ce résultat s’explique essentiellement

par l’amélioration des procédés à l’usine de La Hague (Manche). En revanche, les rejets de tritium, radionucléide difficile à confiner, n’ont pas diminué.”

Les experts de l’Institut ont réalisé les traitements et les analyses statistiques de l’ensemble des données fournies par les 15 États signataires, dont la France. Ils ont coordonné la rédaction du rapport avec leurs homologues britanniques.

* Convention pour la protection du milieu marin de l’Atlantique du Nord-Est, dite Convention Oskar (Oslo-Paris), signée à Paris le 22 septembre 1992.

Baromètre* IRSN 2016

Les principaux constats

Les Français ont été profondément marqués par les attentats terroristes de l’année 2015, sachant que l’enquête s’est déroulée en novembre, juste après les événements. Au sein des sujets environnementaux, ceux relatifs aux bouleversements climatiques ont progressé. L’image du nucléaire parmi les sources d’énergie est plutôt en retrait. Si 46 % des répondants estiment que toutes les précautions sont prises pour assurer un très haut niveau de sûreté dans les centrales françaises, les accidents graves, à l’instar de celui de Fukushima, restent l’argument le plus fort contre l’énergie nucléaire. Les citoyens portent un regard assez confiant sur la science, les experts et les institutions qui sont appelées à intervenir dans le nucléaire. Ils se déclarent favorables à la publication des résultats d’expertise, pour se construire leur propre opinion.

* L’enquête annuelle du Baromètre IRSN sur la perception des risques et de la sécurité par les Français est menée par un institut de sondage sur un échantillon d’environ 1000 personnes. Cette année, elle a été réalisée entre les 25 novembre et 11 décembre 2015.

www Pour en savoir plus : www.irsn.fr/barometre_2016



Le traité Euratom a été signé le 25 mars 1957 à Rome (Italie).

© Alinari/Rogée-Viollet



À l'Institut Laue Langevin (ILL) de Grenoble, l'inspecteur Euratom (en vert) utilise un appareil pour visualiser les cœurs usés placés dans la piscine d'entreposage.

© Olivier Seignette/Mikael Lafontan/IRSN

Non-prolifération nucléaire

Déclarer, accompagner et analyser

Les détenteurs de matières nucléaires sont soumis à un contrôle institué par le traité Euratom. L'IRSN accompagne les industriels lors des inspections. Il participe à l'analyse de textes de loi, d'accords internationaux, de documents d'application, etc. Il centralise les déclarations comptables des opérateurs.

“**N**ous sommes l'intermédiaire entre les inspecteurs internationaux et les industriels français détenant des matières nucléaires : plutonium, uranium et thorium”, indique Romuald Bon Nguyen, expert en contrôles internationaux à l'Institut.

Vingt spécialistes sont en charge à l'IRSN de la non-prolifération nucléaire, chimique et biologique. Ils aident les opérateurs avant, pendant et après les inspections. Ils participent à l'analyse de textes de loi, d'accords internationaux, de documents d'application dans les installations... Ils centralisent et exploitent les informations comptables des opérateurs pour élaborer des déclarations pour le compte de l'État français.

Pour le contrôle des matières nucléaires exigé par le traité Euratom¹, l'exploitant a plusieurs obligations. Il doit connaître

à chaque instant la qualité, la quantité et la localisation de ses stocks. Il tient une comptabilité et transmet des rapports à la Commission européenne. L'objectif est de s'assurer qu'à tout moment ces éléments sont utilisés tel que déclaré par les détenteurs.

Accompagner les industriels

“Nous devons faciliter les inspections de la Commission européenne dans le respect des contraintes d'exploitation”, témoigne Éric Damgé, qui coordonne le contrôle des matières nucléaires chez Areva. Ces objectifs étant parfois antagonistes, l'expérience de l'Institut sur des situations analogues permet d'apporter des réponses adaptées et cohérentes d'un site à l'autre. Il nous explique ce que l'on peut faire ou pas : si nous devons, par exemple, arrêter une installation pour qu'une investigation puisse avoir lieu.” Les inspecteurs, fonctionnaires européens

basés au Luxembourg, vérifient la comptabilité “sur le papier”. Ils réalisent des contrôles périodiques, en particulier au moins une fois par an pour l'inventaire établi par les opérateurs. Dans le cas du site de La Hague, cela implique la présence de l'équivalent de deux inspecteurs Euratom à temps plein, soit 350 hommes.jours.

Comme dans un simple commerce, tout écart entre la comptabilité et la réalité physique doit être expliqué, sous peine de sanctions. “L'exploitant est censé savoir ce qu'il a en stock, mais l'inventaire lui permet de le vérifier”, explique Romuald Bon Nguyen.

Le contrôle indépendant de la Commission valide la qualité du travail de l'opérateur. Il est extrêmement poussé. Il peut conduire à des prélèvements d'échantillons destinés aux laboratoires de la Commission, ou à l'installation de portiques de détection gamma afin de comptabiliser tous les conteneurs entrant et sortant dans une zone.

En 2015, l'IRSN a accompagné 52 des 312 inspections effectuées par Euratom. Le choix se porte sur celles qui sont les plus sensibles : installations du cycle du combustible, laboratoires et réacteurs de recherche, entreposages de matières...

PROCESS

Les trois phases d'une inspection

Les opérateurs du nucléaire ne sont pas seuls pour répondre aux demandes des inspecteurs en matière de non-prolifération. Les experts peuvent les assister lors des différentes étapes.

En amont, la notification et la préparation

L'Institut reçoit une notification quatre jours au préalable. Il contrôle l'accréditation des inspecteurs. Il aide l'industriel à préparer leur venue. Il vérifie que l'opérateur a répondu aux questions figurant dans les précédentes lettres post-inspection de la Commission. Il réalise, le cas échéant, un bilan des actions en cours ou prévues liées au contrôle des matières.



Le jour J, in situ

L'inspecteur réalise une inspection sur place pour confirmer la conformité des déclarations de l'exploitant. Elle dure d'une journée à deux semaines. Un expert de l'IRSN peut être présent pour conseiller l'opérateur.



vérification de l'inventaire



Après la visite, la lettre post-inspection...

L'exploitant rédige un compte rendu succinct et l'expert de l'Institut, s'il est présent, un document plus détaillé. Ce rapport est destiné au Comité technique Euratom (CTE). Il lui permet de veiller à une cohérence globale sur les installations françaises. L'inspecteur envoie une lettre post-inspection dans les trois mois.

... et les actions correctives

Si des écarts sont relevés, les experts aident l'opérateur à mettre en œuvre les actions correctives : corriger une liste d'articles en stocks pas assez exhaustive, ou expliquer des déclarations sur les mouvements de matières contestées par l'inspecteur.

"L'expertise de l'IRSN est importante car la réglementation laisse de la place à l'interprétation."

ÉRIC DAMGÉ, coordinateur contrôle des matières nucléaires chez Areva

L'Institut intervient aussi à la demande des Autorités ou de l'opérateur. Même lorsque les experts ne sont pas présents lors de l'inspection, ils aident ce dernier à la préparer en s'appuyant sur leur connaissance de l'installation, de son historique et de sa comptabilité. Ils anticipent les questions et contribuent à résoudre les difficultés identifiées. Par exemple, l'IRSN indiquera à l'exploitant les documents que l'inspecteur Euratom a le droit d'emporter au Luxembourg et ceux qui doivent rester sur place.

Mettre en œuvre des actions correctives

Après l'inspection, un compte rendu est établi soit par l'opérateur, soit par l'Institut. Ce document trace les éventuelles difficultés et les points positifs constatés : compléments dans des documents descriptifs transmis à Euratom, mise à disposition de chariots élévateurs pour déplacer les conteneurs en vue de leur pesée, etc. L'inspecteur transmet une lettre post-inspection à l'industriel. L'IRSN aide l'exploitant à répondre, voire à mettre en œuvre un plan d'actions.

En France, État doté de l'arme nucléaire, les cycles civils et militaires sont imbriqués, certaines installations sont "mixtes". Celles destinées à la Défense n'entrent pas dans les attributions des inspecteurs d'Euratom. Lorsqu'ils posent une question, les experts sont là pour rappeler le droit. "Notre mission est de défendre les intérêts de l'État français, précise Romuald Bon Nguyen. Nous rappelons aux industriels leurs obligations, mais aussi leurs droits."

Un rôle important, car les accords internationaux et les modalités de suivi des matières nucléaires sont complexes. La connaissance historique, depuis 1958, est nécessaire car les approches des organismes

FAITS ET PERSPECTIVES



© Olivia Seignette/Mikael Lafontan/IRSN

L'inspecteur Euratom (au second plan) compare sa vérification des stocks avec les données transmises par le représentant d'ILL (au premier plan).

internationaux ont évolué. À la demande de l'AIEA², l'Institut a récemment fourni les dates et les quantités de retraitements de matières d'origine suisse réalisés en France dans les années 1960.

Centraliser la comptabilité

Chaque mois, l'Institut transmet à Euratom les déclarations comptables de l'ensemble des opérateurs. C'est une spécificité française : l'État, via l'IRSN, joue le rôle d'interface et centralise ces informations. Les rapports comptables mensuels comprennent toutes les opérations ayant fait varier le stock.

Toutes ces données de base centralisées par l'Institut servent à établir les déclarations internationales de la France – 71 en 2015 – transmises à l'AIEA, à Euratom ou aux autorités d'États tiers avec lesquels l'Hexagone a des accords de coopération. "Nous devons chaque année indiquer toutes les matières australiennes présentes en France et leurs variations", cite en exemple Romuald Bon Nguyen.

L'IRSN expertise les référentiels d'installations, telle que "l'approche de contrôle", qui définit les modalités de surveillance du site : fréquence et contenu des inspections, prélèvements d'échantillon... Il analyse la réglementation, ses évolutions et les projets de textes internationaux. Il peut s'agir d'accords sur le suivi des matières nucléaires signés entre la Commission européenne et d'autres États : Australie, Canada... ■

1. Euratom ou Communauté européenne de l'énergie atomique (CEEA)
2. Agence internationale de l'énergie atomique

WWW Pour en savoir plus : <http://non-prolifération.irsn.fr>

Quel est le rôle du Comité technique Euratom (CTE) ?

C'est l'autorité chargée de la mise en œuvre des contrôles internationaux sur les matières nucléaires utilisées par les opérateurs civils. Créé par décret en 2011, le CTE est rattaché au cabinet du Premier ministre. Il garantit que la France tient ses engagements, afin de s'assurer de l'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire. Ce Comité autorise, en étroite collaboration avec la direction des applications militaires du CEA*, les transferts de matières entre civil et Défense.

Une spécificité française ?

Oui, la France est le seul pays à disposer d'une instance de ce type. Notre industrie nucléaire est vaste et possède un référentiel réglementaire lourd. Il est parfois difficile pour les opérateurs, quelle que soit leur activité – gros industriels comme Areva ou plus petits opérateurs tels les hôpitaux –, de respecter leurs obligations en termes d'utilisation pacifique de leurs matières nucléaires. Nous sommes chargés, entre

autres, de l'interface entre les opérateurs et les autorités internationales – Commission européenne et AIEA – afin d'assurer une cohérence dans les échanges et les comportements.

Comment fonctionne-t-il ?

Le secteur "contrôles" du CTE n'est constitué que de deux personnes. C'est pourquoi nous avons besoin d'un appui technique efficace, au plus près des exploitants sur le terrain et avec une connaissance parfaite des référentiels. Nous signons une convention avec l'IRSN. L'Institut aide les opérateurs à respecter leurs obligations. Il parle en notre nom lorsqu'il accompagne les inspections. Il nous assiste dans les actions de reporting qui incombent à la France.

* Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives

3 questions à...

Jean-Rémi Sevin

Expert en garanties nucléaires (nuclear safeguards) au Comité technique Euratom



© Jean-Rémi Sevin



Des experts de l'OIAC récoltent des échantillons sur le site d'une attaque chimique à Damas (Syrie).

© Reuters/Mohamed Abdullah

AILLEURS

Les produits chimiques concernés

Le nucléaire n'est pas le seul domaine à faire l'objet d'une surveillance internationale attentive. La lutte contre les armes chimiques exige aussi des contrôles, menés par l'Organisation pour l'interdiction des armes chimiques (OIAC). Les opérateurs utilisant les substances surveillées sont nombreux et ne savent pas toujours qu'ils sont concernés par la Convention placée sous l'égide de l'OIAC. Tout produit précurseur d'une arme chimique est impliqué. "Certains produits contrôlés sont utilisés dans la pharmacie, l'industrie des arômes

ou le textile, indique Nathalie Pirès, experte à l'Institut. Une grande partie de notre travail consiste à recenser les industriels concernés, à les sensibiliser et à les aider à remplir les documents ou à accueillir les inspections." Les opérateurs doivent indiquer les quantités détenues, produites ou consommées des produits chimiques classifiés. Les inspecteurs peuvent venir vérifier ces déclarations. Dans certains cas, afin de faciliter l'analyse des échantillons sur place, une unité mobile de laboratoire d'analyse de l'Institut est mise à la disposition des inspecteurs internationaux.



Le générateur de vapeur, vaste surface d'échange thermique

Jean-Philippe Duprat

Expert en sûreté nucléaire
jean-philippe.duprat@irsn.fr

Dans un réacteur à eau sous pression (Rep), la chaleur est produite dans le cœur du réacteur, contenu dans une cuve. Au contact des assemblages combustibles, l'eau qui y circule est portée à haute température (320°C). Elle est maintenue sous haute pression (155 bars) pour rester à l'état liquide. Ce circuit fermé, dit "primaire", communique avec un autre dit "secondaire" via des générateurs de vapeur (*photo*), également situés dans le bâtiment du réacteur. Dans le générateur de vapeur, qui joue le

rôle d'échangeur de chaleur, l'eau du circuit primaire passe dans un faisceau de 3500 à 5600 tubes métalliques de 1,09 mm d'épaisseur, surface d'échange thermique équivalente à un terrain de football. À leur contact, dans le haut du générateur, l'eau du circuit secondaire – à une pression supérieure à 75 bars – se transforme en vapeur. Cette dernière est dirigée à l'extérieur du bâtiment vers des réchauffeurs séparateurs d'humidité. Elle alimente ensuite des turbines haute et basse pression qui tournent à une vitesse de

1500 t/min. L'alternateur couplé à ce dispositif produit l'électricité. Dans un réacteur de 900 mégawatts, comme ici à Cruas-Meysses (Ardèche), le circuit primaire principal comporte trois générateurs de vapeur. Chacun mesure 22 m de hauteur et pèse 465 t. Ils représentent un enjeu important pour la sûreté : la rupture d'un tube contenant de l'eau radioactive peut conduire à une fuite du circuit primaire vers le circuit secondaire, dont l'eau est non radioactive, et à un rejet dans l'environnement. ■

DOSSIER

Sur le site dit de "L'Orme des merisiers" près de Saclay (Essonne), le CEA a assaini un site pollué par des déchets radioactifs issus d'activités de recherche anciennes.



43 sites pollués

par la radioactivité sont recensés en France. Ils sont essentiellement situés à Paris, en Île-de-France, dans l'Est et le Sud-Est de la France (source : Andra).

Radioactivité

Mieux gérer les sites et les sols pollués

Une quarantaine de sites pollués par des substances radioactives sont recensés en France. Leur gestion implique une stratégie nationale qui prend en compte la concertation avec les acteurs concernés et les particularités des sites : usage, actuel ou futur, et les enjeux sanitaires. L'IRSN effectue des mesures, informe le public et évalue l'exposition des personnes.



Vue aérienne de l'ancien site contaminé d'Orflam-Plast, à Pargny-sur-Saulx (Marne), après réhabilitation.

© Ali dione netcam/Andra

À Bordeaux (Gironde), la mairie se serait bien passée de la découverte "surprise" de radium 226 à l'endroit où elle s'apprêtait à construire une crèche : à l'arrivée des terres excavées au centre d'enfouissement, les portiques de détection ont signalé, en sonnant, leur contamination. Cette radioactivité a provoqué l'arrêt total du chantier, obligeant à repenser entièrement le projet.

"Nous avons été contactés en urgence pour établir l'exposition de toutes les personnes intervenues sur le site", raconte Héléne Caplin, experte en évaluation dosimétrique à l'IRSN. Chaque cas a été étudié de façon précise. Les intervenants qui avaient manipulé de la terre contaminée ont pu être rassurés quant à leur exposition. Dans ce type de cas, l'Institut intervient à la demande des pouvoirs publics ou en tant que prestataire : métrologie, information du public, évaluation radiologique de l'exposition des personnes...

Manque de filières d'élimination

Même quand elles sont identifiées en amont, gérer les pollutions radioactives est un vrai casse-tête. Elles posent des problèmes de traitement. "Il n'existe pas encore de filières d'élimination pour tous les types de terres contaminées. La filière existante est limitée en volume et en niveau de contamination. Certains déchets doivent être entreposés dans une installation nucléaire dédiée ou confinés sur place", observe Nicolas Michel-dit-Laboelle, chargé de mission radioprotection à la direction générale de la prévention des risques (DGPR) du ministère de l'Environnement. Il n'existe qu'un seul exutoire disponible en France : le Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage (Cires), exploité par l'Andra dans le département de l'Aube.

L'Institut a appelé à examiner la politique actuelle de gestion des déchets de très faible activité (TFA) (lire Repères 30 p. 4).



L'expert manipule un échantillon de sédiments des égouts prélevés à Pargny-sur-Saulx (Marne).

© Caroline Pottier/Le bar Floré/IRSN



© Jacques Boyer/Roger Viollet

Montage de réveils à peinture lumineuse au radium dans les usines Bayard, en France en 1922.



© Noémie Bar-Flores/MSN

L'expert de l'IRSN mesure la radioactivité. Il effectue des relevés de terre à différentes profondeurs à l'aide d'une tarière.

“ Des sites pollués parfois réaménagés pour construire des logements.

Un guide (*lire p. 15*) publié en 2011 insiste sur l'importance d'étudier le rapport coût-avantage des solutions. Il souligne la nécessité d'impliquer davantage les riverains sur le choix des actions à mener. Par exemple, sur l'ancien site de l'usine Orflam-Plast (*lire p. 14*), il est important d'expliquer qu'il n'est plus possible de construire ou de replanter des arbres car la couche d'argile qui isole les déchets ne doit pas être percée.

“Pour que les mesures soient comprises et respectées, il faut les expliciter. La méthodologie de concertation avec les parties prenantes préconisée doit être mise en œuvre”, note Geneviève Baumont, experte senior à l'IRSN, qui a travaillé à la rédaction de cette publication.

Les recommandations du guide sont tirées de l'expérience acquise à la fin des années 1990 : la découverte de radioactivité dans l'école Pierre-et-Marie-Curie de Nogent-sur-Marne (Val-de-Marne) a provoqué une situation très tendue entre la mairie et les parents d'élèves. L'établissement avait été construit sur le site d'une ancienne usine fabricant du radium. Entre 2004 et 2005, les experts ont rédigé un livre blanc, sous forme de DVD, qui reprend tout l'historique. Il apporte au public l'information qu'il attend.

Cartographier la radioactivité, évaluer l'exposition

Gif-sur-Yvette (Essonne), Pargny-sur-Saulx (Marne), La Rochelle (Charente-Maritime)... Les experts de l'Institut ont déjà agi sur une quarantaine de sites. “Pour notre seul service d'intervention et d'assistance en radioprotection (Siar), nous sommes sollicités cinq à dix fois par an pour des sols pollués, afin de vérifier si les lieux sont ou non contaminés”, précise Laure Tardieu, ingénieur en radioprotection.

L'action de l'IRSN s'opère à de multiples niveaux. Elle va de la cartographie de la radioactivité à une assistance à maîtrise d'ouvrage – proposant des scénarios

coût-avantage –, en passant par des évaluations d'exposition des personnes ou l'information du public. Sur certains sites, comme à Pargny-sur-Saulx (*lire p. 14*), les interventions s'étalent sur plus de 15 ans. Elles peuvent aussi être très ponctuelles. “Nous avons fait appel à l'Institut pour calculer la concentration en radionucléides de nos sous-produits de combustion”, explique Nelly Noël, responsable environnement, risque industriel de l'entreprise Albioma, qui produit de l'énergie à partir de charbon sur l'île de la Réunion. *La cartographie nous a permis de bien confirmer l'absence d'impact sanitaire.*”

Grâce à l'interpolation des données par krigeage¹, les niveaux de pollutions sont traduits sous forme de cartes. “L'entreposage ou l'épandage des sous-produits de combustion d'Albioma sur le sol double la radioactivité, mais elle demeure très minime – 206 nSv/h au maximum. Elle reste équivalente aux niveaux de radioactivité naturelle que l'on retrouve en Bretagne”, explicite Nicolas Brisson, expert en radioprotection à l'IRSN.

Accompagner la décontamination

Les principaux secteurs industriels à l'origine des pollutions radioactives sont l'extraction du radium, la fabrication et l'application de peintures radioluminescentes et les industries exploitant des minerais comme la monazite – utilisée autrefois pour les pierres à briquet et aujourd'hui pour les nouvelles technologies employant des terres rares – ou les zircons : fonderie, céramique, verrerie, etc. La production d'engrais, d'acide phosphorique, d'énergie par les centrales thermiques à charbon ont pu ou peuvent encore générer des résidus radioactifs.

Sur le site Chef de Baie, situé à La Rochelle et contaminé au thorium (*lire p. 16*), les experts ont établi des mesures, une cartographie et ont accompagné le maître d'ouvrage pour décontaminer les lieux.

Comme à Bordeaux, le radium est responsable d'une grande partie des pollutions. Découvert par le couple Curie en 1898, il a été très utilisé pour des usages médicaux, en horlogerie afin de rendre des éléments phosphorescents ou dans des travaux de recherche

8 M€

C'est le coût du confinement des déchets radioactifs sur le site d'Orflam-Plast à Pargny-sur-Saulx (Marne). Durée de la réhabilitation : 18 ans.

comme ceux effectués dans les laboratoires de Marie Curie. À son époque, des crèmes de beauté en contenant étaient vendues en pharmacie afin d'obtenir une peau "rayonnante". Dans les années 1960, ce type d'utilisation a été abandonné. Le temps passant, les sites pollués, souvent situés dans des zones urbaines, ont parfois été réaménagés en logements ou en bâtiments publics. La découverte, des années plus tard, de cette contamination peut entraîner des situations très compliquées, à l'instar de l'école de Nogent-sur-Marne, fermée en 1998 et démolie en 2010.

Quel coût pour quel bénéfice ?

Les anciens exploitants étant pour la plupart défilants – non identifiés ou insolubles –, le principe du pollueur-payeur a ses limites. L'État effectue de nombreuses actions de dépollution. Il a construit son dispositif depuis la fin des années 1990. La priorité a été donnée aux lieux dont la contamination était significative. À partir de 2007, avec la création de la Commission nationale des aides dans le domaine radioactif (Cnar), les travaux d'assainissement des sites orphelins² ont été poursuivis de façon plus soutenue.

Le sujet, très sensible, provoque de vives inquiétudes. Les coûts de traitement peuvent être importants : plusieurs millions d'euros. "Quelle que soit la situation, l'assainissement complet sert d'option de référence. La faisabilité technique et le coût peuvent rendre sa mise en œuvre déraisonnable, il faut dans ce cas envisager d'autres solutions", souligne Jérôme Guillevic, expert en radioactivité à l'Institut. Le choix se fait alors sur la base d'un bilan coût-avantage. Il tient compte des caractéristiques des pollutions, des possibilités de retrait et d'élimination des terres contaminées, de la nature des usages existants ou prévus et des dispositions envisageables pour confiner de façon durable les contaminations laissées en place. Il est indispensable de s'assurer que l'exposition est inférieure – si possible nettement – à 1 mSv/an. Appliquée depuis près de dix ans pour la gestion des pollutions historiques liées à l'industrie du radium, cette démarche est aujourd'hui au cœur des réflexions sur l'assainissement des installations nucléaires dans le contexte de démantèlement."

Quels risques ?

Aujourd'hui, la réglementation fixe comme limite d'exposition à ne pas dépasser pour le public 1 mSv, en plus du bruit de fond. "C'est une valeur de gestion et non une donnée à partir de laquelle il existe un risque sanitaire", précise Jérôme Guillevic. Il est important d'estimer le niveau de contamination d'un site, d'évaluer l'exposition du public pour vérifier si, pour un usage déterminé, l'exposition reste très inférieure à la limite de dose. Il est indispensable de s'appuyer sur une méthodologie robuste d'évaluation de l'impact, sur des critères dosimétriques permettant d'objectiver la notion de compatibilité radiologique et chimique du site avec son usage." À Pargny-sur-Saulx, avant décontamination, les niveaux



À lire sur le webmagazine
Une réglementation en cours
de révision

1. Krigeage

En géostatistique, méthode d'estimation linéaire garantissant le minimum de variance.

2. Sites orphelins

Lieux potentiellement pollués, dont le responsable n'est pas connu, introuvable ou insolvable.

de débit de dose mesurés atteignait ponctuellement 0,2 mSv/h. Au bout de cinq heures de présence sur place, la limite réglementaire était atteinte.

Chaque acteur a une mission précise

L'IRSN réalise les diagnostics et évalue les risques pour le public et pour l'environnement. L'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) valide les objectifs d'assainissement, fixe les règles et s'assure de la mise en sécurité des lieux, participe à l'information des citoyens et inspecte les sites en réhabilitation. L'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra) établit les bilans coût-avantage pour plusieurs scénarios de dépollution. Après discussion à la Cnar, elle entreprend ou fait réaliser les travaux retenus. La préfecture ordonne et encadre réglementairement les opérations. Elle assure le suivi en s'appuyant sur les Directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement (Dreal), pour les anciens sites industriels, et sur l'ASN pour la radioprotection. ■

AILLEURS

Fort de Vaujours

Un suivi des protocoles minutieux



© La Marne A. Devasté

"Depuis 2011, les experts ont effectué plusieurs types d'intervention.

Ils ont évalué des protocoles de travaux pour éviter toute contamination des travailleurs et de la population autour du site", résume Christophe Serres, spécialiste en sûreté des déchets de l'IRSN qui a suivi le dossier. L'ancien site du Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) du Fort de Vaujours (45 ha) est situé à cheval sur les départements de Seine-Saint-Denis et de Seine-et-Marne. Il a été contaminé par de la radioactivité liée à l'utilisation d'uranium. L'Institut y intervient la première fois en 2011, sur demande de la société Placoplatre, afin de vérifier que les protocoles des travaux n'exposaient pas les travailleurs. L'entreprise doit

détruire certains bâtiments pour créer une carrière de gypse à ciel ouvert. Dès le début du chantier, les riverains s'opposent au projet. Toujours en 2011, un point de mesure ponctuel plus de dix fois supérieur au bruit de fond est mis en évidence à l'intérieur d'un poste de tir du site par l'association Les Abbesses de Gagny-Chelles. En 2014, pour répondre aux questions suscitées par cette mesure, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) organise sur place une comparaison de la sensibilité des instruments de mesures de l'IRSN, de l'Acro¹ et de la Criirad². "Cette dernière a mis en évidence une pépite de radioactivité dans une casemate où avaient lieu des expérimentations. Cette mesure a provoqué de nouvelles interrogations. Elle a eu le mérite de fournir un élément concret pour affiner notre expertise des protocoles de mesure et de déconstruction de Placoplatre", résume Christophe Serres. En effet, depuis 2014, l'Institut a émis trois avis sur ces protocoles, avec des recommandations sur la gestion des gravats, la vérification de l'absence de contamination liée aux tirs aériens et l'utilisation de matériel adapté pour les mesures.

1. Association pour le contrôle de la radioactivité dans l'Ouest
2. Commission de recherche et d'information indépendantes sur la radioactivité

Pargny-sur-Saulx, plus de 15 ans d'intervention

À Pargny-sur-Saulx (Marne), les experts ont accompagné la gestion du site radiocontaminé par le thorium de l'ancienne usine Orflam-Plast : prélèvements, mesures, information du public... Des travaux de démolition ont été réalisés et des zones mises en sécurité.

Pêche aux poissons en étang pour des prélèvements, ramassage de légumes pour des analyses, contrôle des fenêtres du local des pompiers, mesures au presbytère, depuis un hélicoptère ou en forêt, permanence d'information et mesures chez des particuliers, avec parfois un accueil glacial... À Pargny-sur-Saulx (Marne), les experts de l'IRSN ont fait des interventions diverses sur le dossier Orflam-Plast. Leurs conclusions ont permis à l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra) de réaliser les travaux et la mise en sécurité des zones contaminées.

Située au cœur d'un village de 2000 habitants, cette entreprise fabriquait des pierres à briquet. Créée dans les années 1930, elle a été mise en liquidation en 1997. Cette activité utilisait les propriétés électromagnétiques du cérium, un composant de la monazite¹ capable de créer des étincelles. Son extraction a engendré des résidus de thorium 232, matériau faiblement radioactif à vie longue. Ils ont contaminé les lieux et ses alentours.

Mise en sécurité du site

Une première phase de travaux a démarré entre 1997 et 2005, avec mise en sécurité du site "orphelin"² et élimination des déchets. L'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe) traite les pollutions chimiques. L'Andra s'occupe des pollutions radioactives. En 2008, elle est alertée par un ancien salarié de la présence potentielle de résidus en dehors du site, sur



L'ancienne usine contaminée d'Orflam-Plast, à Pargny-sur-Saulx (Marne), avant sa démolition.

une peupleraie voisine et sur l'étang de la Gravière. "Des dépôts issus de l'usine y avaient été effectués", confirme Laure Tardieu, ingénieur en radioprotection qui a suivi le dossier.

Entretien avec les anciens salariés

Une prospection radiologique aéroportée avec des dispositifs de mesure embarqués est mise en place en 2009 sur un périmètre de 60 km² autour du site. La contamination des zones de la peupleraie et de l'étang est confirmée. Un travail d'enquête commence pour identifier les aires polluées. "Durant deux jours de permanence en mairie, nous avons recueilli les témoignages d'anciens salariés. Beaucoup étant décédés, nous avons obtenu peu de retours", détaille Laure Tardieu.

Des mesures complémentaires sont effectuées : au presbytère, situé près du site, dans un local des pompiers où des fenêtres de l'usine auraient été utilisées, dans les eaux souterraines à proximité et dans le jardin de l'ancien chimiste de l'entreprise. Il avait étonnamment rapporté des objets à son domicile. Ailleurs, aucune contamination significative n'est détectée, sauf sur un chemin qui va faire l'objet en 2015 de contrôles plus précis. En parallèle, des travaux sont menés par l'Andra jusqu'en 2011 pour réhabiliter les berges de l'étang, la peupleraie et démolir

une partie de l'usine. Les terres de la peupleraie sont confinées *in situ* avec une couverture multi-couches d'argile et de terre pour atteindre un niveau d'exposition inférieur à 0,5 µSv/h à 50 cm du sol. Les particules contaminées de l'étang sont excavées pour permettre l'usage collectif : pêche, promenade... En 2014, les derniers bâtiments de l'entreprise sont déconstruits.

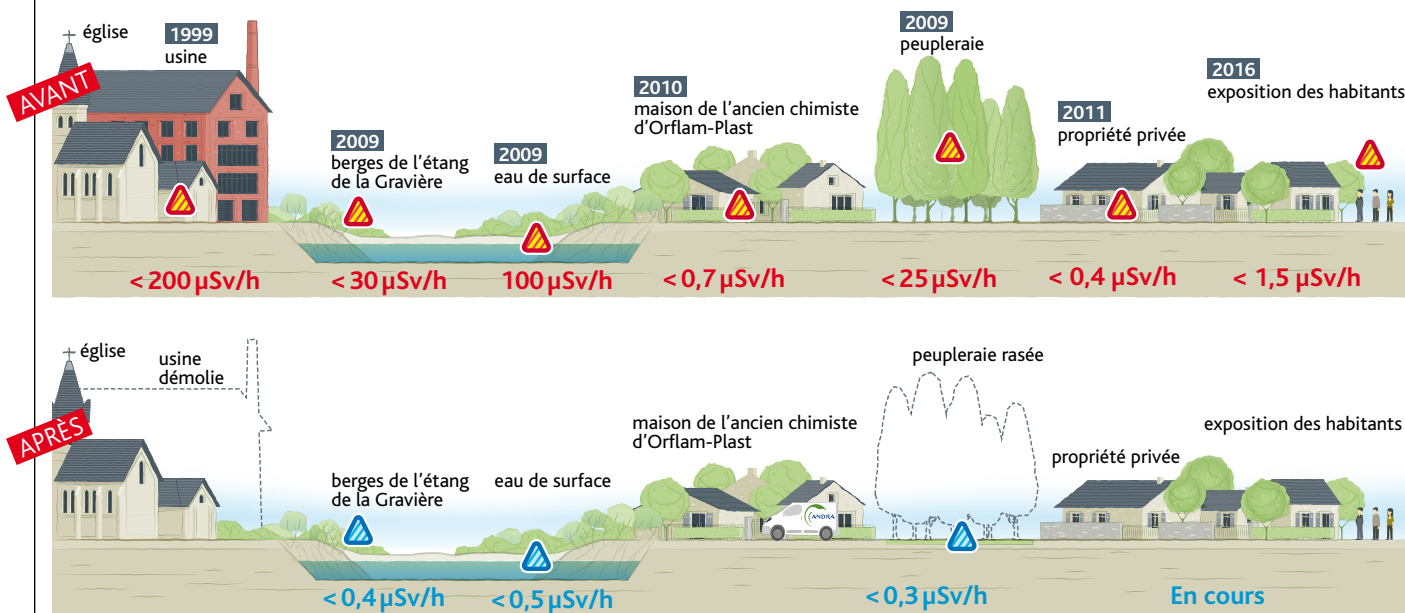
En 2015, des investigations supplémentaires sont demandées pour des habitations dont les jardins pourraient être concernés. "Nous avons évalué l'exposition des familles. Elle varie en fonction des cas. Dans le premier logement, l'habitant ne cultive pas son jardin. Dans l'autre, la famille consomme des aliments issus de son potager", explique Hélène Caplin, spécialiste en évaluation dosimétrique à l'Institut.

Plus de contamination significative

En 2015, à l'issue des derniers travaux de réhabilitation, les experts ont vérifié l'absence de contamination résiduelle sur la commune. À 40 mètres du sol, un hélicoptère a quadrillé une zone de 7,5 km². Les mesures ont permis de vérifier les taux de radioactivité de trois radionucléides : le thorium 232, le potassium 40 et l'uranium 238.

Pargny-sur-Saulx : avant et après les interventions réalisées sur le site

À Pargny-sur-Saulx (Marne), une usine de fabrication de briquets a généré la pollution radiologique du site, des berges, de la peupleraie... Les analyses et l'évaluation de l'exposition des habitants ont permis de réaliser des travaux adaptés en concertation avec les acteurs locaux.



L'usine Orflam-Plast a été démolie.

Les gravats contaminés ont été confinés *in situ* avec une couverture multi-couches : géotextile, argile et terre végétale. La zone ne peut accueillir ni nouvelles constructions ni plantation d'arbres.

Autour de l'étang de la Gravière,

les terres contaminées ont été évacuées par excavation, pour rouvrir la zone aux pêcheurs et aux promeneurs.

La Peupleraie a été rasée.

Les 300 arbres ont été broyés sur place puis recouverts d'une couche d'argile. Aucune nouvelle construction n'est autorisée.

■ Dates des analyses ▲ Résultats des analyses avant travaux ▲ Résultats des analyses après travaux

© Antoine Dagan/Spécifique/IRSN - IRSN/Magazine Repères 31

Les niveaux d'activités ne présentent pas d'anomalie. Ils démontrent qu'il n'existe plus de contamination significative sur les quatre zones identifiées. Seul ombre au tableau, une propriété privée présente une anomalie à 200 Bq/kg. "Nous venons de rendre notre dossier sur l'exposition des habitants", précise Hélène Caplin.

"Le retour d'expérience nous amène à bâtir une stratégie plus globale qui vise à faire un point d'ensemble sur le site contaminé et aux alentours, avant des actions de dépollution, indique Nicolas Michel-dit-Laboelle, chargé de mission "radioprotection" à la Direction générale de la prévention des risques (DGPR) du ministère de l'Environnement. déterminer les travaux à mener en priorité en fonction du risque. Et pour éviter que des pollutions soient découvertes tardivement avec parfois des enjeux sanitaires, quand des actions moins prioritaires du point de vue de la radioprotection ont déjà été menées à proximité." ■

1. Minéral radioactif le plus commun
2. L'État en devient propriétaire en 2009 à la suite d'une procédure de "bien vacant et sans maître" diligentée par les services préfectoraux.

DOCTRINE

Bilan coût-avantage Une méthodologie globale

Rapport coût-avantage, en fonction des usages, et concertation : c'est ce que préconise la doctrine de 2007 en matière de gestion des sites et sols pollués, y compris par la radioactivité. En 2011, un guide vient l'éclairer (voir bibliographie p.16). Il est réalisé sur demande du ministère de l'Environnement (DGPR*) et de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) avec l'Institut comme principal contributeur. L'option d'assainissement maximal doit être évaluée. Elle constitue dans tous les cas le scénario de référence par rapport auquel le choix final devra être systématiquement justifié. La décision d'une option de gestion se fait à l'issue d'un bilan coût-avantage prenant en compte le principe d'optimisation en radioprotection. Ce bilan compare diverses actions de réduction des expositions "raisonnablement" envisageables. Il examine leur utilité en fonction du coût, de leur

faisabilité et de l'efficacité attendue. Il doit déboucher sur la solution consensuelle – comprise et acceptée par toutes les parties – la mieux adaptée à la situation et à l'usage prévu. La publication propose une méthodologie pour impliquer le plus en amont possible toutes les parties prenantes. "Même s'il n'est pas encore exploité à 100%, ce document est utilisé par les acteurs. Il permet des synergies avec la gestion des sites pollués par des substances chimiques et reste d'actualité avec la philosophie de la nouvelle réglementation qui entrera bientôt en vigueur (voir webmagazine)", précise Nicolas Michel-dit-Laboelle, de la DGPR. Il ajoute que la solution la plus réaliste consiste le plus souvent à adapter la dépollution aux usages actuels et futurs, même s'il est toujours nécessaire d'envisager le retrait de l'ensemble de la pollution (bilans coût-avantage).

* Direction générale de la prévention des risques



REPORTAGE Le site de Chef de Baie, à La Rochelle, doit être en partie transformé en port à sec. La Chambre de commerce et d'industrie a fait appel à l'expertise en radioprotection de l'Institut : mesures, cartographie, plan de gestion, bilan coût-avantage, assistance à maîtrise d'ouvrage...

Chef de Baie

Cartographier la radioactivité



“**D**epuis 2011, nous travaillons avec l'IRSN pour aménager au mieux les 11 hectares du site de Chef de Baie, à La Rochelle (Charente-Maritime). Il s'agit d'y créer un port à sec”, explique Céline Talon, directrice études et travaux du pôle formalités de la Chambre de commerce et d'industrie (CCI), qui gère les terrains. Gagnés sur l'eau, ces hectares ont accueilli des remblais contaminés issus de l'usine Rhodia voisine, anciennement Rhône-Poulenc. Olivier Barrieu, expert en radioprotection à l'Institut, a quadrillé le terrain de long en large : “Nous avons réalisé une cartographie de l'ensemble des terrains en surface, et en profondeur lors d'une campagne d'analyses sur une quarantaine de sondages”. Une pollution radioactive au final très hétérogène a été mise en évidence. Sur une carte, elle ressemble à des tâches maculant une peau de léopard. La CCI sollicite l'IRSN afin qu'il lui propose un plan de gestion avec différents scénarios d'assainissement

et un bilan coût-avantage. “Nous avons présenté cinq options, résume Olivier Barrieu. La première impliquait de retirer toutes les terres marquées et revenait à 10 millions d'euros. La dernière préconisait de n'ôter que les points chauds – terres les plus contaminées –, pour un coût estimé à 152000 euros. Elle a été retenue.” Ce choix implique de recouvrir ensuite le terrain d'une couche de 30cm de calcaire, afin de ne pas dépasser en surface un rayonnement de 200nSv/h, soit environ deux fois le bruit de fond ambiant. Dans son rôle d'assistant à maîtrise d'ouvrage, l'Institut a aidé la CCI à rédiger son cahier des charges et à choisir son maître d'œuvre. Les travaux devraient démarrer à l'automne. “Nous interviendrons sur le site pour vérifier que les objectifs de dépollution sont bien atteints”, précise Olivier Barrieu. Il se prépare à utiliser le quad équipé du système Marcassin* pour sillonner le terrain réhabilité. ■

* Moyen autoporteur pour la réalisation de cartographies

- 1 **Vue aérienne** du site pollué Chef de Baie, à la Rochelle (Charente-Maritime)
- 2 **Les parcelles contaminées** sont implantées sur une zone gagnée sur l'océan en vue de l'agrandissement du port de commerce de la Rochelle.
- 3 **Olivier Barrieu**, expert en radioprotection, utilise le dispositif Marcassin, installé sur un quad. Il réalise en temps réel des cartographies radiologiques d'un site contaminé.

■ BIBLIOGRAPHIE

- Guide méthodologique de la gestion des sites potentiellement pollués par des substances radioactives www.irsn.fr/Guide-Gestion-SSP
- La localisation des déchets radioactifs à fin 2014 www.inventaire.andra.fr/inventaire/2014
- Contrôle n°195 – La gestion des sites et sols pollués par de la radioactivité www.asn.fr

■ POUR EN SAVOIR PLUS

- Comment mieux impliquer les populations (projet Comrisk) : www.comrisk.fr
- Inventaire des matières et des déchets radioactifs en France www.inventaire.andra.fr
- Basias - inventaire d'anciens sites industriels et activités de service : <http://basias.brgm.fr>
- Base de données Basol sur les sites et sols pollués (ou potentiellement pollués) appelant une action des pouvoirs publics, à titre préventif ou curatif basol. developpement-durable.gouv.fr
- Portail "sites pollués" du ministère de l'Écologie www.sites-pollues.developpement-durable.gouv.fr
- Rapport sur Fort-de-Vaujours expliquant les mesures comparatives en 2014 www.irsn.fr/Vaujours-Mesures-Comparatives

■ CONTACTS

- helene.caplin@irsn.fr
- genevieve.baumont@irsn.fr
- laure.tardieu@irsn.fr
- nicolas.brisson@irsn.fr
- jerome.guillevic@irsn.fr
- christophe.serres@irsn.fr
- olivier.barrieu@irsn.fr



Le port d'un équipement de protection individuelle (EPI) protège le travailleur contre les risques d'une contamination radioactive.

Équipements de protection

Obtenir une certification

L'ESSENTIEL Tenues ventilées, gants de protection... Dans l'industrie, certains vêtements portés par des travailleurs doivent les protéger des rayonnements ou de la contamination radioactive. Leur certification est requise avant de les mettre sur le marché en Europe. L'Institut réalise les essais et délivre l'attestation d'examen.

TÉMOIGNAGE Un chef de projet d'Honeywell Protective Clothing. **DÉCRYPTAGE** Les étapes pour homologuer un nouvel EPI. **AVIS D'EXPERT** Un expert en homologation des équipements nucléaires.



Christophe Chessari

Chef de projet recherche et développement chez Honeywell Protective Clothing, entreprise spécialisée dans les vêtements de protection

TÉMOIGNAGE "Une étape essentielle pour la commercialisation en Europe"

« Une certification est une étape déterminante, confirme Christophe Chessari, chef de projet recherche et développement chez Honeywell Protective Clothing, une entreprise spécialisée dans les vêtements de protection. Elle permet de commercialiser nos équipements de protection individuelle (EPI) sur le marché européen. Cela prend quatre à six mois, ce qui est contraignant. Pour rester concurrentiels, nous devons réduire les délais entre l'identification du besoin du client et la mise en vente du produit. Nous venons de faire valider un vêtement ventilé contre la contamination par particules radioactives. Il est renforcé grâce à un matériau de type textile enduit, constitutif de la peau du vêtement, pour des environnements très contaminés : démantèlement, maintenance complexe en centrale... Il est destiné aux salariés d'EDF, à leurs sous-traitants ou à des clients belges, anglais ou allemands. Durant la phase de prototypage, nous procédons à des essais dans nos laboratoires : test au feu, résistance, facteur

de protection aux particules contaminées... Dans le chantier-école de l'exploitant, nous vérifions le confort et l'usage. Avec les experts, nous avons identifié les normes auxquelles la tenue doit répondre et établi une liste d'essais.

Plusieurs tests en laboratoire pour une homologation

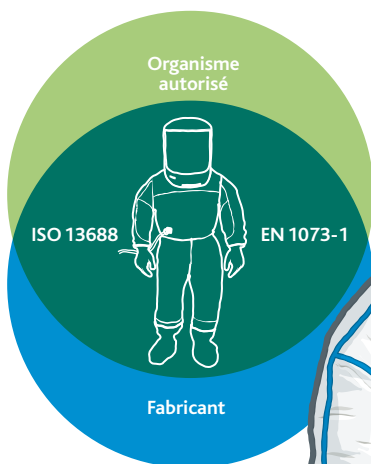
L'Apave, groupe spécialisé dans la maîtrise des risques, a contrôlé le système permettant à l'utilisateur de protéger ses voies respiratoires en cas d'évacuation d'urgence ou en étape de déshabillage. L'Institut français du textile et de l'habillement a testé les matières et les assemblages : cagoule, visière... L'IRSN a examiné le vêtement complet, pilote compilant toutes les analyses. À sa demande, nous avons effectué quelques ajustements, comme la valeur de débit minimal. Après l'obtention de l'attestation d'examen de type (AET) et avant la commercialisation, nous avons lancé les pré-séries et examiné leur conformité. ■

Comment homologuer un nouvel EPI ?

Un fabricant veut certifier un nouvel élément contre la contamination radioactive à l'organisme notifié chargé prototype à vérifier, dossier technique,

1 Avoir un échange technique avec l'organisme notifié

Jean R., fabricant, souhaite certifier un nouvel équipement de protection individuelle (EPI) ventilé. Il doit contacter un organisme autorisé par le ministère du Travail à réaliser un "examen CE de type" (voir glossaire). Ils effectuent des échanges techniques sur le produit à certifier et les normes à respecter – ISO 13688 et EN 1073-1 – afin d'établir les éléments à transmettre au laboratoire.



2 Réunir les éléments pour l'examen

Jean R. doit fournir diverses informations à l'organisme chargé d'effectuer les tests.

Le dossier technique, comprenant le document de conception de l'EPI, les référentiels et performances

La notice d'utilisation

Les premiers résultats des essais dans ses laboratoires de test

Des échantillons du vêtement entier et de la matière

Conditions d'alimentation : vérification de la pression et du débit, du niveau de CO₂, du niveau de bruit

Des essais de performance mécanique des matériaux – abrasion, fissuration, perforation, etc. – sont réalisés par des laboratoires externes.

© Antoine Dagan/Spécifique/IRSN - IRSN/Magazine Repères 31



RÉGLEMENTATION

Règlement 2016/425 du 9 mars 2016
La directive européenne 89/686/CEE a été transformée en règlement 2016/425 du 9 mars 2016.

Voici les deux évolutions majeures :

Limitation à cinq ans de la durée de vie de l'attestation d'examen CE de type (AET).

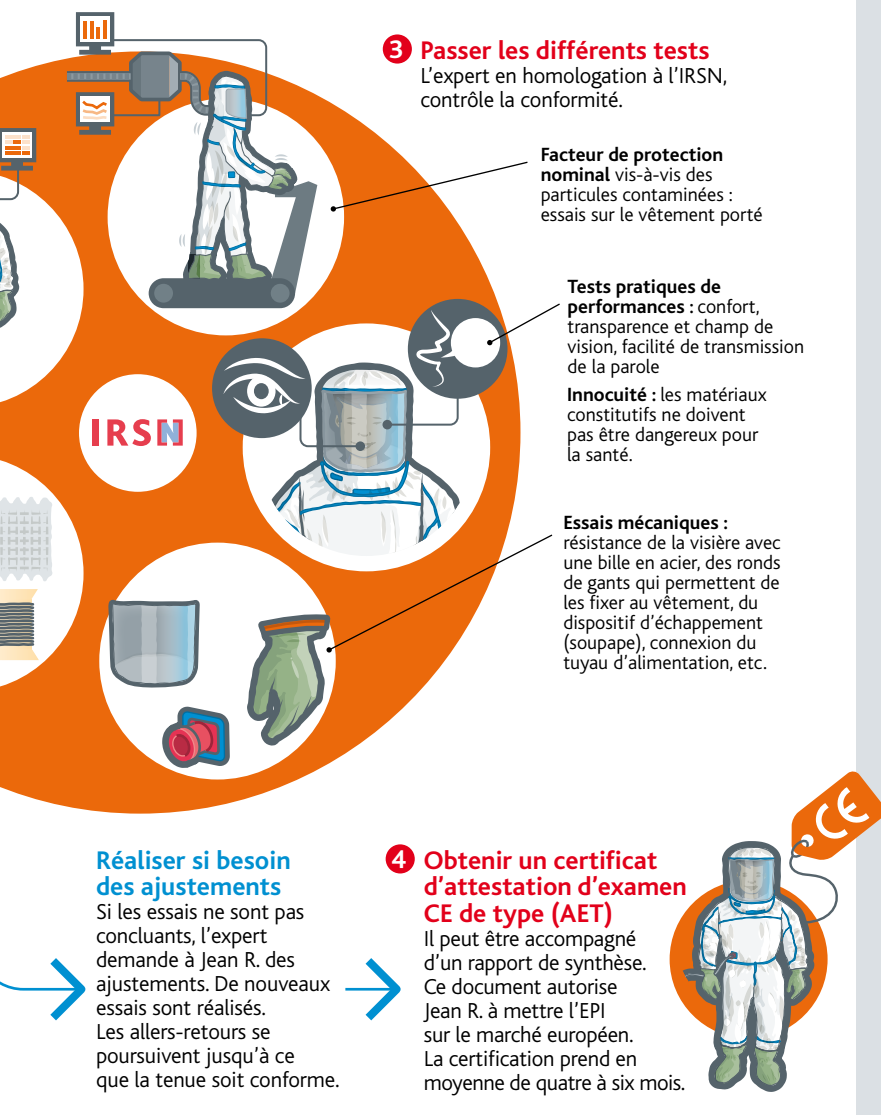
Accréditation obligatoire par le Comité français d'accréditation (Cofrac) des organismes notifiés à partir de 2018.

NOUVEAUTÉS : NORME EN 1073-1

Ajout de trois nouvelles sondes
– dans le bras, le dos et le genou – pour les essais de détermination du facteur de protection nominal, outre celle déjà prévue dans la zone respiratoire.

Clarification des exigences :
par exemple, pour la résistance mécanique au frottement des matériaux constitutifs, il faut une classe minimale 1.

équipement de protection individuelle (EPI) ventilé sous forme de particules solides. Il doit fournir différents d'effectuer les tests pour l'obtention du marquage CE : etc.



LABORATOIRES IRSN

Laboratoire d'études et de modélisation en aérodispersion et confinement (Lemac) : pour l'examen CE de type.
Tél. 01 69 08 23 53

Laboratoire d'étude des transferts, de la contamination, de l'épuration et de la ventilation (Lecev) : pour les essais sous accréditation sur le vêtement complet (portée n°1-1244 disponible sur www.cofrac.fr).
Tél. 01 69 08 37 77

GLOSSAIRE

L'examen CE de type – pour échantillons représentatifs d'une production – est la procédure de certification de conformité applicable aux EPI. Il permet la délivrance d'une attestation autorisant le fabricant à apposer le marquage CE sur son produit, obligatoire avant toute commercialisation sur le marché européen.

POUR ALLER PLUS LOIN

Les organismes notifiés en Europe :
www.eurogip.fr/fr/les-activites-d-eurogip/30
Fiche Certifier un EPI : www.irsn.fr/Certification-EPI

AVIS D'EXPERT



Nicolas Fehervari

Expert en homologation des équipements nucléaires.

“La notice engage la responsabilité du fabricant”

“ En cas d'accident du travail, la notice de l'équipement de protection individuelle (EPI) est le premier élément vérifié. Elle engage la responsabilité pénale du fabricant, de l'employeur et de l'IRSN. Ce dernier s'assure qu'elle est cohérente par rapport à la réglementation et aux tests réalisés. Outre le nom et l'adresse du fabricant, nous vérifions qu'elle est rédigée de façon précise, compréhensible et en français. Nous adressons les remarques au fabricant, qui nous transmet une nouvelle proposition, et ainsi de suite jusqu'à un accord. Lorsque nous délivrons l'attestation d'examen de type (AET), nous renvoyons la notice validée. Les éléments essentiels – performances et conformité – sont résumés dans le marquage de l'équipement. L'étiquette est placée au choix du fabricant, souvent sur la soupape. La notice contient une présentation brève : risques visés, référentiels et normes. Elle précise comment l'utiliser. Un paragraphe est consacré à la responsabilité de l'employeur : former ses salariés à son utilisation, vérifier le débit avant d'entrer en zone, etc. Les conditions d'habillage et de déshabillage indiquent de rajouter une sur-chausse au niveau du pied si le vêtement n'est pas renforcé. La notice fournit, enfin, des conseils : “Si vous observez de la buée sur la visière, quittez la zone de travail et enlevez la tenue” ...

CONTACT

Nicolas Fehervari
Tél. 01 69 08 53 98
nicolas.fehervari@irsn.fr

Transport de substances radioactives, quels sont les risques ?

Les risques liés au transport de substances radioactives sont un sujet de préoccupation pour les Français. La réglementation et les différents acteurs publics et privés veillent à la radioprotection des travailleurs et de la population. **Les réponses à 5 questions.**

1 Quels sont les colis transportés ?

Près d'un million. C'est le nombre de colis de substances radioactives* qui sont transportés chaque année en France. Il existe plusieurs risques pour la population et les travailleurs, comme l'irradiation. Les colis empruntent la route à 96%. Ils peuvent aussi être transportés par air, mer ou rail. La quasi-totalité du combustible irradié destiné au retraitement utilise le train. Environ 15% du flux annuel des colis est destiné au nucléaire. Sur les 85% restants, le secteur médical représente 28%, les contrôles industriels et immobiliers 56% et la recherche 1%. Il existe plusieurs catégories d'emballages dont les caractéristiques de résistance sont adaptées aux risques des matières qu'ils contiennent. Les "colis exceptés" comprennent les substances

les moins dangereuses : produits radiopharmaceutiques, analyseurs de la teneur en plomb des peintures, etc. Les "colis industriels" – de minerais uranifères par exemple – et "de type A" – tels les générateurs de technétium utilisés en médecine nucléaire – servent au transport de matières moyennement radioactives. Ceux "de type B" sont réservés aux contenus les plus dangereux : plutonium, déchets radioactifs vitrifiés, appareils de contrôle de soudure par gammagraphie... Ils sont soumis à des tests de résistance aux accidents sévères, comme une collision, un incendie. Un agrément de l'Autorité de sûreté nationale (ASN) leur est nécessaire.

** Soit moins de 1% des matières dangereuses transportées en France.*



Signalétique sur un conteneur transportant des emballages de matières nucléaires.



À l'avant du véhicule, un panneau orange portant le nombre 70 indique qu'il s'agit d'une matière radioactive.



Un colis peut peser de quelques kilos à 150 tonnes.

© Olivier Seignette/Mikael Lafontam/RSN

2 Quelle est la réglementation applicable ?

L'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) élabore des recommandations pour protéger les personnes et l'environnement. Elles sont transposées dans les réglementations nationales. L'Institut participe à ce processus. En France, l'arrêté dit "TMD"* du 29 mai 2009 les complète. Les substances radioactives forment la classe 7 des marchandises dangereuses. Côté radioprotection, ce qui est prévu par les codes de la santé publique et du travail s'applique à ce type de transports : le public et les travailleurs non spécialisés ne doivent pas être exposés à une dose supérieure à 1 mSv/an.

** Transports de marchandises dangereuses par voie terrestre*

3 À proximité du passage des colis, quelle est l'exposition des populations ?

Selon le principe Alara* pour la protection contre les rayonnements ionisants, les doses d'exposition reçues par le public lors des transports doivent être maintenues "au niveau aussi bas que raisonnablement possible".

La réglementation impose un débit de dose maximum de 2 mSv/h au contact du véhicule et de 0,1 mSv/h

à deux mètres de celui-ci. Pour réduire l'exposition du public, des conditions particulières sont imposées lors du stationnement pour une longue durée : mise à l'écart, barrières, etc.

* *As Low As Reasonably Achievable*

➔ À lire sur le webmagazine
Repères n°18, p. 17 - www.irsn.fr/Repères-18



Essai de chute de colis sur un poinçon.



4 En cas de collision, quels sont les risques ?*

Les colis de type B ou contenant des matières fissiles sont testés en chute de 9 mètres de hauteur sur une cible indéformable – c'est-à-dire qui n'amortit pas les chocs. Les colis impactent la cible à 50 km/h. Cela simule une collision réelle à grande vitesse. Lors d'une situation de ce type, la déformation des points impactés – camion, sol... – absorbe de l'énergie. La réglementation permet de tester la combinaison des risques, puisqu'un même emballage doit subir une chute libre sur un poinçon et une épreuve de feu pour obtenir son agrément. Ces essais sont réalisés par les industriels et expertisés par l'IRSN.

* Cette question a été posée par le public lors d'un séminaire sur les transports de substances radioactives en mars 2016. Les experts ont été interrogés sur la robustesse des colis, l'exposition de la population, le transport par rail, les risques d'attentats, etc.

WWW Pour en savoir plus :

marianne.moutarde@irsn.fr
www.irsn.fr/transports
www.asn.fr > Informer > Dossiers

5 Travailleurs, quel danger et quelle prévention ?

Les risques sont l'irradiation externe et, en cas de détérioration du colis, l'inhalation ou l'ingestion de particules radioactives. L'expéditeur doit respecter la réglementation concernant la robustesse des emballages, la fiabilité des opérations de transport et la préparation aux situations d'urgence. Il doit établir un programme de protection radiologique. Par exemple, pour le transport

d'un colis irradiant, un écran peut être posé entre ce dernier et le chauffeur. Au même titre que les autres travailleurs du nucléaire, chauffeurs et manutentionnaires bénéficient d'une classification – A, B ou non exposé –, d'un suivi médical, etc. Les chauffeurs doivent suivre une formation spécifique.

WWW Pour en savoir plus : Le transport de matière radioactive - www.irsn.fr/Transports-Livret



Chargement d'un colis dans un conteneur.

Musée du Louvre

Des chefs-d'œuvre passés sous X

Composition, structure, datation... Au Centre de recherche et de restauration des musées de France (C2RMF), la radioactivité fait parler les œuvres d'art.

Le musée du Louvre abrite bien des trésors, mais pas seulement ceux de pharaons égyptiens. Sous le jardin des Tuileries, le Centre de recherche et de restauration des musées de France (C2RMF) cache une merveille... de technologie!

Aglaé¹ est le seul accélérateur de particules au monde dédié à l'analyse d'œuvres du patrimoine. Sous l'effet de ses protons et particules alpha, la glaçure d'une céramique révèle sa composition chimique, les composants des grenats identifient leur lieu d'extraction, les ingrédients d'un vernis signent une époque... Quentin Lemasson, ingénieur d'études au C2RMF et spécialiste d'Aglaé, exerce aussi la fonction de personne compétente en radioprotection (PCR): *"Définition et balisage des zones chaudes, dosimétrie d'ambiance et des travailleurs, contrôle des équipements... Je veille sur la sécurité de quatre ingénieurs et d'un apprenti, utilisateurs permanents, d'une dizaine d'utilisateurs réguliers en interne et d'une multitude d'autres ponctuels, chercheurs, conservateurs, restaurateurs, archéologues..."*

Déterminer la composition

Le C2RMF utilise d'autres sources de rayonnements ionisants. La fluorescence X fournit la composition chimique d'un matériau en pourcentage².

La diffraction X révèle la composition structurelle d'un objet. La thermoluminescence date les minéraux. C'est la spécialité d'Antoine Zink, seconde PCR, en charge des sources radioactives: *"Je m'occupe des autorisations, de la signalisation, de l'affichage des règles de sécurité avec les noms des utilisateurs et des assistants de prévention... J'assure les vérifications internes des équipements et le suivi des contrôles externes: semestriels, annuels et en cas de modification. Je forme les personnels. Je surveille leur dosimétrie grâce aux dosimètres passifs ou d'ambiance et aux bornes de dosimétrie active. Toutes les données sont transférées à l'Institut."* Il intervient au C2RMF, mais aussi *in situ* dans les musées et monuments historiques.



Une grande variété de pièces de toutes les époques sont examinées. Un silex vieux de 10000 ans vient d'être passé au crible par Aglaé, et avant cela un centre de table en argent et argent doré, réalisé au XVI^e siècle par l'orfèvre allemand Wenzel Jamnitzer.

En 2014, sur avis de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), le C2RMF a fait appel à

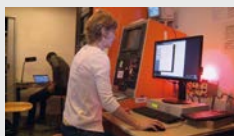
l'IRSN pour l'aider à parfaire les mesures de radioprotection autour d'Aglaé. L'accélérateur s'apprête à bénéficier d'une grande cure de jouvence, qui permettra son utilisation 24h/24. Rendez-vous en 2018. ■

1. Accélérateur Grand Louvre d'analyses élémentaires
2. Alors qu'Aglaé permet de détecter d'infimes traces élémentaires – quelques parties pour million.



VIDÉO

Retrouvez tous les reportages !



Les règles de radioprotection

www.irsn.fr/R31



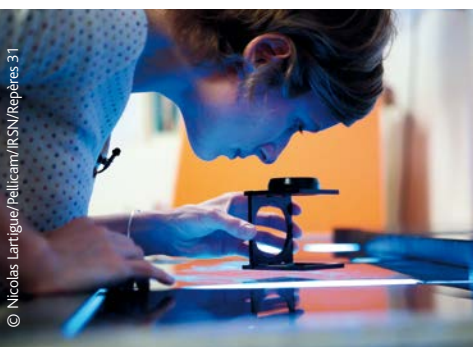
L'accélérateur de particules

www.irsn.fr/R31



Art et rayonnements

www.irsn.fr/R31



© Nicolas Lartigues/Pelticam/IRSN/Repères 31

Un outil pour percer les mystères

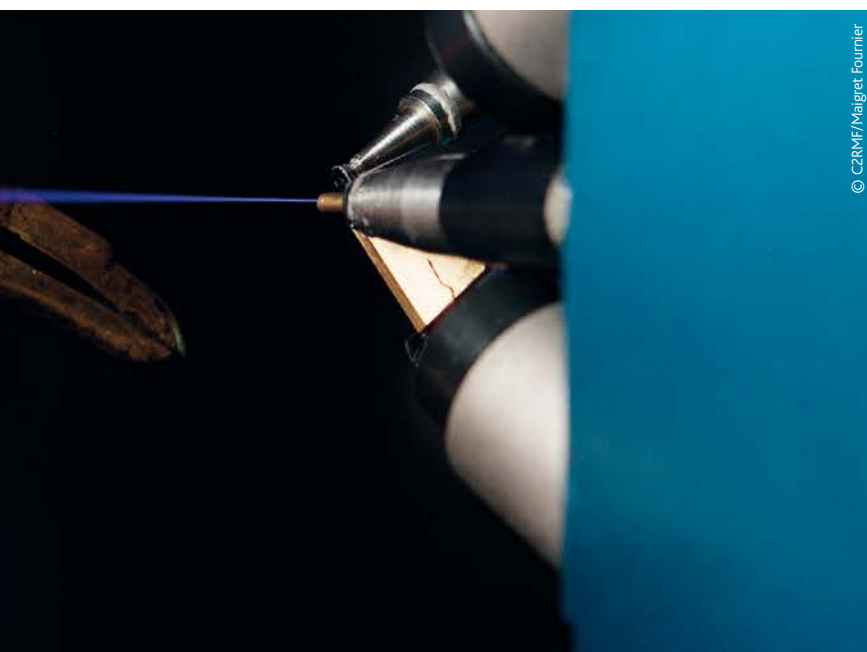
Elsa Lambert est radiologue. Photographie de formation, elle dispose du Camari, le certificat d'aptitude à manipuler les appareils de radiologie industrielle. Elle vérifie ici des clichés de radiographie pour découvrir ce qui se cache dans l'objet archéologique qu'elle vient d'examiner.



© Nicolas Lartigues/Pelticam/IRSN/Repères 31

Des trésors révélés

Sous l'œil de l'appareil de radiographie, on découvre un bassin humain pris dans une motte, issu d'une fouille archéologique. Elsa Lambert désigne une zone sur laquelle on discerne les restes d'une parure réalisée en fil métallique.



© C2RMF/Maïgret Fourmier

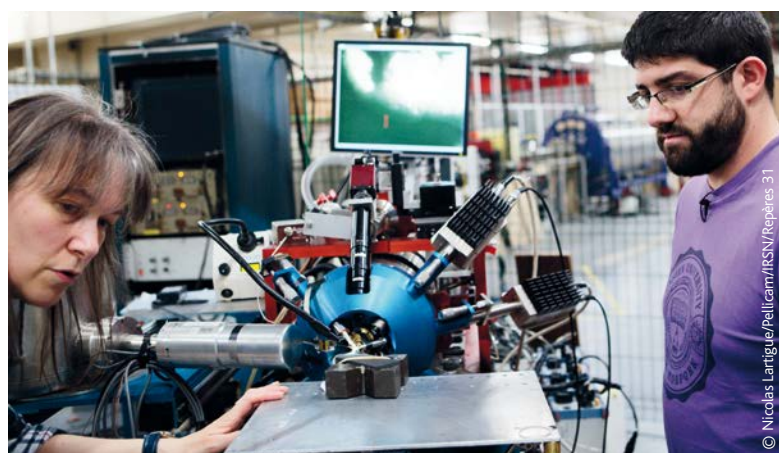


© Nicolas Lartigues/Pelticam/IRSN/Repères 31

Depuis 1987, des chercheurs venus de tous les musées de France et du monde entier se relaient pour recueillir les oracles d'Aglaé, l'Accélérateur Grand Louvre d'analyses élémentaires.

Faire parler un chef d'œuvre du xvi^e siècle

Le musée Unterlinden de Colmar (Haut-Rhin) a confié au C2RMF l'expertise du retable d'Issenheim, joyau de l'art médiéval. Ici, la radiographie dévoile la structure et les assemblages d'une partie sculptée.



© Nicolas Lartigues/Pelticam/IRSN/Repères 31



© Nicolas Lartigues/Pelticam/IRSN/Repères 31

Des mesures de sécurité adaptées

Marquage au sol des zones réglementées, signalisations lumineuses et sonores, lourdes portes blindées... le C2RMF a mis en place différents dispositifs pour assurer la radioprotection de ses collaborateurs et du public. Dès qu'Aglaé ou les appareils de fluorescence X ou de diffraction X fonctionnent, les voyants passent au rouge.

Des outils pour la radioprotection

Pour Aglaé, cinq dosimètres d'ambiance sont posés à la sortie des sources et de la cuve d'accélération, et aussi au niveau de l'aimant orientant le faisceau, de la cage de Faraday et du portail de la zone d'analyse. Un sixième placé dans la salle de commande sert de témoin. Deux personnes compétentes en radioprotection (PCR) assurent le suivi dosimétrique des travailleurs.



Le suivi dosimétrique facilité

Personnes compétentes en radioprotection, vous recherchez un service fiable pour assurer le suivi des professionnels exposés? Que vous travailliez dans le domaine médical, nucléaire, industriel ou dans la recherche, l'IRSN vous propose une gamme complète de dosimètres passifs performants et ergonomiques. Notre offre s'accompagne d'un service modulable adapté à vos besoins, avec un portail de gestion et de commande qui vous facilite la dosimétrie. Confiez vos analyses à des métrologues chevronnés.



Pour en savoir plus
Laboratoire de dosimétrie de l'IRSN (LDI)
E-mail : dosimetre@irsn.fr
Sites : dosimetre.irsn.fr



Faire avancer la sûreté nucléaire