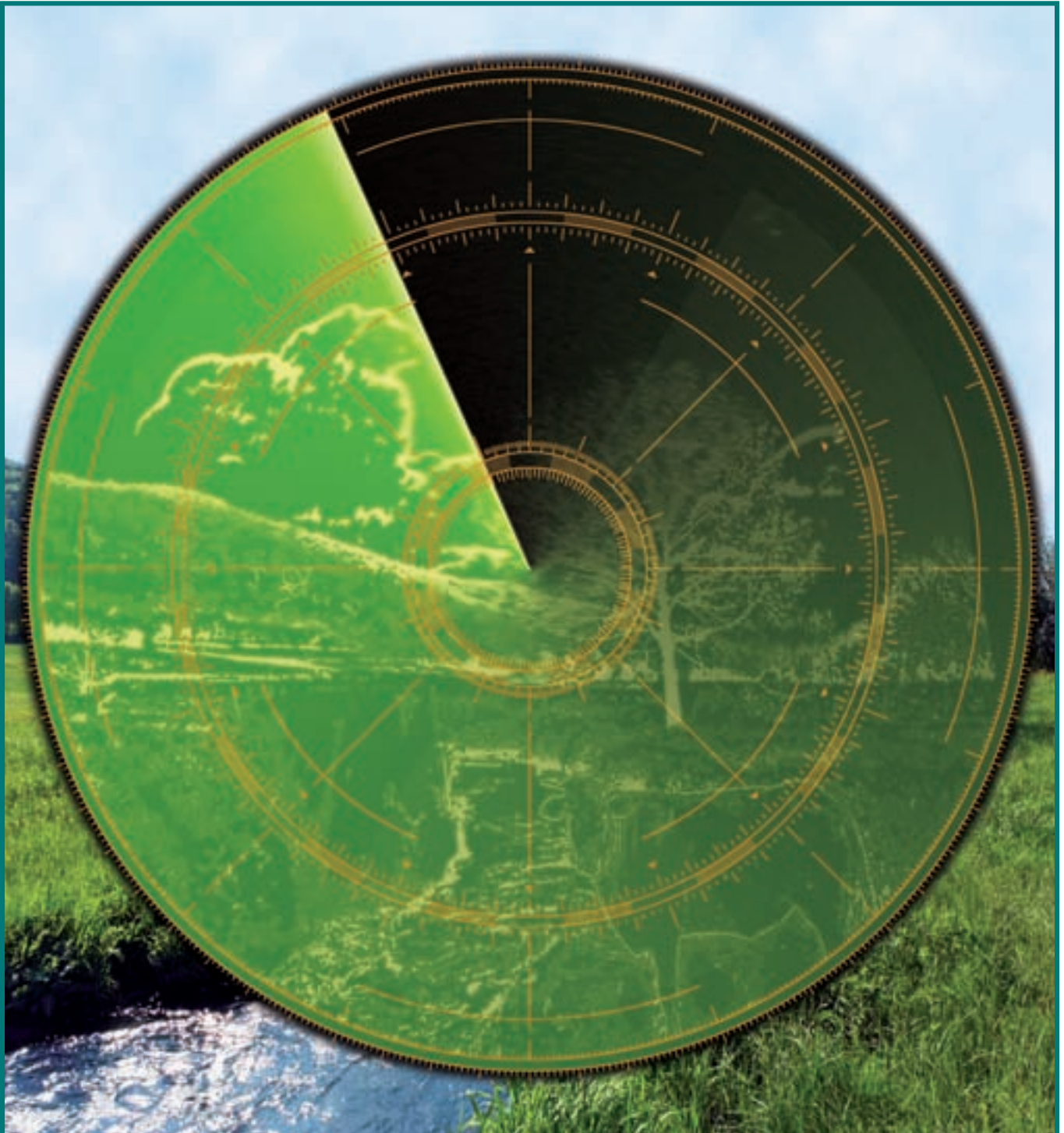


C O N T R Ô L E



La surveillance de la radioactivité de l'environnement

LA REVUE DE L'ASN N° 188 JUIN 2010





réseau national

Réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement

LA SURVEILLANCE DE LA RADIOACTIVITÉ EN TOUTE TRANSPARENCE

- 230 000 mesures de la radioactivité dans l'air, l'eau, le sol et la chaîne alimentaire.
- La carte de France des données exploitants, des associations, des laboratoires privés et universitaires.
- 15 000 nouvelles mesures par mois.



Éditorial

par **Jean-Christophe NIEL**
Directeur général de l'ASN

La protection des populations et de l'environnement vis-à-vis des rayonnements ionisants repose en premier lieu sur une surveillance de la radioactivité de l'environnement.

L'attention grandissante de la société aux enjeux environnementaux renforce l'intérêt porté à cette surveillance et conduit à des interrogations sur sa mise en œuvre.

La pollution accidentelle en uranium naturel de la rivière "la Gaffière" autour des sites nucléaires du Tricastin et de Pierrelatte en juillet 2008 a ainsi concentré l'attention des médias, des pouvoirs publics et du public sur les modalités de surveillance de la radioactivité autour des sites nucléaires, notamment des nappes phréatiques, et des interrogations sur la pertinence de la surveillance réalisée ont été soulevées.

En réalité, la surveillance de la radioactivité de l'environnement est une démarche ancienne, qui s'exerce sur l'ensemble des compartiments de l'environnement (air, eau, sols, faune et flore) et sur l'ensemble du territoire national. Elle fait également appel à une pluralité d'acteurs qui contribuent à la cohérence et à la fiabilité de l'ensemble du dispositif.

La nécessité de mettre en œuvre des dispositifs de surveillance de la radioactivité de l'environnement apparaît ainsi dès les années '50 avec les interrogations sur les effets des retombées atmosphériques des essais nucléaires. La surveillance se développe ensuite avec la mise en œuvre progressive du parc électronucléaire français et elle est renforcée en 1986 suite à l'accident de Tchernobyl.

La loi du 13 juin 2006 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire renforce le dispositif législatif et réglementaire en matière de protection de l'environnement. L'environnement est désormais un intérêt protégé au même titre que la sûreté nucléaire. Cette loi instaure également des avancées fortes en matière de transparence et d'accès du public aux informations environnementales et a renforcé le rôle des parties prenantes en instituant le Haut comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire (HCTISN) et en renforçant le rôle des commissions locales d'information (CLI).

En matière de transparence, l'ouverture du site internet du Réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement en février 2010, avec un accès direct du public à l'ensemble des mesures de la radioactivité de l'environnement consacre par ailleurs un travail initié par l'Autorité de sûreté nucléaire en 2002 avec l'appui de l'IRSN. Il a nécessité une collaboration et un engagement constant de l'ensemble des parties prenantes en matière de surveillance de la radioactivité de l'environnement (IRSN, exploitants nucléaires, associations, pouvoirs publics...).

Pour autant la stratégie de surveillance doit être constamment interrogée pour prendre en compte les demandes nouvelles de la société, les évolutions technologiques, les progrès de la normalisation, les résultats des réflexions récentes et apports des travaux nationaux et internationaux en matière de protection de l'environnement. L'ASN, qui a pour mission d'organiser une veille permanente en matière de radioprotection sur le territoire national, veille à ce que l'ensemble des demandes, évolutions et réflexions soient intégrées dans la stratégie de surveillance mise en place sur le territoire national.

Ce numéro 188 de *Contrôle* a pour ambition de présenter le dispositif actuel de surveillance de la radioactivité de l'environnement dans sa pluralité et de rendre compte des enjeux actuels.

Paris, le 1^{er} juin 2010



Foreword

The protection of people and the environment from radiation is primarily based on monitoring radioactivity in the environment.

The growing attention of society to environmental issues increases interest in such monitoring and gives rise to questions regarding its implementation.

Accidental pollution of the Gaffière river with natural uranium around the nuclear sites of Pierrelatte and Tricastin in July 2008 focused the attention of the media, the government and the public on the way radioactivity around nuclear sites is monitored, including groundwater tables, and questions about the adequacy of the monitoring carried out have been raised.

In fact, the monitoring of radioactivity in the environment is a longstanding procedure, which is extended to include all aspects of the environment (air, water, soil, fauna and flora) and the entire country. It also involves a large number of different players, who contribute to the consistency and reliability of the entire process.

The need to implement procedures for monitoring radioactivity in the environment appeared as early as the 1950s with questions about the effects of fallout from nuclear testing. Monitoring then developed alongside the gradual expansion of French nuclear power plants and was reinforced in 1986 following the Chernobyl accident.

The law of 13 June 2006 on nuclear transparency and safety reinforces legislative and regulatory protection of the environment. The environment has now become a protected interest in the same way as nuclear safety. This law also established a high level of transparency and public access to environmental information and strengthened the role of stakeholders by establishing the French high committee for transparency and information on nuclear safety (HCTISN) and strengthening the role of local information committees.

In terms of transparency, the launch of the website for the National Network for the measurement of environmental radioactivity in February 2010, with direct public access to all measurements of radioactivity in the environment, concentrates on the work begun by the Nuclear Safety Authority in 2002. It has required the cooperation and ongoing commitment of all stakeholders in the monitoring of radioactivity in the environment (IRSN, nuclear operators, associations, public authorities, and so on).

However, the monitoring strategy must be constantly examined to reflect the new demands of society, technological developments, the progress of standardization, the results of recent thinking and input from national and international work on environmental protection. The French Nuclear Safety Authority (ASN), whose mission is to organize continuous monitoring of radiation safety nationally, ensures that all applications, developments and ideas are integrated into the monitoring strategy in place throughout the country.

Number 188 of *Contrôle* aims to present the current system of monitoring radioactivity in the environment in all its diversity and to report on current issues.

Paris, June 1st, 2010



La surveillance de la radioactivité de l'environnement

The environmental radioactivity monitoring



Prélèvement d'herbe réalisé par l'IRSN pour analyse

DOSSIER : LA SURVEILLANCE DE LA RADIOACTIVITÉ DE L'ENVIRONNEMENT

| | | |
|--|---|----|
| ■ ■ | La surveillance de la radioactivité de l'environnement : cadre, objectifs, enjeux et perspectives | 5 |
| | <i>Monitoring radioactivity in the environment: context, objectives, challenges and prospects</i> par Julien Collet, directeur de l'environnement et des situations d'urgence et Pierrick Jaunet, adjoint au directeur – Autorité de sûreté nucléaire (ASN) | |
| | Le Réseau National de Mesures de la radioactivité de l'environnement | 12 |
| | <i>The French National Network for the Measurement of Environmental Radioactivity</i> par Pierrick Jaunet, adjoint au directeur de l'environnement et des situations d'urgence – Autorité de sûreté nucléaire (ASN) | |
| LA RADIOACTIVITÉ DANS L'ENVIRONNEMENT | | |
| ■ ■ | Évolution de la radioactivité artificielle dans l'environnement français au cours des 50 dernières années et doses associées ; influence du fonctionnement actuel des installations nucléaires | 18 |
| | <i>Development of artificial radioactivity in the French environment during the past 50 years and related doses; effect of the current operation of nuclear facilities</i> par Philippe Renaud et Sylvie Roussel-Debet, Laboratoire d'études radioécologiques en milieux continental et marin (LERCM), Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) | |
| | Reconstitution des rejets gazeux en tritium des installations du centre CEA de Saclay à partir des cernes de deux arbres de plus de 50 ans | 24 |
| | <i>Reconstruction of gaseous tritium waste from the CEA centre facilities at Saclay using rings from two trees over 50 years old</i> par Yves Bourlat, adjoint au directeur du CEA Saclay, responsable des unités de protection sécurité et environnement – DSM/SAC/UPSE, Jean-Michel Taillade, chargé d'affaires assainissement et environnement au CEA Saclay – DSM/SAC/UPSE, Nicolas Baglan – CEA/DAM/DIF, Gilles Alanic – CEA/DAM/DIF et Fabien Pointurier – CEA/DAM/DIF | |
| TRANSPARENCE ET INFORMATION ENVIRONNEMENTALE | | |
| ■ ■ | Les actions de l'ASN pour répondre à l'évolution de la demande du public en matière de transparence environnementale | 29 |
| | <i>Actions of the French Nuclear Safety Authority in response to the growth in public demand for environmental transparency</i> par Nathalie Clüpet, responsable du pôle public professionnel – Direction de la communication et de l'information des publics (ASN) | |
| | Enjeux de la surveillance de l'environnement et action des commissions locales d'information | 34 |
| | <i>Issues regarding environmental monitoring and action of local information commissions</i> par Suzanne Gazal, présidente du Comité scientifique de l'Association nationale des CLI (ANCLI) et Monique Sené, vice présidente de l'ANCLI, vice présidente du Comité scientifique de l'Association nationale des CLI (ANCLI) | |
| | L'indice de radioactivité de l'environnement | 40 |
| | <i>Index of radioactivity levels of the environment</i> par Marc Fournier, chargé d'affaires à la Direction de l'environnement et des situations d'urgence – ASN | |
| ASSURER LA QUALITÉ DES MESURES | | |
| ■ ■ | Mesurer la radioactivité de l'environnement : pas si simple... | 45 |
| | <i>Measurement of radioactivity of environment, not so simple...</i> par Guy Granier, secrétaire technique de la Commission d'établissement des méthodes d'analyse – CEA Marcoule | |
| | Normalisation du mesurage des radionucléides dans l'environnement | 51 |
| | <i>Standardizing the measurement of radionuclides in the environment</i> par Dominique Calmet, Président des groupes ISO TC 85/WG17 et TC 147/WG4, Henri Maubert, Président de la Commission M60-3 du BNEN, Philippe Béguinot, Animateur du groupe "Eau" de la Commission M60-3 du BNEN, Marie-Christine Robé, Animatrice du groupe "Air" de la Commission M60-3 du BNEN, Guy-Philippe Oswald, Secrétaire général du BNEN et Laurence Thomas, Secrétaire AFNOR | |
| | L'agrément des laboratoires de mesures de la radioactivité de l'environnement | 55 |
| | <i>Accreditation of laboratories measuring environmental radioactivity</i> par Marie-Noëlle Levelut, chargée d'affaire à la Direction de l'environnement et des situations d'urgence – ASN | |
| ASSURER UNE SURVEILLANCE PERMANENTE SUR LE TERRITOIRE NATIONAL, SUR L'ENSEMBLE DES COMPARTIMENTS ENVIRONNEMENTAUX | | |
| ■ ■ | La surveillance de la radioactivité de l'environnement à l'IRSN. Perspectives d'évolution | 64 |
| | <i>Monitoring of radioactivity in the environment by IRSN. Prospects of evolution</i> par Jean-Marc Peres, chef du Service d'étude et de surveillance de la radioactivité dans l'environnement, Direction de l'environnement et de l'intervention (DEI) – Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) | |
| | La surveillance de la radioactivité des denrées et les actions du Ministère chargé de l'alimentation | 69 |
| | <i>Monitoring radioactivity in food and actions of the Ministry in charge of food</i> par Charlotte Grastilleur, chef du bureau de la législation alimentaire, Sous-direction de la qualité de l'alimentation, Direction générale de l'alimentation, Ministère de l'alimentation, de l'agriculture et de la pêche | |
| | Mesure de la radioactivité de l'environnement en situation d'urgence radiologique ou post-accidentelle | 74 |
| | <i>Radioactivity measurement for emergency or post-accident situations</i> par Didier Champion, directeur de l'environnement et de l'intervention – Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) | |
| | La surveillance de l'environnement exercée par une association : l'observatoire citoyen de la radioactivité dans l'environnement | 79 |
| | <i>Environmental monitoring carried out by an association: the citizen watchdog of radioactivity in the environment</i> par David Boilley et Mylène Josset, Association pour le contrôle de la radioactivité dans l'Ouest (ACRO) | |
| | Le réseau de surveillance de la radioactivité atmosphérique géré par l'ASPA | 83 |
| | <i>Measurement network for atmospheric radioactivity managed by ASPA</i> par Guy Claus, responsable pôles technique et qualité – Association pour la surveillance et l'étude de la pollution atmosphérique en Alsace (ASPA) | |



| | |
|---|------------|
| L'Observatoire Pérenne de l'Environnement ANDRA | 86 |
| <i>The Perennial Environment Observatory by ANDRA (the French National Radioactive Waste Management Agency)</i> | |
| par Élisabeth Leclerc, Observation et surveillance de l'environnement, Direction scientifique – Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (ANDRA) | |
| Mesures de l'activité volumique du radon dans les bâtiments | 91 |
| <i>Measurement of radon activity concentration in buildings</i> | |
| par Jean-Luc Godet, directeur des rayonnements ionisants et de la santé, Marie-Line Perrin, adjoint au directeur, Cyril Pineau et Éric Dechaux, chargés d'affaires – Direction des rayonnements ionisants et de la santé (ASN) | |
| La surveillance de l'environnement autour des centres nucléaires de production d'électricité d'EDF en France | 96 |
| <i>Environmental monitoring around nuclear power plants of EDF in France</i> | |
| Par Vincent Chrétien et Pierre-Yves Hemidy, Division production nucléaire – EDF | |
| Surveillance radiologique de l'environnement du site AREVA NC de La Hague | 102 |
| <i>Radioactivity monitoring of the environment of AREVA NC site at La Hague</i> | |
| Par Serge Le Bar, Direction qualité, sécurité, sûreté-environnement de l'Établissement AREVA NC de La Hague et Patrick Devin, Direction sûreté, santé, sécurité, environnement d'AREVA | |
| Suivi de l'impact radiologique environnemental des activités du site AREVA du Tricastin | 108 |
| <i>Monitoring of the radiological environmental impact of the AREVA site of Tricastin</i> | |
| par Catherine Mercat, Frédéric Brun, Patrice Florens, Jany Petit, Direction sûreté environnement du site du Tricastin AREVA NC Pierrelatte, François Garnier, Direction qualité sécurité sûreté environnement – EURODIF Production et Patrick Devin, Direction sûreté, santé, sécurité, environnement d'AREVA | |
| La surveillance environnementale du site du CEA-Valduc | 115 |
| <i>Environmental monitoring of the CEA Valduc centre</i> | |
| par Philippe Guetat, directeur adjoint et Laurent Jaskula, chef du service de protection contre les rayonnements – CEA Valduc | |
| Surveillance autour des INBS des ports militaires | 121 |
| <i>Monitoring around the secret nuclear facilities of naval ports</i> | |
| Par Donald Jaskierowicz, pharmacien en chef, conseiller scientifique et technique, état-major de la marine et Stéphane Quééré, capitaine de corvette, adjoint chargé de la prise en compte des installations nucléaires sur l'environnement et le personnel – Marine nationale | |
| Surveillance de l'environnement et expertise indépendante : l'expérience de la Commission locale d'information de Cadarache | 127 |
| <i>Environmental monitoring and independent analysis: the experience of the local information commission in Cadarache</i> | |
| par Monique Foucher, représentante de l'Association FARE Sud au sein de la CLI de Cadarache | |
| LE CADRE EUROPÉEN ET INTERNATIONAL | |
| ■ ■ Surveillance de la radioactivité dans l'environnement. Le rôle de la Commission Européenne | 131 |
| <i>Monitoring radioactivity in the environment: the role of the European Commission</i> | |
| par Constant Gitzinger, Direction générale de l'énergie – Commission Européenne | |
| Réseau américain de surveillance radiologique de l'air | 134 |
| <i>RadNet Radiological Air Monitoring Network</i> | |
| par J. Scott Telofski, PE, responsable du programme RadNet, Daniel R. Askren, Ph.D., responsable des opérations RadNet, Charles M. Petko, Ph.D., analyste du programme, Ronald G. Fraass, directeur du laboratoire NAREL – Agence américaine de protection de l'environnement, Département des rayonnements et de l'air intérieur – ORIA, Laboratoire environnemental d'analyse des rayonnements et de l'air – NAREL (Montgomery, Alabama, USA) | |
| Résultats de la surveillance de l'environnement – Troisième évaluation périodique de la progression dans le sens de la réalisation de l'objectif de la Stratégie substances radioactives d'OSPAR | 143 |
| <i>Results of environmental monitoring – Third periodic assessment of progress towards the achievement of OSPAR strategy for radioactive substances</i> | |
| par Dr Justin P. Gwynn, vice-président du Comité substances radioactives d'OSPAR – Autorité de radioprotection norvégienne – Tromsø (Norvège) | |
| La coopération internationale pour une gestion intégrée de la zone côtière | 149 |
| <i>International cooperation for integrated management of coastal regions</i> | |
| par Emmanuel Bosc, chargé de Recherches, Fanny Houbrèque, chargée de Recherches, Florence Boisson, consultant auprès de l'AIEA, Jan Scholten, directeur de Recherches et Maria Betti, directrice des laboratoires de l'environnement – Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) Monaco | |



L'ESSENTIEL DE L'ACTUALITÉ DE LA SÛRETÉ NUCLÉAIRE ET DE LA RADIOPROTECTION DE FÉVRIER, MARS ET AVRIL 2010

| | |
|--|------------|
| ■ ■ L'actualité nationale et internationale | 156 |
| ■ ■ L'actualité régionale de l'ASN | 169 |

La surveillance de la radioactivité de l'environnement : cadre, objectifs, enjeux et perspectives

Monitoring radioactivity in the environment: context, objectives, challenges and prospects

par **Julien Collet**, directeur de l'environnement et des situations d'urgence et **Pierrick Jaunet**, adjoint au directeur de l'environnement et des situations d'urgence – Autorité de sûreté nucléaire (ASN)

Prendre en compte la surveillance de la radioactivité de l'environnement du territoire national dans sa globalité peut apparaître comme un exercice complexe.

En effet, la surveillance s'exerce tout d'abord sur l'ensemble des compartiments de l'environnement : les eaux (eaux de surface et souterraines), l'air, les sols, les compartiments biologiques (faune, flore, lait), le débit de dose gamma ambiant. Elle intègre plus largement la protection sanitaire des aliments avec le contrôle des eaux de boisson et des aliments, qu'il s'agisse de produits cultivés localement ou bien de produits d'importation.

Ensuite, cette surveillance doit répondre à plusieurs objectifs qui nécessitent des stratégies de mise en œuvre distinctes avec, à chaque surveillance mise en œuvre, une réflexion nécessaire sur l'objet même de la mesure (rayonnement concerné, mesure d'un indice global de la radioactivité ou recherche de radionucléides spécifiques) et des contraintes techniques et métrologiques spécifiques. Les contraintes liées au mesurage sont à cet égard importantes et le niveau de performance métrologique atteint dépend de nombreux paramètres : durée du mesurage, taille de l'échantillon prélevé, matériel utilisé...

Enfin, la surveillance est exercée par une pluralité d'acteurs qui assignent à la surveillance des objectifs et des attentes spécifiques.

Le présent article présente les objectifs de la surveillance, le cadre réglementaire dans lequel elle s'exerce, ses acteurs, les dispositifs sur lesquels elle s'appuie et les principaux enjeux auxquels elle est confrontée.

Les objectifs de la surveillance de la radioactivité de l'environnement

La protection sanitaire des populations et de l'environnement au regard des expositions radiologiques

L'objectif premier de la surveillance est la protection sanitaire des populations et de l'environnement au regard des expositions radiologiques. La surveillance de l'environnement va en effet permettre de contribuer à l'estimation de l'impact des rayonnements ionisants sur l'homme et l'environnement, que leur origine soit anthropique (retombées des essais nucléaires atmosphériques, rejets des installations nucléaires) ou naturelle. À cet égard, il faut noter que les principales expositions aux rayonnements ionisants de la population sont d'origine naturelle ou résultent de situations de radioactivité naturelle renforcée.

La connaissance de l'état radiologique de l'environnement

La connaissance de l'état radiologique de l'environnement est indispensable pour pouvoir comparer dans le temps l'état radiologique d'un environnement donné, que ce soit pour estimer au cours du temps les évolutions de son état radio-écologique, pour estimer l'impact du fonctionnement d'une installation nucléaire (exposition chronique de la population) ou pour apprécier l'impact d'une exposition accidentelle. Cette connaissance passe par l'identification et par la caractérisation des différents radionucléides présents dans les différents compartiments de l'environnement, la quantification des niveaux de radioactivité de l'environnement et un suivi de l'évolution spatiale et temporelle de la radioactivité.

La détection précoce de toute élévation anormale de la radioactivité de l'environnement

La surveillance de la radioactivité de l'environnement doit ensuite permettre de détecter et de suivre aussi rapidement que possible toute évolution anormale de la radioactivité, que l'origine de cette évolution soit consécutive à une situation accidentelle ou incidente ou qu'il s'agisse de phénomènes naturels ponctuels. Cela implique de pouvoir détecter une élévation de la radioactivité d'origine artificielle jusqu'à plusieurs ordres de grandeur inférieurs aux fluctuations de la radioactivité

Executive Summary

The aims of environmental radioactivity monitoring are multiples: protection of human health and environment, knowledge of the radiological status of the environment, early detection of radiological events, public information. This monitoring is ensured by several stakeholders (licensees, IRSN, ASN, state and local authorities, associations...) and in all environment compartments (air, water, soil, fauna and flora...).

Within a European regulatory context, the Nuclear Transparency and Security Act 2006-686 of 13 June 2006 (TSN Act) reinforces the importance attached to consideration of safety, radiation protection and the environment. Other developments in the scope of environmental radioactivity must be noted: new stakeholders, lower background radiation, deployment of the French National Network of Environmental Radioactivity Monitoring (RNM), evolution of the ICPR thoughts to take better account of environmental protection, post-accident management doctrine, new concerns about environmental behaviour of some radionuclides. In order to maintain a quality policy in the field of environmental radioactivity measurements and to ensure the transparency of information, ASN will make sure that the strategy of environmental radioactivity monitoring will take into account these concerns.



ambiante d'origine naturelle. Cela suppose également de mettre en place des dispositifs de surveillance permettant de garantir la protection des consommateurs : surveillance des denrées alimentaires que ce soit au niveau des productions agricoles locales ou importées et des eaux de boisson.

En cas de situation accidentelle ou de situation nécessitant un suivi particulier (suivi de la qualité radiologique des eaux souterraines et superficielles en cas de détection d'un marquage radiologique anormal par exemple), une surveillance de la radioactivité de l'environnement doit être mise en œuvre dans les plus brefs délais pour obtenir une caractérisation radiologique de l'événement et, en tant que de besoin, prendre des dispositions pour limiter son impact sur l'homme.

Le respect de la réglementation par les exploitants exerçant une activité nucléaire

Pour ce qui concerne les installations exerçant une activité nucléaire, le marquage de l'environnement lié aux rejets de ces installations est en général extrêmement faible. Aussi, l'impact radiologique des installations nucléaires est-il estimé en premier lieu à partir des rejets des installations et non à partir des mesures directes effectuées dans l'environnement. Néanmoins, quel que soit le statut juridique de l'installation (installations nucléaires de base, installations classées pour la protection de l'environnement, activités soumises au code de la santé publique), une surveillance particulière doit être mise en place pour vérifier que l'impact radiologique de ces installations reste très inférieur aux valeurs limites fixées par la réglementation (1 mSv/an pour le public) et que l'exploitant respecte les valeurs limites de rejets qui lui sont fixées par les autorités.

L'information du public

Enfin, l'ensemble de cette surveillance doit permettre d'informer le public sur les niveaux de radioactivité de l'environnement rencontrés, notamment par une mise à disposition centralisée des résultats de mesures. C'est l'objectif principal du Réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement qui, par la constitution d'une base de données unique regroupant l'ensemble des mesures de radioactivité de l'environnement et sa restitution au public, permet de garantir une information fiable, crédible et compréhensible. À ce titre, l'ASN considère que l'information du public constitue un objectif en soi qui doit être intégrée dans la stratégie de surveillance globale.

Le contexte réglementaire

Un contexte européen

La surveillance de la radioactivité de l'environnement s'exerce dans un cadre européen. Tout État-membre,

qu'il dispose d'installations nucléaires ou non, doit, conformément aux articles 35 et 36 du traité EURATOM¹, mettre en place des installations de contrôle permanent de la radioactivité de l'atmosphère, des eaux et du sol afin de garantir le contrôle du respect des normes de base pour la protection sanitaire de la population et des travailleurs contre les dangers résultant des rayonnements ionisants.

La Commission européenne a, par ailleurs, le droit d'accéder à ces installations de contrôle. À l'issue de ses vérifications, la Commission fournit un avis sur les moyens de contrôle mis en place par les États-membres pour la surveillance des rejets liquides et gazeux radioactifs dans l'environnement et des niveaux de radioactivité dans l'environnement. Les installations françaises ont ainsi été régulièrement visitées par la Commission. Les dernières vérifications ont porté sur l'usine de retraitement de La Hague en 2005 et sur l'installation EURODIF du site de Pierrelatte en 2008. La Commission a conclu² au respect par la France de l'article 35 du traité EURATOM.

La législation française et l'organisation de la surveillance de la radioactivité de l'environnement découlent de ces obligations.

L'action de l'Autorité de sûreté nucléaire

L'article 4 de la loi n° 2006-686 du 13 juin 2006 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire (dite "loi TSN") confie à l'ASN la mission "d'organiser une veille permanente en matière de radioprotection sur le territoire national", dont la surveillance radiologique de l'environnement fait partie intégrante.

À ce titre, l'ASN prend des décisions réglementaires à caractère technique soit de portée générale, qui s'appliquent à l'ensemble des exploitants d'installations nucléaires de base, soit de portée individuelle, qui réglementent une installation particulière. L'ASN fixe, à cet égard, des prescriptions minimales en matière de surveillance de la radioactivité de l'environnement et s'assure ensuite du respect de ces prescriptions, notamment par l'examen des registres de surveillance produits par les exploitants et par la conduite d'inspections.

L'ASN fixe par ailleurs les orientations du Réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement (RNM) et délivre des agréments aux laboratoires qui réalisent des mesures de radioactivité de l'environnement, notamment dans le cadre de la surveillance réglementaire des installations nucléaires. À ce titre, elle préside les deux instances du Réseau national de mesures : le comité de pilotage du RNM et la commission d'agrément des laboratoires de mesures chargée d'émettre un avis technique sur les dossiers de demande d'agrément des laboratoires de mesures.

L'ASN assure également un rôle majeur en matière d'information du public en s'assurant notamment de la mise

1. Signé en 1957 et entré en vigueur en 1958, dans un contexte de déficit en énergie, le traité EURATOM a pour but de permettre le développement de l'énergie nucléaire tout en assurant la protection de la population des travailleurs contre les effets nocifs des rayonnements ionisants.

2. L'ensemble des conclusions de ces vérifications sont disponibles sur le site internet de la Commission européenne (<http://ec.europa.eu>)

à disposition du public des informations environnementales, soit directement par ses publications (site internet, rapport annuel, revue *Contrôle*, publication des rapports d'inspections), soit indirectement en s'assurant par exemple du respect des transmissions des données par les exploitants au Réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement ou bien encore en s'assurant que le droit d'accès aux informations environnementales par le public est respecté.

Enfin, l'ASN apporte son concours au ministère chargé de la santé pour la définition des dispositions techniques applicables au contrôle sanitaire de la qualité radiologique des eaux destinées à la consommation humaine, ainsi que pour l'agrément des laboratoires réalisant les mesures de contrôle.

Les ministères et les services déconcentrés de l'État

Les ministères chargés de la santé, de l'environnement, de l'industrie et de la défense, concourent à l'élaboration de la réglementation applicable à certaines activités nucléaires : code de la santé publique (CSP) pour la protection de la population contre les rayonnements ionisants qui institue notamment le Réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement, code de l'environnement (législation des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE), régime applicable notamment aux anciennes installations de stockage de résidus miniers), régime des installations nucléaires de base (INB), encadrement des installations et activités nucléaires intéressant la défense pour le ministère de la Défense.

Les dispositifs de surveillance

La surveillance de la radioactivité de l'environnement repose sur trois types de dispositifs :

- des dispositifs de prélèvements et de mesures en continu *in situ* associés éventuellement à un dispositif de retransmission en temps réel. Dans ce cas, ces dispositifs sont utilisés principalement pour la détection précoce d'événements radiologiques ; les principaux réseaux de mesures sont les balises de mesures de l'équivalent du débit de dose gamma ambiant (réseau de balises Télecay de l'IRSN par exemple) ;
- des dispositifs de prélèvements en continu avec une mesure de la radioactivité en différé en laboratoire : cela concerne essentiellement les mesures effectuées dans l'air (aérosols, mesures de radionucléides spécifiques comme le tritium ou le carbone 14) et dans les eaux de surface où des hydro-collecteurs sont mis en place. Les durées de prélèvements et de mesure varient très fortement suivant l'objectif recherché (niveau de performances à atteindre, délai souhaité pour l'obtention du résultat...) et les caractéristiques du matériel utilisé ;
- des prélèvements ponctuels et des mesures en laboratoires : c'est typiquement le cas des mesures effectuées sur les sols, sur la faune et la flore terrestres et aquatiques ou sur les denrées alimentaires.



Station d'aérosols – Prélèvement d'aérosols atmosphériques sur un filtre (500 m³/heure)

Qui réalise des mesures ?

Les exploitants d'installations nucléaires

Au titre de leur responsabilité première, les exploitants effectuent une surveillance de l'environnement autour des sites nucléaires, en application des prescriptions individuelles qui définissent les mesures à réaliser et leur périodicité, et selon les dispositions complémentaires qu'ils peuvent prendre pour leur propre suivi. Environ 120 000 mesures ont été transmises par les exploitants au Réseau national de mesures en 2009.

La quasi-totalité des sites nucléaires de France fait ainsi l'objet d'une surveillance systématique de l'environnement. La nature de ce suivi est proportionnée aux risques ou inconvénients que peut présenter l'installation sur l'environnement tels qu'ils sont présentés dans le dossier d'autorisation et notamment dans l'étude d'impact. Lorsque plusieurs installations (INB ou non) sont présentes sur un même site, la surveillance peut être commune à l'ensemble de ces installations.

La surveillance réglementaire de l'environnement des INB est adaptée à chaque type d'installation selon qu'il s'agit d'un réacteur électronucléaire, d'une usine ou d'un laboratoire. La nature de la surveillance de l'environnement associée à des rejets liquides qui doit être prescrite dans l'arrêté d'autorisation est définie aux articles 14, 22 et 23 de l'arrêté ministériel du 26 novembre 1999.

Conformément à ces dispositions réglementaires, le principe du suivi radiologique de l'environnement est synthétisé dans le tableau 1.

L'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN)

Le décret modifié du 22 février 2002 confie à l'IRSN la mission d'assurer la surveillance radiologique du territoire national. La surveillance réalisée par l'Institut s'exerce donc à proximité des installations nucléaires mais aussi en dehors des zones d'influence de ces installations. À cet effet, l'Institut dispose de réseaux de prélèvements et de surveillance sur l'ensemble du territoire



Tableau 1 : exemples d'obligations réglementaires en matière de surveillance de l'environnement

| Milieu surveillé ou nature du contrôle | Centrale électronucléaire | Laboratoire ou usine |
|--|--|--|
| Air au niveau du sol | <ul style="list-style-type: none"> • 4 stations de prélèvement en continu des poussières atmosphériques sur filtre fixe avec mesures quotidiennes de l'activité β globale (βG). Spectrométrie γ si $\beta G > 2 \text{ mBq/m}^3$ • 1 prélèvement en continu sous les vents dominants avec mesure hebdomadaire du tritium (^3H) | |
| Rayonnement γ ambiant | <ul style="list-style-type: none"> • 4 balises à 1 km avec mesure en continu et enregistrement • 10 balises avec mesures en continu aux limites du site (relevé mensuel) • 4 balises à 5 km avec mesure en continu | <ul style="list-style-type: none"> • 4 balises à 1 km avec mesure en continu et enregistrement • 10 dosimètres intégrateurs aux limites du site (relevé mensuel) |
| Pluie | <ul style="list-style-type: none"> • 1 station sous le vent dominant (collecteur mensuel) avec mesure de βG et du ^3H sur mélange mensuel | <ul style="list-style-type: none"> • 2 stations de prélèvement en continu dont une sous le vent dominant avec mesure hebdomadaire de βG et du ^3H |
| Milieu récepteur des rejets liquides | <ul style="list-style-type: none"> • Prélèvement dans la rivière en amont et à mi-rejet, pour chaque rejet (centrale en bord de fleuve) ou prélèvement après dilution dans les eaux de refroidissement et prélèvements bimensuels en mer (centrale en bord de mer) : mesure de βG, du potassium (K) et du ^3H • Prélèvement continu ^3H (mélange moyen quotidien) • Prélèvements annuels dans les sédiments, la faune et la flore aquatiques avec mesure de βG, du K et du ^3H, spectrométrie γ | <ul style="list-style-type: none"> • Prélèvements au moins hebdomadaire de l'eau du milieu récepteur avec mesure de l'activité α globale, βG, du K et du ^3H • Prélèvements annuels dans les sédiments, la faune et la flore aquatiques pour réalisation notamment d'une spectrométrie γ |
| Eaux souterraines | <ul style="list-style-type: none"> • 5 points de prélèvement (contrôle mensuel) avec mesure de βG, du K et du ^3H | <ul style="list-style-type: none"> • 5 points de prélèvement (contrôle mensuel) avec mesure de βG, du K et du ^3H • Mesure de l'activité α globale |
| Sol | <ul style="list-style-type: none"> • 1 prélèvement annuel de la couche superficielle des terres avec spectrométrie γ | |
| Végétaux | <ul style="list-style-type: none"> • 2 points de prélèvement d'herbe (contrôle mensuel) avec mesure de βG, du K et spectrométrie γ. Mesure du carbone 14 (^{14}C) et du carbone total (trimestriellement) • Campagne annuelle sur les principales productions agricoles avec mesure de βG, du K, du ^{14}C et du carbone total, et spectrométrie γ. | <ul style="list-style-type: none"> • 4 points de prélèvement d'herbes (contrôle mensuel) • Campagne annuelle sur les principales productions agricoles avec mesure de βG, du K, du ^{14}C et du carbone total, et spectrométrie γ |
| Lait | <ul style="list-style-type: none"> • 2 points de prélèvement (contrôle mensuel) avec mesure de l'activité β, du K et annuellement du ^{14}C | <ul style="list-style-type: none"> • 1 point de prélèvement (contrôle mensuel) avec mesure de l'activité β et spectrométrie γ (+ ^3H et ^{14}C périodiquement) |

βG = bêta global

qui couvrent tous les compartiments de l'environnement. La surveillance de l'Institut autour des sites nucléaires permet en particulier de s'assurer de la qualité de celle exercée par les exploitants nucléaires.

Ces dispositifs sont complétés par le traitement et la mesure en laboratoire d'échantillons prélevés dans différents compartiments de l'environnement à proximité ou non d'installations susceptibles de rejeter des radionucléides dans l'environnement.

L'IRSN a transmis au Réseau national de mesures 80 000 mesures en 2009.

L'IRSN contribue également à l'évaluation de l'état radiologique de l'environnement en réalisant des expertises et en conduisant des études et des recherches approfondies sur la radioactivité de l'environnement afin d'acquérir une connaissance plus fine de l'état radiologique de l'environnement. Enfin, le code de la santé publique confie à

l'IRSN la mission d'assurer la gestion du Réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement.

L'Autorité de sûreté nucléaire

L'ASN s'assure du respect de la réglementation des exploitants des installations nucléaires de base par des inspections qui portent notamment sur le respect par les exploitants des prescriptions relatives à l'environnement. Dans ce cadre, l'ASN effectue des inspections avec prélèvements et mesures de la radioactivité dans l'environnement. Annuellement, entre 10 et 20 inspections sont ainsi réalisées sur ce thème par l'ASN.

Les pouvoirs publics

D'autres services de l'État et collectivités territoriales (conseils généraux notamment) participent directement à la surveillance de l'environnement en réalisant soit par leurs propres laboratoires, soit par des laboratoires



Inspection avec prélèvement dans le piézomètre n° 5 de la centrale nucléaire de Gravelines (Nord)

privés ou universitaires des mesures de radioactivité de l'environnement.

En particulier, les services de l'État suivants effectuent des prélèvements dans les eaux de consommation et dans les denrées alimentaires afin d'assurer la sécurité sanitaire des aliments sur le territoire national :

- le ministère chargé de la santé pour le contrôle des eaux de consommation ;
- la Direction générale de l'alimentation (DGAL) au sein du ministère chargé de l'agriculture pour le contrôle des denrées alimentaires d'origine animale : lait et produits laitiers, œufs, viande, poisson, produits de la mer ;
- la Direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes (DGCCRF) au sein du ministère de l'économie, de l'industrie et de l'emploi, en liaison avec les Douanes, qui effectue depuis 1986, date de l'accident de Tchernobyl, des contrôles réguliers du niveau de radioactivité des produits de consommation, principalement sur les denrées alimentaires d'origine végétale ainsi que sur les produits d'importation.

Les associations

Les associations de protection de l'environnement contribuent à la surveillance par la réalisation d'expertises et d'analyses de la radioactivité de l'environnement distinctes de celle des exploitants. Elles apportent un éclairage contradictoire et complémentaire à l'activité de

surveillance de la radioactivité de l'environnement exercée par les exploitants. Certaines associations (l'association pour le contrôle de la radioactivité dans l'Ouest (ACRO), la Commission de recherche et d'information indépendantes sur la radioactivité (CRII-RAD) disposent de leur propre laboratoire de mesures. Les laboratoires de ces deux associations ont obtenu des agréments délivrés par l'ASN.

Les associations agréées pour la surveillance de la qualité de l'air (AASQA) exploitent et développent un réseau national de mesures de la qualité physico-chimique de l'air, sous l'égide du ministère chargé de l'environnement. Quelques-unes, et en particulier celles qui exercent une activité à proximité d'INB, disposent de capteurs dédiés au suivi de la radioactivité de l'environnement. C'est le cas, par exemple, de l'ASPA (Association pour la surveillance et l'étude de la pollution atmosphérique en Alsace) qui a mis en place un dispositif original d'alerte et d'information du public.

Des évolutions du champ dans lequel la surveillance de la radioactivité s'exerce

Des évolutions notables modifient les conditions dans lesquelles la surveillance de la radioactivité s'exerce.

Une évolution du contexte réglementaire

Tout d'abord, le contexte réglementaire dans lequel s'effectue la surveillance de la radioactivité de l'environnement autour des installations nucléaires a fortement évolué avec la loi TSN.

Les procédures de création, de modification et de mise à l'arrêt des installations nucléaires de base ont été profondément modifiées et reposent désormais sur une démarche intégrée qui prend en compte simultanément l'ensemble des considérations relatives à la protection de l'environnement et des populations, à la sûreté nucléaire et à la radioprotection.

De nouveaux acteurs

La loi TSN a également institué le Haut comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire, (HCTISN), instance pluraliste, qui peut émettre des avis sur toute question relative à l'environnement et sur les contrôles et l'information qui s'y rapportent. Ainsi, à la suite de l'incident survenu le 7 juillet 2008 sur le site de l'usine SOCATRI située à Bollène, le ministre d'État, ministre de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer a saisi le Haut comité pour recueillir son avis sur le suivi radioécologique des eaux autour des installations nucléaires.

La loi TSN a aussi renforcé le rôle et l'action des commissions locales d'information (CLI), instances pluralistes. Une CLI est instaurée auprès de chaque installation nucléaire de base et exerce désormais une mission générale de suivi, d'information et de concertation en matière d'impact des activités nucléaires sur les personnes et l'environnement. Les CLI peuvent faire réaliser des expertises et faire procéder à toute mesure ou analyse dans l'environnement.





Dossier de presse élaboré à l'occasion de la conférence de presse du lancement du site internet du Réseau national, à Paris, le 2 février 2010

Cette évolution réglementaire s'accompagne d'autres évolutions qui conduisent à s'interroger sur leur impact sur la stratégie de surveillance mise en place.

Diminution du bruit de fond radiologique

Les niveaux de radioactivité artificielle de l'environnement ayant fortement diminué du fait de la baisse significative des retombées atmosphériques dues aux essais nucléaires atmosphériques et de la baisse des rejets des installations nucléaires, le suivi de l'état radiologique de l'environnement impose de mettre en œuvre des dispositifs de prélèvement et de mesure plus performants pour atteindre des niveaux d'activité équivalents à ceux existant avant les essais nucléaires.

Cette évolution, permise par les évolutions technologiques des dispositifs de détection des rayonnements et des moyens de télétransmission, conduit l'IRSN à faire évoluer son dispositif de surveillance. Il devrait conduire à terme à renforcer son dispositif d'alerte et à la mise en place de dispositifs de surveillance plus performants et plus robustes.

Le Réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement

La mise en place du Réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement, qui fédère l'ensemble des acteurs de la surveillance, et l'ouverture au public d'une base de données via un site internet (www.mesure-radioactivite.fr) regroupant l'ensemble des mesures de la

radioactivité de l'environnement au début de l'année 2010 constituent une avancée majeure en termes de transparence et d'échanges entre l'ensemble des acteurs (cf. article sur le Réseau national de mesures).

Le Réseau national de mesures constituera à terme un outil partagé d'analyse, d'expertise de l'état de l'environnement et d'évaluation de la surveillance mise en place sur le territoire national.

Des réflexions nouvelles

Des réflexions nouvelles contribuent à l'évolution des modalités de la surveillance.

La gestion de situations post-accidentelles

L'ASN conduit d'importants travaux sur la gestion de la phase post-accidentelle d'un accident nucléaire ou d'une situation d'urgence radiologique et a créé à cet effet un Comité directeur (CODIRPA) chargé d'élaborer une doctrine nationale sur ce sujet. En particulier, un groupe de travail spécifique a été constitué pour étudier les stratégies et les méthodes d'évaluation des conséquences radiologiques et dosimétriques en situation post-accidentelle. Les moyens et les compétences métrologiques à mettre en œuvre dans une telle situation ont été évalués. Cette évaluation met en évidence des besoins et des contraintes spécifiques (flux important d'échantillons à analyser, production de résultats dans des délais très courts...) qu'il convient de prendre en considération dans la stratégie globale de surveillance de l'environnement.

La protection des espèces

La protection de l'environnement est au cœur des réflexions actuelles. La Commission internationale de radioprotection radiologique (CIPR) considèrerait jusqu'à présent que les normes de contrôle environnemental nécessaires pour protéger le grand public permettaient de protéger les autres espèces. Sans remettre en cause ce principe, la CIPR estime désormais que des approches nouvelles sont nécessaires. Les travaux actuels de la CIPR visent à définir un ensemble d'animaux et de plantes de référence et à constituer, pour ces entités, des bases de données spécifiques. Cette démarche contribuera à une meilleure connaissance des relations entre l'exposition et ses effets et les conséquences possibles de ces effets. Elle permettra ainsi une meilleure évaluation de l'état radio-écologique de l'environnement.

Le comportement des radionucléides dans l'environnement

Enfin, des questions nouvelles émergent sur la prise en compte et sur le comportement de certains radionucléides dans l'environnement et en particulier leur intégration dans la matière organique. Ainsi, le comportement du tritium dans l'environnement fait actuellement débat. En particulier, des interrogations subsistent, sur la base de résultats de mesures effectués notamment au large des côtes de Sellafield, sur l'existence d'un phénomène de bioaccumulation du tritium dans les

organismes vivants. L'ASN a créé un groupe de réflexion pluraliste qui fait apparaître la nécessité de mettre en œuvre des protocoles reconnus et partagés de mesure des différentes formes chimiques du tritium pour des programmes spécifiques de surveillance.

Les enjeux et perspectives

Évaluer le dispositif actuel au regard des évolutions récentes et en vérifier la cohérence d'ensemble

Ces évolutions et les conclusions des différentes réflexions en cours doivent conduire l'ensemble des acteurs à réaliser une évaluation globale du dispositif actuel et à s'interroger sur le dimensionnement des différents réseaux de surveillance et leur complémentarité. L'ASN a proposé au comité de pilotage du Réseau national de mesures de constituer un groupe de travail pluraliste sur cette problématique. Les travaux de ce groupe de travail ont commencé début 2010.

Si la pluralité des acteurs est indispensable pour assurer la crédibilité de l'ensemble du dispositif de surveillance, une plus grande lisibilité des actions menées et des objectifs suivis par l'ensemble des acteurs doit être recherchée. Les interfaces entre acteurs sont nombreuses : IRSN/exploitants, ASN/CLI/exploitants, différentes administrations entre elles, pour ne citer que les plus évidentes. Un équilibre doit donc être recherché entre complémentarité des actions pour optimiser les moyens disponibles et une certaine "redondance" des surveillances pour s'assurer de la cohérence des résultats de mesure des différents acteurs intervenant dans un même contexte et pour permettre aux différents acteurs de remplir leurs missions et d'atteindre leurs objectifs.

Garantir la qualité des données

La surveillance s'appuie sur des résultats de mesures dont la qualité ne doit pas pouvoir être mise en cause. La mise en place du Réseau national de mesures et la nouvelle politique d'agrément engagée en 2002 conjuguées

aux progrès de la normalisation, ont permis d'accroître significativement les exigences et les performances métrologiques des laboratoires de mesure de la radioactivité. Le premier cycle d'agrément des laboratoires étant achevé, il convient de maintenir dans le temps les compétences métrologiques acquises par l'ensemble des laboratoires, notamment ceux des exploitants, tout en poursuivant les travaux de normalisation et en prenant en compte de nouveaux besoins (mesure des différentes formes chimiques du tritium par exemple). L'ASN estime qu'il convient en particulier de porter l'effort sur la maîtrise de l'ensemble de la chaîne de surveillance, de la représentativité du prélèvement jusqu'à la mesure et à son exploitation. La poursuite des travaux de normalisation est à cet égard primordiale et impose une forte implication des différents acteurs dans les instances de normalisation tant en France qu'au niveau international.

Garantir la transparence de l'information

L'ouverture au public du nouveau site internet du Réseau national de mesures constitue une avancée majeure en matière de transparence et d'information du public. Le système offre des outils d'analyse et de comparaison inédits à ce jour. Il exige de la part de l'ensemble des acteurs (pouvoirs publics, exploitants, associations) un travail d'analyse critique afin de tendre vers une plus grande harmonisation tant des pratiques métrologiques que des modalités de déclaration des résultats de mesure afin d'offrir une plus grande lisibilité et compréhension de ces résultats. L'ASN a constitué un groupe de travail pluraliste chargé d'élaborer un "indice de la radioactivité de l'environnement", sur le modèle des échelles existantes pour la pollution atmosphérique. L'ASN considère que l'aboutissement de ces travaux permettra de faciliter l'interprétation des résultats de mesures de la radioactivité de l'environnement par le public (cf. article sur les actions de l'ASN pour répondre à la demande du public en matière de transparence environnementale). ■

Références

- ASN, *Rapport de l'ASN sur l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France 2009*.
- IRSN, *Bilan de l'état radiologique de l'environnement français en 2008*.
- HCTISN, *Avis du 6 novembre 2008 sur le suivi radioécologique des eaux autour des installations nucléaires et sur la gestion des anciens sites d'entreposage de déchets radioactifs*.
- RENAUD Philippe, GURRIARAN Rodolfo, *Réflexion sur l'évolution des concentrations en radionucléides artificiels dans l'environnement français, les doses associées et l'adaptation des techniques d'analyse aux besoins de la surveillance*, in *Radioprotection*, vol. 44 n° 2, avril-juin 2009, p. 169 à 186.
- CHAMPION Didier, PERES Jean-Marc, *l'IRSN et la surveillance de la radioactivité de l'environnement en France : état des lieux et perspectives*, in *Radioprotection*, vol. 44 n° 2, avril-juin 2009, p. 217 à 240.
- CHAMPION Didier, *Stratégies et méthodes d'évaluation des conséquences radiologiques et dosimétriques en situation post-accidentelle*, in *Contrôle* n° 180, juillet 2008, p. 35.
- CIPR, *Publication 103 de la CIPR, recommandation 2007 de la Commission internationale de la protection radiologique*.
- CIPR, *Publication 108 de la CIPR, Environmental Protection: the Concept and Use of Reference Animals and Plants*.



Le Réseau National de Mesures de la radioactivité de l'environnement

The French National Network for the Measurement of Environmental Radioactivity

par **Pierrick Jaunet**, adjoint au directeur de l'environnement et des situations d'urgence – Autorité de sûreté nucléaire (ASN)

L'accident de Tchernobyl, le 26 avril 1986, marque un tournant décisif dans la perception du public sur la crédibilité et la qualité de l'information délivrée en matière nucléaire en France.

Afin de garantir la qualité des résultats de mesures de la radioactivité de l'environnement, les pouvoirs publics instaurent dès 1988 un programme d'essais d'intercomparaison et la délivrance de certificats de qualification technique aux laboratoires de mesures de la radioactivité de l'environnement.

Parallèlement, la nécessité d'informer le public sur les installations nucléaires s'affirme avec la création du magazine d'information MAGNUC accessible par minitel. Outre des informations sur l'actualité récente et sur les incidents des installations nucléaires de base, le magazine informe des résultats des mesures de la radioactivité de l'environnement effectuées par les exploitants nucléaires ainsi que sur les résultats des mesures réalisées par le SCPRI¹ puis l'OPRI².

À l'occasion de la retranscription de la directive 96/29 sur la protection sanitaire de la population et des travailleurs résultants des rayonnements ionisants, le décret

n° 2002-460 du 4 avril 2002 institue dans le code de la santé publique, le Réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement (RNM)³ avec pour mission de contribuer à l'estimation des doses dues aux rayonnements ionisants auxquelles la population est exposée et à l'information du public. Avec les progrès de la normalisation, le dispositif de délivrance des certificats de qualification technique est réaffirmé et renforcé avec une procédure nouvelle d'agrément des laboratoires de mesures.

La démarche est particulièrement novatrice puisqu'elle vise à regrouper non seulement les résultats des analyses radiologiques de l'environnement qui sont contenus dans les programmes réglementaires des installations ayant une activité nucléaire, mais également les résultats des analyses réalisées à la demande des collectivités territoriales, des services de l'État et les résultats des associations qui le sollicitent.

La mise à disposition du public des résultats de surveillance de la radioactivité de l'environnement et des informations relatives à l'impact sanitaire du nucléaire sur l'ensemble du territoire français résulte de l'obligation réglementaire faite aux acteurs institutionnels et aux exploitants nucléaires de communiquer les résultats de la surveillance réglementaire de l'environnement au Réseau national de mesures.

Les modalités de fonctionnement du RNM sont fixées par arrêté ministériel (arrêtés des 17 octobre 2003 et 27 juin 2005) puis, avec la création de l'ASN comme autorité administrative indépendante, par décision homologuée de l'ASN⁴.

Un fonctionnement pluraliste

L'ASN a la responsabilité de fixer, après avis d'un comité de pilotage, les orientations du Réseau national et sa gestion est confiée à l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN).

Le comité de pilotage est une commission pluraliste qui regroupe outre l'ASN et l'IRSN, des représentants des différents ministères concernés (santé, défense, environnement, agriculture, consommation), les agences de sécurité sanitaire (Institut de veille sanitaire, Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail, Agence française de sécurité sanitaire des

1. Service central de protection contre les rayonnements ionisants.

2. Office de protection contre les rayonnements ionisants.

Executive Summary

After Chernobyl accident in 1986, the government began to implement mechanisms to ensure the quality of measurements of environmental radioactivity and to assure the transparency of information on environmental radioactivity monitoring results.

Within this context, the French National Network for the Measurement of Environmental Radioactivity (RNM), is created in 2002 under the Public Health Code. This network is developed under the auspices of ASN in collaboration with IRSN and in partnership with government departments, major nuclear licensees, health agencies and environmental protection associations. In order to centralize information on environmental radioactivity and to provide access to measurement results, a single database that includes all the results of measurements of radioactivity in the environment on the national territory is build and a new website www.mesure-radioactivite.fr is launched. It provides quick and easy access to this database. The quality of measurements is performed by a laboratory system through an ASN decision. Novel initiative in Europe, the French National Network for the Measurement of Environmental Radioactivity website gives the user keys to understand the measurement results on the radiological state of the environment. The site will be improved over the time taking into account the feedback of the users.

3. Aujourd'hui codifié à l'article R1333-11 du code de la santé publique.

4. Décision homologuée n° 2008-DC-0099 du 29 avril 2008.

De MAGNUC au Réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement

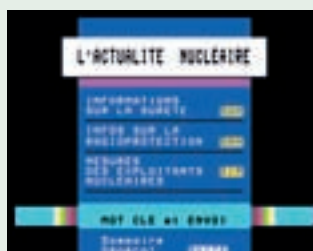
Par LEVELUT Marie-Noëlle, chargée d'affaires à la Direction de l'environnement et des situations d'urgence – ASN

En 1989, s'ouvre MAGNUC, 1^{er} magazine d'information sur MINITEL créé à la demande du 1^{er} ministre par les ministres chargés de l'industrie et de la santé, qui rassemble les résultats de mesures faites par les exploitants industriels dans l'environnement de leurs installations, dans l'air, l'eau, les végétaux ainsi que la chaîne alimentaire. Ils sont complétés par des mesures faites sur tout le territoire par le SCPRI. À la fin des années 1990, l'Internet prend progressivement le relais du Minitel comme vecteur d'information du public. Plusieurs sites internet voient ainsi le jour comme ceux des industriels du nucléaire, des autorités nationales et des collectivités territoriales, de l'IRSN mais aussi des associations. L'information sur le nucléaire sur Internet se diversifie et s'enrichit de présentations des résultats sous forme de graphique agrémentées d'illustration sur les prélèvements et les mesures.

En 2002, c'est la création du Réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement (RNM) qui vise à rassembler sur un seul portail internet l'ensemble des données sur l'impact des activités nucléaires sur l'environnement et à s'assurer que ces informations soient de qualité.

Ce réseau accessible sur Internet prend naturellement le relais de MAGNUC. Il poursuit les mêmes objectifs, à savoir :

- améliorer la transparence en matière d'information sur l'état radiologique en mettant à disposition de tous les publics, sur un site internet unique, l'ensemble des résultats de la surveillance radiologique de l'environnement;
- maintenir le développement d'une politique qualité pour les mesures de radioactivité dans l'environnement, par l'instauration d'un agrément des laboratoires.



aliments), des représentants des différents producteurs de données (exploitants d'activité nucléaire, services de l'État et collectivités territoriales, associations) et des personnes qualifiées.

Les objectifs

L'objectif assigné au réseau est double. Il s'agit tout d'abord d'assurer la transparence des informations sur la radioactivité de l'environnement en mettant à disposition du public les résultats de mesures de la radioactivité de l'environnement. Le réseau national prévoit donc, d'une part, la collecte et la centralisation des données avec la constitution d'une base de données unique et, d'autre part, la publication de ces données sur un site internet.

Il s'agit ensuite de garantir la qualité des données transmises au RNM. L'obligation de ne transmettre que des

mesures effectuées par des laboratoires ayant obtenu un agrément délivré par l'ASN doit permettre d'atteindre cet objectif.

Le comité de pilotage se réunit deux fois par an. Les modalités techniques sont traitées dans le cadre de groupes de travail spécifiques auxquels peut participer l'ensemble des parties prenantes du RNM.

La mise en œuvre du Réseau national de mesures

La première réunion du Comité de pilotage a lieu le 10 juin 2004. Deux chantiers parallèles sont alors engagés. Le premier concerne la constitution d'une base de données centralisée capable de récolter annuellement plus de 200 000 résultats de mesures. Ce dispositif nécessite notamment le recensement de l'ensemble des données, la définition d'une architecture informatique, la



définition d'un protocole d'échanges des données. Ce système développé par l'IRSN nécessite également l'évolution des systèmes d'information des producteurs de données et en particulier des exploitants pour permettre l'interfaçage de leurs systèmes informatiques avec celui du réseau national.

Le second chantier est relatif aux agréments des laboratoires. Pour que le système puisse être mis en place, il est nécessaire que les agréments des laboratoires de mesures délivrés par l'ASN couvrent l'ensemble des types de mesures de la radioactivité faisant l'objet de prescriptions réglementaires. Or, il y a plus d'une quarantaine de types de mesures différents. Chaque procédure d'agrément prévoit pour les différents laboratoires de démontrer que leurs pratiques sont conformes à des protocoles de mesures validés. Elle implique également l'organisation d'un essai d'intercomparaison par l'IRSN auquel les laboratoires doivent participer.

Ces deux chantiers aboutissent début 2009 sur d'une part l'achèvement du premier cycle d'agrément (41 types d'agrément sont délivrés par l'ASN) et, d'autre part, sur l'ouverture aux producteurs de la base de données. Ceux-ci alimentent chaque mois la base de données avec les derniers résultats de mesures disponibles.

Pour les exploitants d'activités nucléaires, le 1^{er} janvier 2009 marque donc une étape importante. Ils ont désormais une double obligation: celle d'avoir recours à un laboratoire agréé par l'ASN pour effectuer leur surveillance réglementaire de la radioactivité de l'environnement et celle de transmettre les résultats de cette surveillance au Réseau national de mesures. Ces dispositions s'appliquent à toute installation ayant une activité nucléaire

soumise à une surveillance de l'environnement, quel que soit le statut juridique des installations: les installations nucléaires de base, mais aussi les installations classées pour la protection de l'environnement (stockage de résidus miniers par exemple), les installations nucléaires de base secrètes (ministère de la Défense...).

Le but ultime est une mise disposition du public de la base de données et l'année 2009 est consacrée au développement d'un nouveau site internet. L'enjeu est important, car il ne suffit pas de restituer une information brute (le résultat de mesure en becquerels), il faut également donner à l'internaute néophyte des clefs de compréhension lui permettant d'apprécier le résultat de mesure. Le site doit également répondre aux besoins d'un public plus averti, voire d'expert. Après une large consultation et des tests auprès d'un panel d'utilisateurs, le nouveau site internet est ouvert au public le 1^{er} février 2010 (figure 1).

Le site internet



Articulé autour de trois rubriques (la radioactivité, le réseau national et la carte des mesures), le site internet permet d'obtenir des informations sur la radioactivité (qu'est ce que la radioactivité?, comment la mesure-t-on?, quels sont ses effets biologiques?) sur le Réseau national de mesures (fonctionnement, acteurs du réseau, procédure d'agrément des laboratoires), et un accès à la base de données.



Figure 1 : page d'accueil du site Internet du Réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement

Trois types de recherche et d'accès aux données sont proposés

Une recherche cartographique (figure 2)

À partir d'un outil cartographique, l'internaute peut accéder à une représentation cartographique des points de prélèvements identifiés par le compartiment environnemental concerné (air, gaz ou poussière ; eau ; faune, flore et aliments ; sol), puis aux résultats de mesures à partir de la sélection d'un ou plusieurs de ces points de prélèvement.

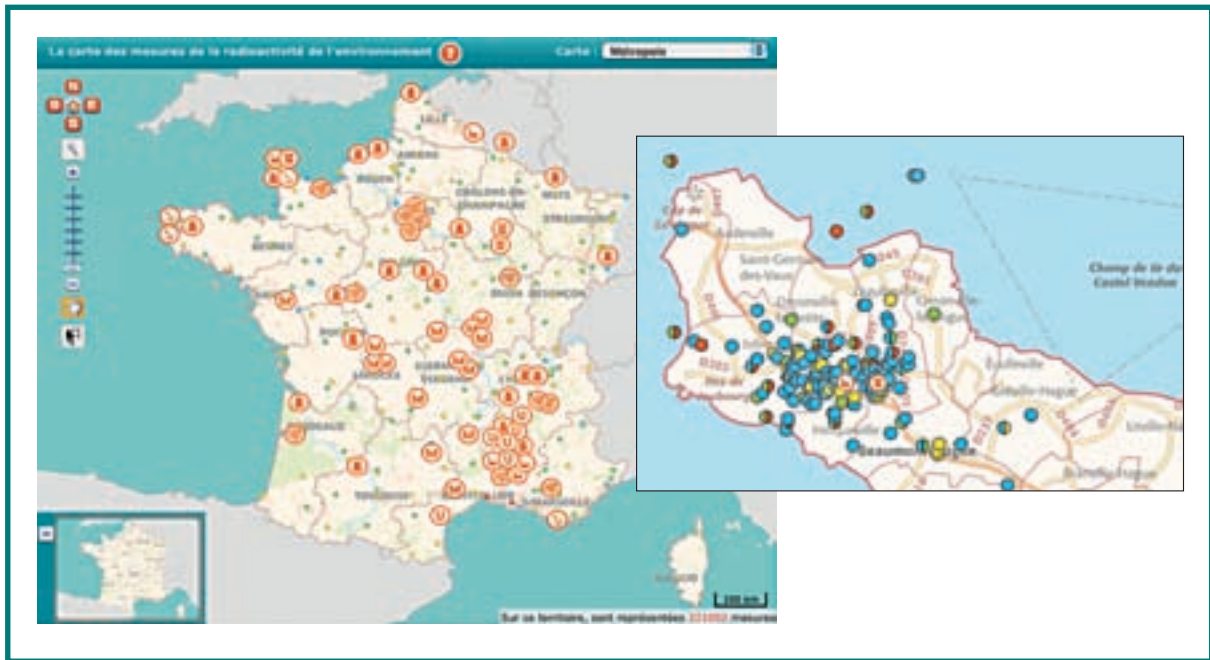


Figure 2 : recherche cartographique

Une recherche guidée (figure 3)

Cette recherche est destinée à un public non averti. Elle permet de guider l'internaute dans la sélection des données avec un parcours pédagogique et personnalisé.

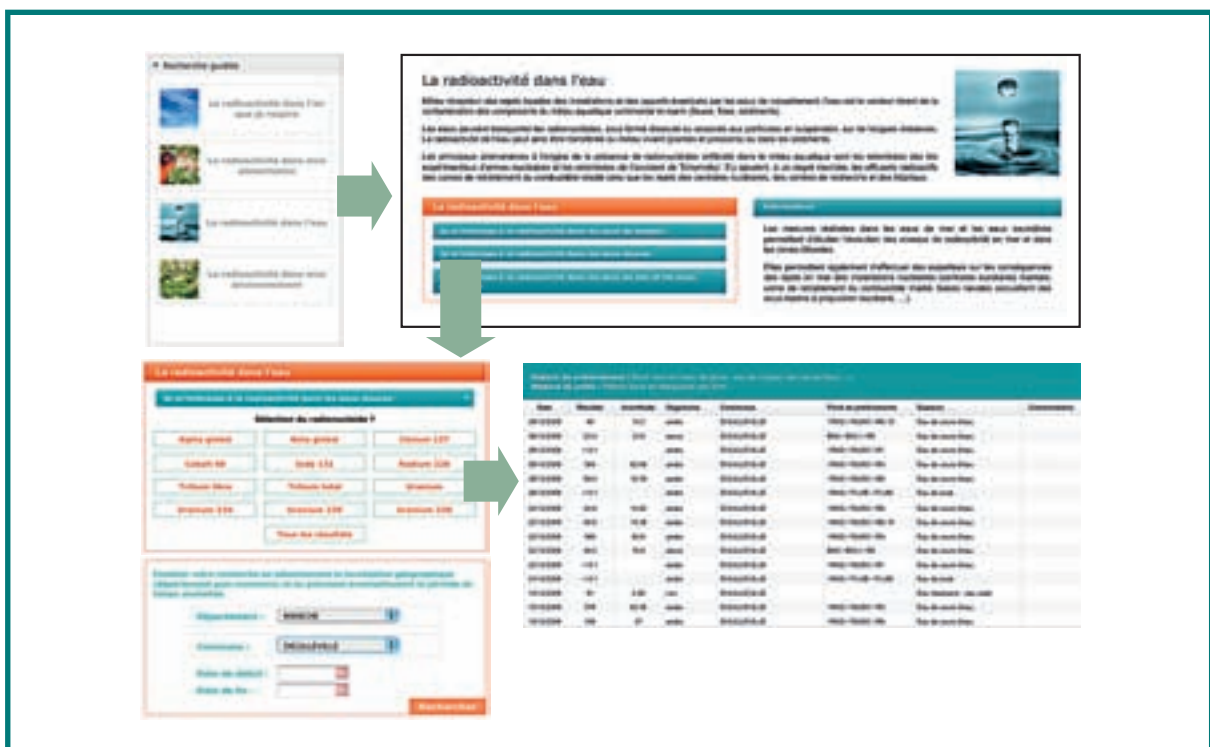


Figure 3 : recherche guidée



Une recherche avancée (figure 4)

Enfin une recherche avancée permet à un public professionnel à partir de critères de sélection précis d'accéder aux informations recherchées.

| Date | Résultat | Incertitude | Organisme | Communes | Point de prélèvements | Espèces | Commentaires |
|------------|----------|-------------|-----------|------------|-----------------------|---|--------------|
| 02/06/2009 | 460 | 136.02 | asn | DOKLÉVILLE | R3 | Eau de cours d'eau | |
| 02/06/2009 | 110 | 20.02 | asn | DOKLÉVILLE | R3-10 ferme Rantz | Eau de cours d'eau | |
| 02/06/2009 | 500 | 100 | asn | DOKLÉVILLE | P2113 | Eau de nappe phréatique (piézomètre, ...) | |
| 02/06/2009 | 410 | 79.95 | asn | DOKLÉVILLE | P2112 | Eau de nappe phréatique (piézomètre, ...) | |

Figure 4 : recherche avancée

Les résultats obtenus sont visualisables soit sous forme de tableau (figure 5), soit sous forme graphique permettant d'apprécier la fluctuation au cours du temps des niveaux de radioactivité (figure 6).

Si plusieurs acteurs réalisent des mesures au même point de prélèvement, le graphique permet la visualisation de l'ensemble des mesures. À chaque réponse, des informations "repères" donnent à l'internaute des éléments d'appréciation (information sur le rayonnement ou le radionucléide sélectionné, les valeurs habituellement rencontrées dans l'environnement...).

Le producteur de données a également la possibilité d'associer au résultat de mesure tout commentaire qu'il jugerait utile pour la compréhension du résultat et notamment pour un résultat inhabituel.

Enfin, le site autorise le téléchargement des données permettant à l'utilisateur spécialiste de récupérer les données sous un format tableau.

Perspectives

L'analyse des données de la base qui rassemble les résultats des différents producteurs de l'année 2009, permet de tirer d'ores et déjà quelques enseignements. Les déclarations des producteurs font apparaître des différences de pratiques pour la déclaration des données, malgré le travail en amont important qui a été fourni pour la standardisation des déclarations. L'ASN estime nécessaire un travail d'analyse approfondi des résultats pour permettre une harmonisation de la déclaration des résultats et fournir une meilleure lisibilité de leur rendu.

L'ouverture au public a été bien accueillie par les médias et les associations qui ont souligné l'effort de transparence et l'aspect pluraliste du Réseau national de mesures. Néanmoins, certaines associations, afin de mieux évaluer l'impact des installations nucléaires sur la population, demandent à ce que les programmes complémentaires de mesures de radioactivité réalisés par les

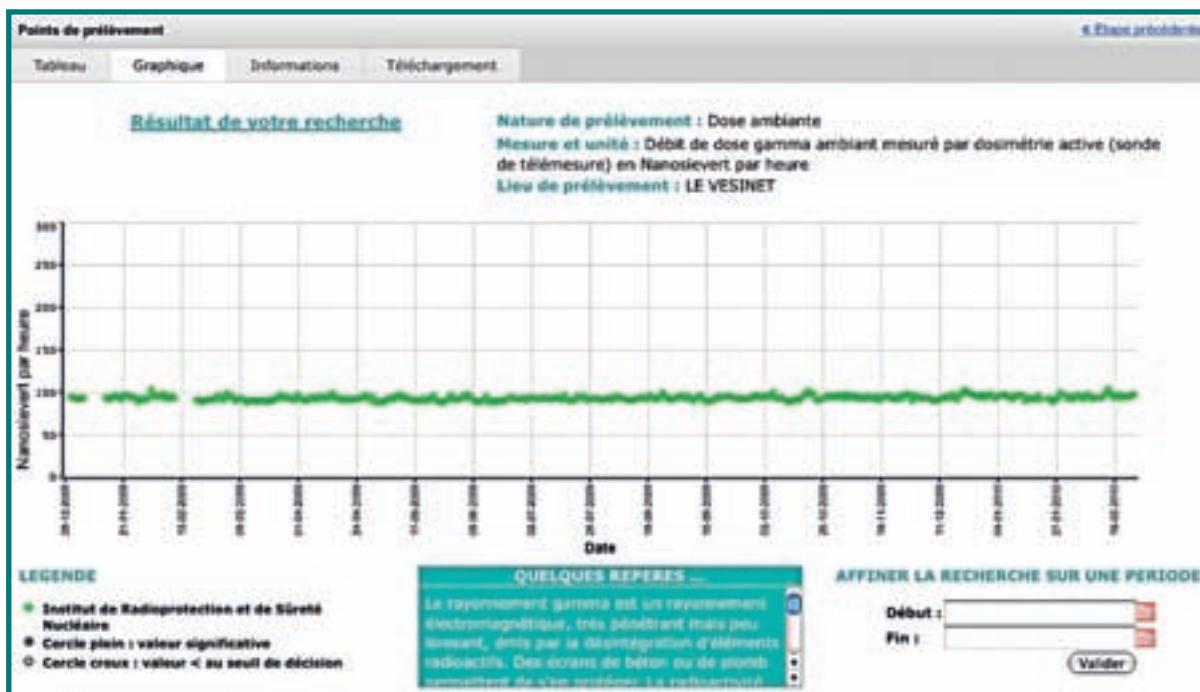


Figure 5 : évolution du débit de dose gamma ambiant sur la station de l'IRSN au Vésinet

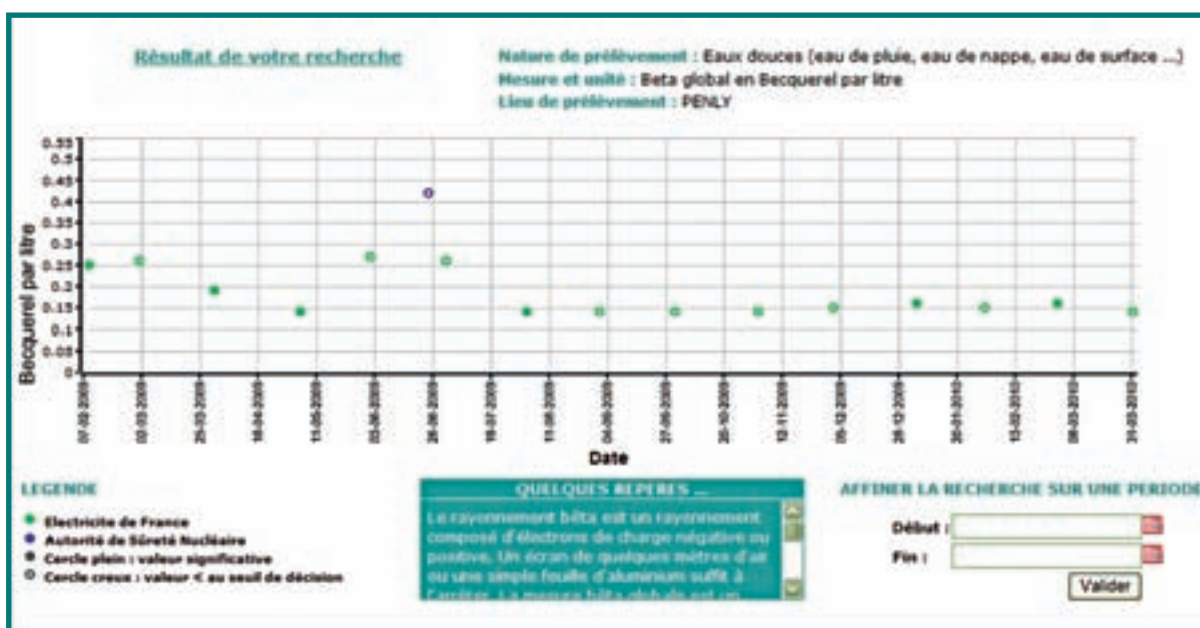


Figure 6 : résultats de mesures effectuées sur un prélèvement d'eaux souterraines à Penly, par EDF et l'ASN

exploitants pour mieux connaître l'état radiologique de l'environnement de leurs installations, puissent faire l'objet d'une transmission au Réseau national de mesures, ce qui n'est pas le cas actuellement. L'ASN souhaite qu'un débat entre les parties prenantes soit engagé au sein du comité de pilotage du RNM sur cette question.

L'ASN considère que l'ouverture du site internet sur la radioactivité de l'environnement, qui est l'aboutissement d'un travail engagé en 2002, constitue une avancée décisive en matière de transparence. Elle estime cependant qu'il s'agit d'une première étape dans l'information du public en matière de surveillance de la radioactivité dans

l'environnement. L'ASN veillera à ce que les attentes du public et des internautes sur l'évolution du site soient recensées et prises en compte. L'ASN s'assurera en particulier que le site puisse s'enrichir progressivement de fonctionnalités et d'informations qui permettent au public de comprendre et d'interpréter les résultats de mesures de la radioactivité de l'environnement transmis au Réseau national de mesures. ■

Références

Réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement, Rapports de Gestion.



LA RADIOACTIVITÉ DANS L'ENVIRONNEMENT

Évolution de la radioactivité artificielle dans l'environnement français au cours des 50 dernières années et doses associées ; influence du fonctionnement actuel des installations nucléaires

Development of artificial radioactivity in the French environment during the past 50 years and related doses; effect of the current operation of nuclear facilities

par Philippe Renaud et Sylvie Roussel-Debet, Laboratoire d'études radioécologiques en milieux continental et marin (LERCM), Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN)

Origine des radionucléides artificiels constituant le "bruit de fond" de la radioactivité environnementale

Actuellement, dix radionucléides artificiels peuvent être régulièrement mesurés dans l'environnement français : le tritium (^3H), le carbone 14 (^{14}C), le strontium 90 (^{90}Sr), le krypton¹ 85 (^{85}Kr), le césium 137 (^{137}Cs), les isotopes du plutonium ^{238}Pu , ^{239}Pu ², ^{240}Pu et ^{241}Pu , ainsi que l'américium 241 (^{241}Am). Parmi ces radionucléides artificiels, 3 ont également une origine naturelle cosmogénique : ^3H , ^{14}C et ^{85}Kr .

Ces radionucléides ont trois origines principales.

- les retombées des essais atmosphériques d'armes nucléaires, pratiqués entre 1945 et 1980 par l'ex-URSS, les États-Unis, le Royaume-Uni, la France et la Chine (radionucléides concernés : ^3H , ^{14}C , ^{90}Sr , ^{85}Kr , ^{137}Cs et isotopes du plutonium³);

- la chute et la désintégration dans l'atmosphère du satellite américain SNAP-9A en 1964 dont les besoins en énergie étaient assurés au moyen d'une pile de ^{238}Pu ;
- les retombées de l'accident de Tchernobyl en avril 1986 (radionucléides concernés : ^{85}Kr et ^{137}Cs);

La rémanence de ces retombées anciennes constitue aujourd'hui le bruit de fond de la radioactivité artificielle de l'environnement français.

À ce bruit de fond s'ajoutent très localement des contaminations de l'environnement liées à des activités industrielles passées. Les deux principaux cas sont les activités d'actinides (Pu et Am) qui peuvent être observés dans les sols autour des sites de Marcoule et dans une moindre mesure de Malvési, conséquences de la production de plutonium de qualité militaire à Marcoule à la fin des années '60 et de la conversion d'uranium de retraitement à Malvési entre 1960 et 1983. Deux autres exemples peuvent être cités qui ne sont pas liés à l'industrie nucléaire : la contamination en ^{14}C d'une chênaie de quelques centaines de m² sur la commune de Ganagobie à proximité d'un ancien laboratoire qui a produit de 1989 à 1997 des molécules marquées, et la présence ponctuelle d'activités très élevées de tritium dans certains sédiments du Rhône résultant des rejets, essentiellement anciens, de l'industrie horlogère suisse. Enfin, il existe en de multiples points du territoire des cas de radioactivité naturelle renforcée qui ne sont pas considérés dans cette synthèse consacrée à la radioactivité artificielle.

1. Le Krypton (^{85}Kr) est un gaz rare et, en tant que tel, demeure exclusivement dans le compartiment atmosphérique.

2. La part du ^{239}Pu d'origine naturelle est si faible qu'il peut être considéré comme artificiel (Métivier, 2010).

3. L'américium 241 (^{241}Am) n'était pas présent dans ces retombées mais provient de la décroissance radioactive du ^{241}Pu .

Executive Summary

The activities of artificial radionuclides in the environment have been strongly decreasing since 50 years. Nowadays the activities of ^3H and ^{14}C widely predominate, but they cannot be still considered as artificial radionuclides, except nearby the nuclear installations where they constitute the most abundant radioactive releases. In terrestrial environment this influence is limited to the surroundings of 5 sites, although most of nuclear sites and nuclear medical centers are involved in the contamination of the aquatic environment downstream the releases and in the Channel. Since 1987 the doses to the French population have been mainly induced by ^{14}C and ^{137}Cs .

Évolution de la radioactivité artificielle au cours des 50 dernières années et bruit de fond actuel

La figure 1 présente l'évolution des activités des principaux radionucléides artificiels dans l'air depuis 1959. Jusqu'en 1981, cette évolution montre une succession de "bouffées" consécutives aux différents essais nucléaires. De 1961 à 1963, les essais étaient si nombreux (plusieurs

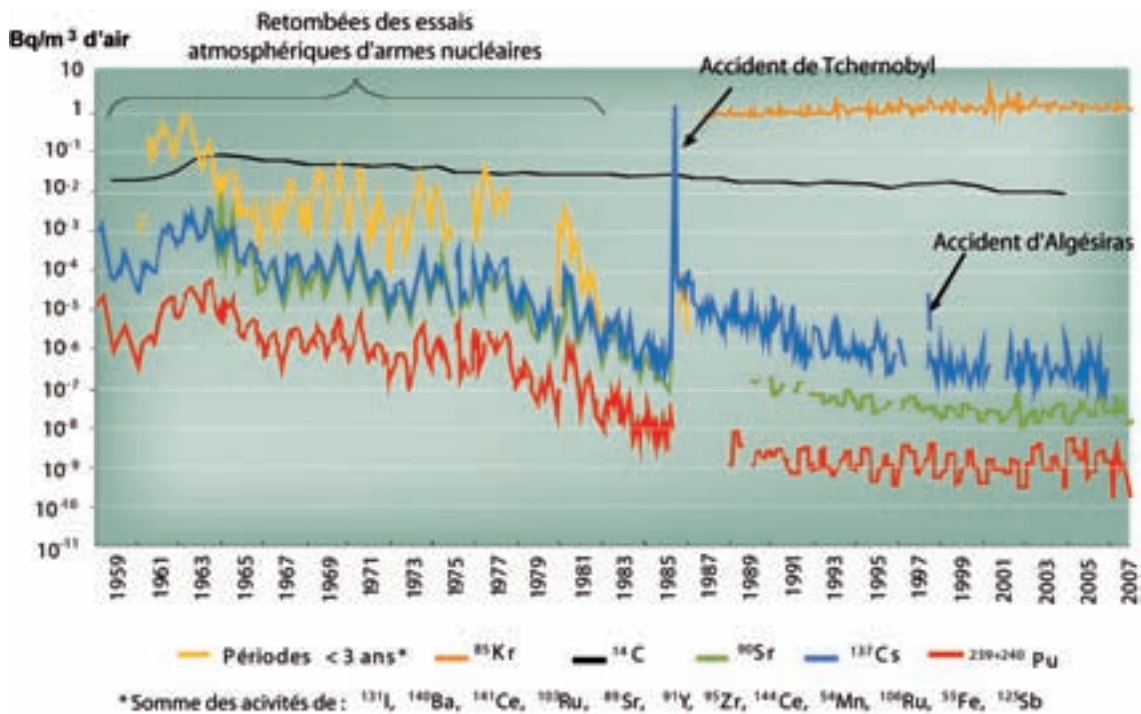


Figure 1 : évolution des activités des principaux radionucléides dans l'air (³H excepté) depuis 1961 (Bq/m³)

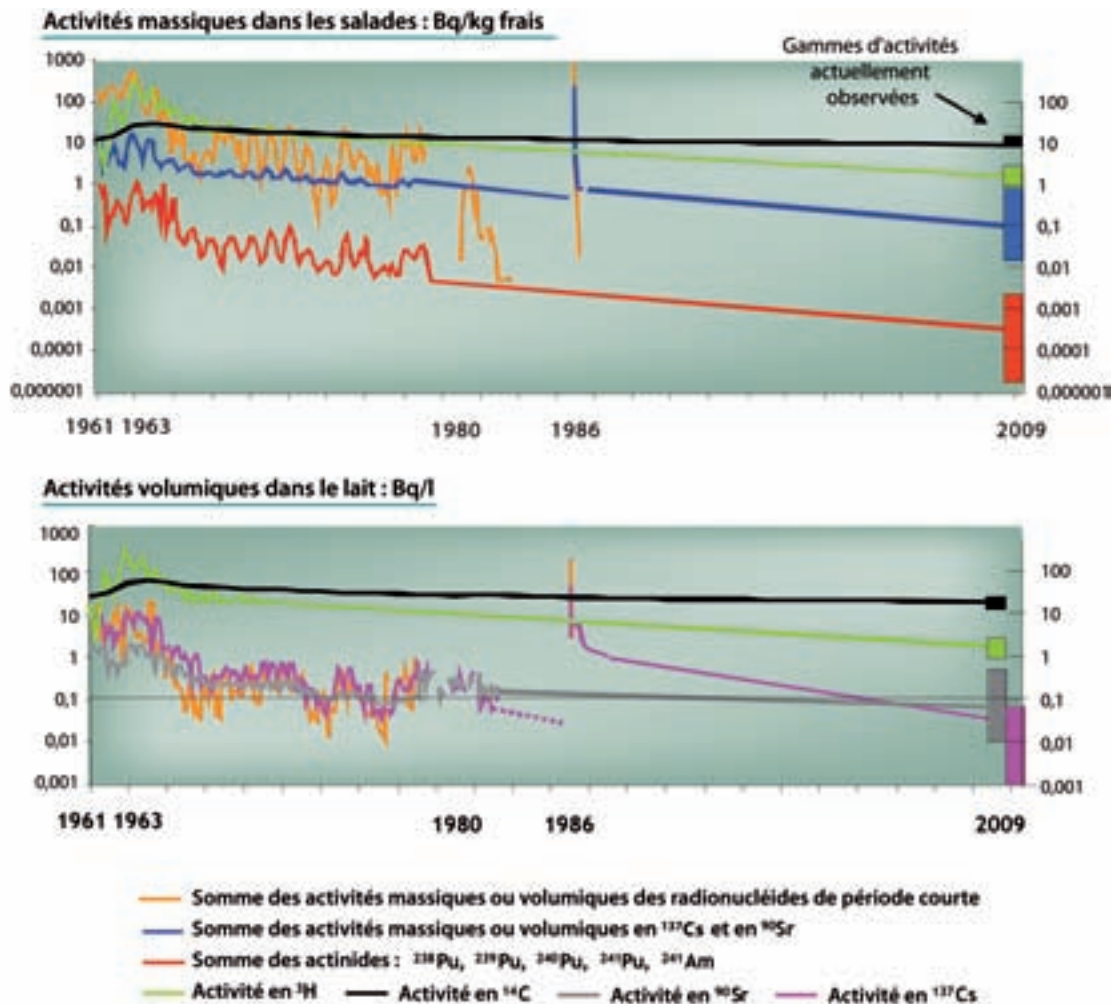


Figure 2 : évolution des activités massiques dans les salades et des activités volumiques dans le lait au cours des 50 dernières années



par mois) et d'une telle puissance, que les différentes bouffées se mêlaient et entretenaient une radioactivité atmosphérique comprise entre 0,1 et 1 Bq/m³ pour l'ensemble des radionucléides hors tritium, et de quelques Bq/m³ pour ce radionucléide (soit 100 fois à 1000 fois sa valeur naturelle cosmogénique).

Après une baisse (1964-1967) suite à l'arrêt en 1963 des essais américains et soviétiques, les pics d'activités des années '70 correspondent aux principaux essais chinois⁴ dont les retombées troposphériques parvenaient en France avec un délai de l'ordre de 1 à 3 semaines. En 1986, l'accident de Tchernobyl a entraîné une augmentation importante mais brève des activités d'une dizaine de radionucléides et un "rechargement" en ¹³⁷Cs de l'atmosphère. Les radionucléides de période courte ont ensuite disparu très rapidement et définitivement. Depuis une dizaine d'années pour le ¹³⁷Cs et une vingtaine d'années pour le ⁹⁰Sr et les isotopes du Pu, les activités atmosphériques sont stables en raison de l'équilibre qui s'est établi entre l'air et le milieu terrestre. Enfin, les activités de ²³⁸Pu, non mentionnées sur la figure 1, sont 30 fois inférieures à celles de ²³⁹⁺²⁴⁰Pu ; ce facteur 30 signe le bruit de fond du plutonium dans l'environnement.

La figure 2 présente de manière partiellement schématique, les évolutions des activités des principaux radionucléides artificiels dans les salades et le lait depuis 1961. Ces évolutions montrent la variabilité temporelle de ces activités, notamment les répercussions des "bouffées" d'activités dans l'air, mais ne restituent, ni la variabilité spatiale liée à l'intensité des dépôts (elle-même liée aux hauteurs de précipitations), ni la variabilité liée aux différents paramètres radioécologiques. Les valeurs présentées correspondent à des activités mesurées en région parisienne ; des activités 2 à 3 fois supérieures ou inférieures ont pu être observées à l'échelle du pays en fonction des différentes sources de variabilité. En raison de l'importance des dépôts atmosphériques, cette variabilité était toutefois inférieure à celle observée aujourd'hui et illustrée par les plages de couleur sur la droite du graphique.

Les légumes feuilles tels que les salades, dont les feuilles reçoivent directement les dépôts radioactifs, constituent les denrées végétales les plus touchées lors de retombées atmosphériques. La figure 2 montre qu'en 1963, les activités massiques des salades ont dépassé 1000 Bq/kg frais, dont près de 500 Bq/kg de tritium. Les contributeurs autres que ³H et ¹⁴C à ces activités, étaient par ordre d'abondance décroissante : ¹⁴⁴Ce, ⁹⁵Zr, ⁹¹Y > ¹⁰⁶Ru, ¹⁴⁰Ba, ¹⁰³Ru, ¹³¹I, ¹⁴¹Ce > ⁸⁹Sr, ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr > ⁵⁴Mn, ⁵⁵Fe >> ²³⁹⁺²⁴⁰Pu, ²⁴¹Pu > ²³⁸Pu. Cette figure montre en particulier que les activités des radionucléides de périodes courtes dans les salades suivaient les évolutions des activités dans l'air, avec des "pics" très marqués. En revanche, pour le ⁹⁰Sr et le ¹³⁷Cs, de périodes plus longues, les activités entre deux

bouffées étaient entretenues par une contribution conséquente du transfert racinaire de ces radionucléides accumulés dans les sols. Malgré sa longue période, l'évolution des activités du plutonium est restée très liée à celle de l'air en raison d'un transfert racinaire extrêmement faible. Depuis la fin des apports atmosphériques, les activités dans les salades ont diminué plus vite que la décroissance radioactive en raison de pertes d'activités des sols et surtout en raison de la diminution du transfert racinaire par diminution de la biodisponibilité de ces radionucléides piégés sur des particules de sol.

Compte tenu de leur comportement spécifique (cycle biogéochimique et équilibre permanent entre l'air et toutes les composantes biologiques de l'environnement), l'évolution du ³H et du ¹⁴C dans les salades est caractérisée par une lente augmentation jusqu'en 1963 suivie par une lente décroissance jusqu'aux activités observées actuellement. Celles-ci se rapprochent du bruit de fond naturel cosmogénique de ces deux radionucléides. Ainsi, dans toutes les composantes biologiques vivantes de l'environnement terrestre, les activités de ³H sont comprises entre 1 et 3 Bq/kg frais pour un fond cosmogénique de 0,2 à 0,6 Bq/kg. De même pour le ¹⁴C dont les teneurs s'expriment pour toutes les composantes de l'environnement par l'activité spécifique (Bq/kg de carbone) ; celle-ci, égale en 2009 à environ 242 Bq/kg C, décroît de l'ordre de 0,5% par an vers le bruit de fond naturel : 226 Bq/kg de C.

Hormis le ³H et le ¹⁴C pour lesquels l'équilibre reste la règle, seule une partie des activités ingérées par les animaux sont transférées au lait. Pour de nombreux radionucléides, ce transfert est extrêmement faible. Parmi tous les radionucléides figurant dans les retombées atmosphériques ce sont surtout le césium et l'iode qui sont transférés vers le lait dont les activités restent cependant plus faibles que celles constatées dans les salades.

Évolution des doses liées au bruit de fond de la radioactivité artificielle environnementale

En 1962, sur une dose efficace totale pour un adulte, liée à la radioactivité artificielle environnementale, allant de 270 µSv/an à 750 µSv/an, tous radionucléides et voies d'atteinte confondus, les doses dues à ³H et ¹⁴C ne représentaient au maximum que respectivement 4% et 6% de cette dose (figure 3 graphique de gauche).

Aujourd'hui avec une douzaine de µSv/an, le ¹⁴C représenterait entre 21% et 86% de cette dose totale suivant que l'on réside dans l'Ouest du pays où les retombées de l'accident de Tchernobyl conduisent à des doses faibles (inférieure à 2 µSv), ou dans les zones les plus touchées par cet accident où la dose externe due au ¹³⁷Cs pourrait atteindre 50 µSv/an. Si l'on écarte la contribution du ¹⁴C qui est désormais un radionucléide essentiellement naturel (hors influence d'une installation nucléaire), les activités de ¹³⁷Cs dans l'environnement sont à l'origine de la majorité des doses reçues par la population française de par la radioactivité artificielle environnementale (figure 3 graphiques du bas).

4. Les essais français réalisés au Sahara dans les années '60 ont très faiblement contribué aux retombées globales. Quant aux essais réalisés sur les atolls du Pacifique durant les années '70, leurs retombées concernaient essentiellement l'hémisphère sud.

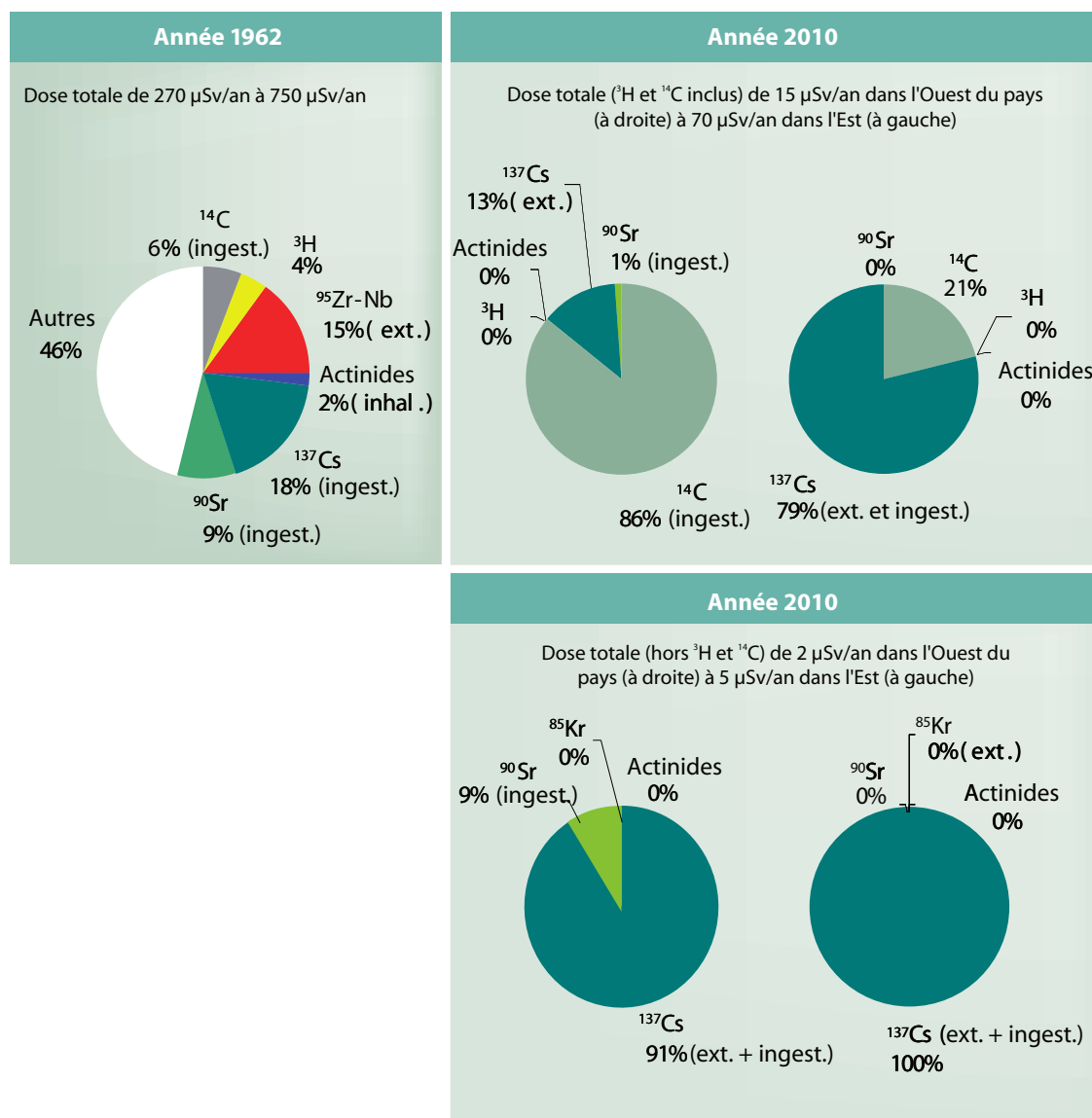


Figure 3: doses dues au bruit de fond de radioactivité artificielle en France, contribution des principaux radionucléides et voies d'atteintes prépondérantes

Influence du fonctionnement actuel des installations nucléaires

Des contaminations de l'environnement terrestre en ^3H et ^{14}C peuvent être observées autour de cinq sites nucléaires français du fait des rejets atmosphériques actuels de leurs installations.

Ainsi, l'environnement terrestre autour des sites de Marcoule (20 km au nord d'Avignon), Valduc (30 km au nord-ouest de Dijon), La Hague (Nord-Cotentin), Bruyères-le-Châtel (25 km au Sud-est de Paris) et Saclay (5 km au Sud de Versailles), présente depuis des décennies des activités en tritium significativement plus élevées que le bruit de fond actuel moyen métropolitain: elles sont maximales à proximité des sites sous les vents dominants, diminuent rapidement avec la distance mais concernent une surface de quelques km^2 à plus de 50 km^2 dans le cas de Valduc, voire 500 km^2 d'extension

Nord-sud dans le cas de Marcoule, avec des activités maximales globalement "proportionnelles" aux activités rejetées annuellement malgré des conditions de dispersion atmosphérique très différentes d'un site à l'autre. Ainsi, à proximité des sites de Marcoule et Valduc qui rejettent respectivement de l'ordre de 370 TBq/an et 250 TBq/an de tritium dans l'atmosphère, les activités maximales mesurées atteignent quelques centaines de Bq/l ou Bq/kg frais (100 fois le bruit de fond), voire dépassent ponctuellement le millier de Bq/kg frais; elles sont nettement moins élevées autour de l'usine de La Hague (le plus souvent moins de 10 fois le bruit de fond) qui rejette de l'ordre de 80 TBq/an.

5. La proportionnalité sur un même site entre les rejets annuels en tritium et les activités en tritium organiquement lié des végétaux a été démontrée par une étude faite sur les cernes de bois dans le voisinage de Marcoule [Descamps, 1995] et par une étude réalisée sur des feuilles d'arbres autour de Valduc [Vray, 2003].



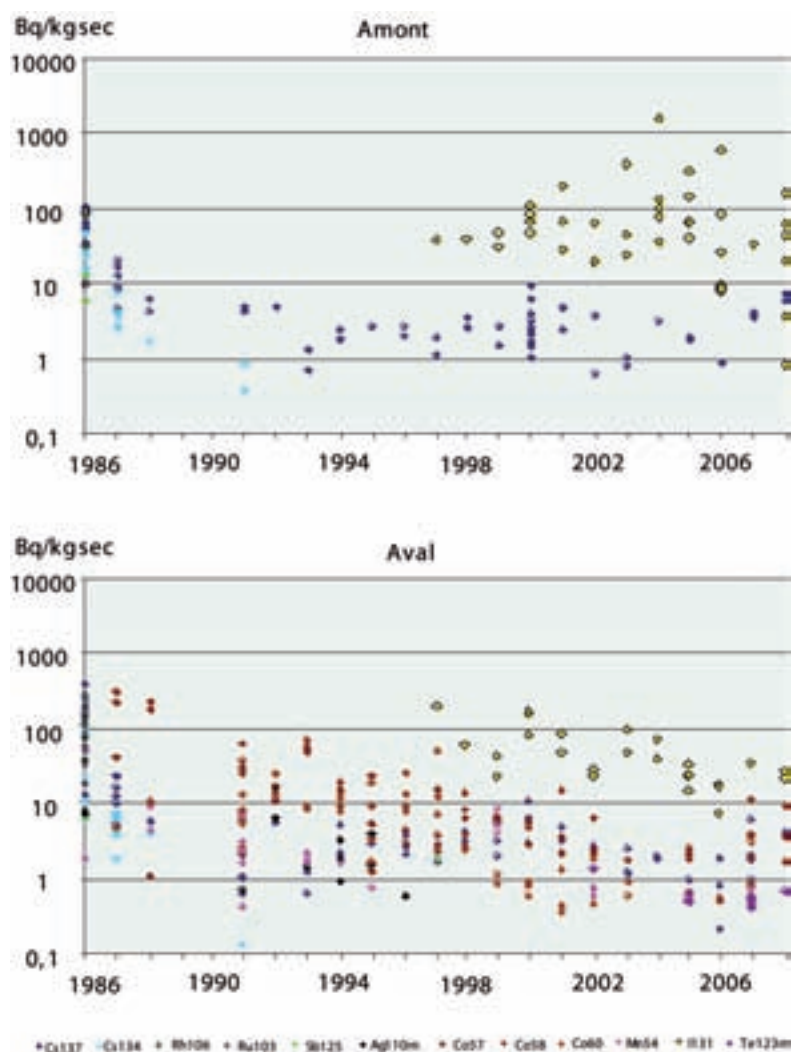


Figure 4 : activités massiques des principaux radionucléides artificiels mesurées dans les plantes aquatiques de la Moselle en amont et en aval de Cattenom (Bq/kg sec)

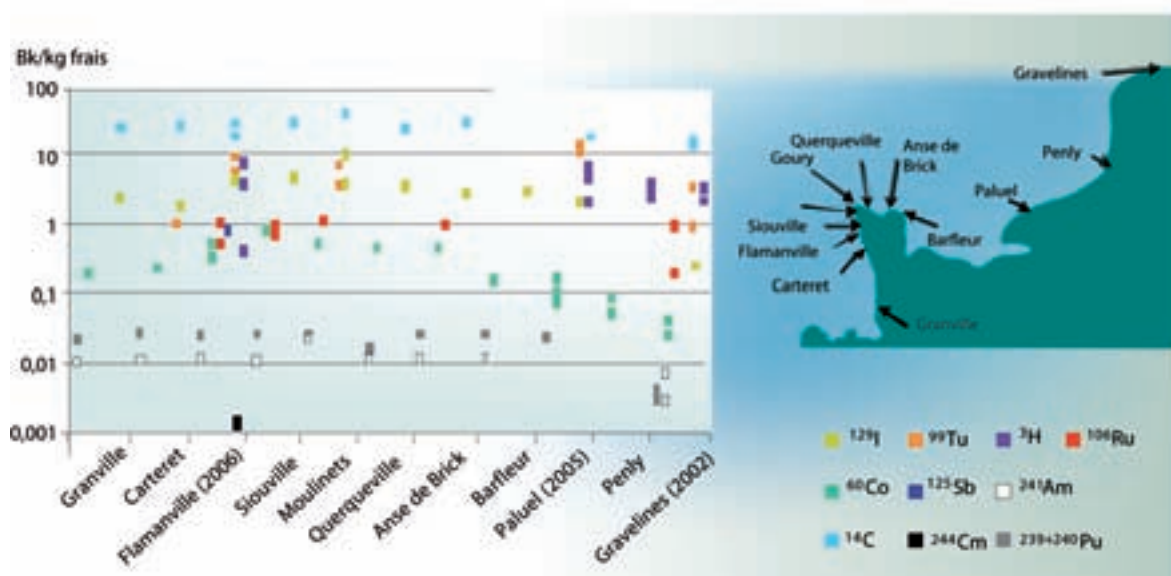


Figure 5 : activités massiques des principaux radionucléides artificiels mesurés dans les algues brunes en Manche depuis 2002 (Bq/kg frais)

Dans l'environnement terrestre du site de La Hague, des activités de ^{14}C de l'ordre de 2 à 5 fois le bruit de fond (500 à 1000 Bq/kg de C) sont également observées. L'autre contamination importante imputable aux rejets atmosphériques de l'usine de La Hague est celle de l'air en ^{85}Kr , avec des activités de quelques centaines à quelques milliers de Bq/m³, soit 100 à 1000 fois le bruit de fond de ce radionucléide. Sporadiquement, de très faibles contaminations de végétaux, notamment en ^{60}Co , ^{129}I ou en plutonium⁶, peuvent être décelées en bord de mer ou sur des surfaces cultivées. Ces contaminations ne sont pas liées aux rejets atmosphériques mais aux rejets liquides du fait des embruns ou de l'utilisation d'algues comme engrais.

Enfin, il faut signaler que les rejets atmosphériques des Centres nucléaires de production électrique (CNPE) d'EdF engendrent une contamination extrêmement faible de leur environnement terrestre en ^{14}C , qui se traduit par une augmentation de l'activité spécifique statistiquement significative, de l'ordre de 3 Bq/kg de carbone.

Contrairement aux rejets atmosphériques, les rejets liquides de la plupart des installations nucléaires contaminent les milieux aquatiques qui les reçoivent de manière bien visible. C'est le cas en aval des CNPE, pour lesquels outre des activités en ^3H et ^{14}C nettement supérieures au bruit de fond (jusqu'à 500 fois pour ^3H et 4 fois pour ^{14}C , dans les poissons), de nombreux produits de fission et d'activation peuvent être mesurés dans des plantes aquatiques et dans les sédiments. La figure 4 présente les activités de différents radionucléides mesurées dans des plantes aquatiques prélevées dans la Moselle en amont et en aval de la centrale de Cattenom. En amont, seuls le ^{137}Cs provenant des retombées anciennes et l' ^{131}I rejeté par les hôpitaux de Nancy et Metz, sont observés. En aval en revanche, plusieurs radionucléides provenant du CNPE sont mesurés : cobalt 58 et 60, manganèse 54, tellure 123 métastable... Il faut cependant noter, d'une part que les activités constatées sont en baisse depuis 20 ans du fait de la diminution de celles des rejets, et d'autre part que cette contamination est trop faible pour être observée dans les poissons.

En Manche, l'influence des rejets des CNPE est masquée par celle des rejets de l'usine de La Hague, excepté lorsque de l'agent 110m ou du cobalt 58 sont mesurés, car ces radionucléides ne sont pas présents dans les rejets de cette installation. La figure 5 permet de mettre en perspective les activités des principaux radionucléides artificiels mesurés dans les algues brunes en Manche et principalement imputables aux rejets de l'usine de La Hague. Contrairement aux CNPE, les rejets sont assez importants pour que des activités de ces radionucléides soient également mesurées dans les mollusques, les

poissons et les arthropodes. Cette figure montre que les valeurs maximales sont mesurées à proximité du site, entre Flamanville et l'Anse de Brick, et que même si l'influence est nette jusqu'à Gravelines, les activités y sont beaucoup plus faibles en raison de la dilution, d'un à deux ordres de grandeur pour ^{60}Co , ^{129}I , $^{239+240}\text{Pu}$ notamment.

Conclusion

Depuis les valeurs maximales observées durant la période 1962-1963, au plus fort des retombées des essais atmosphériques d'armes nucléaires, les activités des radionucléides artificiels dans l'environnement ont considérablement diminué. Les produits de fission et d'activation de périodes courtes (moins de 3 ans) qui prédominaient dans les années '60 et restaient encore très abondants au cours des années '70, ne sont plus mesurés aujourd'hui dans le milieu terrestre et ne sont encore décelables pour certains d'entre eux qu'en milieu aquatique en aval immédiat des points de rejets des installations nucléaires ou des centres hospitaliers, ainsi qu'en Manche, essentiellement sous influence de l'usine de La Hague.

Les activités des radionucléides de périodes plus longues, ^{90}Sr , ^{137}Cs et actinides (Pu et Am) sont aujourd'hui 10000 à 100000 fois moins élevées dans l'air et 10 à 1000 fois moins élevées dans les denrées qu'au cours des années '60.

Si parmi les radionucléides artificiels présents dans l'environnement, le ^3H et le ^{14}C prédominent très largement aujourd'hui avec des activités 10000 fois plus élevées dans l'air, et 100 à 1000 fois plus élevées dans les denrées que celles de ^{137}Cs ou ^{90}Sr , ils se situent désormais à des niveaux très proches de leur bruit de fond naturel cosmogénique et la rémanence de leur origine artificielle est maintenant faible.

Ces deux radionucléides sont toutefois les plus abondants dans les rejets de la plupart des installations nucléaires. Dans les zones influencées par les rejets des installations de Marcoule, Valduc, La Hague, Bruyères-le-Châtel et Saclay, et dans tous les cours d'eau recevant les rejets liquides, le tritium reste principalement d'origine anthropique. Il en est de même pour le ^{14}C autour de l'usine de La Hague. ■

6. Pour le plutonium, l'influence en milieu terrestre des rejets de l'usine de La Hague est trop faible pour être quantifiée en termes d'activité massique (Bq/kg); en revanche ce marquage est quantifiable à partir des rapports d'activités isotopiques ($^{239}\text{Pu}/^{240}\text{Pu}$ notamment) qui déterminent l'origine du plutonium.



LA RADIOACTIVITÉ DANS L'ENVIRONNEMENT

Reconstitution des rejets gazeux en tritium des installations du centre CEA de Saclay à partir des cernes de deux arbres de plus de 50 ans

Reconstruction of gaseous tritium waste from the CEA centre facilities at Saclay using rings from two trees over 50 years old

par Yves Bourlat, adjoint au directeur du CEA Saclay, responsable des unités de protection sécurité et environnement – DSM/SAC/UPSE, Jean-Michel Taillade, chargé d'affaires assainissement et environnement au CEA Saclay – DSM/SAC/UPSE, Nicolas Baglan, responsable métrologie tritium – CEA/DAM/DIF, Gilles Alanic, analyste tritium – CEA/DAM/DIF et Fabien Pointurier, chef de laboratoire – CEA/DAM/DIF



Figure 1 : localisation des 2 arbres analysés et des 2 principales installations à l'origine des rejets gazeux en tritium

La surveillance des rejets gazeux en tritium des installations nucléaires du centre CEA de Saclay n'est assurée de façon systématique que depuis 1968, date coïncidant approximativement avec l'arrivée sur le marché de compteurs à scintillation liquide permettant des mesures de série.

L'année 1968 étant précisément celle où l'on comptabilise les rejets en tritium les plus élevés, il était donc intéressant d'évaluer les rejets des années précédentes, depuis fin 1952 année de mise en fonctionnement des premières installations du centre. En effet, des rejets plus importants qu'en 1968 pouvaient s'être produits durant cette période.

L'historique des rejets gazeux en tritium a pu être reconstitué à partir de cernes de deux arbres de plus de 50 ans prélevés en deux endroits distincts à l'intérieur du site, sur sa périphérie.

Prélèvements et mesures

La localisation des deux arbres apparaît sur la figure 1. Le premier arbre est un peuplier (*Populus*) abattu en juillet 1999 et analysé en 2000. Le second arbre est un cèdre (*Cedrus Atlantica*) abattu en avril 2006 et analysé en 2009. Figure également sur ce plan l'emplacement des deux principaux laboratoires ayant manipulé ou manipulant du tritium à des fins d'études ou de recherches et dont les rejets en tritium sont les plus significatifs du centre (à plus de 90%).

Les installations concernées se situent d'une part dans le bâtiment 459 (différentes cellules de l'INB 49, LHA laboratoires de haute activité) situé en zone centrale et d'autre part dans le bâtiment 547 situé à proximité des LHA en zone centrale/est du site.

Les principales études et recherches menées dans les LHA entre la fin des années '50 et 1998 portaient principalement sur la mesure de la brillance de lampes au tritium, la mesure de sources d'eau tritiée, la fabrication de cibles

Executive Summary

The monitoring of gaseous discharges of tritium from nuclear facilities CEA Saclay is ensured consistently since 1968, roughly coinciding with the arrival on the market of liquid scintillation counters for serial measurements.

1968 is precisely the year when the highest releases of tritium have been measured. So it was interesting to estimate releases from previous years, since late 1952 which is the year of entry into operation of the first facilities of the research center. Indeed, emissions higher than in 1968 could have occurred during this period.

The history of gaseous tritium releases have been reconstructed from tree rings of two trees over 50 years collected in two separate locations within the site, on its outskirts.

This reconstruction shows that only 3 years prior to 1968 may have had higher emissions than in 1968 (about 40% more). Before 1965, emissions were much lower and consistent with the studies and research programs that were making use of smaller amounts of tritium. The first releases of tritium gas are also coherent with the history of researches made using this radionuclide in Saclay, which started around 1959.

tritiées, l'étude de la dispersion du tritium en caisson étanche, l'extraction du tritium dans des céramiques lithiées, l'étude des conditions expérimentales de tritiation, la production de tritium et d'eau tritiée ainsi que sur la préparation de molécules marquées pour usages médicaux.

Le laboratoire du bâtiment 547 a quant à lui fonctionné environ pendant une année vers 1970 puis régulièrement à partir de 1999. Il est toujours en activité et dévolu aux recherches en chimie bioorganique et marquage moléculaire.

Les cernes du peuplier et du cèdre ont respectivement été analysés en 2000 et 2009.

Le protocole d'analyse des cernes comprend les étapes suivantes (Pointurier 2003):

- sur les coupes d'arbres préalablement séchées par étuvage et poncées, identification des séparations de cernes en partant de la périphérie vers le cœur. Cette identification a été réalisée à l'aide d'une loupe pour le peuplier. De ce fait, il n'y a pas de certitude que chacun des anneaux identifiés corresponde à une année car certaines séparations de cernes sont très peu visibles. Inversement, des accidents climatiques locaux peuvent avoir engendré des séparations de cernes qui ne correspondent pas réellement à des périodes hivernales. Pour le cèdre, afin de s'affranchir de cette imprécision, les échantillons mis en forme ont été transmis à l'INRA pour analyse microdensitométrique où l'identification des cernes est basée sur la variation d'absorption des RX en fonction de la densité du bois (Polge 1966);
- séparations manuelles du bois de chaque anneau ligneux de la coupe. Des masses comprises entre quelques grammes à quelques dizaines de grammes sont constituées en vue des analyses;
- découpage des copeaux en tranches plus fines, d'une épaisseur proche du millimètre;
- extraction du tritium échangeable par mélange des morceaux de bois de chacun des cernes avec de grands volumes d'eau exempte de tritium (eau d'un forage profond de Bruyères-le-Châtel);
- récupération du bois par filtration puis séchage par cryo-dessiccation sous vide;
- combustion dans un four organique tubulaire fonctionnant selon le principe suivant : les gaz émis à l'issue de la combustion de l'échantillon dans une première unité de chauffage sont entraînés sous un flux d'oxygène pur et sont oxydés par un passage à travers un catalyseur (oxyde de cobalt). La vapeur d'eau ainsi formée est condensée dans un piège froid;
- neutralisation et distillation de l'eau de combustion ainsi obtenue;
- mesure par scintillation liquide du distillat avec des compteurs bas bruit PACKARD 2560 TR/XL ou Wallac Quantulus 1220.

Résultats

Les résultats finaux (Baglan 2008) pour les deux arbres sont exprimés en Bq par kg de matière fraîche, selon la formule :

$$A_{mf} = A_{ms} \times \frac{m_{ms}}{m_{mf}}$$

avec l'activité en Bq par kg de matière sèche déterminée selon la formule :

$$A_{ms} = A_{\text{eaucomb}} \times \frac{\%_{\text{bois}}^{\text{H}}}{\%_{\text{eau}}^{\text{H}}}$$

où

- A_{eaucomb} est l'activité volumique en tritium dans l'eau de combustion;
- A_{ms} est l'activité en tritium exprimée en Bq.kg⁻¹ de matière sèche;
- A_{mf} est l'activité en tritium exprimée en Bq.kg⁻¹ de matière fraîche;
- $\%_{\text{bois}}^{\text{H}}$ le pourcentage d'hydrogène dans le bois pris égal à celui de la cellulose (6,2%) en l'absence de valeur expérimentale;
- $\%_{\text{eau}}^{\text{H}}$ le pourcentage d'hydrogène dans l'eau (11,1%);
- m_{ms} et m_{mf} sont respectivement les masses en g de matière sèche et de matière fraîche. Le rapport expérimental déterminé m_{ms}/m_{mf} pour le cèdre (0,91) est également utilisé pour le peuplier, un rapport identique ayant été observé dans le passé pour des peupliers issus d'un autre site.

Les incertitudes, données avec un intervalle de confiance de 95% [facteur d'élargissement k égal à 2] tiennent compte des diverses hypothèses utilisées pour calculer les activités tritium dans les mêmes unités. Elles sont de l'ordre de 10 à 20% pour les années supérieures à 1970 et de 20 à 40% pour les années antérieures à 1970.

De par la méthode manuelle d'identification des cernes pour le peuplier de 1999, une coïncidence exacte entre l'année supposée et l'année réelle serait exceptionnelle. L'écart possible est de +/- 1 à 2 ans.

Afin d'évaluer l'activité en tritium organiquement lié dans chacun des cernes au moment de la croissance de l'arbre, donc au moment des rejets, une correction de la décroissance radioactive du tritium ($T = 4497 \pm 8$ jours) a été apportée à chacune des valeurs, sur la base de l'année estimée de la fabrication de chacun des cernes.

Cela permet de reconstituer l'impact réel des marquages annuels des cernes par les rejets du centre.

Une comparaison par rapport aux rejets effectivement mesurés depuis 1968 puis une extrapolation pour déterminer les rejets antérieurs à 1968 sont alors possibles.

La figure 2 présente sur un même graphe les courbes de concentration en tritium organiquement lié des cernes du peuplier de 1999 (période de 1954 à 1998) et des cernes du cèdre de 2006 (période couverte de 1958 à 2005).

Les courbes présentées en figure 2 font apparaître les constats suivants :

- l'évolution de la concentration en tritium organique des cernes du peuplier fait apparaître deux années de rejets élevés en 1965 et 1966 suivies de quatre années plus



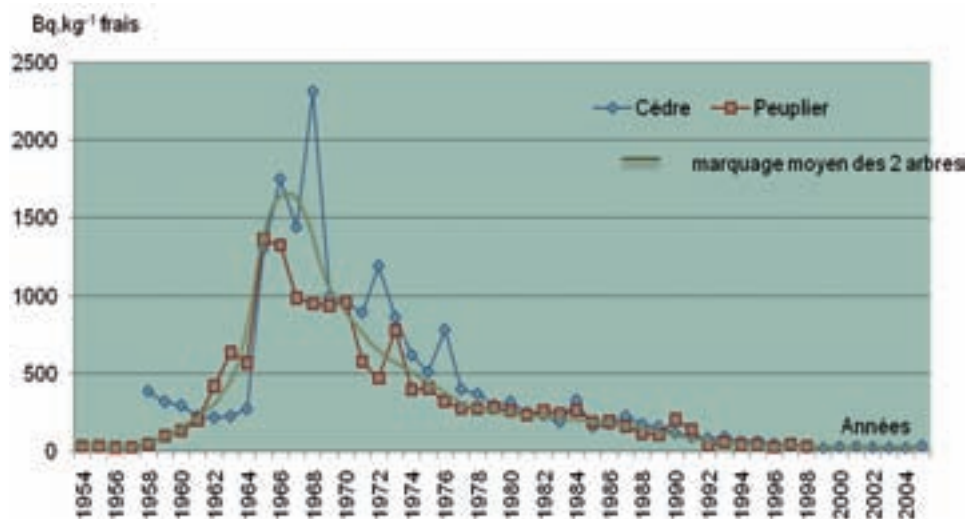


Figure 2 : concentration en tritium organique des cernes du peuplier et du cèdre



Figure 3 : dégradation des cernes de cèdre sur la période 1964-1958

faibles (1967 à 1970). Pour les années suivantes, 1973 est caractérisée par un pic un peu plus élevé ;

- l'évolution de la concentration en tritium organique des cernes du cèdre met en évidence un marquage maximal en 1968 et un marquage un peu plus faible les 3 années précédentes (1965 à 1967). Pour les années suivantes, 1972 et 1976 comportent un pic un peu plus élevé.

Comme décrit précédemment, une incertitude sur la date réelle des cernes existe pour le peuplier ; elle est évaluée à +/- 1 ou 2 ans. Néanmoins, hormis les trois maximums observés en 1968, 1972 et 1976 sur le cèdre, les activités déterminées de 1965 à 1998 et notamment à partir des années '80 sont en bon accord (figure 2) pour les deux arbres. Par ailleurs, les deux arbres n'ayant pas poussé au même emplacement, leur marquage dépend des conditions météorologiques prévalant au moment de leur croissance. C'est vraisemblablement la raison pour laquelle ces trois pics observés pour le cèdre ne coïncident pas exactement avec ceux du peuplier. Enfin, l'intensité du marquage, à rejets identiques, dépend également de la nature de l'arbre peuplier ou cèdre.

Un marquage moyen des deux arbres est dessiné sur cette figure 2.

Discussion

Un certain nombre d'analyses du même type ont été effectuées dans d'autres laboratoires sur des arbres subissant ou non l'impact tritium d'une installation nucléaire. Pour tous ces arbres, situés dans l'hémisphère nord, la tendance suivante est observée :

- lors de l'ère pré-nucléaire et avant 1952, les niveaux d'activité sont très faibles, de l'ordre des niveaux naturels ;
- à partir de 1952, début des essais thermonucléaires atmosphériques, une augmentation très rapide des niveaux de tritium est observée dans l'hémisphère nord, avec une activité maximale en 1963 dans les précipitations d'environ 500 Bq.L⁻¹ (Gat, 2001) ;
- après 1963, les niveaux d'activité décroissent d'abord rapidement puis plus lentement. Pour les arbres éloignés de toute installation nucléaire, la décroissance est assez régulière et les niveaux d'activité des cernes récents tendent vers les niveaux de tritium naturels. Au contraire, pour les arbres proches d'une installation nucléaire produisant des rejets de tritium dans l'environnement, l'impact local de cette installation se cumule à la décroissance globale.

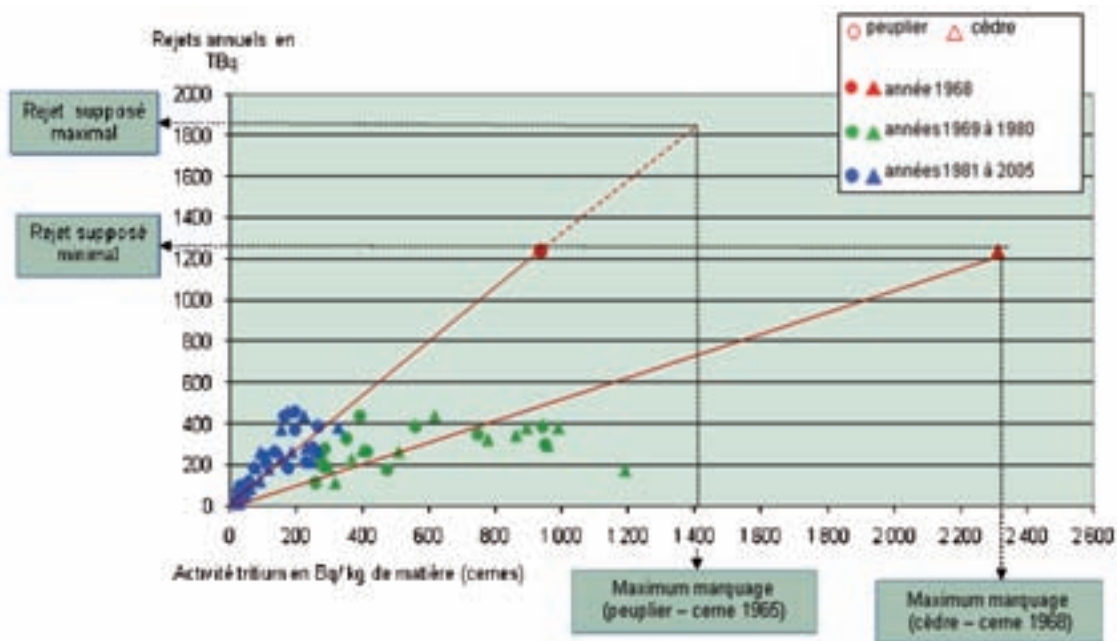


Figure 4 : corrélation entre marquage des cerne du peuplier et rejets du CEA Saclay

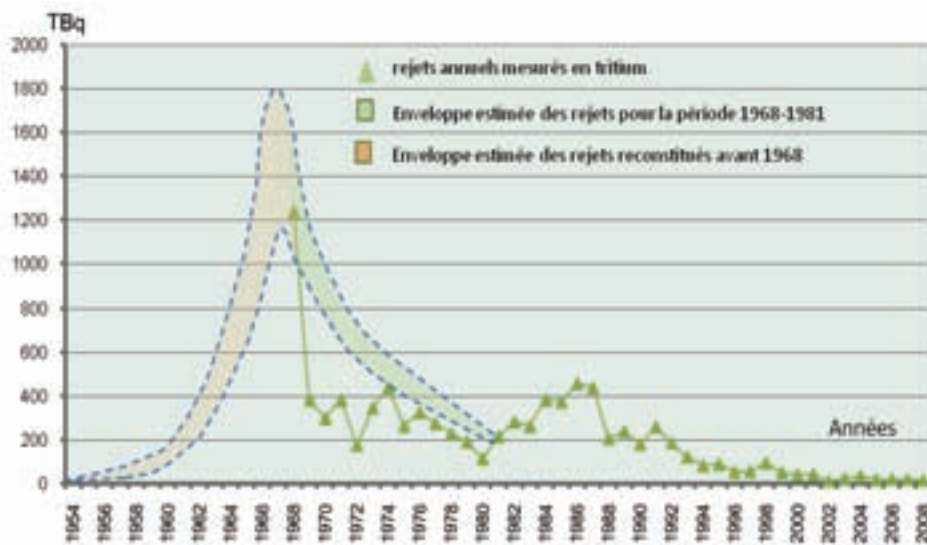


Figure 5 : reconstitution des rejets gazeux en tritium du CEA Saclay à partir des cerne d'arbres

On constate bien une telle tendance pour les deux arbres analysés :

- pour les cerne les plus anciens, les activités mesurées sont très faibles et très proches des limites de détection. Les incertitudes associées à ces mesures sont supérieures à 50%. Les activités peuvent paraître élevées mais il y a lieu de se rappeler que ces activités ont été corrigées de la décroissance radioactive du tritium ($T = 4497 \pm 8$ jours), par exemple d'un facteur 16 pour un cerne de 50 ans. Ces activités sont représentatives des retombées des essais nucléaires en atmosphère. Les valeurs élevées constatées sur la période 1958-1960 pour le cèdre pourraient être dues à une dégradation localisée du bois et à la présence de fissures sur la période 1964-1958 (figure 3) ayant permis la migration du tritium d'un

cerne à l'autre et ayant conduit à l'observation d'une activité assez uniforme sur cette période ;

- puis les activités augmentent rapidement à partir du milieu des années '60, représentatives d'un marquage par les rejets des installations de recherche du centre CEA de Saclay.

L'étude de la corrélation entre les rejets du CEA Saclay mesurés depuis 1968 et le marquage des cerne (figure 4) met en évidence les points suivants :

- une bonne corrélation pour les années postérieures à 1980 (pour les 2 arbres) et pour l'année 1968 (pour le peuplier) traduite par une relation linéaire entre les rejets et l'intensité du marquage ;
- une sous-évaluation possible des rejets pendant la période 1969 à 1980, le marquage des cerne apparaissant



plus important en comparaison des rejets déclarés. Si tel était le cas, cette sous-évaluation pourrait être due à la conjugaison de plusieurs facteurs (techniques de mesures non encore optimisées, expérimentations non raccordées en totalité aux émissaires instrumentés, rejets diffus non comptabilisés).

En admettant une linéarité entre les rejets annuels en tritium du centre et le marquage de l'anneau ligneux correspondant à l'année 1968 (aussi bien pour le peuplier que pour le cèdre), à partir des mesures des rejets comptabilisés depuis 1968, on peut en déduire une enveloppe des rejets annuels probables antérieurement à l'année 1968.

C'est ce que présente la figure 5 qui :

- reprend les rejets mesurés pour les années postérieures ou égales à 1968 ;
- comporte une enveloppe probable des rejets avant 1968, avec un maximum annuel vers 1965-66 d'environ 1800 TBq obtenu en évaluant à partir de la droite "peuplier" de la figure 3 le rejet maximal correspondant à un marquage d'environ 1400 Bq/kg mesuré sur les cernes des années 1965 et 1966 (voir le tracé du peuplier en figure 2) ;

- propose également une enveloppe de rejets pour la période 1968 à 1980 dans l'hypothèse d'une sous-évaluation de ces rejets au cours de cette période.

Conclusion

À partir de l'analyse du tritium organiquement lié présent dans les cernes de deux arbres cinquantenaires prélevés en deux endroits du centre CEA de Saclay, il a été possible de dresser une enveloppe probable des rejets au cours des années antérieures à 1968 pour lesquelles nous ne disposons pas de données.

Cette reconstitution démontre que seules les 3 années précédant 1968 ont pu avoir des rejets plus importants qu'en 1968 (de l'ordre de 40% de plus). Avant 1965, les rejets étaient beaucoup plus faibles et cohérents avec les programmes d'études et de recherches mettant en œuvre des quantités moindres de tritium. Les premiers rejets gazeux en tritium sont également cohérents avec l'historique des recherches menées avec ce radionucléide à Saclay : ils démarrent vers 1959. ■

Références

- Polge, H. Établissement des courbes de variation de la densité du bois par exploration densitométrique de radiographie d'échantillons prélevés à la tarière sur des arbres vivants. Applications dans les domaines technologiques et physiologiques. Utilisation des spectres de diffraction des rayons X pour les études de qualité du bois. Université Nancy, Nancy, 1966.
- Pointurier F., Baglan N., Alanic G., Chiappini R., Determination of organically bound tritium background level in biological samples from a wide area in the south-west of France. *J. Environ. Radioactivity*, 68, 2003. 171-189.
- Baglan N., Ansoborlo E., Cossonnet C., Fouhal L., Fourré E., Henry A., Kim S. B., Mokili M., Olivier A., Granier G., Assessment and interpretation of a Round Robin exercise For Organically Bound Tritium determination. LSC 2008, *Advances in Liquid Scintillation Spectrometry*, Edited by J. Eikenberg et al. Radiocarbon, The University of Arizona, Tucson, Arizona, USA. 2009 ; 229-240.
- J. R. Gat, W. G. Mook, H. A. J. Meijer, in *Environmental isotopes in hydrological cycle*. Principe and applications. Ch V Tritium in the atmosphere. IHP-V Technical documents in hydrology, N° 39. UNESCO – IAEA 2001.

TRANSPARENCE ET INFORMATION ENVIRONNEMENTALE

Les actions de l'ASN pour répondre à l'évolution de la demande du public en matière de transparence environnementale

Actions of the French Nuclear Safety Authority in response to the growth in public demand for environmental transparency

par **Nathalie Clipet**, responsable du pôle public professionnel – Direction de la communication et de l'information des publics (ASN)

L'insupportable atteinte environnementale

Depuis quelques années, les Français ont fortement pris conscience des risques et des conséquences possibles des activités humaines sur l'environnement. Hydrocarbures déversés dans les océans (naufrages de bateaux ou de plateformes pétrolières), pesticides et gaz toxiques déversés dans l'atmosphère ou dans les cours d'eau et les nappes phréatiques : les images véhiculées par les médias focalisent les craintes sur les installations industrielles, pollueurs en puissance, en particulier sur les plus dangereuses classées "Seveso".

En matière de risques environnementaux, le réchauffement climatique (53%) et la pollution des eaux en général (33%) se classent loin devant le risque nucléaire (27%). Le public se révèle par ailleurs moins sensible aux enjeux de la sûreté nucléaire et de la radioactivité qu'aux impacts des installations nucléaires sur son milieu de vie.

Ainsi, le déversement accidentel de 74 kg d'uranium dans le Rhône par l'usine SOCATRI de traitement des effluents uranifères en est la parfaite illustration. La crise médiatique durera tout le mois de juillet 2008. La responsable du service presse de l'ASN témoigne : *"lors de notre première conférence de presse à Lyon, 30 reporters se bousculaient pour interviewer les responsables de l'ASN, nous recevions 80 appels de journalistes par jour avec des demandes d'information quasi en temps réel"*. L'atteinte environnementale est vécue comme insupportable.

D'autres incidents également classés au niveau 1 de l'échelle INES ont beaucoup moins marqués les esprits. Cantonnés à la centrale, ce territoire, domaine de l'exploitant, n'est pas investi par les populations comme le sont les milieux (terre, eau, faune et flore) avec lesquels elles sont quotidiennement en contact.

Une défiance héritée de Tchernobyl

L'accident de la centrale de Tchernobyl le 26 avril 1986, le plus grave survenu dans l'industrie nucléaire civile, confirme que le progrès scientifique peut être source de risques sanitaires ou environnementaux. Il conduit les

citoyens à s'interroger sur les choix stratégiques qui les engagent et sur leur exposition aux risques technologiques. L'incapacité à évaluer de manière catégorique les risques à moyen ou à long terme, un certain discours scientifique négligeant les incertitudes, entament durablement la confiance envers les journalistes, les exploitants et les acteurs publics.

L'incident de SOCATRI ravive cette défiance largement héritée de Tchernobyl. Le traitement médiatique de cet incident vient contrarier les informations des autorités et des pouvoirs publics et entretenir la suspicion sur leur

Executive Summary

The Nuclear Transparency and Security Act 2006-686 of 13 June 2006 (TSN Act) reinforces the integrated approach to nuclear safety, radiation protection and environmental concerns. The TSN Act guarantees "the public's right to reliable and accessible information on nuclear security" (Article 1).

ASN fosters the implementation of this information right. Concerning the environment, it ensures that the available information is accessible and shared. This concern applies first to its own information media and actions, but also to the stakeholders.

ASN makes sure that the licensees fulfil the transparency duty required by the TSN Act and is watchful concerning the effectiveness of means implemented for the public access to information. ASN also promotes good practices in its annual report for the public information.

With regard to the environment, ASN actions are primarily focused on limiting and supervising the effluents discharges resulting from nuclear activities; monitoring radioactivity in the environment; and preventing and managing emergency situations.

One of the recent significant contributions to providing the public with reliable, centralised information is the launch of www.mesure-radioactivite.fr. This website issued by the national network under the aegis of ASN, gives the public access to the results of radioactivity measurements carried out by certified laboratories.

ASN seeks to involve the public in projects with an important impact on the environment. It considers the Local Information Committees (CLI) as an important contributor to the "ecological democracy" and invites periodically their representatives to take part in ASN inspections. ASN also encourages public debates. Besides, this is one of the axis of its strategic plan 2010-2012.



crédibilité. Le classement par l'ASN au niveau 1 de l'échelle INES, en application des critères de cette échelle, suscite l'incompréhension, du fait d'un décalage important avec la manière dont l'événement est perçu par l'opinion publique.

Le sondage TNS Sofrès réalisé pour l'ASN en septembre 2008 révèle un impact important sur l'opinion: les trois quart des français ont entendu parler des événements, plus de la moitié jugent les conséquences graves et se déclarent sceptiques sur l'efficacité des contrôles exercés par les autorités françaises.

L'enquête IFOP / le Monde de juillet 2008 confirme une défiance marquée vis-à-vis du gouvernement: 70% des sondés ne lui font "plutôt pas confiance" pour être informés en cas d'incident nucléaire. Après celui-ci, c'est AREVA qui suscite le plus de méfiance (68%), puis les médias (60%) et EDF (54%).

Une attitude ambivalente envers l'information

Il existe aujourd'hui une information abondante et diversifiée. À titre d'exemple, www.asn.fr donne accès à plus de 5500 lettres de suite d'inspection, 1350 avis d'incident et 1200 textes de référence (lois, décrets, arrêtés, avis...), à près de 500 notes d'actualités nationales ou régionales ou encore aux décisions prises par l'ASN après avis des groupes permanents d'experts placés auprès d'elle.

Cependant, ce foisonnement est parfois perçu, de la part de l'opinion publique, comme un manque de transparence de la part des acteurs du nucléaire, ou même dans l'esprit de certains, comme une volonté de masquer les choses. L'information rendue publique peine à être connue et reçue par les intéressés.

Les moyens privilégiés pour accéder à l'information sur le contrôle du nucléaire sont peu pro-actifs: à 71% les médias et à 66% les discussions avec l'entourage. Autrement dit, le public attend des interventions dans les médias, en particulier sur les aspects environnementaux. En décembre 2008, lorsque l'ASN suspend les agréments EDF de mesure de radioactivité, suite à des écarts de méthodes constatés, la décision, à caractère technique, est publiée sur www.asn.fr. L'absence de communication spécifique auprès des médias sera pourtant reprochée à l'ASN, le public estimant que l'affaire interrogeait l'impact réel des centrales EDF.

Le baromètre TNS Sofrès de fin 2008 "notoriété et image de l'ASN" témoigne de cette ambivalence du public dans sa demande de transparence. 92% des interrogés déplorent une information partielle (+3 points). Toutefois, même parmi le public "averti" intéressé au nucléaire et à son contrôle, seuls 38% consultent les sites Internet d'associations environnementales et 12% celui de l'ASN.

L'ASN, porteuse de la loi TSN et de ses dispositions relatives à la Transparence

La loi du 13 juin 2006 relative à la transparence et à la sécurité nucléaire (TSN) renforce l'intégration des considérations de sûreté, de radioprotection et de protection



Présentation à l'OPECST du *Rapport de l'ASN sur l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France en 2009*, Assemblée Nationale, Paris, 7 avril 2010

de l'environnement. Elle définit la transparence en matière nucléaire comme "le droit du public à une information **fiable** et **accessible**" (article 1).

L'ASN considère qu'elle est porteuse de l'application de l'ensemble des dispositions prévues par la loi pour garantir ce droit. La transparence fait ainsi partie des quatre valeurs fondatrices de la nouvelle Autorité administrative indépendante.

La **fiabilité** renvoie à la notion de crédibilité des émetteurs de l'information. Un des éléments de cette fiabilité repose sur la démarche pluraliste et la confrontation des points de vue. Les acteurs locaux tels que les Commissions locales d'information (CLI) sont des maillons essentiels de l'information, en raison de leur proximité avec les riverains et de leur image empreinte d'impartialité et d'objectivité et de leur caractère pluraliste. L'ASN s'applique à les accompagner dans leur appropriation des enjeux de sûreté locaux et à les appuyer.

L'**accessibilité** sous-tend à la fois une information compréhensible, homogène et facile à trouver. Pour être efficace, l'information doit être épurée du jargon spécialisé des techniciens, mais également mettre en perspective les enjeux essentiels, proposer des repères et expliciter les choix opérés. L'ASN s'y emploie tant dans sa propre communication que dans ses actions en faveur de la transparence des autres acteurs du nucléaire.

La maîtrise et le contrôle des effluents

L'ASN réglemente et contrôle les rejets radioactifs des installations nucléaires. Elle s'attache à ce que ces rejets dans l'environnement soient aussi faibles que raisonnablement possible, d'une part, par l'emploi des meilleures techniques disponibles et, d'autre part, par une démarche de progrès continu.

L'ASN veille à ce que le producteur explicite ses choix dans la demande d'autorisation : arbitrages entre confinement ou dispersion des substances, justification des options de traitement ou de réduction à la source écartées.

L'ASN assure un contrôle des résultats de la surveillance réglementaire du site nucléaire par l'exploitant. En cas de dépassement, des mesures de coercition peuvent être prises, allant jusqu'à la suspension de l'activité, comme en août 2008 pour SOCATRI en raison du dépassement de la limite mensuelle de rejets de carbone 14.

Sous l'impulsion de l'ASN, un programme de contrôles "croisés", formalisé en 2008, vise par ailleurs à asseoir la conviction que les résultats obtenus par les exploitants sont justes. Les exploitants transmettent à un laboratoire indépendant, pour analyse, un certain nombre de prélèvements réalisés dans les rejets. Les résultats de ces contrôles, sont communiqués à l'ASN.

Les inspections inopinées complètent le dispositif de contrôle du respect et de la fiabilité des dispositions réglementaires. Les inspecteurs de l'ASN font prélever des échantillons dans les effluents ou l'environnement et les font analyser par un laboratoire tiers spécialisé. Depuis 2000, l'ASN réalise de 10 à 20 inspections avec prélèvements par an. Les lettres de suite d'inspection sont systématiquement publiées sur le site www.asn.fr.

La surveillance de la radioactivité en toute transparence

Le dispositif de surveillance placé sous la responsabilité de l'exploitant constitue la source principale de mesures sur l'état radiologique. Il est complété par une surveillance globale du territoire, sous forme de prélèvements d'échantillons dans l'environnement et de réseaux de télésurveillance en continu de la radioactivité de l'air et de l'eau.

Depuis le 2 février 2010, le site www.mesures-radioactivite.fr rend accessible à tous, en toute transparence, les 200 000 mesures de radioactivité effectuées dans l'air, l'eau, le sol et la chaîne alimentaire. Développé sous le pilotage de l'ASN en collaboration avec l'IRSN, le Réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement centralise les mesures de la radioactivité et s'assure de leur qualité et de leur harmonisation par une procédure d'agrément incluant des essais interlaboratoires.

L'une des forces du Réseau est le pluralisme de ses acteurs : ministères, agences sanitaires, instituts publics, industriels du nucléaire et associations de protection de l'environnement et des consommateurs. Les mesures sont transmises par 60 laboratoires agréés par l'ASN.

42 laboratoires dépendent des exploitants, deux des associations, les autres sont privés ou rattachés à des universités. Pour la première fois, les mesures des exploitants nucléaires sont ainsi confrontées à celles d'associations indépendantes, telles que l'ACRO.

L'ouverture au public du site Internet représente une étape importante dans la réponse à la demande sociétale croissante de transparence en matière environnementale. La pluralité des sources d'information couplée à l'obligation d'agrément apporte des garanties sur la qualité et la fiabilité des données et contribue à la confiance qui peut leur être accordée.

L'accompagnement pédagogique, indispensable au vu de la technicité du sujet, n'a pas été oublié. Un pré-test sur un panel d'utilisateurs a permis d'améliorer l'ergonomie du site, d'éviter les jargons professionnels et de multiplier les repères contextuels. Le site évoluera pour prendre en compte les observations des internautes et les résultats d'un post-test prévu courant 2010. L'indice de la radioactivité dans l'environnement en projet contribuera également à la lisibilité des mesures. L'ambition est de fournir une échelle de référence sur le modèle de celle de la pollution.

Une veille permanente sur les impacts radiologiques

Les différents supports d'information de l'ASN relaient largement sa veille environnementale, et visent à s'adapter aux différents publics intéressés. Les notes



Site Internet du réseau national www.mesure-radioactivite.fr



Campagnes de prévention: l'exemple des comprimés d'iode

La 4^e campagne de prévention des risques sanitaires a été organisée de juin à décembre 2009 en coordination avec les ministères chargés de l'Intérieur et de la Santé, avec le soutien d'EDF, de l'Association nationale des commissions locales d'information (ANCLI), de l'Ordre national des pharmaciens, des syndicats des pharmaciens d'officine et de l'association de pharmacie rurale. Environ 400 000 foyers et 2 000 établissements recevant du public répartis sur 500 communes étaient concernés.

L'objectif était de mieux associer les citoyens en leur délivrant des messages clairs :

- en cas d'accident nucléaire, l'ingestion d'iode stable est un moyen simple et efficace de protéger la thyroïde contre les effets de l'iode radioactif ;
- les jeunes et les femmes enceintes étant les plus sensibles, leur protection est prioritaire ;
- l'ingestion d'iode stable doit être associée à d'autres actions de protection.

De nombreux supports de communication ont été créés : lettre nominative à chaque foyer résidant dans un périmètre de 10 km autour d'une centrale nucléaire, site Internet (www.distribution-iode.com), dépliants d'information et af-



Affiche de la 4^e campagne de distribution des comprimés d'iode coordonnée par l'ASN en 2009

fiches. Au niveau national, près de 50 % des personnes intéressées ont retiré leurs boîtes de comprimés en pharmacie et plus de 334 000 boîtes ont ainsi été distribuées. Les premières études relatives à cette campagne ont montré que près de 90 % des personnes concernées avaient été bien informées.

d'informations publiées régulièrement sur le site www.asn.fr ont une visée plus généraliste, tandis que les développements dans le *Rapport de l'ASN sur l'état de la sûreté nucléaire et la radioprotection en France* ou les articles publiés dans la revue *Contrôle* seront davantage destinés à un public averti, voire spécialisé.

Sur www.asn.fr, le public accède aux actualités ainsi qu'à une base documentaire sur la vie des installations (lettres de suite d'inspection, arrêts de réacteur, avis d'incident) ou encore sur les textes réglementaires

(notamment autorisations et agréments de laboratoires de mesures).

Le *Rapport de l'ASN sur l'état de la sûreté nucléaire et la radioprotection en France*, document de référence annuel du contrôle du nucléaire, fait quant à lui état des impacts radiologiques de chaque site nucléaire. Il aborde également les risques de la radioactivité naturelle, notamment le radon, objet d'une politique active de diagnostic et de contrôle depuis 2002. Instrument majeur de la politique du "rendre compte" de l'ASN, le rapport est remis au Président de la République et au Gouvernement et présenté aux parlementaires, en présence de la presse.

L'accompagnement des exploitants dans leur devoir de transparence

Dans son titre III, la loi TSN innove en créant, dans son article 19, un droit d'accès aux informations directement opposable aux exploitants, et non limité aux documents existants.

L'ASN souhaite renforcer l'application de cette évolution majeure du cadre juridique de la transparence sur les activités nucléaires. Elle est notamment intervenue auprès d'exploitants pour les inciter à avoir une interprétation moins extensive de la notion de secret protégé par la loi. L'ASN a en outre proposé à la Commission d'accès aux documents administratifs (CADA) de lui fournir en tant que de besoin des avis techniques sur la communicabilité de documents faisant l'objet d'une saisine.

Autre disposition phare de la loi TSN, l'article 21 impose à tout exploitant d'établir chaque année un rapport annuel général destiné au public. L'ASN encourage le partage des bonnes pratiques et axes de progrès pour délivrer l'information la plus complète et la plus accessible possible. Elle a élaboré dans cet objectif un guide de rédaction de ces rapports, dont la version définitive intégrera les résultats de la concertation avec les exploitants et avec les CLI.

La prévention et la gestion des incidents

L'article 54 de la loi TSN impose à l'exploitant d'informer immédiatement l'ASN en cas d'incident. Tous les événements classés au niveau 1 et au-dessus sont systématiquement l'objet d'une information publiée sur le site internet de l'ASN et ceux classés au niveau 2 et au-dessus donnent lieu à un communiqué de presse.

En cas d'accident, la loi confère à l'ASN une mission claire : elle doit "informer le public de l'état de sûreté [...]" et des éventuels rejets dans l'environnement et de leurs risques pour la santé des personnes et pour l'environnement" (article 4). L'ASN doit en particulier être capable de répondre aux sollicitations médiatiques. Aussi, les exercices de crise organisés au rythme d'une dizaine par an intègrent-ils, pour certains d'entre eux, une pression médiatique destinée à évaluer la réactivité, la cohérence et la coordination des messages délivrés par les différents acteurs aux niveaux national et local.

L'ASN est en outre chargée par la directive interministérielle du 7 avril 2005 d'anticiper et de préparer les dispositions nécessaires pour répondre aux situations post-accidentelles. L'ASN a édité à cette fin un *Guide national d'intervention médicale en cas d'événement radiologique ou nucléaire*. Elle mène par ailleurs régulièrement des campagnes de distribution préventive gratuite de comprimés d'iode stable pour les habitants vivant à proximité des réacteurs nucléaires. La dernière a eu lieu en 2009.

Depuis juin 2005, l'ASN a mis en place un Comité directeur pour la gestion de la phase post-accidentelle d'un accident nucléaire ou d'une situation d'urgence radiologique (Codirpa). Cette démarche participative de grande ampleur, conduite avec l'ensemble des acteurs concernés au niveau national et avec les autorités étrangères, doit aboutir à des recommandations de nature à améliorer la protection des êtres humains et de l'environnement vis-à-vis des conséquences d'un éventuel accident nucléaire.

Associer pour une gestion partagée des risques

L'ASN s'appuie fréquemment sur la confrontation de points de vue pour fonder ses décisions. C'est le rôle des recommandations scientifiques des groupes permanents d'experts ou encore de groupes de réflexion sur des sujets tels que le Tritium.

Au niveau national, l'ASN contribue activement aux travaux du Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire (HCTISN), instance majeure d'information et de débat créé par la loi TSN. Elle participe notamment aux projets de création d'un portail d'information sur les impacts environnementaux et d'un indice de la radioactivité.

Au niveau local, l'ASN veille à associer les CLI, premiers acteurs de la concertation, à la vie des installations nucléaires. Elle les convie régulièrement aux inspections avec prélèvements et analyse. L'inspection du

26 novembre 2009 à la centrale de Gravelines sur la qualité de l'air, des eaux souterraines et du canal en est un exemple récent. De même, l'ASN encourage les CLI à s'impliquer dans les visites décennales des réacteurs 900 MWe et à exercer à cette occasion leur possibilité de recours à une expertise diversifiée et indépendante des exploitants. Un guide à cet usage est en cours de diffusion.

Le principe d'association du public à l'élaboration des projets ayant une incidence importante sur l'environnement est consacré par la Charte de l'environnement. Pour les INB, la loi TSN a confirmé l'exigence d'une enquête publique avant l'autorisation de création. En outre en donnant au régime des INB un caractère intégré (couvrant aussi bien les risques d'accidents que les pollutions radioactives ou non et les autres nuisances), elle a permis que cette enquête publique porte sur l'ensemble des impacts environnementaux du projet d'installation. La réforme du régime des INB a aussi conduit à rendre obligatoire la tenue d'une enquête publique avant la délivrance d'une autorisation de démantèlement.

L'ASN veille à ce que ces enquêtes publiques permettent au public et aux associations intéressées de faire-valoir leur point de vue, en s'assurant de la qualité des dossiers présentés par les exploitants et en cherchant à renforcer les moyens dont disposent les CLI. Pour compléter ce dispositif, la loi "Grenelle II", en cours d'adoption, soumet à une procédure de consultation du public les accroissements de rejets des INB qui ne sont pas assez importants pour être soumis à une enquête publique.

Convaincue de l'importance d'une information disponible et partagée en matière d'environnement, l'ASN développera les échanges avec les populations sur les installations nucléaires, les activités médicales utilisant des rayonnements ionisants ou encore sur les risques radiologiques (radon). "Susciter et nourrir des échanges publics et des débats" fait ainsi l'objet du sixième axe du plan stratégique 2010-2012 de l'ASN. Et ce afin de contribuer à informer les citoyens et s'enrichir de la discussion pour prendre les meilleures décisions. ■



TRANSPARENCE ET INFORMATION ENVIRONNEMENTALE

Enjeux de la surveillance de l'environnement et action des commissions locales d'information

Issues regarding environmental monitoring and action of local information commissions

par **Suzanne Gazal**, Présidente du Comité scientifique de l'Association nationale des CLI (ANCLI) et **Monique Sené**, Vice présidente de l'ANCLI, Vice présidente du Comité scientifique de l'Association nationale des CLI (ANCLI)

Sous l'effet d'événements collectifs mettant en péril l'environnement et/ou la santé (catastrophes industrielles, crises sanitaires, évolution du climat...) et dans le contexte d'une société à plusieurs titres vulnérable, les notions d'information et de prévention ont émergé comme des exigences fortes de la société civile française, tant en situation accidentelle qu'en fonctionnement de routine des installations à risque. Exigences inscrites dans le cadre du débat contradictoire et de la pluralité de l'expertise.

La loi du 13 juin 2006 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire pose le principe du droit à l'information du public en matière de sécurité nucléaire et de radioprotection. Elle confirme par ailleurs la mission générale des commissions locales d'information auprès des installations nucléaires de base (CLI), mises en place dès 1981 : assurer le suivi, l'information et la concertation en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection et d'impact des activités nucléaires sur les personnes et sur l'environnement concernant les installations du site. Elle garantit aux CLI l'accès à tous les documents et informations nécessaires à l'accomplissement de leurs missions et rend obligatoire la consultation de celles-ci pour tout projet faisant l'objet d'une enquête publique. Elle pose le principe de la réalisation par les CLI de mesures et analyses dans l'environnement ainsi que

d'expertises environnementales. Elle signifie donc à la fois le développement au sein des CLI de capacités d'expertise indépendantes des acteurs du nucléaire (exploitant, pouvoirs publics) et l'inscription de ces capacités dans le débat public.

La catastrophe de Tchernobyl en avril 1986 a révélé au grand public la réalité du risque associé aux installations nucléaires de base – risque d'accident et ses conséquences en termes de contamination de l'environnement et d'effets sanitaires. Information et prévention en matière de surveillance de l'environnement des installations nucléaires de base se situent donc à deux niveaux : la sûreté des installations et la surveillance de l'environnement.

On s'intéressera essentiellement ici à la surveillance de l'environnement : son objet, ses acteurs et particulièrement les actions et les attentes des commissions locales d'information.

L'objet de la surveillance de l'environnement

Les rejets

Selon leurs spécificités, les installations nucléaires de base (INB) sont susceptibles d'effectuer dans l'environnement différents *types de rejets* :

- des radionucléides artificiels (produits de fission et d'activation, transuraniens) et naturels (chaînes de l'uranium et du thorium) à l'origine d'émissions α , β , γ , neutrons... ;
- des substances chimiques non radioactives ;
- des colonies bactériennes (*Legionella species*) et des amibes (*Naegleria fowleri*, *Acanthamoeba*), pathogènes pour l'homme ;
- de la vapeur d'eau (~ 25,106 m³/an à puissance nominale pour un réacteur REP de 1300 MWe).

Les rejets d'effluents peuvent également être à l'origine d'une pollution thermique, potentiellement préjudiciable notamment aux peuplements aquatiques, et conduire à la formation dans l'environnement aquatique de composés chlorés toxiques (composés organiques adsorbables halogénés ou AOX).

Ces rejets sont réalisés directement dans le *milieu atmosphérique* et/ou le *milieu aquatique*, plus rarement dans

1. Depuis novembre 2009 l'ANCLI est devenue ANCCLI (Association nationale des commissions et comités locaux d'information).

Executive Summary

Nuclear facilities may pollute the ecosystems in a number of ways. Besides those actors currently empowered to monitor and preserve their surroundings, local information committees (CLI) are entitled to carry out an independent assessment of the environment of such facilities, thus meeting the increasing requirements of civil society. The numerous and various expertises already carried out by the CLIs have identified a series of points on which an improvement is required, particularly regarding the regulation of releases, calculation of the migration of radionuclides and monitoring by the operators, as well as the communication policies. Although the CLIs encounter difficulties in fulfilling their mission, they should contribute to the improvement of expertise and thus of communication and health preservation.

les sols. Les substances radioactives et chimiques rejetées peuvent faire l'objet de *transferts* au sein de/entre ces différents milieux (contaminations secondaires). Ils sont également l'objet de transferts des milieux vers les organismes qui habitent ces milieux (flore et faune aquatiques et terrestres, Homme) et inversement, ainsi qu'au sein et entre les organismes eux-mêmes.

Les matrices à surveiller

Il est indispensable de connaître la qualité de l'environnement physique (air, eau, sol) afin notamment de connaître les niveaux d'irradiation ou de contamination auxquels les êtres vivants peuvent être exposés et de suivre l'impact des rejets de l'installation. Il est également important de connaître le niveau de contamination des organismes qui vivent dans ces milieux. Les raisons en sont diverses : ils peuvent présenter un risque d'exposition externe, de contamination interne (ils peuvent entrer, directement ou indirectement, dans l'alimentation de l'Homme), ils sont le témoin de la qualité des milieux et de l'état de la biosphère, et peuvent présenter un intérêt en terme économique. Enfin, la contamination des organismes vivants étant fonction de leurs caractéristiques morphologiques et métaboliques, les organismes et leurs différentes parties concentreront les polluants de manière différentielle. Il conviendra par conséquent de sélectionner les espèces et les parties des organismes qui présenteront le plus d'intérêt, non seulement en termes d'usage, mais également en termes de bioconcentration. Les bioconcentrateurs (ou bioaccumulateurs) constituent ainsi de bons indicateurs de la qualité de leur environnement et de surcroît ils permettent de suivre l'évolution de faibles niveaux de rejets dans l'environnement en situation de routine par les installations industrielles.

Une surveillance de l'environnement portera donc sur les trois milieux physiques et leurs hôtes, sur les produits susceptibles d'être consommés par l'homme ou d'entrer dans la chaîne alimentaire, de présenter un intérêt en terme économique et d'être de bons bioaccumulateurs.

Les acteurs de la surveillance et l'action des commissions locales d'information

La surveillance est assurée en France par les exploitants, les pouvoirs publics via leurs appuis techniques (IRSN notamment, DDASS), et par de nombreux réseaux institutionnels tels que l'Agence nationale de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME), le Laboratoire central de surveillance de la qualité de l'air (LCSQA), la Fédération des associations agréées de surveillance de la qualité de l'air, l'Institut français pour la recherche et l'exploitation de la mer (IFREMER), les Agences de bassin, le Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM)... Les laboratoires vétérinaires départementaux (Tarn-et-Garonne, Manche...) et les associations (ACRO, CRIIRAD...) peuvent également constituer des réseaux de surveillance. Les commissions locales d'information sont également investies de cette mission (cf. supra).

Les principaux acteurs de la surveillance de l'environnement

En vertu du principe de responsabilité de l'exploitant, celui-ci est réglementairement tenu au respect de limites de rejets et à une surveillance de l'environnement du site. En ce qui concerne par exemple les centres nucléaires de production d'électricité (CNPE), ces prescriptions sont définies par les autorisations de prise d'eau et de rejets (encadré 1).

Les obligations réglementaires auxquelles l'exploitant est tenu sont définies par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) et le contrôle de leur application assuré par ses divisions régionales.

Par ailleurs, l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN), appui technique de l'ASN, assure une mission générale de surveillance radiologique du territoire français et en particulier de l'environnement des installations nucléaires de base.

La constitution d'un réseau national de mesures rassemblant l'ensemble des résultats de mesures réalisées par les différents réseaux a par ailleurs été confiée à l'IRSN par l'ASN.

L'action des commissions locales d'information

Conformément à leurs missions, les commissions locales d'information procèdent d'ores et déjà à une surveillance indépendante. Cette surveillance peut être ponctuelle ou permanente. Elle peut être mise en œuvre au moyen de compétences développées en interne ou par un prestataire après appel d'offre éventuel. Elle peut consister en la réalisation d'études de terrain ou en l'examen de dossiers.

Une surveillance *ponctuelle* peut avoir plusieurs objectifs. Elle peut avoir pour objectif l'établissement d'un *référentiel* avant la mise en service de l'installation. Ainsi en 1989-1990, le "point zéro" réalisé par le Laboratoire vétérinaire de Tarn-et-Garonne, en lien avec la CLI de Golfch avant la première divergence du CNPE. Elle peut également avoir pour but d'établir un référentiel après la mise en exploitation du site (encadré 2). À mentionner également l'étude qui vise à reconstruire un *historique des rejets*, comme ce fut le cas de l'étude sur le marquage des lichens confiée par la SEIVA (Structure d'échange et d'information sur Valduc) à l'Observatoire mycologique de Bourgogne en 2001, ou *du marquage de l'environnement* (étude conduite sur le bassin de la Loire en 2007-2008 par l'IRSN avec la participation des CLI de Dampierre-en-Burly et Saint-Laurent-des-Eaux). Une étude ponctuelle peut également s'attacher à *évaluer la surveillance environnementale* mise en œuvre par l'exploitant, les suites qui sont données aux inspections de l'ASN sur les sites... Elle est alors en général conduite sur dossier. Ainsi l'étude critique des rejets radioactifs, du plan de contrôle et des résultats des contrôles radiologiques réalisée par la CRIIRAD pour la CLIS de Fessenheim en 2000 et pour la CLIN du Blayais en 2001-2002, l'avis émis en 2006 par le Comité scientifique de



l'Association nationale des commissions locales d'information (ANCLI) à la demande de la CLI de Cadarache sur l'état radiologique du centre de Cadarache et de son environnement. Ou encore l'avis remis à la CLI de Saint-Laurent-des-Eaux en 2008 par ce même comité sur les suites données aux inspections sur le thème des effluents. Une étude ponctuelle peut enfin avoir pour objet de permettre à la CLI d'émettre un *avis sur l'opportunité d'un projet ou d'une décision*. Ce peut être une étude documentaire (encadré 3) ou une étude de terrain.

Le suivi *permanent* a quant à lui en général pour objectif un *suivi* de l'état de l'environnement du site. Le Laboratoire vétérinaire de Tarn-et-Garonne, en lien avec la CLI de Golfech, assure ainsi depuis le démarrage de la centrale de Golfech en 1990 une surveillance

radiologique de l'environnement du site : surveillance en continu de l'activité de l'air, surveillance mensuelle des milieux aquatique et terrestre au moyen de prélèvements d'eau et d'échantillons d'intérêt alimentaire et économique ainsi que de bioaccumulateurs. Elle réalise également depuis 1998 un suivi de la concentration du milieu aquatique en amibes *Naegleria fowleri* et *Acanthamoeba* ainsi qu'en substances chlorées et azotées. Un suivi de la nappe phréatique sous le site est actuellement en cours de définition avec l'exploitant EDF dans un cadre conventionnel. La SEIVA de Valduc quant à elle fait procéder annuellement à des mesures de tritium (libre et/ou organiquement lié) sur les eaux destinées à la consommation, sur neuf cours d'eau et sur diverses denrées alimentaires.

Encadré 1

Les limites de rejets et la surveillance de l'environnement par les CNPE

Les prescriptions en matière de rejets des CNPE et de surveillance environnementale sont adaptées au mode de refroidissement des réacteurs.

Elles concerneront ainsi les rejets d'effluents radioactifs gazeux et liquides, les rejets chimiques et thermiques en milieu aquatique, et dans le cas des sites avec tours aéroréfrigérantes, les rejets biologiques dans le milieu aquatique (*Naegleria fowleri*)² et l'eau évaporée (pour les sites en circuit fermé tels que Golfech, Civaux...). Les rejets biologiques des tours aéroréfrigérantes (*Legionella species*) sont quant à eux réglementés au niveau national. Ces limites sont définies notamment en flux rejeté (2 h, 24 h, an) et/ou en débit d'activité, en concentration ajoutée ou en réchauffement au point de rejet. Une limite d'activité ou de concentration mesurée dans l'environnement peut compléter ces limites de rejets (exemple : activité volumique en tritium, température du fleuve ou concentration en bore en aval du site). La surveillance de l'environnement prescrite par les autorisations de prise d'eau et de rejets concerne les trois milieux atmosphérique, aquatique et terrestre, et a pour objectif de suivre l'impact des rejets atmosphériques et liquides.

Sur un site tel que celui de Golfech³ par exemple, on mesurera le *rayonnement* gamma ambiant en plusieurs points à différentes distances du site, l'activité bêta totale artificielle et le tritium dans les *aérosols* avec si nécessaire une spectrométrie gamma (aspiration en continu sur filtre fixe avec relevé et analyse au moins une fois par jour), l'activité bêta totale et le tritium dans l'*eau de pluie*. Une analyse bêta totale est également réalisée mensuellement sur deux échantillons de *lait* et deux échantillons d'*herbe*, avec en outre dans ce dernier cas une spectrométrie gamma. Il est réalisé annuellement une mesure de carbone 14 dans le lait, ainsi qu'une mesure d'activité bêta totale et une spectrométrie gamma dans des *couches superficielles de terre* et dans les principales *productions agricoles*. La surveillance du *milieu aquatique* enfin porte sur l'eau du *milieu récepteur* (activité tritium journalière en aval du point de rejet), ainsi que sur l'eau filtrée (activité bêta totale et tritium) et les matières en suspension (activité bêta totale) (mesures à mi-rejet en aval du point de rejet). Une surveillance des *eaux souterraines* portant sur l'eau filtrée (activité bêta totale, tritium) et les matières en suspension (activité bêta totale) est réalisée mensuellement, de même qu'une surveillance annuelle des *sédiments*, de *végétaux aquatiques* et de poissons (activité bêta globale, spectrométrie gamma)⁴. Les *paramètres chimiques et biologiques* font l'objet d'évaluations et/ou de mesures quotidiennes, hebdomadaires, mensuelles, bimestrielles et/ou trimestrielles. La *température* du milieu récepteur donne lieu à des mesures amont/aval. Enfin, un suivi *hydrobiologique et ichtyologique* est réalisé en amont et en aval du site, de manière annuelle (diversité spécifique et abondance relative de la faune piscicole, indice oligochète⁵), triennale (indices biotiques, composition faunistique), saisonnière (comptage des pontes d'aloses) ou permanente (suivi des passages à l'ascenseur à poissons)⁶. Une campagne de thermographie aérienne amont/aval et une campagne supplémentaire de mesures sur les paramètres physico-chimiques, hydrobiologiques, bactériologiques et ichtyologiques seraient réalisées en cas de situation climatique exceptionnelle (une campagne de thermographie aérienne de référence a été réalisée en situation climatique normale).

Il convient de préciser que si tous les CNPE sont soumis à des limites de rejets et à un plan de surveillance, les prescriptions sont pour un certain nombre d'entre elles (Fessenheim, Bugey...) anciennes, les limites de rejets élevées et le plan de surveillance insuffisant.

1. Pour les sites concernés.

2. Arrêté d'autorisation de prise d'eau et de rejets du 18 septembre 2006.

3. Potassium 40 d'origine naturelle également recherché dans le lait, l'herbe, le sol, les productions agricoles et l'eau filtrée.

4. Suivi de la qualité des sédiments.

5. Les biomarqueurs habituellement retenus pour la surveillance de la faune piscicole sont l'identification et le dénombrement des espèces, l'évaluation de la diversité spécifique, le comptage des pontes de certaines espèces représentatives, l'examen sanitaire visuel, la mortalité, la surveillance spatio-temporelle.

Encadré 2

Des études visant à l'établissement d'un référentiel après la mise en service de l'installation...

- À la demande de la CLI de Saint-Laurent-des-Eaux, une étude a été conduite en 2005 par le Comité scientifique de l'ANCLI sur la sûreté des silos de stockage des chemises de graphite irradié.
- Une étude relative à l'analyse des niveaux de radioactivité dans les environs du centre de stockage FMA-VC de l'Aube a été réalisée par l'ACRO à la demande de la CLI de Soulaines en 2007.
- De même, une étude portant sur l'impact environnemental de l'activité du centre nucléaire de Cadarache a été réalisée en 2008 par la CRIIRAD à la demande de la CLI de Cadarache.
- Une étude de la contamination des feuilles de chêne par le tritium a été demandée à l'IRSN par la SEIVA de Valduc en 2001. Cette étude avait pour objet de cartographier le marquage de l'environnement par les rejets atmosphériques du site, à la fois par des mesures et par un calcul de dispersion des rejets.

De même,

- Quatre études ont été réalisées à la demande de la CLIS de Fessenheim à l'occasion des trois visites décennales qui ont eu lieu sur le site (1989, 1999-2000, 2009). Ces études portaient (a) sur l'état radiologique de l'environnement (b) sur la radioactivité des sédiments du canal du Rhin et sur la radioactivité des eaux souterraines - principalement le tritium - à proximité du site (c) sur les sédiments des eaux de surface (étude en cours). La réalisation de ces études a été confiée à la CRIIRAD.
 - À l'initiative de la CLI de Saclay et avec la participation de membres de la CLI, deux études portant sur le marquage en tritium des eaux souterraines du plateau de Saclay (CEA-Saclay) ont été réalisées, l'une en 2001-2002, l'autre en 2004. Elles ont été confiées, la première à la CRIIRAD, à l'IRSN-OPRI et au CEA, et la seconde à l'IRSN-OPRI et au CEA.
 - Deux études portant sur l'impact radioécologique de la modification du profil de la conduite de rejets en mer COGEMA-La Hague (1999-2000) et du chantier de démantèlement de l'ancienne conduite de rejets en mer (2001-2003) ont été confiées à l'ACRO par la CSPI de La Hague. À signaler également le soutien de la SCPI aux études conduites par le Groupe radiologique Nord-Cotentin (GRNC) depuis 1997, et son soutien financier à la campagne de prélèvements et de mesures de substances chimiques réalisée par celui-ci en 2005-2006.
- Les différentes campagnes de mesures conduites sur un même site ont permis d'apprécier l'évolution de l'état radiologique de l'environnement.

De nombreuses CLI sont aujourd'hui dans une démarche de ce type.

Les actions de surveillance ainsi conduites par les CLI ont permis :

- de disposer de données indépendantes concernant l'état de l'environnement autour des sites, globalement ou dans des domaines particuliers, et son évolution ;
- de confronter les résultats obtenus avec les résultats produits par l'Exploitant ;
- de faire apparaître des points de vigilance et d'émettre à cet égard des recommandations.

Les points de vigilance mis en évidence par les commissions locales d'information

Un certain nombre de remarques et de recommandations ont été formulées dans le cadre des actions conduites par les CLI, concernant notamment la surveillance radioécologique exercée par l'exploitant et l'information qui est à cet égard donnée au public. Ces remarques peuvent concerner le terme source et l'inventaire des radioéléments rejetés, les limites de rejets, l'évaluation des transferts de radioéléments dans l'environnement, les protocoles de surveillance mis en œuvre, l'interprétation des résultats et l'information à laquelle

cette surveillance donne lieu. Elles sont pour l'essentiel brièvement évoquées ci-après.

On constate tout d'abord que l'inventaire des radioéléments dans le terme source (cœur de réacteur, atelier de retraitement, site de stockage de déchets...) est souvent insuffisant. De même, le spectre des radioéléments pris en compte dans l'établissement des nouvelles autorisations de rejet ne tient pas compte de manière spécifique de certains radioéléments (radioéléments qui ne sont pas recherchés mais dont la présence dans les rejets et/ou la rémanence et/ou la toxicité potentielle sont importantes, e.g. nickel 63, chlore 36, strontium 90, iode 129...). Il est en tout état de cause en-deçà de la réalité du terme source.

Une autre préoccupation exprimée de manière récurrente concerne les limites de rejets octroyées à l'exploitant par les arrêtés d'autorisation. Il s'agit de la discordance entre la contribution de chacun des radioéléments qui est retenue pour établir les autorisations de rejet et l'historique des rejets des sites, de la disproportion (sauf pour le tritium) entre les autorisations de rejet et les rejets réels des sites, et de





Affiche de la 21^e conférence des CLI organisée par l'ASN et l'ANCCLI à Boulogne en décembre 2009

l'augmentation des autorisations données pour les rejets en tritium par les CNPE. Si les arrêtés d'autorisation de rejet tendent vers un ajustement des autorisations de rejet aux rejets réels des sites, certaines sont encore très surévaluées (e.g. le CNPE de Golfech où les rejets en gaz rares ne représentent que quelques pour cent de la limite autorisée).

Les difficultés liées à la modélisation du transfert des radioéléments dans l'environnement sont également évoquées (écarts modèle/mesure, hypothèses retenues par les modèles utilisés, apports exogènes de radioéléments...).

Les protocoles de surveillance de l'environnement sont quant à eux souvent interrogés, tant au niveau des programmes de contrôle que des protocoles de prélèvement et d'échantillonnage. On notera ainsi que la surveillance régulière du milieu terrestre (lait, herbe) et du milieu aquatique (eau) exigée par exemple des CNPE est notamment insuffisante : quasi-absence de produits alimentaires, absence de bioaccumulateurs. Les campagnes de mesures annuelles ne sont pas à cet égard suffisantes. Par ailleurs, des caractéristiques du milieu et des radioéléments qui conditionnent la mobilité de ces derniers et leur disponibilité pour les organismes vivants ne sont souvent pas prises en compte (e.g. pour le milieu aquatique : teneur en matières en suspension au moment du prélèvement, granulométrie et nature minéralogique des sédiments, conditions météorologiques, débit du fleuve, température de l'effluent, caractéristiques chimiques du milieu, forme physico-chimique du radioélément...). De même, la recherche de certains radioéléments, notamment émetteurs bêta pur (cf. ci-dessus, tritium organiquement lié, voire carbone 14...), est absente de nombreux protocoles de surveillance. Des mesures d'activité bêta totale sont à cet égard dénuées de signification, ce d'autant plus qu'une très faible activité volumique correspond pour certains radioéléments aux limites annuelles maximales d'exposition définies par la réglementation (e.g. le strontium). Les programmes de surveillance hydrobiologique sont également limités. Ainsi pour la population piscicole, de nombreux biomarqueurs relatifs à la morphométrie et à l'effet sur la descendance ne sont pas étudiés. D'autres questions qui concernent la nature des échantillons prélevés (espèces, stade de développement...), le nombre de prélèvements mais également la qualité de la mesure (seuil de détection du tritium par exemple) ou la rigueur de la démarche (prise en compte des descendants d'un radioélément dans l'évaluation de sa rémanence et de sa toxicité, e.g. le plutonium 241) conditionnent également la qualité et l'interprétation d'un suivi radioécologique.

De manière générale enfin, les CLI souhaitent disposer d'une information circonstanciée concernant les suites

Encadré 3

Des études visant à émettre un avis sur l'opportunité d'un projet ou d'une décision...

- Une expertise du dossier d'enquête publique a été confiée à un collège d'experts indépendants par la CLI de Golfech dans le cadre de la demande de révision par EDF de l'autorisation de prise d'eau et de rejets en 2005.
- Dans le cadre de la demande de création de l'EPR (Flamanville 3), l'ANCLI a sollicité en juillet 2006 son Comité scientifique pour réaliser l'expertise du dossier d'enquête publique.
- Une expertise du dossier d'enquête publique a également été réalisée par le Comité scientifique de l'ANCLI et la CLI de Gravelines en octobre 2006 dans le cadre de la demande d'EDF d'introduire des combustibles MOX dans les réacteurs 5 et 6 du site.
- De même, une expertise du dossier d'enquête publique a été réalisée par des membres du groupe de Travail "Sciences et Société" de la CLI de Saclay (2007), dans le cadre de la révision de l'autorisation de rejets du CEA-Saclay. Une expertise pour avis des projets d'arrêté préfectoral et de décisions relatifs aux limites de rejets du CEA-Saclay a également été rendue par la CLI (octobre 2009), et certaines de ses observations ont été prises en compte. Cette dernière démarche est sans précédent et demande à être reproduite.

qui sont données, tant par l'ASN que par l'exploitant, aux inspections qui sont réalisées et aux incidents qui surviennent sur les sites.

Les limites à l'action des commissions locales d'information

Il convient néanmoins de souligner que les CLI rencontrent des difficultés pour remplir leurs missions de surveillance de l'environnement. Ces difficultés sont de plusieurs ordres.

Sur un plan pratique tout d'abord, les CLI qui décident d'une étude ponctuelle dans le cadre par exemple d'une enquête publique peuvent rencontrer des difficultés pour accéder gracieusement au dossier d'enquête et ce dans des délais raisonnables. Ce fut le cas lors de l'enquête publique ouverte dans le cadre de la demande de création de l'EPR sur le site de Flamanville (dossier payant obtenu avec un délai de 3 semaines).

Ensuite, la question est posée de l'accessibilité du site aux CLI ou à leurs prestataires. Certes, le site est un domaine privé. Néanmoins, de nombreuses données ne sont pas accessibles par un autre moyen (contaminations de la voirie, accès à la nappe au droit du site...). La CRIIRAD, pour la CLI de Cadarache, n'a pu pénétrer sur le site du centre nucléaire. Elle s'est par ailleurs vu imposer un prélèvement dans un piézomètre non pertinent sur le site de Gravelines. L'ACRO a par contre pu pénétrer sur le site de l'ANDRA. La nécessité d'une démarche conventionnelle apparaît clairement.

Plus fondamentale est la question des moyens financiers dont disposent les CLI. En effet, une expertise demande un budget conséquent dont peu de CLI disposent aujourd'hui. Cette question a été débattue lors de la 21^e Conférence des CLI, et des propositions ont été faites à cet égard par l'ANCLI.

Enfin, la question reste posée de la prise en compte des recommandations émises par les CLI dans le cadre notamment des enquêtes publiques.

Conclusion

La loi du 13 juin 2006 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire, et son décret d'application du 12 mars 2008 relatif aux commissions locales d'information auprès des installations nucléaires de base, offrent des possibilités et confèrent des obligations aux CLI et à l'ANCLI. Un bilan de leurs expériences fait apparaître la difficulté de l'exercice. Il convient néanmoins de souligner un point particulièrement positif: lors des enquêtes publiques, les études de dossiers réalisées par les CLI sont dorénavant intégrées à l'ensemble de la procédure conduisant à la prise du décret ou de l'arrêté. Il n'est cependant pas encore admis que des acteurs autres que l'exploitant ou le porteur du dossier puissent apporter des réponses aux questions qui sont posées dans le cadre l'enquête publique.

Pour que la loi joue le rôle prévu par le législateur, il convient que l'exploitant et l'autorité de sûreté soient pleinement à l'écoute des CLI. Il convient que l'IRSN poursuive sa politique d'ouverture et l'adapte aux questionnements des CLI.

Le Haut comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire mis en place en 2008 doit également aider les CLI et l'ANCLI par tous les moyens appropriés.

Quant aux CLI, il leur revient de se saisir des problèmes, de s'interroger, de s'informer sur les expériences conduites par ailleurs et d'utiliser leurs compétences propres.

L'ANCLI pour sa part mutualise, rassemble, et dans le cadre de divers groupes de travail, permet un échange entre membres de CLI. Le Comité scientifique de l'ANCLI est à l'écoute des CLI et essaye de répondre à leurs besoins de formation, d'expertise ou de soutien ponctuel (élaboration de conventions avec les exploitants et l'ASN par exemple).

Le processus en cours demandera néanmoins du temps et de la disponibilité (les acteurs de la société civile sont des bénévoles), ainsi que des ressources financières suffisantes et pérennes. ■



TRANSPARENCE ET INFORMATION ENVIRONNEMENTALE

L'indice de radioactivité de l'environnement

Index of radioactivity levels of the environment

par Marc Fournier, chargé d'affaires à la Direction de l'environnement et des situations d'urgence – ASN

Dans le but de mieux informer le public sur les niveaux de radioactivité dans l'environnement et sur leurs effets, l'ASN a engagé à la fin de l'année 2007, une réflexion interne pour élaborer une échelle ou un indice de radioactivité de l'environnement en s'inspirant des échelles existantes sur la pollution atmosphérique. Comme toute échelle de communication, l'objectif est de donner au public une information immédiate sur la signification d'un ou de plusieurs résultats de mesures.

Executive Summary

In the end of 2007, ASN launched an internal reflexion on the information of the public on the radioactivity levels in the environment, to answer to the design difficulties of a scale or index of radioactivity levels of the environment. After the presentation of a demonstration model by ASN in 2008 to HCTISN, a working group (WG) was constituted in the beginning of 2009 by ASN with stakeholders with the approval in March 2009 of the aims to be achieved by this index:

- a communication instrument to qualify the information for the radioactivity levels in the environment: normal situation, investigation/supervision situation, non-normal situation with counter measures;
- consistent with INES, particularly when sanitary consequences may occur;
- fast defined from the available measured values of radioactivity;
- always usable in any location, independently of an incidental or accidental situation.

The WG debates on the design difficulties and has some proposals:

- the index, only applied to radioactivity without any consideration of chemical effects, is a qualitative description to inform the public, but not a decision instrument in case of an accidental situation;
- as routine, the index is directly tied to the results of the permanent supervision, which values are averaged on 24 h, with the integration of other indicators (water quality, aerosols);
- in case of a particular event, measurements on other environmental compartments (if available) are used for the determination of the index to complete the routine data;
- the index can be associated to each measurement, and a composite for each compartment will be also experimented;
- the level change is based on dose estimation, for one year or one month;
- to consider the possibility of added artificial radioactivity, a criterion for the gamma radiation level will be used with the subtraction of a slipping average, according to the available data.

In the undergoing project, three situations are considered, with a quality and a colour:

- normal, F (feeble), green;
- investigation, M (moderate), orange;
- non-normal, S (strong), red.

A public experimentation is planned for the second part or the end of 2010.

La création d'une telle échelle de radioactivité de l'environnement pose toutefois de réelles difficultés conceptuelles. En effet, construire un tel indice nécessite au préalable de répondre aux questions suivantes:

- quels liens et quelle cohérence avec les échelles existantes (INES)?
- à partir de quelles données environnementales disponibles doit-on calculer cet indice ou élaborer cette échelle: toutes données environnementales disponibles ou limitation à certains compartiments de l'environnement ou aux mesures obtenues en temps réels?
- quelles références retenir: bruit de fond (valeurs nationales, locales), valeurs réglementaires d'exposition du public...?
- faut-il considérer les mesures de radioactivité de l'environnement (becquerel) ou le niveau d'exposition de la population (sievert)?
- doit-on et comment prendre en compte le niveau d'exposition à la radioactivité naturelle ambiante, qui elle-même peut varier dans l'espace et dans le temps?
- comment rendre compte d'événements particuliers en intensité, en durée et en étendue de la zone touchée (exposition temporaire à une source de forte activité, passage d'un nuage radioactif...)?

Parallèlement, le Haut comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire (HCTISN) a, dans son avis n° 2 du 23 septembre 2008 sur l'événement survenu le 7 juillet 2008 sur le site de la société SOCATRI, *"souhaité, (...) s'associer à l'étude et au développement par les autorités d'une échelle d'évaluation de la gravité due à la dissémination de la radioactivité dans l'environnement pour faciliter la compréhension, par le grand public, des événements auxquels il est confronté"* et dans son avis du 6 novembre 2008 sur le suivi radioécologique des eaux autour des installations nucléaires, le Haut comité a recommandé que *"les travaux engagés par l'ASN pour étudier et développer une échelle de communication adaptée aux cas de pollution radiologique de l'environnement aillent rapidement à leur terme"*.

Après présentation des travaux de l'ASN, le Haut comité a acté, lors de sa séance plénière du 18 décembre 2008¹, sa participation à un groupe de travail pluraliste piloté par

1. La présentation de l'ASN "Proposition par l'ASN d'un projet d'"indice de la radioactivité de l'environnement" est disponible sur le site internet du Haut Comité: www.hctisn.fr/documentation/agenda/reunion_2008_12_18/hctisn_asn_181208v6.ppt



Plaquette de présentation des échelles de classement INES et ASN-SFRO diffusée chaque année par l'ASN avec son Rapport sur l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France

l'ASN et composé de membres du HCTISN et de personnalités qualifiées externes. Ce groupe de travail (GT) a entamé ses travaux début 2009.

Le présent article présente les problématiques liées à la création d'un indice de radioactivité de l'environnement et de l'état des réflexions du groupe de travail mis en place par l'ASN.

Les objectifs de l'indice

Les échelles existantes

En cas d'incident ou d'accident lié à une installation nucléaire de base ou au transport des matières radioactives, des outils de communication sont déjà opérationnels pour caractériser leur gravité. Par exemple, l'échelle INES (*International Nuclear Event Scale*) prend en compte les conséquences radiologiques à l'extérieur du site pour l'évaluation de la gravité des incidents ou accidents. Ces conséquences sont appréciées en regard de rejets radioactifs pouvant atteindre le public et l'environnement. De plus, l'échelle INES a été complétée par un volet sur les incidents de radioprotection, afin d'apprécier la gravité d'un événement en fonction notamment du niveau de l'exposition du public et du nombre d'individus concernés.

Compte tenu de ce contexte, l'indice de radioactivité de l'environnement doit en tant qu'outil de communication, répondre aux objectifs suivants :

- qualifier l'information relative aux niveaux de radioactivité dans l'environnement : il doit permettre une mise en perspective de l'information, avec plusieurs situations dont une situation "normale", une situation de surveillance renforcée ou d'investigation et une situation "anormale" susceptible d'entraîner des actions de protection des populations ;
- être rapidement déterminé à partir des mesures disponibles et des estimations de la radioactivité ;
- être utilisable en tout lieu et en permanence, indépendamment d'une situation incidentelle ou accidentelle et des situations relevant de plans d'urgence.

Le groupe de travail a défini plus précisément ces trois situations. La situation "normale" correspond à un état de l'environnement, qui en l'absence de risque identifié, ne nécessite pas d'action de surveillance particulière ou d'action de protection des populations. La situation de surveillance renforcée ou d'investigation correspond à un état de l'environnement qui impose une vigilance et un suivi de l'évolution de la situation, sans pour autant conduire à des actions de protection des populations. La situation "anormale" correspond à un état de l'environnement pouvant conduire à la mise en place d'actions de protection des populations.

Les objectifs de l'indice ont été présentés et approuvés à la séance plénière du HCTISN du 17 mars 2009.

Une fois créé, l'indice, avec son "mode d'emploi", pourra être utilisé en toute circonstance par le public, en



situation normale pour donner au public une information qualitative sur un résultat de mesure ou bien en situation accidentelle, pour caractériser l'état radiologique de l'environnement à partir des données disponibles.

Un tel indice est un outil de communication et ne peut constituer, en situation anormale ou accidentelle, un outil de décision (mesures de protection des populations) ou un indice évaluant un risque sanitaire.

Synthèse des réflexions

Pour l'élaboration de l'indice, plusieurs questions conceptuelles doivent être résolues. Les principales problématiques sont décrites ci-après ainsi que les premières conclusions du groupe de travail.

Quelles mesures prendre en considération pour le calcul de l'indice ? Comment prendre en considération en un même site des données diverses ?

Les mesures de radioactivité de l'environnement concernent l'ensemble des compartiments mesurés (air, eau, sols, aérosols, ambiant...). Ces mesures concernent des radionucléides spécifiques (tritium) ou des mesures globales correspondant aux différents types de rayonnements ionisants (activité bêta ou alpha globale). Il peut s'agir de mesures en continu ou de mesures périodiques ou ponctuelles spécifiques, et en situation inhabituelle, de résultats complémentaires (prélèvements et/ou mesures avec des pas de temps différents de ceux de la situation normale, autres types d'échantillons...). Les données des mesures disponibles diffèrent donc, tant par la nature de la mesure que par le compartiment environnemental concerné dans le temps et dans l'espace.

L'ASN a proposé de prendre en considération dans la mesure du possible l'ensemble des résultats disponibles (mesures en continu ou en laboratoire quel que soit le compartiment environnemental). Le Réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement (RNM), qui regroupe l'ensemble des données de mesures de radioactivité de l'environnement, apparaît à cet égard comme la base de données à partir de laquelle l'indice peut être élaboré.

Toutefois, il convient de noter que si l'on considère des résultats de mesures effectués en laboratoire, les résultats ne sont pas obtenus en "temps réel". En effet, plusieurs jours, voire plusieurs semaines sont parfois nécessaires pour l'obtention du résultat de mesure à partir des échantillons. Par ailleurs les données produites par les exploitants nucléaires et l'IRSN sont actuellement transmises à une fréquence mensuelle au Réseau national de mesures. Un indice basé sur les données disponibles, reflètera donc la réalité de l'état de l'environnement aux dates de prélèvement des échantillons.

Pour les compartiments de l'environnement à prendre en considération, le GT s'accorde pour prendre en compte a minima le débit de dose gamma ambiant, l'eau et les aérosols. En revanche, la prise en compte de bioindicateurs, ou de critères spécifiques aux rejets d'établissements

hospitaliers fait débat, compte tenu de la difficulté à définir les critères pertinents pour ce type de mesures.

Enfin, le GT a pris le parti de limiter strictement la portée de l'indice à l'appréciation de la radioactivité de l'environnement, et n'a pas retenu de prendre en considération les éventuelles expositions chimiques associées aux expositions radiologiques.

Comment prendre en compte le cas particulier des mesures en continu ?

Pour les mesures en continu (débit de dose de gamma ambiant), les résultats de mesures doivent être moyennés sur un pas de temps suffisant pour permettre de s'affranchir de variations de trop courtes durées propres à certains événements (fluctuation dues à un orage, tirs radiographiques...). Un pas de temps journalier est suggéré.

Quel maillage pour cet indice ?

Plusieurs options sont envisageables pour la construction de l'indice :

- définir l'indice à partir de l'ensemble des données disponibles (tous compartiments confondus) sur une zone géographique déterminée ;
- associer à chacune des mesures un indice.

Dans le premier cas, pour le seul compartiment "air", soit des outils de modélisation et d'interpolation permettent de représenter la variation de l'indice sur la zone géographique comme c'est le cas pour les indices de la qualité de l'air, soit un indice global est attribué à une zone géographique considérée ou à un lieu considéré.

Les outils de modélisation ou d'interpolation des résultats, applicables à plusieurs compartiments pour représenter la variation d'un indice sur une zone géographique, ne sont actuellement pas disponibles.

De plus, s'il s'agit d'un indice global, la prise en compte d'une valeur singulière (sur une nappe phréatique par exemple) est problématique : soit cette valeur n'est pas mise en avant car disparaissant dans la moyenne des valeurs disponibles et une information locale précise est perdue, soit, dans une démarche conservative et prudente, elle fournit la composante essentielle de l'indice et la singularité est étendue à l'ensemble de la zone considérée.

Sauf à se limiter aux réseaux de mesures en continu existants sur le territoire national, l'indice serait alors défini à partir de mesures effectuées selon des périodicités différentes et correspondant à des prélèvements antérieurs à la date de publication de l'indice, ce qui risque d'introduire des disparités entre les zones géographiques quant à la représentativité de l'indice.

De plus, une telle représentation des résultats, si elle est envisageable pour une zone réduite (proximité d'un site nucléaire par exemple), serait difficilement réalisable à une échelle nationale, sauf à disposer d'un maillage uniforme et suffisant des moyens de mesures sur le territoire.

Dans le deuxième cas, associer à chacune des mesures un indice permet de s'affranchir :

- de la nécessité de définir une zone de validité de l'indice;
- des biais introduits par des approches soit conservatives, soit minorantes.

Cette option présente des limites d'utilisation de l'indice pour une représentation cartographique :

- à une zone très localisée, permettant d'identifier chaque point de mesure;
- à une échelle pouvant aller du local au national mais limitant, pour que la carte reste lisible, la représentation à des compartiments ou des sites spécifiques, puisque chaque point de mesure doit être clairement identifié sur la carte.

L'ASN estime que les deux approches pourraient être complémentaires, et qu'il est pertinent à minima de pouvoir associer un indice à chacune des mesures, ce qui n'exclut pas d'expérimenter un indice composite par compartiment (air et eau).

Comment calculer l'indice : à partir du calcul des effets sanitaires potentiels ou directement des résultats de mesures d'activité disponibles ?

Plusieurs modalités de détermination de l'indice ont été discutées :

- soit à partir d'un calcul de l'effet sanitaire potentiel (évaluation de l'impact dosimétrique);
- soit à partir des résultats de mesures d'activité disponibles.

Pour obtenir l'indice à partir d'une évaluation de l'impact dosimétrique, il faut utiliser des modèles de calcul. Cette solution, proposée en particulier par des exploitants qui disposent de modèles de calcul propre à leur site, nécessite :

- de définir les modèles de calculs;
- de disposer pour ces calculs des données d'entrée propres à chaque lieu (groupe de référence, population, données météorologiques, modes de vie, budget temps, habitudes de consommation...).

Ces calculs de modélisation demandent du temps (jusqu'à plusieurs jours); ce délai est peu compatible avec les exigences d'information rapide du public.

La détermination à partir des mesures d'activité présente l'avantage d'être immédiatement disponible et serait directement accessible au public (correspondance directe entre le becquerel et le niveau d'indice).

Le GT a retenu d'élaborer l'indice à partir des mesures d'activité, mais le passage d'une situation à l'autre est établi à partir d'estimations de calcul de dose basées sur une exposition d'une personne pendant un an ou pendant un mois.

Comment calculer l'indice: indice basé sur les variations ou non ?

Indépendamment de l'option retenue pour déterminer l'indice, le changement d'un niveau à un autre peut être déterminé soit à partir de fluctuations de valeurs, soit à partir de valeurs seuils.

En raisonnant sur des variations, il convient de définir une valeur de référence pour chaque type de mesure et chaque point de mesure. Si ces données peuvent être rapidement établies pour certaines mesures (balises de mesure du débit de dose gamma ambiant par exemple), elles sont difficilement accessibles pour des mesures ponctuelles, sauf à définir des valeurs nationales de référence.

En revanche elle permet de mieux prendre en compte une variation correspondant à une contrainte de dose réglementaire (1 mSv/an).

Doit-on prendre en compte la radioactivité naturelle ?

Si l'indice est construit sur des valeurs absolues, l'impact lié à la radioactivité naturelle est pris en compte et l'indice est représentatif de l'impact radiologique global quelle que soit l'origine de la radioactivité (naturelle et/ou anthropique). Une telle approche conduit à déclarer des situations différentes pour des zones exposées à des niveaux de radioactivité naturelle différents, mais ces différences dépendent également des critères retenus pour le passage d'une situation à l'autre. Certains observent que seule la radioactivité d'origine anthropique devrait être prise en compte pour établir l'indice, la réglementation fixant une limite seulement à l'exposition du public due aux activités nucléaires.

Si la radioactivité naturelle n'est pas considérée, la valeur d'activité habituelle (bruit de fond) est retranchée à la valeur mesurée. Il est alors nécessaire de définir pour chaque type de mesure et chaque point de mesure une valeur de référence correspondant au bruit de fond local. De plus, les bruits de fond mesurés dans l'environnement sont déjà la résultante d'une radioactivité naturelle et anthropique (essais nucléaires atmosphériques, Tchernobyl ...) et ont tendance à diminuer dans le temps. Ceci conduit à définir des règles de calcul de ce bruit de fond et notamment la période considérée pour le calcul.

La prise en compte de valeurs absolues pour la définition de l'indice ne nécessite pas de définir des références locales ou nationales. C'est l'option actuellement retenue pour les différents compartiments, à l'exception du critère du débit de dose du rayonnement gamma ambiant, qui fait débat. Pour ce critère, si une valeur de référence est soustraite, cette valeur pourrait être la valeur de la moyenne glissante du débit mesuré au point considéré, sur une période allant de deux mois à un an selon les données disponibles.

Projet d'indice

De ces réflexions un projet d'indice a été élaboré.

Le projet actuel propose trois niveaux correspondant à trois situations. Chaque situation est associée d'une part à une lettre (F, M et S) et d'autre part à une couleur (Vert, Orange, Rouge) :

- situation "normale" F (faible), Vert;
- situation de surveillance renforcée ou d'investigation M (moyen), Orange;
- situation "anormale" S (supérieur), Rouge.





Page d'accueil du site Internet AIRPARIF présentant l'indice de la qualité de l'air affecté chaque jour aux départements d'Île-de-France

L'indice est établi à partir de critères indépendants associés aux différents compartiments environnementaux (débit de dose gamma ambiant, eaux, aérosols). Ces critères correspondent à des mesures globales ou à des mesures des radionucléides spécifiques les plus pertinents. L'indice est déterminé sur des valeurs mesurées, sans soustraction d'une valeur d'activité habituelle (pour le débit de dose du rayonnement gamma ambiant la question n'est pas définitivement tranchée). Pour des mesures en continu, la valeur retenue correspond à une valeur moyenne, calculée sur une durée d'au moins 24 h.

Les valeurs de référence déterminant les niveaux de l'indice sont établies à partir de données réglementaires ou recommandées par des institutions ou à partir d'estimations de doses calculées sur la base d'un scénario d'exposition.

L'ASN a proposé les valeurs suivantes pour le passage d'un niveau à l'autre :

- pour le passage de F à M, les valeurs proposées correspondent à une exposition de 1 mSv/an pour une mesure globale de radioactivité (activité alpha globale, activité bêta globale) ou à une exposition de 0,1 mSv/an (soit environ 0,01 mSv/mois) pour un radionucléide spécifique; la valeur 1 mSv/an correspond à la limite de dose réglementaire pour le public hors exposition

d'origine naturelle et médicale. La dose de référence de 0,1 mSv/an, soit 10% de la limite de dose pour les membres de la population, est recommandée à la fois par la CIPR (1991) et dans les Normes fondamentales internationales (AIEA, 1996);

- pour le passage de M à S, les valeurs proposées correspondent à une exposition de 10 mSv/an (soit environ 1 mSv/mois) pour une mesure globale de radioactivité (activité alpha globale, activité bêta globale) ou à une exposition de 1 mSv/an pour un radionucléide spécifique. La dose de référence de 10 mSv/an correspond au niveau d'intervention réglementaire au-delà duquel des mesures de protection des populations sont prévues.

Conclusion

L'ASN se félicite des contributions actives des participants au groupe de travail et veillera à ce que, malgré les difficultés conceptuelles liées à l'élaboration d'un indice de radioactivité de l'environnement, les travaux se poursuivent en 2010. En particulier, il conviendra que cet indice fasse l'objet d'une expérimentation, notamment sur la base de situations radiologiques réellement rencontrées, afin de s'assurer que l'objectif de mise à disposition rapide d'une information clairement compréhensible sur l'état radiologique de l'environnement est effectivement atteint. ■

ASSURER LA QUALITÉ DES MESURES



Mesurer la radioactivité de l'environnement : pas si simple...

Measurement of radioactivity of environment, not so simple...

par Guy Granier, secrétaire technique de la Commission d'établissement des méthodes d'analyse – CEA Marcoule

Présentation de la CETAMA

Depuis sa création en 1961 la Commission d'établissement des méthodes d'analyse (CETAMA), unité du CEA (Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives) a pour mission principale l'amélioration de la qualité des résultats de mesures. Elle assume cette mission grâce à l'animation de groupes de travail thématiques. Ses actions s'articulent autour de la rédaction de méthodes, de projets de normes et ouvrages sur la mesure ainsi que la tenue de conférences qui assurent la diffusion du savoir dans le domaine scientifique et technique. Elles portent également sur la promotion de l'innovation analytique, l'élaboration de matériaux de référence et l'organisation de circuits interlaboratoires. Cela répond à un besoin spécifique du domaine nucléaire, qui requiert un grand nombre d'analyses, allant de la mesure de l'ultra traces au pondéral, avec la capacité de devoir s'adapter à une grande diversité de situations et une large variété d'échantillons.

Aspects métrologiques (enjeux et perspectives)

À une époque où le hasard a de moins en moins sa place, la mesure rassure autant qu'elle inquiète. De tous les moyens de contrôle dont dispose le législateur la mesure est certainement le recours qui souffre le moins de controverses. Encore faut-il qu'elle soit bonne ! Parler des enjeux de la mesure passe inexorablement par la qualité de celle-ci. Or, la qualité ne se décrète pas mais elle se prouve en démontrant qu'à chaque étape de sa réalisation tous les paramètres importants sont identifiés et maîtrisés. Elle ne peut se satisfaire de conclusions hâtives qui s'exonéreraient de détails complexes.

Dans sa responsabilité de protéger le citoyen contre les risques majeurs, l'État se doit de contrôler et le citoyen de revendiquer sa part de savoir. La prévention va de pair avec l'information du public.

L'industrie nucléaire traite de la matière dangereuse avec cette particularité qu'au risque chimique inhérent à toute industrie de ce type est associé un risque radiologique. Les rejets de ces installations sont encadrés de manière très stricte. Les contrôles, réalisés par l'exploitant, répondent à un besoin de suivi de la matière nucléaire et lui assurent une cohérence de fonctionnement des installations. En complément des règles

d'exploitation, une stratégie et des moyens de contrôle de la dissémination de la matière radioactive dans l'environnement est mise en place.

L'État confie à l'ASN la mission de se porter garant des contrôles sur l'ensemble du territoire, aussi bien à l'intérieur des sites nucléaires en encadrant de manière très stricte l'exploitation des installations, qu'à l'extérieur de ceux-ci par les transferts potentiels dans l'environnement. Pour répondre à cet objectif le Réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement assure une fonction de contrôle en établissant une cartographie de la radioactivité présente sur l'ensemble du territoire français.

La plupart des résultats produits concourt à déterminer l'impact de l'industrie nucléaire sur l'environnement par son apport de radionucléides artificiels en intégrant le fait que la prépondérance de la radioactivité présente dans l'environnement a une origine naturelle.

La véritable motivation de la métrologie est de donner un sens à cette recherche de la vérité scientifique censée répondre à cet objectif clairement identifié de service public.

On en arrive ainsi à se demander quel sens donner à la mesure. Il faut donc poser la question radicale : Qu'est-ce que mesurer ?

Executive Summary

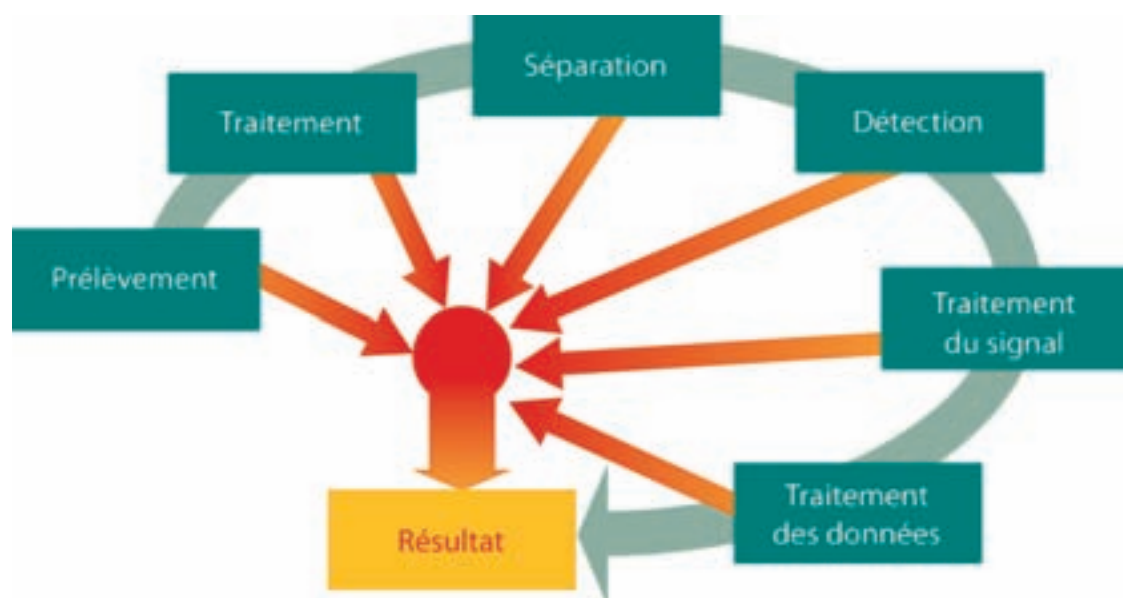
Measurement quality is crucial for the safety of nuclear facilities and is a primary requirement for the characterization of nuclear materials, fissile material monitoring and accountancy.

The Commission for the Establishment of Analysis Methods (CETAMA) is a unit of the French Atomic Energy Commission (CEA) set up to improve the quality of analysis and measurement results in the nuclear field, by proposing suitable scientific and technical developments.

The field of environmental measurements in the environment is as vast as it is crucial for the control of nuclear activities.

This document highlights the issues of measurement. In a step by step approach it outlines all the stages necessary to ensure the results are as true and accurate as possible. These principles must be adapted to the multitude of cases that are presented to laboratories and any person for whom measurement is a decision-essential tool.





Principales étapes de réalisation d'une analyse

Par-delà les différences considérables des appareillages et procédés de mesure utilisés en fonction des types de grandeurs à évaluer, toute opération de mesure consiste à comparer une donnée quantifiable – c'est-à-dire à une "grandeur" – à un étalon de référence. On définit l'analyte comme étant la substance recherchée qui peut être sous forme d'élément chimique, d'isotope ou de molécule et dont on veut mesurer la concentration. Dans le cas de la mesure de la radioactivité l'unité de référence est le becquerel.

Mesurer, c'est comparer ; c'est comparer à l'aide d'un instrument une grandeur physique inconnue avec une grandeur de même nature prise comme référence. C'est exprimer le résultat de cette comparaison à l'aide d'une valeur numérique, associée à une unité qui rappelle la nature de la référence.

La mesure repose donc sur une double nécessité : disposer d'un échantillon fiable et maîtriser le dispositif de mesure. Mais la mesure n'acquiert tout son sens qu'avec un résultat de mesure. Celui-ci est la traduction quantifiée de la présence ou non d'une substance recherchée dans l'échantillon. Mais il n'est que partiel si une incertitude ne lui est pas associée. Cette incertitude dépend de la fois des qualités de l'expérience effectuée, de la connaissance que l'on a de la référence et des aléas de l'échantillonnage et du prélèvement.

Comme à toute mesure correspond un échantillon, il est important de définir cette notion.

Échantillon

Selon sa définition, l'échantillon est une "petite quantité qui doit être la plus représentative possible de l'ensemble". La représentativité de l'échantillonnage est primordiale pour assurer la qualité du résultat. En effet, même lorsque celui-ci est correctement réalisé, l'incertitude

qui lui est associée reste souvent beaucoup plus élevée que l'incertitude liée à toutes les autres opérations réalisées en laboratoire. Un mauvais échantillonnage peut conduire à des incertitudes supérieures à plusieurs multiples de la valeur mesurée. Lorsque la masse d'une prise d'essai représente une fraction de millionième de la masse de sol à caractériser, on peut facilement comprendre que la représentativité de l'échantillon doit être étudiée avec beaucoup de soin.

Plusieurs types d'hétérogénéité sont présents dans un échantillon de sol depuis celle dépendant de la stratification qui date de l'ère géologique jusqu'à celle, d'échelle millimétrique, correspondant au mode de formation des minéraux échantillonnés. On distingue ainsi l'hétérogénéité de distribution de l'hétérogénéité de constitution.

En préliminaire à toute campagne d'échantillonnage, un certain nombre de données doivent être, sinon connues précisément, tout au moins appréhendées avec réflexion : nature des espèces recherchées ou à identifier, pertinence dans le choix paramètres à surveiller, situation des contextes géologique, hydrologique et hydrogéologique.

Il est important de ne pas faire l'amalgame entre échantillonnage et prélèvement. En ce qui concerne le contrôle de l'environnement il est utile, à des fins de suivi et pour permettre l'établissement d'une cartographie, de disposer de lieux et d'une sélection de matériaux qui fassent l'objet de campagnes régulières d'échantillonnage. La qualité du prélèvement intervient lors de la prise d'échantillon afin d'obtenir des données qui soient les plus reproductibles possibles d'une fois sur l'autre et permettre ainsi une exploitation cohérente des résultats dans le temps et dans l'espace.

Choix des radionucléides recherchés

L'environnement est riche en radionucléides naturels. Citons par exemple le corps humain qui développe une

activité d'environ 7000 Bq dont l'origine est principalement due à un isotope radioactif du potassium. Parmi la très grande diversité des radionucléides potentiellement présents dans des échantillons prélevés dans l'environnement, nous devons pouvoir discerner ceux dont l'origine est liée à l'utilisation industrielle de la radioactivité et qui sont communément appelés radionucléides artificiels. Dans la plupart des cas, les niveaux d'activité rencontrés sont faibles bien qu'ils puissent varier de plusieurs ordres de grandeur selon les espèces radioactives présentes.

Le radionucléide est avant tout une espèce chimique, donc il faut toujours le considérer dans son contexte. Il est soumis à évolution au sein de son milieu susceptible d'influencer son comportement. En fonction de la nature de celui-ci, des précautions seront observées lors du prélèvement, afin de préserver son intégrité et de le maintenir jusqu'à l'analyse dans un état le plus proche possible de celui de sa configuration initiale. Il faut éviter toute perte et toute pollution extérieure qui altérerait le résultat. Dans tous les cas, la technique de mesure et la méthode à appliquer seront définies en fonction du radionucléide recherché et de son niveau d'activité.

Choix de la méthode d'analyse

• Critères d'une méthode

La méthode d'analyse sélectionnée doit pouvoir répondre aux critères de fiabilité et de traçabilité que le demandeur est en droit d'exiger lors de la délivrance du résultat final.

Dans notre cas l'analyse conjugue souvent plusieurs effets, parfois contradictoires, à savoir un nombre élevé de substances à analyser sur le même échantillon, dans des matrices complexes (sol, végétaux...) et à des niveaux d'activité variables.

Dans le domaine environnemental, la stratégie d'analyse consiste à bien comprendre l'objet de la demande afin d'identifier et quantifier les analytes cibles, on parle alors de sélectivité. Quand un échantillon est solide une mise en solution peut s'avérer indispensable. Cette opération, en périphérie de l'analyse, doit être soigneusement étudiée afin de ne pas perdre des traces de l'analyte recherché. Ensuite une étape de séparation qui aura pour effet d'isoler l'analyte d'intérêt peut s'imposer selon la technique de mesure sélectionnée. Lorsque le résultat produit concerne uniquement l'analyte d'intérêt on parle alors de méthode spécifique.

Dans notre cas il est courant que le matériau à analyser contienne des radionucléides interférents c'est-à-dire dont la mesure de l'un altère celle de l'autre. Ainsi il peut être mis en œuvre des approches complémentaires comme par exemple la comparaison du signal de l'analyte avant et après ajout d'interférents ou la sélection d'une autre méthode qui est pas ou peu sensible à ce phénomène d'interférence.

En fonction de l'objet de la demande et des contraintes s'effectue alors le choix de la technique de mesure. Il est courant de les classer en deux grandes catégories selon que l'échantillon soit transformé (spectrométrie alpha,

scintillation liquide...) ou puisse être mesuré sans modification (spectrométrie gamma...). On parle alors d'analyses destructives ou non destructives.

Cette garantie de fiabilité et de traçabilité repose sur la validation de la méthode, dont la définition proposée par la norme est la procédure par laquelle on démontre, preuves expérimentales à l'appui, que les performances de la méthode permettent de répondre aux exigences de l'usage auquel elle est destinée.

Le périmètre de la validation de la méthode inclut de manière explicite l'ensemble du processus analytique, depuis le prélèvement et le traitement de l'échantillon jusqu'au traitement des données et à l'expression du résultat, en passant par les éventuelles étapes de séparation. Toutes ces étapes conditionnent, chacune à l'aune de son importance, la fiabilité du résultat final et de son incertitude. Il convient de noter que les effets liés à la sélectivité et à la spécificité sont évalués de manière globale.

Tout est possible mais rien n'est facile. Spectrométrie ou comptage, alpha ou gamma, matrice simple ou complexe, la spécificité de la méthode se heurte souvent à ce problème déjà évoqué des interférences. Selon la raie caractéristique d'émission en énergie, la détermination de l'activité peut se trouver entachée d'erreur due à une raie voisine issue d'un radionucléide différent et qu'il peut être difficile de discriminer. Le choix d'une méthode dépend souvent de nombreux critères tels que la disponibilité de la technique, les contraintes de préparation de l'échantillon, le type d'analyse recherché ou la nature des substances à analyser. Enfin peuvent intervenir des éléments conjoncturels tels que les délais d'exécution, les contraintes de prélèvement d'échantillon ou tout simplement l'intégrateur coût unitaire de l'analyse dans un programme plus général.

• Fidélité

On ne saurait être exhaustif en parlant de méthode de mesure si l'on n'abordait pas la fidélité qui englobe l'ensemble des caractéristiques de dispersion de la méthode. On distingue d'abord la répétabilité qui caractérise la dispersion obtenue dans des conditions les plus semblables possibles en traitant les échantillons de manière à ne modifier que le moins possible les conditions opératoires. On aborde ensuite la notion de reproductibilité qui est un critère de dispersion qui intègre une forte variation de l'ensemble des paramètres. Les variances de répétabilité et de reproductibilité figurent parmi les éléments les plus significatifs pour l'évaluation de l'incertitude.

La dispersion d'un résultat peut être due à de nombreuses causes. Parmi les plus importantes citons le niveau d'activité à mesurer et la technique sélectionnée. Il est entendu que, généralement (bien que ceci soit à nuancer selon qu'il faille une mise en solution ou pas) les résultats d'analyses obtenus grâce à des techniques de nature spectrométrique (alpha, gamma, de masse, d'émission) auront une dispersion plus faible que les techniques de comptage global.



Il n'en demeure pas moins que, les analyses globales, pour lesquelles on connaît très bien la typologie de l'échantillon, donnent d'excellents résultats qui, dans la très grande majorité des cas, répondent au besoin du demandeur.

• *Seuil de décision - Limite de détection*

Quand l'analyse se frotte à des espaces ou la quantité recherchée est très faible voire inexistante il est nécessaire de définir des zones à partir de laquelle la détection de l'analyte recherché devient possible eu égard des techniques utilisées.

On utilise ainsi la notion de seuil de décision. Cette valeur issue principalement du traitement statistique du signal de mesure peut être, en faisant une analogie à la photographie, la première esquisse de forme surgissant du flou. Le seuil de décision se traduit en termes de mesure par une valeur limite à partir de laquelle on peut attester de la présence physique du phénomène recherché. La limite de détection (LD) est la plus petite quantité d'analyte pour laquelle on puisse dire avec un niveau de confiance donné qu'il est présent dans l'échantillon.

Pour reprendre l'analogie avec la photographie c'est la forme observée qui permet de la reconnaissance de l'objet que l'on recherche avec un degré de certitude acceptable.

Dans le domaine de l'analyse des traces en général et particulièrement sur des matrices environnementales, ces notions sont particulièrement importantes. En effet cela donne des indications quantifiées en termes de probabilité sur le niveau à partir duquel on va considérer une substance présente (ou pas) dans les matériaux soumis à l'analyse. Il est évident que le résultat d'analyse va souffrir d'une incertitude d'autant plus élevée qu'il sera proche de la limite de détection. Ceci nous conduit à introduire la notion de justesse inhérente à toute analyse.

• *Justesse*

"La justesse caractérise l'accord entre le résultat obtenu et la valeur vraie". La justesse d'une méthode de mesure présente un intérêt lorsqu'il est possible de concevoir une valeur vraie pour la propriété mesurée c'est-à-dire en estimant que toutes les conditions d'un mesurage parfait sont remplies. Bien entendu, c'est rarement le cas. Alors pour disposer d'une valeur de référence acceptée, on utilise une autre méthode de mesure, de biais réputé faible, ou par comparaison à un échantillon connu, mais la voie royale consiste à disposer de matériaux de référence.

• *Matériaux de référence*

La traçabilité d'un résultat de mesure ou d'une valeur de référence permet d'assurer que le résultat est comparable à d'autres au moyen d'un système de référence commun.

Comme toute métrologie le mesurage des rayonnements ionisants repose sur la possibilité d'établir un raccordement entre la grandeur à mesurer dans



Matériau de référence à base de plutonium

l'échantillon et une référence reconnue de même nature. Il est entendu que la traçabilité se fait par rapport à un résultat ou à une valeur mais pas à une organisation ou à une méthode.

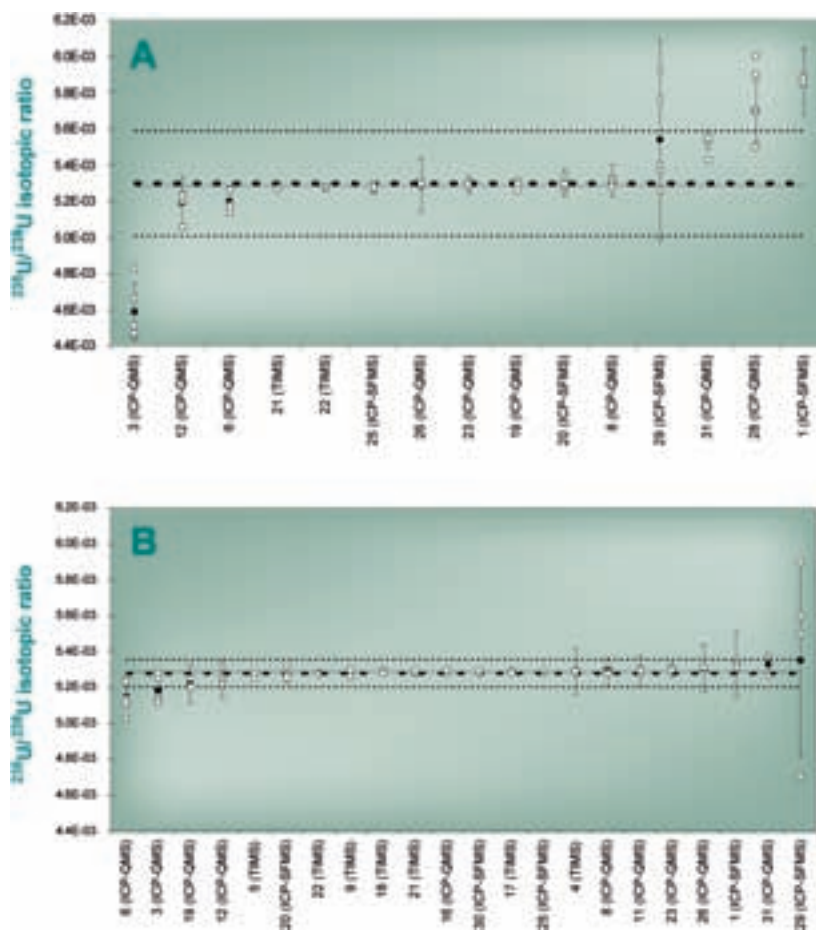
La traçabilité est une caractéristique du résultat d'un mesurage ou d'un étalon qui permet d'être relié à des références déterminées, généralement des étalons nationaux ou internationaux par l'intermédiaire d'une chaîne ininterrompue de comparaisons ayant toutes des incertitudes déterminées.

Un matériau de référence (MR) est un matériau dont la concentration des analytes est connue avec une incertitude et une traçabilité connues. Mais, dans beaucoup de situations (analytes, matrices, niveau de concentration...), et en particulier dans les domaines émergents (environnement, agroalimentaire, biomédical...), il n'existe pas de matériaux de référence certifiés parfaitement adaptés. Dans ce cas, on développe des matériaux soigneusement caractérisés dont la valeur de référence est issue d'une valeur de consensus à partir de résultats obtenus par des laboratoires qui maîtrisent ce type de mesure.

De nombreux étalons existent de par le monde sous forme de solutions stables mais à des niveaux d'activité largement supérieurs (de l'ordre d'au moins 1000 fois supérieurs) à ceux rencontrés habituellement dans les laboratoires de mesure de radioactivité dans l'environnement. Les laboratoires réalisent donc, à façon, par dilution de l'étalon primaire des étalons appelés secondaires qui, bien que non certifiés, répondent au plus près à leurs besoins de caractérisation tout en respectant la chaîne de raccordement.

• *Essais interlaboratoires*

Ancré dans la réalité, un laboratoire ne pourrait seul détenir la vérité. Une comparaison de ses résultats avec d'autres laboratoires réalisant des essais sur les mêmes types d'échantillon s'impose. Plusieurs types de circuits coexistent et le plus commun est le test d'aptitude qui est un moyen d'évaluer les performances d'un laboratoire en matière d'essais. Dans le cas de la "validation de méthode" le test propose un matériau dont la valeur de référence est connue. C'est la méthode de



Résultats d'un circuit interlaboratoires de mesure de l'isotope de l'uranium

mesure qui est soumise à diagnostic et non la compétence du laboratoire. Très encadré par des normes, le traitement statistique des résultats permet d'obtenir une évaluation de la méthode en terme de justesse c'est-à-dire sa capacité à mesurer l'analyte avec un écart faible. Lui est associé la fidélité qui définit la dispersion des résultats autour de la valeur moyenne. La combinaison de ces 2 critères détermine ainsi l'exactitude de la méthode donnant ainsi à l'expérimentateur une échelle qui lui permet d'estimer le degré de confiance de la méthode de mesure.

Quel que soit l'objectif poursuivi, les circuits interlaboratoires donnent toujours l'occasion aux participants une opportunité d'amélioration surtout quand il est possible d'associer à un circuit un examen minutieux des résultats obtenus par les participants. Cette démarche commune permet dans la plupart des cas d'identifier les difficultés et de proposer des évolutions appropriées. Il peut être un moyen efficace de faire rapidement converger les pratiques vers une méthode de synthèse beaucoup plus robuste que les pratiques isolées, souvent spécifiques à un cas particulier. À cet effet nous avons proposé des circuits interlaboratoires de radionucléides présents dans des eaux naturelles, par exemple l'uranium dans une eau provenant des monts d'auvergne, le radium 226 dans une eau du Languedoc ou le polonium 210 dans une eau

finlandaise. Rapidement une convergence s'est établie entre les laboratoires, ce qui a eu pour effet d'évaluer les normes en vigueur sur le sujet.

• *Choix de la technique de mesure*

Dans la plupart des cas l'activité des radionucléides artificiels présents dans l'environnement se situe à des niveaux que l'on peut qualifier de traces voire d'ultra traces quand par exemple l'activité mesurée dans l'air se situe en dessous du microbecquerel par m³.

Il existe deux grandes techniques permettant d'identifier et quantifier les radionucléides selon que l'on se base sur l'émission du rayonnement ou la masse atomique de l'espèce recherchée.

Il est communément admis que, pour des radionucléides dont la période radioactive est inférieure à 1000 ans, la détection des rayonnements ionisants par spectrométrie gamma, alpha ou scintillation liquide sera la plus sensible. La scintillation liquide sera particulièrement bien adaptée à la mesure du tritium, du carbone 14 ou du strontium 90 alors que la spectrométrie gamma donnera de meilleurs résultats avec le césium 137 ou le cobalt 60 et la spectrométrie alpha pour les isotopes du plutonium.

Dans le cas inverse, c'est-à-dire lorsque l'on recherche des radionucléides dont la période est supérieure à



1000 ans, les techniques de spectrométrie de masse (ICP MS, TIMS, IDMS...) présenteront généralement de meilleurs atouts. La mesure pondérale de l'uranium peut se faire grâce à la spectrométrie de masse ou d'émission qui donne d'excellents résultats et permet d'atteindre de très faibles limites de détection (de l'ordre du pico gramme).

L'évolution constante de l'instrumentation tendant vers l'abaissement des limites de détection rend fragile cette ligne de partage et il faut souvent associer à la mesure des étapes de concentration afin d'obtenir une quantité suffisante d'analyte qui permette son mesurage.

Résultat de mesure

Quand tous ces points clefs ont pu être ou soigneusement étudiés et validés, le résultat peut être délivré.

La délivrance du résultat est certainement l'acte le plus engageant que produit le laboratoire.

C'est l'ultime étape après laquelle il sera difficile d'intervenir au risque d'engendrer la polémique. À ce stade, quand le résultat est remis il devient libre pour toute interprétation et il est difficile voire périlleux de faire machine arrière sauf à remettre en cause la compétence du laboratoire qui l'a délivré.

Conclusion

Souligner les enjeux de la mesure et la nécessité du contrôle s'impose et d'ailleurs ceci est rappelé régulièrement dans les rapports nationaux ou internationaux.

Dans un monde où depuis Gutenberg et Diderot l'accès au savoir devient un droit universel, des efforts sont faits pour libérer le plus rapidement possible l'information que le citoyen est en droit d'attendre. Pour une industrie telle que le nucléaire avec un impact sur l'environnement soigneusement encadré, la mesure est l'outil incontournable d'évaluation.

Ceci étant dit, il faut associer des moyens en face de ces enjeux. S'il est admis par tous (citoyens, politiques, décideurs, associations...), à des fins de sécurité et de protection que l'analyse est incontournable, nous vivons dans un monde économiquement contraint.

Toute activité humaine se traduit par des ratios économiques. Une mesure sans faille coûte un investissement

que la collectivité n'a pas toujours les moyens d'assurer, d'autre part l'absence de contrôle est incompatible avec les exigences de sécurité. En médiane, on peut citer quelques voies qui auront pour effet de diminuer les coûts en maintenant un haut niveau d'exigence notamment liés aux progrès de l'instrumentation.

En effet, le domaine de la mesure n'a pas échappé à la révolution permanente de la technologie. La tendance actuelle se dirige vers une miniaturisation et une portabilité accrue des équipements. Au niveau des détecteurs la nécessité de refroidir à l'azote liquide devient moins prégnante avec l'arrivée sur le marché de détecteurs au bromure de Lantane. Certes, ceux-ci n'obtiennent pas les performances d'un détecteur au Germanium dont le refroidissement est impératif mais, à des fins de contrôle et si les exigences en termes de résolution ne sont pas trop élevées, les détecteurs au bromure de Lantane offrent une alternative intéressante en remplacement des détecteurs à iodure de sodium qui offrait une résolution plus basse. La prodigieuse avancée de la communication sans fil permet d'associer à tout appareil de mesure portable sa localisation GPS ce qui permet d'établir des cartographies en temps réels et de disposer d'impressionnantes bases de données.

On constate, depuis une dizaine d'années, des avancées significatives voire le franchissement de sauts technologiques dans le domaine de l'instrumentation. Toutefois ceci ne doit pas nous éloigner des fondamentaux de la chimie des radionucléides à l'état de traces et de la physique inhérente à toute spectrométrie. En effet la radioactivité présente dans l'environnement provient de radionucléides intégrés dans des systèmes biologiques dynamiques et la connaissance de ces fondamentaux est capitale à la fois pour l'analyste qui délivre le résultat et pour celui en charge de les interpréter.

Par ailleurs depuis que des données sont produites et conservées nous disposons d'une mine d'information qui n'est que partiellement exploitée. Pour acquérir la connaissance du milieu environnemental, il faut une modélisation et toute modélisation s'appuie sur des mesures. Cette base détient un réel potentiel de découverte, à condition de mettre en face les outils et le savoir nécessaire pour extraire des chiffres bruts, des modèles sur les interactions d'une industrie avec la biosphère. ■

ASSURER LA QUALITÉ DES MESURES



Normalisation du mesurage des radionucléides dans l'environnement

Standardizing the measurement of radionuclides in the environment

par **Dominique Calmet**, Président des groupes ISO TC 85/WG17 et TC 147/WG4, **Henri Maubert**, Président de la Commission M60-3 du BNEN, **Philippe Béguinel**, Animateur du groupe "Eau" de la Commission M60-3 du BNEN, **Marie-Christine Robé**, Animatrice du groupe "Air" de la Commission M60-3 du BNEN, **Guy-Philippe Oswald**, Secrétaire général du BNEN et **Laurence Thomas**, Secrétaire AFNOR

Surveillance de la qualité de l'environnement et protection de la santé de l'homme forment un couple indissociable. Dans le domaine nucléaire ce lien a été très tôt établi. Les expertises radiologiques de sites ou les instructions des demandes d'autorisation de rejets d'effluents, tant liquides que gazeux, sont basées sur l'évaluation de l'impact radiologique calculé à l'aide de modélisations qui prennent en compte les caractéristiques d'un terme source radioactif et les différentes voies d'exposition des populations. Par la suite, les résultats de mesure des radionucléides obtenus lors du contrôle des rejets radioactifs et de la surveillance radiologique de l'environnement permettent de vérifier le bien fondé des estimations d'impact et le respect des limites d'autorisation de rejets. C'est d'ailleurs avec ces objectifs que l'article 35 du Traité Euratom, transposé dans les lois nationales européennes, stipule que chaque État membre établit les installations nécessaires pour effectuer le contrôle permanent du taux de la radioactivité de l'atmosphère, des eaux et du sol, ainsi que le contrôle du respect des normes de base. Ce sont ainsi des centaines de milliers de mesures de radioactivité qui sont réalisées tous les ans en France.

La maîtrise des caractéristiques du terme source au niveau des émissaires de rejet des installations nucléaires ainsi que la surveillance de l'évolution des niveaux des radionucléides dans l'environnement nécessitent la mise en œuvre de techniques de prélèvement et de mesurage reconnues par toutes les parties prenantes du nucléaire : industriels, autorités de contrôle, commissions locales d'information et associations. Les parties prenantes étant susceptibles de réaliser des mesurages sur des échantillons issus des mêmes sites, l'utilisation de méthodes comparables est fondamentale. L'élaboration de normes qui sont des documents de référence, répond alors aux problèmes techniques qui se posent de façon répétée dans les relations entre parties prenantes économiques, scientifiques, techniques et sociales.

La crédibilité des expertises repose donc, en grande partie, sur la qualité et la fiabilité des résultats de mesure des radionucléides. Dans ce cadre, le principal enjeu de l'approche normative est d'assurer la qualité du

mesurage des radionucléides en garantissant la traçabilité des résultats de mesure, le raccordement des équipements d'analyse, d'essais ou d'étalonnage aux étalons nationaux ou internationaux. L'utilisation des normes permet alors de garantir des résultats de mesurages comparables dans le temps et entre les différents laboratoires de mesures. Elles servent également de référentiel pour l'obtention des certifications et leur utilisation aide les laboratoires à faire la preuve de leur compétence technique pour obtenir l'accréditation du comité français d'accréditation (COFRAC).

La normalisation en France

En France, le Bureau de normalisation d'équipements nucléaires (BNEN) assure, en liaison avec l'Association française de normalisation (AFNOR), le suivi des travaux nationaux et internationaux relevant de la normalisation dans le domaine de l'industrie nucléaire civile. Deux commissions, Technologie du cycle du combustible nucléaire (M 60-2) et Mesure de la radioactivité dans l'environnement (M 60-3) élaborent respectivement les normes de mesurage de la radioactivité des déchets et dans l'environnement.

Executive Summary

It is in the course of controlled radioactive releases and radiological environmental monitoring that radionuclides are measured. The results of such measurements subsequently enable corroboration of impact assessments and of compliance with authorized limits on releases. All nuclear stakeholders must have agreed the sampling and measuring techniques implemented: the operators, the regulatory authorities, and the local information committee and associations. The application of standards serves to guaranty comparability over time of the results of all measurements, at the rate of several thousand per annum, and between different measuring laboratories. Standards are a benchmark used in certification. Laboratories applied them to demonstrate their technical qualifications required for accreditation by the French Accreditation Committee and successful completion of inter-laboratory testing, a prerequisite to ASN (Nuclear Safety Authority) accreditation. Today, measuring laboratories apply over sixty AFNOR and ISO standards that were prepared by a BNEN Commission and that govern the measurement of the main radionuclides released into the environment and likely to be contained in air, water, soil, bioindicators and food.



La commission M 60-3 a été créée en 1992 à la demande du Ministère de l'industrie suite à un litige sur des résultats de mesurages de radioactivité obtenus par les différents laboratoires des parties prenantes pour décrire l'état radiologique d'un même site. Le Ministère a alors chargé l'AFNOR de lui proposer un programme de travaux normatifs sur les mesurages de la radioactivité dans l'environnement.

Le programme de travail actuel de la commission M 60-3 s'inscrit dans la logique de la demande initiale, élargie depuis 2007 aux mesurages de contrôle des rejets. Il a pour objectif de rassembler, sous la forme de normes, les connaissances les plus pertinentes, d'une part sur les méthodes de prélèvement des échantillons dans les émissaires de rejets et les différentes composantes naturelles de l'environnement et, d'autre part, sur les techniques de mesure de laboratoire des radionucléides présents au sein des différentes matrices prélevées.

Les travaux de la commission sont orientés pour atteindre l'exhaustivité sur le sujet en privilégiant les demandes prioritaires, en particulier celles résultant des recommandations de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et des évolutions réglementaires, comme dans le cas du contrôle de la qualité des eaux de boisson et des niveaux de radon dans les bâtiments publics. Deux sous-ensembles de normes peuvent être distingués : les normes décrivant l'échantillonnage sur le terrain et celles relevant des méthodes de mesure de laboratoire. Cette approche est conforme aux prescriptions de la norme ISO 17025 qui établit les exigences générales de compétence pour effectuer des essais et/ou des étalonnages. En effet, tout résultat de mesurage de la radioactivité d'un échantillon ne peut être correctement interprété que si l'échantillon est représentatif du milieu à caractériser.

À ce jour, la commission M 60-3 a publié près de soixante normes consultables sur le site internet de l'AFNOR (www.afnor.org). Ce corpus de normes n'a pas d'équivalent dans le monde, à l'exception de celui développé aux États-Unis. La mise en œuvre de ces méthodes de mesure normalisées permet aux laboratoires de mesure de répondre aux exigences des accréditations COFRAC et des agréments délivrés par l'Autorité de sûreté nucléaire pour la mesure de la radioactivité de l'environnement. Leur utilisation permet aux laboratoires de faire également l'économie de la démonstration de la validité de méthodes internes.

Les normes AFNOR sur le mesurage de la radioactivité de l'environnement

Les laboratoires des parties prenantes disposent actuellement de 60 normes concernant le mesurage des radionucléides dans l'air, les eaux, le sol, les bioindicateurs et les aliments. Une approche rédactionnelle commune a été retenue, une norme chapeau présente la problématique attachée à chaque type de mesurage qui est ensuite déclinée en parties décrivant l'établissement des programmes et des techniques d'échantillonnage, les

méthodes éventuelles de prétraitement des échantillons et les méthodes de mesurage des radionucléides. La stratégie d'échantillonnage est fonction du milieu échantillonné et de l'objectif poursuivi, la préparation des échantillons est adaptée à la matrice de l'échantillon mesuré.

Les normes relevant du mesurage de la radioactivité de l'air, décrivent plus précisément les méthodes de prélèvements des aérosols et la collecte des dépôts atmosphériques, complétées par celles concernant le mesurage des halogènes (iode), du radon-222 y compris dans l'air des bâtiments, du tritium et du carbone-14.

Les normes relevant du mesurage de la radioactivité de l'eau s'appuient sur les normes générales décrivant l'échantillonnage des eaux de rivières, des lacs, marines et celles à destination alimentaire ainsi que sur les normes décrivant le transport et la conservation des échantillons suivant le type de mesurage prévu. Des normes spécifiques du mesurage de la radioactivité décrivent la détermination de l'indice de radioactivité alpha et bêta, du tritium, du carbone-14, des radionucléides émetteurs gamma par spectrométrie Germanium, de l'uranium par spectrométrie alpha et par spectrométrie de masse ICP, du strontium-90, du radium-226, du polonium-210. Le mesurage par spectrométrie alpha de l'activité des transuraniens (Pu, Am, Cm, Np) présents dans l'eau fait l'objet de 3 normes spécifiques.

Le mesurage de la radioactivité des sols s'appuie sur des normes décrivant l'échantillonnage sur le terrain, le prétraitement des échantillons, le mesurage des radionucléides émetteurs gamma par spectrométrie gamma, les méthodes de séparation radiochimique en vue des déterminations par spectrométrie alpha de l'américium-241, du plutonium-238 et 239+240 et du strontium-90.

Concernant les matrices biologiques, des normes spécifiques décrivent l'échantillonnage des bioindicateurs et des aliments en fonction des différentes composantes environnementales de collecte. Elles sont complétées par des normes préconisant les conditions de transport et de conservation des échantillons.

Les normes sur le mesurage de la radioactivité des effluents

Différentes normes CEI décrivent les mesures en ligne sur des canalisations de rejet, les exigences générales des équipements pour la surveillance en continu des radionucléides dans les effluents gazeux, aérosols, gaz rares, iodes et tritium ainsi que celles des équipements pour la surveillance des radionucléides dans les effluents liquides. En complément, six normes AFNOR rédigées par la commission M 60-2 ont été publiées concernant les mesures différées en laboratoire du strontium-90, du nickel-63, du carbone-14, du tritium, du fer-55 et du plutonium-241.

En 2007, sous l'impulsion de l'ASN, il a été décidé de renforcer cet ensemble de normes. Des questionnaires ont

été envoyés aux laboratoires de mesure de la radioactivité pour collationner les pratiques utilisées. Sur la base des réponses, la commission M 60-3 a rédigé un guide général sur la mesure des effluents. Il vient d'être soumis à l'enquête probatoire pour publication. Parallèlement la rédaction de trois normes a été entreprise sur l'échantillonnage du tritium et du carbone-14 dans les effluents gazeux et liquides.

La normalisation internationale

Les radionucléides libérés par les installations dans l'environnement, dispersés par les courants et les vents, se moquent des frontières. Aussi, les parties prenantes nationales sur les questions nucléaires se doublent des parties prenantes internationales que sont les États. Ces derniers sont tenus de s'informer mutuellement des niveaux de radioactivité de leurs émissions ainsi que sur ceux des aliments qui sont échangés à l'échelle de la planète. La déclaration des rejets est parfois requise par des dispositions internationales, comme la Convention OSPAR pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du Nord Est relative aux bilans des rejets d'effluents liquides. La déclaration est aussi requise au niveau communautaire européen en réponse à l'article 36 du Traité Euratom qui précise que les renseignements concernant les contrôles des installations sont communiqués régulièrement par les autorités compétentes à la Commission, afin que celle-ci soit tenue au courant du taux de la radioactivité susceptible d'exercer une influence sur la population ; en réponse aux recommandations C(203) 4832 de la Commission sur les informations normalisées portant sur les rejets radioactifs, ou encore dans le cadre d'accords bilatéraux d'échanges de données avec des pays frontaliers : Allemagne, Belgique, etc.

L'acceptation par les différents États de la qualité des données échangées sera facilitée par la reconnaissance mutuelle des prestations réalisées par des laboratoires accrédités utilisant des normes communes. Forte de son corpus de normes AFNOR, la France a donc décidé de promouvoir les méthodes françaises de mesurage de la radioactivité dans l'environnement et les déchets dans les structures internationales de normalisation. Les efforts ont porté sur les travaux au sein de la Commission électrotechnique internationale pour la normalisation des équipements (CEI ; www.iec.ch) et l'Organisation internationale de standardisation (ISO ; www.iso.org/iso/fr/home.htm) dont les normes contribuent à faire que le développement, la fabrication et la fourniture des produits et services soient plus sûrs, plus efficaces et davantage respectueux de l'environnement.

Aussi, en 1999, sous l'impulsion de la France, les comités membres de l'ISO représentés dans le groupe de travail 17 (GT17) en charge de la mesure de la radioactivité au sein du sous-comité 2, Radioprotection du Comité technique 85, Énergie nucléaire, ont décidé de créer un sous-groupe consacré aux mesurages des radionucléides dans l'environnement. Le GT17 a mis l'accent sur

la rédaction des normes relevant de la caractérisation radiologique d'un site, quel que soit son utilisation, ainsi que de la surveillance radiologique de routine de sites concernés par des rejets d'effluents radioactifs.

En 2002, également à la demande de la France, le groupe de travail 4 sur le Mesurage radiologique du comité technique 147, Qualité de l'eau, groupe en sommeil depuis 1994, a été réactivé afin de répondre aux besoins métrologiques pour caractériser la qualité radiologique des eaux destinées à la consommation humaine.

Avec l'appui des experts de la Commission M60-3, les membres des deux groupes de travail ISO, représentants de 16 États et de la Commission européenne, ont initié un travail de transposition des normes françaises en normes internationales en les enrichissant des pratiques des laboratoires étrangers.

ISO/TC 85/WG17 : Mesurages de la radioactivité dans l'environnement

Les membres de ce groupe travaillent à l'heure actuelle sur 6 normes sous la forme de 30 parties, dont 20 ont été publiées.

Profitant de la révision périodique des normes en vigueur, le GT17 a entrepris la révision de la norme de base sur la détermination des limites caractéristiques, seuil de décision, limite de détection et limites d'intervalle de confiance, pour les mesurages des rayonnements ionisants (ISO 11929). La refonte complète de cette norme vient d'aboutir à la publication de la version révisée, en une seule partie, en remplacement des 8 parties initiales. Cette norme est la norme de base pour tous les types de mesure de la radioactivité.

Le groupe a entrepris également la révision des normes sur l'évaluation de la contamination de surface (ISO 7503) et celle des sources de référence pour la calibration des appareils de contrôle de la contamination de surface (ISO 8769). La révision de la seconde est au stade de projet final de norme internationale (FDIS) et devrait être publiée cette année.

La norme concernant les mesures d'activité de matériaux solides considérés comme déchets non radioactifs destinés à un recyclage, une réutilisation, ou une mise au rebut (ISO 11932) fait l'objet d'une analyse par le groupe en vue de sa révision à moyen terme.

La norme sur le mesurage de la radioactivité des sols, série ISO18589, éditée en 6 parties, reprend l'essentiel des normes AFNOR. La première partie sur la présentation générale et les définitions introduit celles sur la stratégie d'échantillonnage, l'échantillonnage et le prétraitement des échantillons, le mesurage des radionucléides émetteurs gamma, du plutonium par spectrométrie alpha, du strontium-90 et des indices d'activités alpha et bêta global.

Un important travail de transposition des normes française sur le mesurage du radon a été entrepris en 2008. Les 8 parties de cette norme (ISO 11665) sont au stade de



projet de norme internationale (DIS) avec une date de publication prévue en 2011.

ISO/TC 147/WG4 : Mesurage radiologique

Les membres de ce groupe sont en charge de 12 normes ou projets de normes représentant 19 parties. Le premier travail du groupe a été de réviser les premières normes publiées au début des années '90, concernant le mesurage de l'indice d'activité alpha global dans l'eau non saline par source concentrée (ISO 9696), de l'indice d'activité bêta global dans l'eau non saline (ISO 9697) et de l'activité volumique des radionucléides par spectrométrie gamma à haute résolution (ISO 10703). La nouvelle version de la détermination de l'activité volumique du tritium par comptage par scintillation liquide devrait être publiée cette année (ISO 9698).

Par la suite, le groupe s'est engagé dans un travail important d'élaboration de nouvelles normes. Ainsi une nouvelle méthode de mesurage de l'activité alpha et bêta globale par dépôt mince, plus conforme à la pratique française (ISO 10704) a été publiée en 2009 et la norme concernant la détermination des indices alpha et beta par scintillation liquide (ISO 11704), conforme à la pratique italienne et hollandaise, devrait l'être cette année. De nouvelles normes, au stade DIS, décrivant le mesurage de l'activité du strontium-90 (ISO 13160), du polonium-210 (ISO 13161) par spectrométrie alpha et de l'activité volumique du carbone-14 par scintillation liquide (ISO 13162) devraient être publiées en 2011.

En complément, un nouveau thème de travail sur le mesurage du radon vient d'être soumis à l'approbation du Comité technique 147, avec 3 parties : origine et types de mesurage, mesurage direct par spectrométrie gamma et après dégazage. Ces travaux répondent au regain d'intérêt par l'OMS pour le radon. D'autres projets vont être soumis prochainement, l'un sur le mesurage du radium-226 en trois parties : mesurage par scintillation liquide, émanométrie, spectrométrie gamma. Trois autres projets sont en préparation, l'un sur le mesurage de l'uranium par spectrométrie alpha et spectrométrie de masse et l'autre sur le mesurage du plomb-210.

Une fois complété, cet ensemble de normes internationales répondra à la demande de mesurages des radionucléides mentionnés dans la directive européenne 98/83 et l'arrêté du 12 mai 2004 fixant les modalités de contrôle de la qualité radiologique des eaux destinées à la consommation humaine.

Conclusion

Des centaines de milliers de mesurages de la radioactivité sont réalisés chaque année en réponse aux demandes réglementaires ou dans le cadre d'expertise au sens large. Le corpus de normes AFNOR, et bientôt ISO, sur le mesurage de la radioactivité répond aux besoins des laboratoires européens pour satisfaire aux recommandations de la Commission (2000/473/Euratom) concernant l'application de l'article 36 du traité Euratom relatif à la surveillance des taux de radioactivité dans l'environnement en vue d'évaluer l'exposition de l'ensemble de la population.

La loi du 13 juin 2006, relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire, institue la diffusion, à tout un chacun, des résultats de mesures de la radioactivité de l'environnement. Pour ce faire, le réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement a été établi (article R.1333-11 du code de la santé publique) avec pour principaux acteurs, des représentants des ministères concernés, les agences sanitaires, les instituts publics, les industriels du nucléaire et les associations de protection de l'environnement et des consommateurs. Leurs laboratoires de mesures deviennent les partenaires privilégiés du réseau national. Pour garantir la qualité et l'intercomparabilité de leurs résultats de mesure, les laboratoires doivent être agréés sur proposition d'une commission d'agrément multipartite. L'utilisation des normes facilite la mise en place des techniques de mesure leur permettant de réussir les essais interlaboratoires nécessaires à leur agrément par l'ASN (Arrêté du 8 juillet 2008) ainsi que les tests d'aptitudes par intercomparaison pour l'obtention d'une accréditation COFRAC.

Les normes donnent également aux institutions gouvernementales une base technique pour les prescriptions en matière de santé, de sécurité et d'environnement. Ainsi, l'arrêté du 17 septembre 2003 relatif aux méthodes d'analyse des échantillons d'eau fait référence aux normes AFNOR pour le mesurage des indices d'activité alpha et bêta global, du tritium, du carbone-14 et du radium-226, de même que celui du 5 juin 2009 relatif au mesurage du radon. C'est une forme de reconnaissance car la norme est un document de consensus résultat de débats techniques nourris et fructueux. Ainsi au sein des commissions M60 du BNEN, des représentants de l'ensemble des parties prenantes se retrouvent, au gré de leur intérêt, pour travailler ensemble sur les sujets normatifs. Leurs débats ont effectivement été féconds, plus de 60 normes publiées à ce jour, et nous espérons que cet article rendra compte aux lecteurs de leur engagement professionnel et de la qualité de leurs travaux d'ores et déjà reconnue au niveau international. ■

ASSURER LA QUALITÉ DES MESURES



L'agrément des laboratoires de mesures de la radioactivité de l'environnement

Accreditation of laboratories measuring environmental radioactivity

par Marie-Noëlle Levelut, chargée d'affaire à la Direction de l'environnement et des situations d'urgence — ASN

La surveillance de la radioactivité dans l'environnement est devenue une priorité pour de nombreux acteurs. Hors influence d'activités nucléaires, la radioactivité dans l'environnement est principalement due aux rayonnements cosmiques et aux radionucléides naturellement présents dans l'air, l'eau, les aliments ou les sols. Du fait des rejets autorisés des installations nucléaires ou des réminiscences d'accidents ou des retombées des anciens tirs nucléaires atmosphériques, il est possible de détecter des traces de radioactivité artificielle. Cette radioactivité peut fluctuer dans le temps et dans l'espace. Quelle que soit son origine, toute variation est perçue comme un phénomène anormal et suscite de nombreuses questions émanant des autorités, des collectivités territoriales, des associations et plus généralement de la population sur l'importance du phénomène, sa caractérisation et son éventuel impact sanitaire... Les réponses à ces questionnements passent inévitablement par des mesures de radioactivité de l'environnement réalisées par des laboratoires dont la qualité des mesures doit être irréprochable.

Un 1^{er} régime de qualification des laboratoires dès 1988

La demande sociétale de plus en plus importante sur l'état radiologique de l'environnement après Tchernobyl, a conduit les pouvoirs publics à mettre en place un système d'information du public sur la radioactivité en 1989 avec la création de MAGNUC, 1^{er} magazine d'information sur MINITEL. D'autres dispositions réglementaires et techniques sont venues s'ajouter à ce dispositif pour augmenter et diversifier les capacités de mesures radiologiques des laboratoires, jusqu'alors faites principalement par les exploitants nucléaires, les centres de recherche du CEA et le laboratoire du SCPRI devenu OPRI (Office de protection contre les rayonnements ionisants) avant sa fusion avec l'IPSN pour devenir l'IRSN (Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire).

Côté réglementaire, un certificat de qualification technique destiné à s'assurer de la qualité des mesures de radioactivité a été mis en place par le décret¹ de 1988 sur

l'harmonisation des mesures de la radioactivité de l'environnement et des denrées alimentaires. Plusieurs arrêtés^{2,3}, définissaient la procédure de délivrance du certificat et les modalités d'organisation des essais intercomparaison. La qualification était délivrée pour 2 ans par arrêté du ministre chargé de la santé sur proposition d'une commission interministérielle ad-hoc. Les laboratoires qui souhaitaient obtenir ce certificat de qualification devaient présenter un dossier relatif à leurs moyens de mesures et avoir des résultats satisfaisants à l'essai interlaboratoires organisé tous les ans par le SCPRI puis l'OPRI, alors laboratoire de référence pour l'OMS. Entre 1992 et 2002, 9 essais ont été organisés. En 2002,

2. Arrêté du 7 août 1990 fixant les modalités d'obtention, de renouvellement et de retrait de certificat de qualification technique institué par le décret n° 88-715 du 9 mai 1988.

3. Arrêté du 7 août 1990 fixant les modalités des programmes d'intercomparaison des mesures de la radioactivité de l'environnement et des denrées destinées à la consommation.

Executive Summary

The radiological state of our environment is a strong concern for the public. The measurement of the radioactivity is an answer to this concern. The French National Network for the Measurement of Environmental Radioactivity (www.mesure-radioactivite.fr) centralizes all the results of measurements of radioactivity in the environment on the national territory. The website provide an easy access to the results. Nevertheless it is needed to ensure the quality of the results obtained by the laboratories before reporting them to the website.

A new laboratory approval system was created through an ASN decision (decision n° 2008-DC-0099 of 29 april 2008), taking into account the new prerogatives granted to ASN by Act of 13 june 2006 and the modification of Public Health Code towards the protection of individuals against the risks arising from ionising radiations in november 2007.

This paper presents this new regulation by specifying the nature of the laboratories concerned and the field of approval with more than forty different kinds of approval, relating to all the environmental compartments and various radionuclide measurements (alpha, beta or gamma emitters). It also details the procedure of approval which in particular include the conformity of the practices of the laboratory to the requirements of standard ISO/CEI 17025 and the regular participation to intercomparison tests organised by IRSN. It draws up the assessment of the laboratories approved on 1 January 2010 and analyzes the distribution of approvals according to the statute of laboratories, the measurement categories and the nature of the measured environmental samples.

1. Décret n° 88-715 du 9 mai 1988 relatif à l'harmonisation des mesures de la radioactivité de l'environnement et des denrées destinées à la consommation.



23 laboratoires disposaient d'une qualification⁴ pour les mesures de tritium dans l'eau, 17 pour les mesures alpha et bêta globales dans les eaux, 30 laboratoires pour les mesures des émetteurs gamma.

Sur l'aspect métrologie, le besoin s'est fait sentir d'harmoniser les méthodes de mesure entre les différents laboratoires pour permettre une comparaison des mesures et, autant que faire se peut, limiter les contentieux liés à des résultats en apparence différents selon l'organisme chargé des mesures. Dès 1991, l'AFNOR a été chargée, à travers le bureau de normalisation des équipements nucléaires (BNEN), de développer des travaux de normalisation des mesures de la radioactivité dans l'environnement. Depuis sa création, les travaux de la commission M60-3 du BNEN ont conduit à la publication d'une soixantaine de normes AFNOR dont une dizaine au niveau international sur le mesurage des radionucléides dans l'environnement.

Un nouveau régime d'agrément des laboratoires en 2002

En 2002, la restructuration des services publics chargés du contrôle de la sécurité nucléaire et de la radioprotection avec la création de la Direction générale de la sûreté nucléaire⁵ (devenue Autorité de sûreté nucléaire en 2006)

et de son appui technique l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire⁶ (IRSN) et par ailleurs, la retranscription en droit français de la directive européenne sur la radioprotection⁷ sont à l'origine de la mise en place d'un nouveau dispositif réglementaire sur l'agrément des laboratoires, accompagnant la création du Réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement (RNM) institué par l'article R. 1333-11 du code de la santé publique (CSP).

L'organisation de ce réseau et son fonctionnement ainsi que les critères de qualification auxquels devaient satisfaire les laboratoires agréés, seuls habilités avec l'IRSN à pouvoir transmettre leurs résultats sur le RNM, ont été initialement définis par l'arrêté du 17 octobre 2003 abrogé par l'arrêté du 27 juin 2005⁸ des ministres chargés de l'environnement et de la santé, pour dissocier le processus d'agrément des laboratoires de celui relatif à la communication des résultats de mesures de la radioactivité sur le Réseau national de mesures (RNM).

4. Arrêtés du 19 juillet 2001 et du 13 juin 2002 fixant la liste des laboratoires ayant obtenu un certificat de qualification technique pour la mesure de la radioactivité de l'environnement et des denrées destinées à la consommation.

5. Décret n° 2002-255 du 22 février 2002 créant une direction générale de la sûreté nucléaire et de la radioprotection.

6. Décret n° 2002-254 du 22 février 2002 relatif à l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire.

7. Décret n° 2002-460 du 4 avril 2002 relatif à la protection générale des personnes contre les dangers des rayonnements ionisants pris en application de la Directive 96-29/Euratom du 13 mai 1996 fixant les normes de base relative à la protection sanitaire de la population et des travailleurs.

8. Arrêtés du 17 octobre 2003 (JO du 28 octobre 2003) abrogé par arrêté du 27 juin 2005 (JO du 29 juillet 2005) portant organisation d'un réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement et fixant les modalités d'agrément des laboratoires.

| Code | Catégorie de mesures radioactives | Type 1 | | Type 2 | | Type 3 | | Type 4 | | Type 5 | | Type 6 | |
|-------|--|--------|------|---------------|------|----------------------|------|---------------------|------|---------|--------------|----------------|------|
| | | Eaux | | Matrices sols | | Matrices biologiques | | Aérosols sur filtre | | Gaz air | | Milieu ambiant | |
| ..-01 | Emetteurs gamma E > 100 keV | 1 | 1_01 | 1 | 2_01 | 1 | 3_01 | 2 | 4_01 | 1 | 5_01 | | - |
| ..-02 | Emetteurs gamma E < 100 keV | 1 | 1_02 | 1 | 2_02 | 1 | 3_02 | | 4_02 | 1 | 5_02 | | - |
| ..-03 | Alpha global | 1 | 2 | 1_03 | | - | | - | 2 | 4_03 | | | - |
| ..-04 | Bêta global | 1 | 2 | 1_04 | | - | | - | 2 | 4_04 | | | - |
| ..-05 | H-3 | 1 | 2 | 1_05 | | 2 | 3_05 | | | | Cf eau | | - |
| ..-06 | C-14 | 1 | 1 | 1_06 | | 2 | 3_06 | | | 1 | 5_06 | | - |
| ..-07 | Sr-90/Y-90 | 1 | 1 | 1_07 | 2 | 2_07 | 2 | 3_07 | 2 | 4_07 | | | - |
| ..-08 | Autres émetteurs bêta purs (Ni-63, Tc99,...) | 2 | 1 | 1_08 | 2 | 2_08 | 1 | 3_08 | | | | | - |
| ..-09 | U isotopique | 2 | 1 | 1_09 | 1 | 2_09 | 1 | 3_09 | 2 | 4_09 | | | - |
| ..-10 | Th isotopique | | 1 | 1_10 | 1 | 2_10 | 1 | 3_10 | | 4_10 | | | - |
| ..-11 | Ra-226 + desc. | 2 | 1 | 1_11 | 1 | 2_11 | 1 | 3_11 | | | Rn 222: 5_11 | | - |
| ..-12 | Ra-228 + desc. | 2 | 1 | 1_12 | 1 | 2_12 | 1 | 2_12 | | | Rn 220: 5_12 | | - |
| ..-13 | Isotopes Pu, Am, (Cm, Np) | 2 | 1 | 1_13 | 2 | 2_13 | 1 | 3_13 | 2 | 4_13 | | | - |
| ..-14 | Gaz halogénés | | - | | - | | - | | - | 1 | 5_14 | | - |
| ..-15 | Gaz rares | | - | | - | | - | | - | 1 | 5_15 | | - |
| ..-16 | Dosimétrie gamma | | - | | - | | - | | - | | - | 2 | 6_16 |
| ..-17 | Uranium pondéral | 2 | 1 | 1_17 | 1 | 2_17 | 1 | 3_17 | 2 | 4_17 | | | - |

La mention "1" ou "2" dans les cases colorées se rapporte au semestre d'organisation de l'essai

2009 2010 2011 2012 2013

Tableau 1 : grille des agréments et planning des essais de comparaison interlaboratoires

Une révision du régime d'agrément des laboratoires en 2008

Les nouvelles prérogatives de l'ASN, devenue une autorité administrative indépendante par la loi relative à la transparence et à la sûreté nucléaire⁹, et la révision du code de la santé publique¹⁰ (articles R. 1333-11 et R. 1333-11-1) ont conduit à de nouvelles modifications du dispositif réglementaire d'agrément des laboratoires :

- décision d'agrément délivrée par l'ASN ;
- révision du contenu de la demande d'agrément incluant désormais les résultats du laboratoire aux essais de comparaison interlaboratoires et, le cas échéant, son retour d'expérience ;
- introduction d'un délai d'instruction des demandes d'agrément limité à 11 mois pour la publication de la décision ;
- augmentation de la durée d'agrément de 4 ans à 5 ans.

Ces nouvelles dispositions sont déclinées dans l'arrêté du 8 juillet 2008 du ministre chargé de la sûreté nucléaire portant homologation de la décision ASN n° 2008-DC-0099 du 29 avril 2008 relatif à l'organisation du RNM et fixant les modalités d'agrément des laboratoires, qui abroge l'arrêté du 27 juin 2005.

Quel est le domaine d'application de l'agrément délivré par l'ASN ?

L'agrément délivré par l'ASN ne se limite pas aux seules mesures effectuées en laboratoire après un traitement plus ou moins complexe des échantillons pour concentrer et isoler les radionucléides. Il intègre également les dispositions mises en œuvre par le laboratoire pour garantir la représentativité du prélèvement d'échantillon dans l'environnement.

Tous les compartiments de l'environnement peuvent faire l'objet d'un agrément, à savoir les eaux, les sols, les produits biologiques (végétaux, poissons, lait,...), l'air et les aérosols ainsi que la dosimétrie ambiante. Les mesures concernent les radionucléides artificiels ou naturels, émetteurs gamma, bêta ou alpha ainsi que la dosimétrie gamma ambiante (voir la grille des agréments).

Le domaine d'application est celui des faibles niveaux d'activité même si, dans l'environnement, les activités des radionucléides artificiels, à l'exception du tritium, sont rarement supérieures aux seuils de décision des méthodes de mesure les plus sensibles. Aussi, l'aptitude des laboratoires est testée sur des échantillons rechargés en laboratoire pour atteindre des niveaux d'activité de l'ordre de 0,5 à 10 Bq/kg pour les émetteurs gamma artificiels (Co-60, Cs-137,...) et de l'ordre de 0,05 à 1 Bq/kg pour les émetteurs alpha (Pu, Am) dans les eaux ou les échantillons biologiques. Par contre, les activités des

radioéléments des chaînes de l'uranium et du thorium dans l'environnement étant naturellement plus élevées (voisines ou supérieures à 50 Bq/kg de sol), les tests d'aptitude se font généralement sur des échantillons directement prélevés dans l'environnement.

Un agrément pour qui ?

L'agrément relatif aux mesures de radioactivité de l'environnement s'adresse à tout laboratoire français ou étranger, quels que soient son statut, sa taille, son secteur d'activité, qu'il exerce son activité sur un périmètre défini (site industriel) ou non défini (prestations de service) et qui souhaite faire reconnaître sa compétence en la matière.

L'agrément concerne en priorité les laboratoires de surveillance de l'environnement qui effectuent des mesures en vertu de dispositions réglementaires ou législatives et, de ce fait, ont obligation depuis le 1^{er} janvier 2009 d'être agréés pour transmettre leurs mesures au RNM. Ce sont notamment les laboratoires rattachés aux sites nucléaires (ANDRA, AREVA, CEA, EDF, Marine Nationale...). Il s'adresse également à tout laboratoire public ou privé, universitaire ou associatif qui procède à des contrôles de la radioactivité dans l'environnement pour le compte de services publics ou de collectivités territoriales ou pour leur propre compte. Dans ce dernier cas, l'agrément relève d'une démarche volontaire.

L'agrément pour les mesures de radioactivité de l'environnement peut aussi concerner les laboratoires de contrôle sanitaire des eaux destinées à la consommation qui disposent déjà d'un agrément de la Direction générale de la santé (DGS)¹¹ pour effectuer ces vérifications et qui souhaitent étendre leur champ de compétence aux eaux de l'environnement.

Enfin, les laboratoires de contrôle des denrées alimentaires peuvent aussi être intéressés par cet agrément relatif à l'environnement, en complément des agréments délivrés par la DGAL¹² (Direction générale de l'alimentation) ou la DGCCRF¹³ (Direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes) dans le cadre de la commercialisation des produits destinés à l'alimentation.

Comment obtenir un agrément pour les mesures de radioactivité de l'environnement ?

Pour obtenir un agrément sur un ou plusieurs types de mesures de radioactivité, le laboratoire pétitionnaire doit adresser à l'ASN :

11. Arrêté du 24 janvier 2005 (JO du 22 février 2005) relatif aux conditions d'agrément des laboratoires pour la réalisation des prélèvements et des analyses du contrôle sanitaire des eaux.

12. Arrêtés du 08 juin 2006 relatif à l'agrément des établissements mettant sur le marché des produits d'origine animale ou des denrées contenant des produits d'origine animale, et du 19 décembre 2007 fixant les conditions générales d'agrément des laboratoires d'analyses dans le domaine de la santé publique vétérinaire et de la protection des végétaux.

13. Arrêté du 31 décembre 1999 fixant les conditions d'agrément des laboratoires admis à procéder aux analyses ou aux essais des échantillons pour l'application du livre II du code de la consommation.

9. Loi n° 2006-686 du 13 juin 2006 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire.

10. Décret n° 2007-1582 du 7 novembre 2007 relatif à la protection des personnes contre les dangers des rayonnements ionisants et portant modification du code de la santé publique (dispositions réglementaires).



Tableau 2 : bilan des agréments

| | Matrice | | | | | | Total agrément/ laboratoire agréé |
|---|----------------|----------------|-----------------------|--------------------|-------------------|----------------------------|--------------------------------------|
| | Type 1 eaux | Type 2 sols | Type 3 biologiques | Type 4 aérosols | Type 5 gaz air | Type 6 gamma ambiant | |
| Nombre agréments au 01.10.10 ⁽¹⁾ | 264 | 97 | 134 | 97 | 89 | 37 | 718 ⁽²⁾ |
| Nombre de laboratoires agréés | 56 | 26 | 40 | 41 | 37 | 37 | 60 ⁽³⁾ |

(1) agrément ne tenant pas compte des EIL organisés en 2009 (examen en 2010).

(2) le nombre d'agréments détenus par laboratoire varie de 1 à 39.

(3) un même laboratoire peut disposer d'agréments dans plusieurs matrices.

Tableau 3 : répartition du nombre de laboratoires agréés par matrice selon le type de laboratoire

| Catégorie de laboratoire | Matrice | | | | | |
|--------------------------|----------------|----------------|-----------------------|--------------------|-------------------|----------------------------|
| | Type 1 eaux | Type 2 sols | Type 3 biologiques | Type 4 aérosols | Type 5 gaz air | Type 6 gamma ambiant |
| Exploitant | 38 | 15 | 30 | 35 | 29 | 35 |
| Institutionnel | 2 | 1 | 1 | | | |
| Universitaire | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | |
| Privé | 9 | 5 | 4 | 4 | 5 | 2 |
| Associatif | 2 | 1 | 2 | | 1 | |
| Étranger | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| Total laboratoires | 56 | 26 | 40 | 41 | 37 | 37 |

- un dossier, régulièrement actualisé, démontrant la conformité de son organisation et de ses pratiques :

- aux prescriptions de la norme NF EN ISO/CEI 17025 fixant les exigences générales applicables aux laboratoires. Cette démonstration peut être apportée par l'obtention d'une accréditation COFRAC ou EAL ;

- aux normes techniques françaises ou internationales pour les prélèvements et mesures de radioactivité d'échantillon de l'environnement (séries NF M60-760 et M60-800, NF ISO 17589, ISO 10703...) et pour l'expression des incertitudes et des seuils de décision (PR NF ISO 11929) ;

- une demande explicite des agréments sollicités, accompagnée des résultats obtenus aux essais de comparaison interlaboratoires (EIL) organisés par l'IRSN et, le cas échéant, de son retour d'expérience en termes d'actions correctives.

Le dossier est instruit par l'ASN avant d'être présenté à la commission d'agrément des laboratoires. C'est l'instance qui, au sein du Réseau national de mesures, a la charge de proposer à l'ASN l'agrément, le refus ou la suspension d'agrément. Présidée par l'ASN, cette commission est composée de représentants des principaux ministères, des laboratoires, des instances de normalisation, d'experts qualifiés et de correspondants de

l'IRSN, nommés pour 5 ans par décision de l'ASN¹⁴. Elle se réunit à l'issue de chaque campagne semestrielle de comparaison interlaboratoires.

Les avis rendus par la commission d'agrément à l'ASN se fondent principalement sur les résultats aux EIL et les dossiers des laboratoires, rendus anonymes pour assurer l'équité de traitement. La commission est informée en tant que de besoin des synthèses des inspections des laboratoires réalisées par l'ASN conformément aux dispositions fixées à l'article 14 de la décision d'avril 2008 (une dizaine d'inspections par an).

Des critères, les uns portant sur le système de management de la qualité du laboratoire, les autres portant sur les résultats du laboratoire aux essais d'intercomparaison lui permettent d'appréhender sa compétence. Par souci de transparence sur les conditions d'agrément, ces critères sont accessibles sur le site du Réseau national de mesures (www.mesure-radioactivite.fr).

Les décisions de délivrance d'agrément, de refus, de retrait ou de suspension, prises par l'ASN sur proposition

14. Décision n° 2008-DC-0117 du 4 novembre 2008 de l'ASN, portant nomination à la commission d'agrément des laboratoires de mesure de la radioactivité dans l'environnement.

de la commission, sont publiées au *Bulletin officiel* de l'ASN accessible sur son site internet.

En cas de refus, retrait ou suspension, le laboratoire est avisé des motifs ayant conduit à cette situation et peut faire valoir sa position avant que la décision ne soit prise par l'ASN.

Retrait, suspension ou refus d'agrément ?

Le maintien de l'agrément est conditionné au respect des engagements pris par le laboratoire agréé et par la satisfaction des obligations liées à l'agrément. Tout manquement, déficience ou changement du système qualité du laboratoire pouvant avoir une incidence sur la qualité des mesures peut entraîner la suspension ou le retrait.

L'échec répété du laboratoire à un essai d'intercomparaison, son absence de maîtrise des conditions de prélèvement des échantillons, des techniques de préparation ou de mesure de radioactivité ou encore, un défaut d'étalonnage des équipements de mesure sont principalement à l'origine des décisions de refus, suspension ou retrait d'agrément prises par l'ASN depuis 2006.

La levée de la suspension ou le réexamen d'une demande d'agrément après un refus ou un retrait ne peut intervenir que lorsque le laboratoire fournit l'ensemble des pièces justificatives apportant la preuve de la mise en œuvre effective des actions correctives demandées ainsi que, le plus souvent, la démonstration de sa compétence après un nouvel essai d'intercomparaison ou un essai croisé organisé par l'IRSN.

Depuis 2006, 7 décisions de refus, suspension ou retrait d'agrément concernant 23 laboratoires ont été prises par l'ASN, après avis de la commission d'agrément des laboratoires.

Un agrément pour quoi ?

En premier lieu, l'agrément constitue un moyen d'établir la confiance dans les résultats de mesure de radioactivité produits par le laboratoire du fait de la démonstration de sa compétence à effectuer des prélèvements représentatifs de l'environnement et à réaliser de manière fiable les mesures de radioactivité.

Pour le laboratoire, le système d'agrément lui permet de tester régulièrement l'efficacité de son organisation et de ses pratiques et contribue à une amélioration continue de ses compétences ainsi qu'à sa reconnaissance auprès du public.

L'agrément permet également, à travers les essais interlaboratoires, de s'assurer de la validité des méthodes de mesures et de satisfaire à l'obligation d'"information [...] précise et comparable" fixée au 1 de l'article 8 de la Directive 2003/4/CE du Parlement Européen et du Conseil du 28 janvier 2003 concernant l'accès du public à l'information en matière d'environnement. De tels essais sont d'ailleurs préconisés au point b vi) de l'article 4 de la recommandation du 8 juin 2000 de la Commission du 8 juin 2000 (2000/473/Euratom) concernant

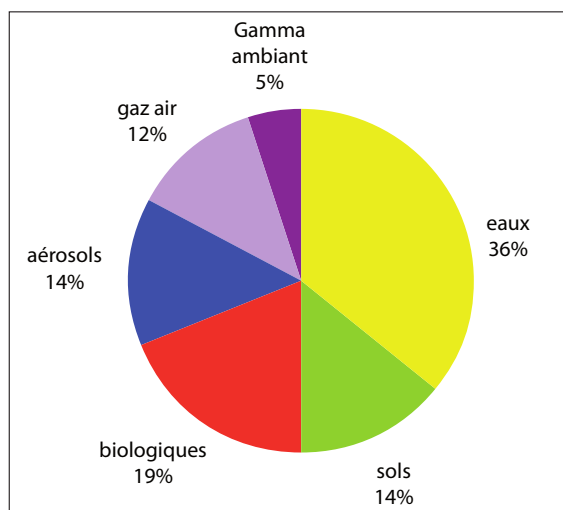


Figure 1 : répartition des agréments selon le compartiment de l'environnement

l'application de l'article 36 du traité Euratom relatif à la surveillance des taux de radioactivité dans l'environnement en vue d'évaluer l'exposition de l'ensemble de la population.

Bilan au 1^{er} janvier 2010 des agréments des laboratoires

De 2003 à fin 2009, 41 agréments différents intéressant toutes les matrices environnementales ont été délivrés aux laboratoires par 5 arrêtés ministériels¹⁵ et 11 décisions de l'ASN¹⁶.

Le 1^{er} cycle d'agrément (2003/2004 - 2008) s'est achevé avec les EIL organisés en 2007 sur les matrices aérosols (alpha), les matrices gaz (iodes radioactifs et krypton 85) et la dosimétrie gamma ambiante.

Le 2^e cycle d'agrément (2009 - 2013) a commencé avec le renouvellement des agréments portant sur les mesures des radioéléments naturels et de leurs descendants dans les eaux, celle du tritium et des activités globales alpha et bêta dans l'eau ainsi que les mesures des émetteurs gamma et alpha artificiels dans les végétaux.

Au 1^{er} janvier 2010, soixante laboratoires dont un laboratoire étranger sont agréés. La liste détaillée de ces laboratoires avec leur domaine de compétence technique est disponible sur le site Internet de l'ASN (rubrique agrément du *Bulletin officiel* de l'ASN).

Les tableaux 2 et 3 rendent compte au 1^{er} janvier 2010 de :
– la répartition des agréments par matrice environnementale ;

15. Arrêtés des 18 mai 2004 (JO du 26 mai 2004), 21 mars 2005 (JO du 28 avril 2005), 3 août 2005 (JO du 11 septembre 2005), 24 février 2006 (JO du 31 mars 2006) et 11 août 2006 (JO du 24 septembre 2006).

16. Décisions ASN n° 2007-DC-023 du 29 janvier 2007, n° 2007-DC-064 du 10 juillet 2007, DEP-0009-2008-Président du 28 janvier 2008, DEP-DEU-00543-2008 et DEP-DEU-0544-2008 du 09/07/08, n° 2008-DC-0120 du 16 décembre 2008, DEP-DEU-0099-2009 du 06 février 2009, DEP-DEU-0372-2009 du 23 juin 2009, DEP-DEU-0373-2009 du président du 23 juin 2009, DEP-DEU-0704-2009 et DEP-DEU-0705-2009 du 8 décembre 2009 (bulletin officiel de l'ASN).



L es essais interlaboratoires de l'IRSN

par Cédric Aubert et Mélanie Osmond, Laboratoire des étalons et des intercomparaisons, Service de traitement des échantillons et de mesure pour l'environnement – IRSN



Qu'est-ce qu'un essai interlaboratoires ?

Les essais interlaboratoires organisés par l'IRSN ont pour but d'éprouver la compétence technique des laboratoires. Il s'agit généralement de tests d'aptitude qui consistent à comparer les résultats obtenus par les laboratoires sur des échantillons identiques à une valeur assignée. Ils concernent la mesure de radionucléides émetteurs bêta et gamma, émetteurs bêta purs et émetteurs alpha artificiels, ainsi que les radionucléides des chaînes naturelles de l'uranium, du thorium et du radium et de l'uranium pondéral.

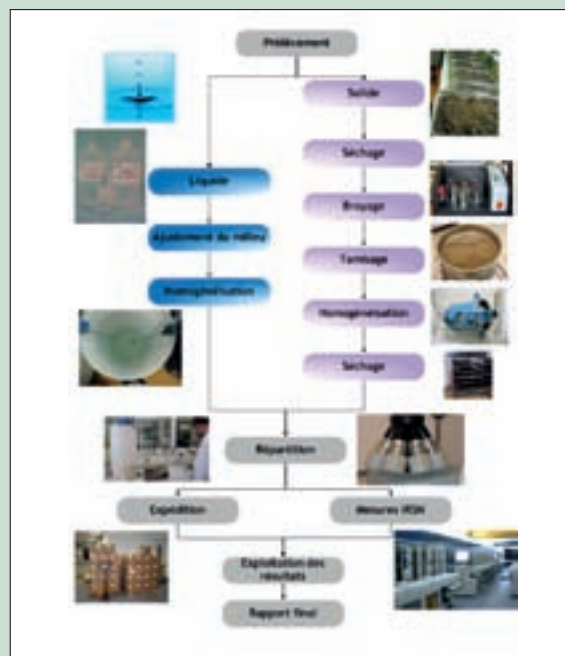
Pour ces essais interlaboratoires, l'IRSN est chargé, au travers de la décision n° 2008-DC-0099 de l'ASN du 29 avril 2008, de la préparation des échantillons, de leur livraison aux laboratoires inscrits aux tests, de la détermination des valeurs assignées et de l'exploitation statistique des résultats obtenus par les laboratoires.

Les échantillons préparés par l'IRSN sont distribués simultanément aux laboratoires participants pour être mesurés en parallèle. Le lot d'échantillon fourni par l'IRSN doit être suffisamment homogène et stable en termes de radioactivité contenue afin qu'aucun écart de résultat ne puisse être attribué à un défaut d'homogénéité ou de stabilité.

Pour chaque essai interlaboratoires, le nombre de participants est compris entre 20 et 70 laboratoires y compris quelques laboratoires étrangers. L'IRSN organise ce type d'essais depuis 40 ans avec actuellement un rythme annuel de 4 à 5 essais dans le cadre du réseau national de mesure de la radioactivité pour l'environnement. Depuis 2006, l'IRSN est accrédité par le Comité français d'accréditation (COFRAC) pour cette activité particulière d'organisation des essais interlaboratoires.

Les différents types d'essais interlaboratoires proposés dans le cadre du réseau national de mesure sont programmés par type de matrice environnementale et par catégorie de mesures radioactives en fonction de la grille d'agrément des laboratoires définie en annexe de la décision homologuée n° 2008-DC-0099 du 29 avril 2008 de l'ASN. On distingue ainsi :

- 6 familles de matrices environnementales : les eaux, les sols, les matrices biologiques, les aérosols, les gaz et le milieu ambiant ;
- 17 catégories de mesures radioactives.



Les essais interlaboratoires organisés par l'IRSN en concertation avec la commission d'agrément des laboratoires permettent principalement, aux laboratoires participants, d'obtenir ou de renouveler un agrément de l'ASN dans le cadre de la réglementation mais également de s'assurer de la qualité des méthodes d'analyses mises en œuvre et de fournir aux organismes d'accréditation les éléments permettant de juger de la maîtrise des processus d'analyses.

Spécificités des essais interlaboratoires organisés par l'IRSN

Une grande diversité de matrices environnementales

Pour chaque essai interlaboratoires, l'IRSN recherche au travers de sa connaissance de la radioactivité de l'environnement si des prélèvements dans l'environnement sont réalisables afin d'obtenir un échantillon représentatif de l'environnement en quantité suffisante et à des niveaux d'activité quantifiables. Si l'échantillonnage n'est pas possible, en raison d'un niveau trop faible de radioactivité, des échantillons sont préparés, par ajout de radioactivité en laboratoire, par l'IRSN.

Les échantillons liquides de 30 à 500 l, eau ou lait, sont stabilisés, aussitôt que possible, par ajout d'acide ou de formol puis le liquide est homogénéisé avant répartition en plusieurs dizaines de flacons.

Les matrices solides, de 5 à 150 kg, sont généralement congelées avant la préparation. Les principales étapes de préparation sont le séchage par lyophilisation ou en étuve, le broyage, le tamisage, l'homogénéisation et enfin la distribution en plusieurs dizaines de flacons.

Pour couvrir l'intégralité de la grille d'agrément, l'IRSN propose des échantillons très variés et pour plusieurs d'entre eux inédits. Ces dernières années les participants ont pu mesurer un grand nombre de radionucléides dans des eaux naturelles, des poissons, des algues, des feuilles de chênes, de thé ou de lilas, du lait liquide, des filtres aérosols, des sols, des sédiments, de la soude ou encore des cartouches de charbon actif.

Une planification sur 5 ans et des études préalables

Le respect de la grille d'agrément et le temps nécessaire à l'organisation demandent une anticipation des essais. Ainsi un essai interlaboratoires est connu 5 ans à l'avance puis est précisément défini en commission d'agrément entre 1 et 3 ans avant la date d'envoi des échantillons aux laboratoires participants.

L'IRSN réalise systématiquement des études préalables à l'organisation d'un nouvel essai interlaboratoires de 1 à 2 ans à l'avance suivant le type de matrice et les déterminations fixées. Ces études plus ou moins complexes permettent de vérifier la faisabilité de l'essai et de définir le mode opératoire optimal de préparation d'échantillons homogènes et stables.

De nombreuses mesures réalisées par l'IRSN sur les objets d'essai

Avant, pendant et après la préparation des échantillons, l'IRSN réalise une grande quantité de mesures. Au moins 5 objets d'essai sont extraits et mesurés trois fois pour déterminer l'homogénéité et les valeurs assignées. Pour la stabilité temporelle, un minimum de deux séries de cinq mesures est réalisé sur le même échantillon. Parfois lorsque la mesure nucléaire est non destructive, comme la spectrométrie gamma, la totalité des échantillons peut faire l'objet d'une mesure. Au final, entre l'étude préalable et les mesures pour la vérification de l'homogénéité et de la stabilité un essai interlaboratoires représente en moyenne une centaine de mesures.

L'accréditation COFRAC comme organisateur d'essais interlaboratoires

En 2006, l'IRSN a été le premier organisme européen accrédité comme organisateur d'essais interlaboratoires sur les mesures de radioactivité. L'organisation mise en place et régulièrement auditée sur 3 aspects, qualité, technique et statistique, a pour principaux objectifs la satisfaction des laboratoires participants et de donner confiance à l'ASN et à la société sur la délivrance des agréments dans le cadre des mesures de radioactivité de l'environnement. ■

– du nombre de laboratoires agréés par matrice et par catégorie de laboratoire.

C'est dans le domaine de la surveillance de la radioactivité des eaux que les laboratoires agréés sont les plus nombreux avec 56 laboratoires disposant jusqu'à 12 agréments différents pour la surveillance de ce milieu. Ils sont une quarantaine de laboratoires à disposer d'agrément pour les mesures des matrices biologiques (faune, flore, chaîne alimentaire), des poussières atmosphériques collectées sur filtre ou encore de dosimétrie gamma ambiante. Dans les sols, le nombre de laboratoires s'établit à 26.

En termes d'agrément, la matrice "eaux" totalise environ 36% des agréments et intéresse quasiment tous les laboratoires. Le pourcentage d'agrément s'établit autour de 20% pour les matrices biologiques. Le reste des agréments se répartit de manière sensiblement équivalente entre les matrices "sols", les "aérosols" et l'"air" (figure 1).

Si près de la moitié des laboratoires est compétente pour la mesure des émetteurs gamma dans toutes les matrices environnementales, seule une dizaine d'entre eux est agréée pour les mesures du carbone 14, des transuraniens ou des radioéléments des chaînes



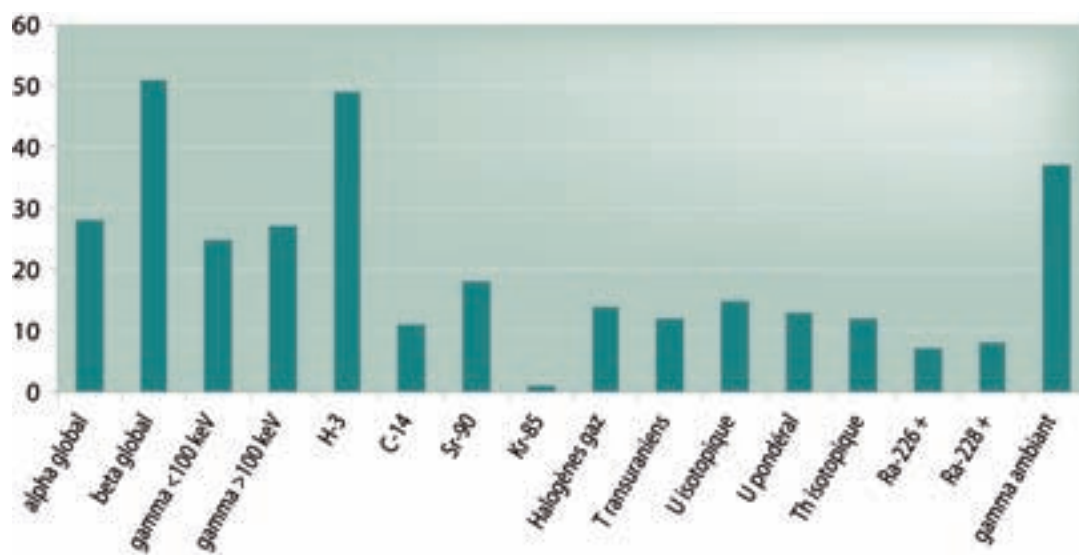


Figure 2 : nombre de laboratoires agréés selon la catégorie de mesure

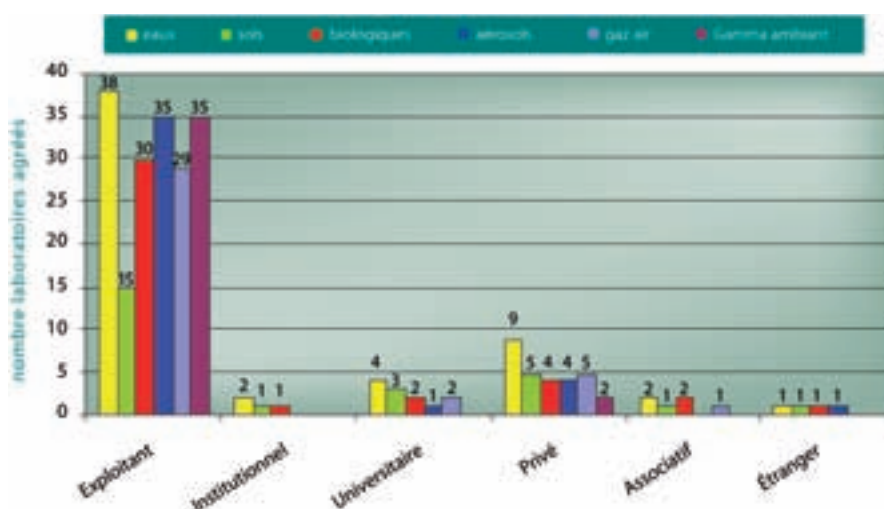


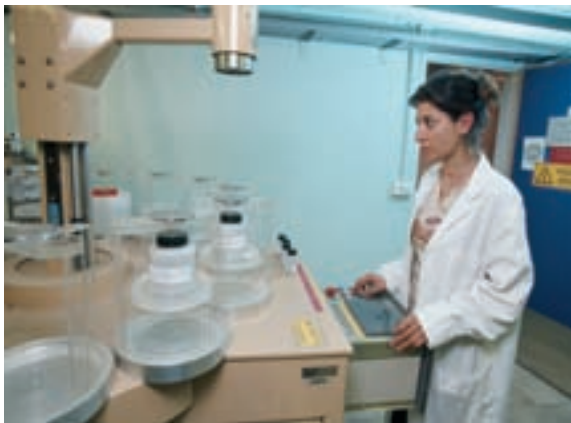
Figure 3 : nombre de laboratoires agréés par matrice, selon leur statut

naturelles de l'uranium et du thorium dans les matrices eaux, sols et biologiques (figure 2).

Les laboratoires d'exploitants nucléaires (ANDRA, AREVA, EDF, CEA, Marine Nationale) constituent, avec un total de 42 laboratoires, la majorité des laboratoires agréés quelque soit le milieu de mesure. Si leur participation reste limitée pour les mesures de radioactivité des sols, celle-ci atteint 70% pour les mesures des eaux, entre 75 et 85% pour celles des matrices biologiques, des aérosols et de l'air et jusqu'à 95% pour les mesures de dosimétrie gamma ambiante. Ils détiennent près de 500 agréments soit environ 68% des agréments délivrés à l'ensemble des laboratoires. Cette contribution des laboratoires d'exploitants nucléaires s'explique notamment par l'obligation faite aux industriels d'être agréés pour réaliser la surveillance réglementaire de l'environnement de leur site, depuis le 1^{er} janvier 2009.

Les laboratoires privés et universitaires, malgré un nombre plus faible de laboratoires, 9 pour les laboratoires privés et 4 pour les laboratoires universitaires, détiennent respectivement 16% et 10% des agréments. Le laboratoire de SUBATECH/SMART (École des mines de Nantes) détient, avec 39 agréments, le plus grand nombre d'agréments toutes catégories de laboratoires confondues.

Le nombre de laboratoires institutionnels a diminué depuis 2003 avec la fermeture du laboratoire de l'AFSSA et la reprise du laboratoire du CRECEP (Centre de Recherche et d'Expertise pour le Contrôle des Eaux de Paris) par le laboratoire privé d'EUROFINS. À ce jour, ils ne sont plus que 2, le laboratoire départemental d'analyses de la Manche (LDA 50) et le laboratoire des Pyrénées. Ils détiennent 13 agréments principalement pour les mesures dans les eaux.



Spectrométrie gamma avec passeur d'échantillons de l'environnement par un laboratoire du CEA

Les deux laboratoires associatifs CRIIRAD et ACRO détiennent respectivement 13 et 3 agréments pour les mesures par spectrométrie gamma et par scintillation liquide.

La figure 3 illustre la répartition des laboratoires agréés par matrice selon leur statut.

Conclusion

La procédure d'agrément des laboratoires de radioactivité de l'environnement, en vigueur depuis 2003, constitue un moteur d'amélioration continue de leurs pratiques tant au niveau des prélèvements d'échantillons qu'au

niveau de leurs mesures de radioactivité. Ces améliorations, dues notamment à la mise en œuvre de méthodes normalisées, sont notables dans le domaine des prélèvements avec, par exemple, le renforcement des moyens métrologiques associés aux prélèvements atmosphériques. Un tel constat peut également être dressé dans les domaines liés aux mesures de radioactivité. Ainsi, l'exploitation du retour d'expérience de 6 années d'essai de comparaison interlaboratoires montre, d'un cycle d'essais à l'autre, un meilleur centrage des valeurs transmises par les laboratoires autour de la valeur de référence fournie par l'IRSN. Cela se traduit par un écart-type interlaboratoires généralement plus faible entre les essais du 1^{er} et du 2^e cycle d'agrément, comme c'est le cas pour les mesures par comptage global des eaux et des aérosols ainsi que pour celles par spectrométrie gamma et alpha des eaux, des végétaux ou encore des sols.

Maintenir la qualité des données fournies par les laboratoires agréés de mesures de radioactivité de l'environnement, l'améliorer si besoin est, inciter les laboratoires agréés à étendre leur domaine de compétence et permettre à de nouveaux laboratoires de s'engager dans la démarche d'agrément pour assurer la pluralité des sources d'informations, tels sont les enjeux du régime d'agrément des laboratoires par l'ASN, destiné à conforter la confiance du public dans les mesures de l'état radiologique de l'environnement diffusées sur le site internet du Réseau national de mesures. ■



ASSURER UNE SURVEILLANCE PERMANENTE SUR LE TERRITOIRE NATIONAL,
SUR L'ENSEMBLE DES COMPARTIMENTS ENVIRONNEMENTAUX

La surveillance de la radioactivité de l'environnement à l'IRSN. Perspectives d'évolution

Monitoring of radioactivity in the environment by IRSN. Prospects of evolution

par Jean-Marc Peres, chef du Service d'étude et de surveillance de la radioactivité dans l'environnement, Direction de l'environnement et de l'intervention (DEI) – Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN)

Historique de la surveillance à l'IRSN et nouveau contexte

Le décret du 22 février 2002 définissant les missions de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) indique, dans son article 1-II, que l'Institut "*participe à la veille permanente en matière de radioprotection, notamment en concourant à la surveillance radiologique de l'environnement...*". Cette mission de surveillance contribue à :

- vérifier que les activités nucléaires sont menées dans le respect des règles de rejet qui s'imposent à elles, en s'assurant de l'absence de contamination environnementale anormalement induite ;
- s'assurer, que le territoire, dans toutes ses composantes environnementales, reste dans un état radiologique satisfaisant qui n'induit pas une exposition excessive des personnes et des écosystèmes ;
- détecter aussi rapidement que possible et caractériser toute élévation anormale de radioactivité pouvant résulter aussi bien d'un incident que d'un accident radiologique ou nucléaire survenant en France ou à l'étranger, et contribuer ainsi à la gestion des populations en situation accidentelle.

Pour répondre à cet objectif l'IRSN dispose de dispositifs de surveillance radiologique déployés sur l'ensemble du territoire, et notamment à proximité des installations

nucléaires afin de fournir des informations complémentaires à celles produites par les exploitants dans le cadre de la surveillance de leurs sites, et surtout indépendantes de ces dernières.

Cette activité n'a pas été créée avec le nouvel Institut, mais est profondément ancrée dans l'histoire des deux organismes qui en sont à l'origine : principalement le Service central de protection contre les rayonnements ionisants (SCPRI) devenu Office de protection contre les rayonnements ionisants (OPRI), mais aussi l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IPSN) au travers de ses activités d'étude en radioécologie et de suivi de la radioactivité en Polynésie Française. De ce fait, l'état du dispositif de surveillance et des moyens techniques et humains actuellement mobilisés par l'IRSN est principalement le reflet de cette histoire.

À la fin des années '50, la mise en place d'une surveillance radiologique du territoire visait à mesurer les retombées radioactives des essais nucléaires atmosphériques réalisés dans l'hémisphère nord. À partir des années '70, avec le développement du parc électronucléaire français, ce dispositif a évolué vers un ensemble de stations de prélèvement et de mesure ayant un rôle de "sentinelle", réparties sur l'ensemble du territoire national, en privilégiant l'environnement proche des principaux sites nucléaires. Enfin, l'accident de Tchernobyl survenu en 1986 a conduit à renforcer le rôle d'alerte de la surveillance radiologique.

Ainsi, le dispositif de surveillance de la radioactivité dans l'environnement mis en œuvre aujourd'hui par l'IRSN, fondé sur le même principe que celui retenu par la plupart des pays nucléarisés, distingue :

- des réseaux de prélèvement d'échantillons suivant une fréquence régulière, qui ont fourni en 2009 plus de 23 000 prélèvements dans tous les compartiments de l'environnement, sur lesquels ont été pratiquées plus de 27 000 analyses de radioactivité a posteriori en laboratoire. La grande majorité de ces échantillons (plus de 75%) provient du réseau de prélèvement d'aérosols par filtration de l'air ambiant (OPERA-AIR). La collecte de ces échantillons est assurée en partie par des correspondants locaux (Météo-France, exploitants nucléaires, services déconcentrés de l'État...);

Executive Summary

The monitoring of radioactivity in the environment, as operated by IRSN, is the result of historical development, starting in the late 50s. Initially, the establishment of radiological surveillance of the territory was designed to measure the fallout of atmospheric nuclear tests conducted in the northern hemisphere. This monitoring has increased from the 70s, with the development of French nuclear power plants, leading to a permanent network that provides many measurement results in real time in the case of On-line networks, or with a delay as short as possible in the case of samples analysis in laboratories. IRSN believes today that the monitoring devices and their deployment must adapt to changing technology, increased knowledge of the radiological condition of the environment and the needs expressed by society. The main changes relate to the strengthening of atmospheric alert network, improving the characterisation of radioactivity of the main radionuclides released from nuclear facilities (especially ^3H and ^{14}C) and the optimization of environmental sampling network.

- des réseaux automatisés de télésurveillance en continu de l'air et des eaux superficielles. Le principal réseau (TELERAY), dédié à la l'atmosphère, comporte une fonction d'alerte en cas d'élévation inhabituelle de la radioactivité mesurée.

En complément de cette surveillance permanente de la radioactivité, l'IRSN, et avant lui l'IPSN, mène depuis de nombreuses années des études radioécologiques aussi bien dans l'environnement des sites nucléaires que dans des territoires non soumis à l'influence directe des installations. Ces études ont pour objectifs de caractériser aussi précisément que possible l'état radiologique des milieux, d'expliquer l'origine et le devenir des radionucléides décelés, ainsi que, pour certaines d'entre elles, d'évaluer les doses reçues par les personnes susceptibles d'être exposées. Elles sont conduites dans le cadre soit de programmes de recherche en radioécologie initiés par l'Institut afin de développer les connaissances sur l'état radiologique de l'environnement, soit d'expertises menées à la demande d'exploitants ou des autorités.

L'ensemble des échantillons environnementaux, issus de la surveillance permanente ou des études radioécologiques, est analysé dans les laboratoires de l'IRSN, qui disposent d'accréditations par le COFRAC, garantissant ainsi la qualité métrologique des résultats obtenus. Un parc de compteurs proportionnels alpha-bêta, compteurs alpha à photomultiplicateurs, compteurs à scintillation liquide et détecteurs gamma de types germanium et NaI, permet la détection d'une large palette de radionucléides émetteurs de rayonnements alpha, bêta ou gamma.

De par cet héritage, l'Institut bénéficie d'une grande expérience et d'une solide maîtrise technique en matière de surveillance de la radioactivité de l'environnement. Pour autant, la question de la surveillance de l'environnement n'est pas dépourvue de défis, liés aux évolutions techniques et aux changements de contexte, marqués notamment par :

- des niveaux de radioactivité d'origine artificielle dans l'environnement de plus en plus faibles qui, pour être détectés, imposent des moyens métrologiques aux performances accrues ;
- des évolutions technologiques en matière de mesure, de télétransmission de données... permettant d'améliorer l'efficacité et la robustesse des dispositifs de surveillance vieillissants ;
- la nécessité de mieux intégrer la surveillance de la radioactivité de l'environnement et les capacités techniques associées dans la démarche d'expertise des conséquences accidentelles et post-accidentelles provoquées par des activités nucléaires ;
- une attente des pouvoirs publics et des parties prenantes de disposer de résultats de surveillance présentant un contenu informatif et explicatif plus pertinent ;
- le pluralisme des sources de résultats de mesure et l'encadrement technique de leur production ;
- une demande forte, exprimée par de multiples parties prenantes, d'une plus grande pluralité et transparence

sur l'exercice des activités de surveillance radiologique de l'environnement et, pour certaines d'entre elles, d'y être plus étroitement associées ;

- l'état des dispositifs déployés par d'autres pays, notamment européens et leurs évolutions, ainsi que la nécessité de continuité en zone frontalière.

Compte tenu de ces évolutions contextuelles, l'institut a défini un programme de modernisation et de redéploiement de ses dispositifs de surveillance.

La surveillance des aérosols

Depuis 1961, des stations de prélèvement continu de poussières atmosphériques (aérosols) ont été installées en divers points du territoire, à l'origine pour surveiller la contamination de l'air provoquée par les essais atmosphériques d'armes nucléaires et, par la suite, pour surveiller le voisinage des sites nucléaires. En complément, pour répondre à des objectifs de recherche, des équipements de collecte et de mesure d'aérosol très performants ont été développés à partir de la fin des années 1990, de manière à toujours disposer de résultats significatifs, malgré la baisse régulière de l'activité de l'air.

Dans un souci de mutualisation et d'optimisation des performances de l'ensemble du dispositif, ces moyens antérieurement exploités de manière séparée au sein de l'IRSN, ont été regroupés au sein d'un réseau unique, le réseau OPERA-AIR, comprenant 54 stations :

- 44 stations dites "AS", dont 34 situées à proximité des installations nucléaires, donnent lieu à un prélèvement quotidien. Ce dispositif a pour rôle premier de caractériser a posteriori des élévations anormales de la radioactivité des particules en suspension dans l'air (aérosols) et aurait ainsi un rôle essentiel pour évaluer l'ampleur des conséquences d'un rejet radioactif accidentel à l'atmosphère. Le principe de fonctionnement de ces balises est caractérisé par sa simplicité et sa robustesse. Cependant, ces équipements présentent des contraintes d'exploitation ainsi que des limites techniques qui ont conduit l'Institut à engager une amélioration de l'ensemble des performances de ce dispositif portant à la fois sur les équipements de prélèvements d'air et sur la métrologie associée. Outre l'allongement progressif du temps de comptage des échantillons en spectrométrie gamma, qui impose un renforcement des équipements métrologiques, ces évolutions envisagent un remplacement des stations actuelles par des dispositifs qui permettent des prélèvements d'air plus importants, passant d'un débit de pompage d'une dizaine à environ une centaine de mètres cubes par heure. Cette évolution s'accompagne d'un examen du renforcement du suivi des radionucléides gazeux ;
- une dizaine de stations de prélèvement d'air de très grand volume "TGD", (entre 300 et 700 m³.h⁻¹ prélevés en continu sur une période d'une semaine). Ce dispositif déployé sur l'ensemble du territoire permet de détecter de très faibles variations de contamination de l'air, en particulier d'origine naturelle. Il aurait aussi un rôle fondamental dans le suivi du retour à la situation initiale





Figure 1 : carte d'implantation des stations de prélèvement du réseau "OPERA-AIR" en 2009

après une élévation de l'activité de l'air d'origine accidentelle.

Enfin, l'IRSN a engagé le développement d'un dispositif de télésurveillance permettant, en cas d'événement radiologique de grande ampleur, la connaissance de la contamination atmosphérique en temps quasiment réel, afin de conforter l'évaluation du diagnostic de la contamination de l'air et, par conséquent, l'estimation des doses dues au panache.

La surveillance du rayonnement gamma dans l'air

L'institut gère, depuis 1991, un dispositif d'alerte, le réseau TÉLÉRAY, dédié au suivi des variations du débit de dose gamma ambiant à l'extérieur, à l'aide de balises fixes (tubes Geiger-Muller). Ce dispositif, est constitué de 164 balises : 38 à proximité des sites nucléaires, 120 réparties sur le territoire métropolitain (dont plus d'une douzaine en région parisienne) et 6 dans les DOM-TOM. Ce réseau a pour but de détecter en temps réel toute élévation inhabituelle du rayonnement gamma ambiant, qu'elle qu'en soit la cause, et, dans un tel cas, de provoquer une réaction rapide de l'IRSN afin d'expertiser la situation, en intervenant si nécessaire sur le terrain, d'informer les autorités et, le cas échéant, de recommander des actions adéquates pour la protection et la gestion des populations. Afin d'assurer cette

fonction d'alerte, les données sont télétransmises au site du Vésinet 24 heures sur 24.

Comme dans la plupart des autres états européens, qui disposent de dispositifs de même nature, l'IRSN a engagé un programme de rénovation qui consiste d'une part à renouveler le parc de balises vieillissant par des équipements de nouvelles générations, de meilleure sensibilité et, d'autre part à fiabiliser la transmission de données.

En parallèle, un renforcement de la couverture de ce réseau est projeté qui conduira à :

- compléter le réseau pour les quelques départements qui sont actuellement dépourvus de balise. Le principe d'une balise par département (de préférence sur les sites de préfectures) paraît répondre à un niveau de gestion administratif adapté ;
- renforcer la surveillance des agglomérations autour des sites nucléaires, dans un périmètre compris entre 10 et quelques dizaines de kilomètres (environ 30 km), afin de combler l'insuffisance de la couverture dans ce périmètre.

Ce redéploiement conduira, en portant le parc à plus de 400 balises, à une densité de balises comparable à celle des États frontaliers.

En complément de ce réseau d'alerte, l'IRSN dispose d'un parc de dosimètres thermo-luminescents répartis sur environ 900 points du territoire et relevés tous les

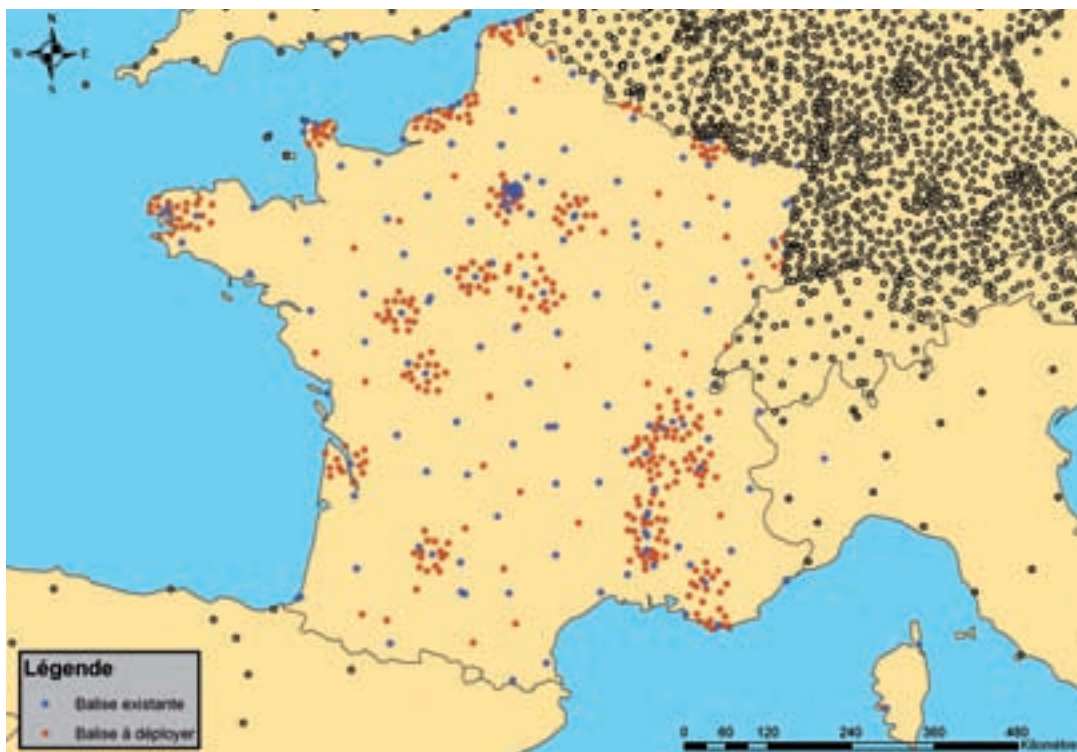


Figure 2 : couverture nationale actuelle et future du réseau d'alerte Teleray. Comparaison avec la densité de balises dédiées à la mesure du rayonnement gamma ambiant déployées dans le États frontaliers

6 mois, qui permet de mesurer, de manière passive, l'équivalent de dose gamma ambiant à l'extérieur.

La surveillance des eaux de surface

L'IRSN gère 26 stations de prélèvement d'eau en continu (hydrocollecteurs) situées immédiatement en aval des installations. Chaque hydrocollecteur est constitué par un système automatique de prélèvement continu qui permet de disposer d'un échantillon représentatif de la qualité de l'eau par tranche de 6 jours, mesuré en laboratoire. Ce réseau a pour rôle essentiel de détecter et de quantifier a posteriori des élévations anormales dues à des rejets incidentels ou accidentels des installations.

Les analyses produites à partir de ces stations de prélèvement permettent un recoupement avec celles obtenues par l'exploitant qui dispose des dispositifs analogues à proximité immédiate.

Outre la surveillance des eaux de surface à l'aide de ce réseau d'hydrocollecteurs, des mesures sont réalisées sur des indicateurs biologiques (mollusques et végétaux), permettant le suivi d'éventuels phénomènes d'accumulation.

Cette surveillance est complétée par un dispositif de 7 stations de télésurveillance (réseau Hydrotéléray), fournissant une mesure de spectrogammamétrie gamma *in situ* toutes les deux heures. Ce dispositif a pour objet de garantir qu'en permanence les niveaux d'activité des cours d'eau en aval des installations nucléaires de base, qui pourraient résulter d'une situation accidentelle,

sont acceptables sur un plan sanitaire avant la sortie du territoire (frontières terrestres et maritimes).

Enfin, l'Institut déploie des balises portables et immergées (Téléhydro), adaptées à la réalisation de constats radiologiques lors de situations post-accidentelles ou dans des milieux "agressifs", tels que les eaux usées à l'entrée de stations d'épuration des grandes agglomérations.

La surveillance des matrices biologiques et des denrées

Cette surveillance a consisté, jusqu'à ces dernières années, à mesurer avec une fréquence élevée (mensuelle)



Figure 3 : système de détection mobile "Téléhydro" dédié à des constats radiologiques ponctuels (mesures en aval de rejets hospitaliers, intervention en situation de crise...)



la radioactivité des denrées, principalement le lait et les céréales, afin de s'assurer que la qualité radiologique des aliments était satisfaisante d'un point de vue sanitaire.

L'évolution de l'état radiologique de l'environnement en France a conduit à engager des évolutions du dispositif actuel selon deux axes :

- une rationalisation de la surveillance régulière des denrées alimentaires, qui se traduit par une réduction progressive de la fréquence des chroniques de suivi pour les adapter à la très lente diminution des niveaux d'activité d'origine artificielle dans l'environnement. Cette orientation s'accompagne par la mutualisation des moyens de l'Institut avec ceux des organismes ayant aussi une mission dans la surveillance des denrées, en particulier la DGAL et la DGCCRF. Cette orientation s'inscrit dans un dispositif de surveillance plus global des denrées alimentaires, permettant de disposer d'un observatoire de l'alimentation. Dans ce cadre, l'Institut concentre son effort sur la mesure fine de quelques bioindicateurs, représentatifs de la sensibilité radioécologique des territoires potentiellement sous l'influence des rejets des installations nucléaires (lait, légumes à feuille, moules, poissons...). L'objectif est de disposer d'informations plus pertinentes sur certains radionucléides, en particulier le tritium et le carbone-14 ;
- la réalisation de constats radiologiques régionaux sur des territoires étendus autour des installations nucléaires, en prenant aussi en compte les sources de pollution autres que celles des INB (stockages de résidus miniers, aval de centres hospitaliers, zones de rémanence plus marquées par les dépôts anciens...). Ces constats ont pour objectif d'établir des référentiels aussi précis que possible des niveaux de radioactivité dans les compartiments de l'environnement et principalement dans les denrées. Complémentaires du suivi régulier évoqué au paragraphe précédent, ils ne nécessitent pas d'être actualisés fréquemment, une période d'environ 5 ans paraissant raisonnable. Ayant une dimension régionale, ils se réaliseront en associant les parties prenantes pour leur connaissance des spécificités locales.

Conclusion

Partant d'une histoire et d'une expérience solides, l'IRSN est résolument engagé dans une démarche visant à faire évoluer son dispositif de surveillance de la radioactivité de l'environnement, afin de l'adapter aux évolutions des techniques, des connaissances de l'état radiologique de l'environnement et des besoins nouveaux exprimés par la société. Cette évolution repose sur deux approches complémentaires :

- un programme de modernisation et de redéploiement de l'ensemble des réseaux de veille permanente ayant un rôle de "sentinelle" à la fois autour des sites nucléaires

- et sur l'ensemble de territoire national. Ces évolutions, projetées sur plusieurs années, ont pour objectif d'une part de déployer des dispositifs mieux adaptés aux besoins d'expertise en situation accidentelles et, d'autre part, de disposer de données pertinentes sur la contamination de l'air et de l'eau pour des radionucléides qui représentent la majeure partie des rejets des installations nucléaires, en particulier le tritium et le carbone 14. Les redéploiements des dispositifs chercheront une complémentarité avec les dispositifs des autres acteurs de la surveillance, et une répartition optimisée sur le territoire permettant d'acquérir rapidement un nombre suffisant de données exploitables en situations incidentelle ou accidentelle. Bien qu'ambitieux, le challenge est de réaliser l'ensemble de ces opérations en maintenant les dispositifs de surveillance actuels opérationnels. En particulier, l'IRSN maintiendra une surveillance permanente en proximité immédiate des installations nucléaires, suffisante pour assurer un recoupement avec celle conduite par l'exploitant ;
- une surveillance flexible, dans l'espace et le temps, visant à compléter et actualiser la connaissance de l'état radiologique de l'environnement, à identifier et à expliquer la présence éventuelle de radionucléides à des faibles niveaux, liés aux activités nucléaires actuelles ou passées et, le cas échéant, à investiguer des situations jugées inhabituelles ou anormales afin d'en connaître l'origine et l'impact réel. Par sa souplesse programmatique, cette approche "flexible" de la surveillance répond également aux exigences des situations accidentelles et post-accidentelles.

Ces évolutions projetées de la surveillance de la radioactivité de l'environnement sont fortement liées à des évolutions des techniques de mesure. L'IRSN a ainsi engagé des développements afin d'améliorer sa capacité de mesure des radionucléides d'intérêt dans le marquage actuel de notre environnement, principalement le carbone 14, le tritium, l'uranium et les émetteurs gamma dans l'air ainsi que dans les matrices biologiques.

Il faut souligner que les mutations des réseaux de surveillance proposées par l'IRSN s'effectuent dans un cadre d'échanges techniques et stratégiques avec ses homologues étrangers, dont certains (allemands et belges notamment) sont eux-mêmes engagés dans une démarche de rénovation de leurs dispositifs aussi bien de prélèvement d'échantillons dans l'environnement que d'alerte (télémessure). Enfin, les analyses de contexte et les études techniques que l'IRSN mène pour la modernisation et le redéploiement de ses propres réseaux de surveillance, servent à alimenter une réflexion plus globale, conduite avec l'ensemble des parties prenantes dans le cadre d'un groupe de travail spécifique au Réseau national de mesures, avec pour perspective une mise en cohérence de l'ensemble du dispositif national. ■

ASSURER UNE SURVEILLANCE PERMANENTE SUR LE TERRITOIRE NATIONAL,
SUR L'ENSEMBLE DES COMPARTIMENTS ENVIRONNEMENTAUX

La surveillance de la radioactivité des denrées et les actions du Ministère chargé de l'alimentation

Monitoring radioactivity in food and actions of the Ministry in charge of food

par **Charlotte Grastilleur**, chef du bureau de la législation alimentaire, Sous-direction de la qualité de l'alimentation, Direction générale de l'alimentation, Ministère de l'alimentation, de l'agriculture et de la pêche

Le Ministère de l'alimentation, de l'agriculture et de la pêche (MAAP), fort de ses prérogatives, confiées à la Direction générale de l'alimentation (DGAL), en matière de sécurité sanitaire des aliments est garant de la qualité et de la salubrité des aliments en France, que ceux-ci soient produits sur le territoire national ou dans d'autres États membres de l'Union ou pays tiers.

Ses 8246 équivalents-temps plein dédiés exclusivement à la santé animale et au bien-être animal, à la sécurité sanitaire des aliments pour l'homme et l'animal et à la santé et protection des végétaux, représentent plus de 6800 agents de contrôle répartis en régions (1000 environ) et départements (5800), y compris aux frontières françaises de l'Union (terrestres, portuaires et aéroportuaires). Ils exercent des contrôles variés, qui incluent la prise en compte du risque radiologique à travers la mise en œuvre de plans de contrôle et de surveillance élaborés par la DGAL.

Cette situation trouve son sens dans la protection du consommateur au regard de ce risque physique (radiations), qui doit être appréhendé au même titre que tous les autres (risque biologique dû à des virus, bactéries ou divers parasites ; risque chimique dû aux contaminants et pollutions tels que les métaux lourds, les dioxines etc.). Ces contrôles et actions du MAAP s'inscrivent dans une logique globale de maîtrise des risques sanitaires des aliments.

Ces contrôles ont pris corps particulièrement dans la suite de l'accident de Tchernobyl. En urgence en 1986 puis rapidement de façon pérennisée dès 1987, des mesures propres à vérifier la maîtrise du risque radiologique ont été prises en Europe : règlements communautaires fixant des limites maximales en radionucléides et imposant des contrôles. Ces contrôles, portant sur les principaux radionucléides rejetés dans l'environnement par l'accident (Cs 134 et 137, Sr 90 et en début de crise I 131) ont perduré de nombreuses années.

Le MAAP a réalisé depuis cette période, de façon ininterrompue, des plans de contrôle annuels qui ont consisté, jusqu'en 2009, en des dizaines de milliers de prélèvements de divers produits alimentaires bruts répartis en 3 grandes catégories : lait, miel et gibier. Les

prélèvements ainsi constitués et dûment tracés grâce aux agents des services déconcentrés, ont été traités par les laboratoires agréés (laboratoires des conseils généraux- voir encadré) et analysés sous contrôle du laboratoire national de référence de l'époque (l'agence française de sécurité sanitaire des aliments, jusqu'en 2009).

Ces contrôles, traduisant avant tout une nécessité de vérification de conformité des produits des zones à risque du fait de l'accident, se sont révélés de moins en moins pertinents au fur et à mesure de l'éloignement dans le temps par rapport à l'accident, en particulier du fait de la décroissance radioactive.

Ces contrôles ne peuvent cependant être encore totalement levés, notamment s'agissant de certaines importations de zones à risque. Ceux-ci font toujours l'objet d'encadrement par des textes spécifiques, remis à jour récemment : règlement (CE) n° 733/2008 relatif aux conditions d'importation de produits agricoles originaires de pays tiers à la suite de l'accident survenu à la centrale nucléaire de Tchernobyl et règlement (CE) d'application 1635/2006. Néanmoins, les échantillons d'origine nationale analysés ont montré au fil des années des teneurs

Executive Summary

French ministry of food, agriculture and fisheries (general directorate for food) is involved in all aspects of food safety and food controls. As such, MAAP guarantees both the quality and safety of food products: radioactivity controls in food participate to this global aim.

Since 1987 and following the accident on Tchernobyl nuclear plant, regulations and monitoring-control programmes have been implemented by MAPP, mainly based on Cs 134 and 137 and Sr 90 researches in raw products such as game, milk and dairy products and honey. A new monitoring and control programme has been implemented as from 2009, with the help of IRSN and thanks to the work on management during post-accidental phases initiated in 2005 by ASN. Mainly the activity of Cs is determined but also other parameters are measured such as Ca, K and I 131 activities in the samples analysed by IRSN.

In 2009, 812 samples were programmed and all of them have proven to be conform. During the year 2010, 725 samples will be collected.

Global exposure to radioactivity in France is estimated at 4000 µSv per year, food and water contributing to 6% (that is about 250 µSv) mainly due to K and Ca (natural radioactive components of the regime).



en radionucléides très basses et systématiquement très en-deçà des limites maximales autorisées pour la contamination due à l'accident.

La prise en compte de ce contexte dans la logique de réflexion initiée grâce aux travaux du comité directeur post-accident de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), dans laquelle la DGAL est fortement impliquée, a permis d'identifier la nécessité d'une refonte de l'architecture des contrôles de la radioactivité des aliments.

À partir de 2005, des groupes de travail avec l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) ont permis de redessiner les lignes des plans de contrôles annuels de la DGAL. Ces actions se sont concrétisées à partir de 2009 par un nouveau plan de contrôle de la DGAL.

Ce plan de contrôle est, concrètement, un ordre de service (une instruction) adressé aux services déconcentrés chargés, en département et région, de la sécurité sanitaire des aliments qui l'appliquent, conformément aux procédures de qualité de la DGAL inscrites dans la démarche de certification ISO 17020 dont elle bénéficie. Celui-ci est envoyé chaque année n pour une mise en œuvre à l'année $n+1$ grâce à un système informatisé, le système SIGAL (système d'information de la DGAL) à l'ensemble des services déconcentrés chargés de son application, à savoir les Directions régionales de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt (DRAAF) et les Directions départementales de la cohésion sociale et de la protection des populations (DD(CS)PP), nouvellement remaniées dans le cadre de la révision générale des politiques publiques.

Ces services exécutent les prélèvements demandés par la DGAL, qui doivent être transmis aux laboratoires au plus tard le 15 décembre de l'année $n+1$ avec l'étiquette de traçabilité adhésive (code à barres) et la feuille de commémoratifs (éléments de connaissance associés : date, lieu de prélèvement, espèce concernée etc.), éditées directement grâce à SIGAL par l'agent préleveur.

Les laboratoires ont pour objectif de rendre un résultat (quantification de l'activité du prélèvement en becquerels par kilogramme d'échantillon d'aliment à l'état frais) sous 1 mois.

Le nouveau plan mis en place depuis 2009, grâce à la réflexion de l'IRSN, prévoit trois grands axes d'exploration analytique :

Un volet de prélèvements ciblés pour le risque de contamination :

– à proximité des installations nucléaires de base (INB) : pour 2010, celui-ci porte sur du lait de bovins, caprins et ovins, de la viande bovine et porcine, du gibier sauvage et du poisson à hauteur de 131 échantillons. L'objectif est le contrôle en vue de la vérification de conformité dans un contexte de risque potentiel (prélèvements ciblés) ;

– dans des zones de rémanence de radionucléides (retombées de Tchernobyl et des tirs atmosphériques historiques) : en 2010, ce volet comprend 157 prélèvements de lait de bovins, d'ovins, de caprins, de fromage, notamment de chèvre, de viande, de gibier et de miel.

L'objectif, similaire au précédent, est le contrôle en vue de la vérification de conformité dans un contexte de risque potentiel (prélèvements ciblés).

Un volet, dit de "surveillance départementale allégée", constitué de prélèvements d'un produit de grande consommation, lait de grand mélange destiné à la consommation humaine (en laiterie) : en 2010, celui-ci porte sur du lait de toutes espèces à hauteur de 411 prélèvements.

Un volet de prélèvements propres au milieu marin.

L'objectif spécifique est de faire un point sur ces matrices, tant dans des zones à risque (proches d'installations nucléaires) que des zones hors de toute influence de ce type, à la fois sur les façades maritimes de la Manche, de l'Océan Atlantique et de la mer Méditerranée. En 2010, sont prévus 26 prélèvements de mollusques, crustacés et poissons.

Les analyses portent sur les césiums 134 et 137 lorsqu'elles sont réalisées dans les laboratoires agréés (voir encadré) et sur une gamme plus large de radionucléides quand elles sont réalisées par l'IRSN (I 131, Sr 90, Ca, K) qui prend en charge une part des analyses.

La révision du plan s'est accompagnée, parallèlement, de la désignation de l'IRSN en tant que Laboratoire national de référence (LNR), qui apporte son soutien aux laboratoires d'analyses de routine (laboratoires agréés : voir encadré). Sa mission consiste en particulier à leur fournir un appui technique, des formations et à mettre en place un essai annuel inter-laboratoires (inter-comparaisons).

Ceci correspond en 2010 à la mise en œuvre de 725 analyses d'aliments répartis dans toutes les filières animales terrestres et marines.

Il convient de noter que le dispositif de contrôle et surveillance national est complété grâce à la collaboration interministérielle par des prélèvements actuellement assurés par la DGCCRF au sein de la filière des végétaux et à l'importation.

Les résultats sont satisfaisants. Ainsi pour 2009, première année de mise en œuvre du plan rénové, dont les résultats sont en cours de traitement statistique, 812 prélèvements ont été programmés : les résultats ne montrent aucune non-conformité.

Au-delà de l'important constat de conformité, il faut noter que l'accumulation de données a aussi pour objectif d'approfondir la connaissance sur le bruit de fond de l'exposition aux radionucléides par voie alimentaire en France, que ceux-ci soient artificiels ou naturels.

Les estimations établies par l'IRSN indiquent une exposition globale annuelle basse toutes sources confondues d'environ 4000 $\mu\text{Sv}/\text{an}$.

Aliments et eau contribuent à 6% de cette dose annuelle, soit environ 250 $\mu\text{Sv}/\text{an}$: la radioactivité ingérée est composée essentiellement de ^{14}C et ^{40}K , éléments radioactifs naturels de notre environnement.

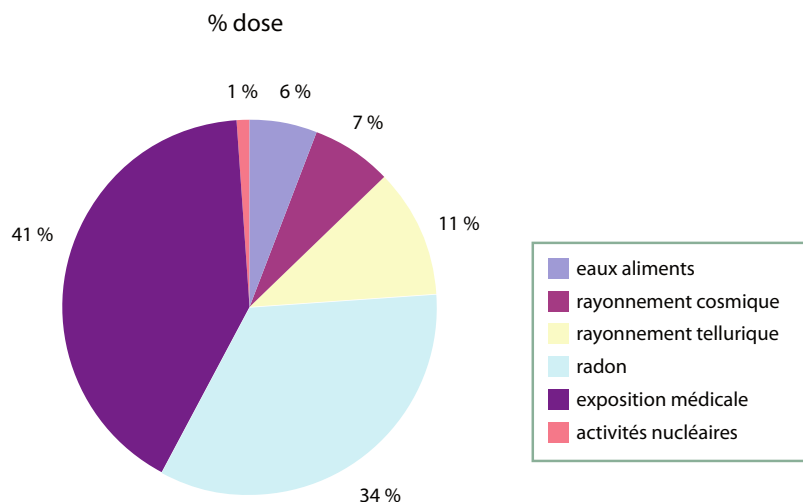


Figure 1 : part de l'alimentation dans l'exposition annuelle moyenne des populations en France (source IRSN 2006)

La DGAL dispose de mesures de gestion du risque éprouvées en cas d'anomalie :

- les non-conformités qui seraient identifiées par les laboratoires doivent donner lieu à un signalement de leur part sans délai au service qui a effectué le prélèvement. Immédiatement et conformément à l'ordre de service

correspondant, ce service doit prévenir la mission des urgences sanitaires de la DGAL qui assure une permanence ;

- les agents de cette mission gèrent les actions les plus urgentes avec le service local concerné : notamment l'établissement de la traçabilité des lots incriminés ainsi

Encadré 1

La sécurité sanitaire des aliments

De façon à compléter et améliorer les textes existants et, notamment, la "nouvelle approche" instituée en 1993 comme fondement de la réglementation en matière de sécurité sanitaire des aliments (directive 93/43 : renforcement de la responsabilité des opérateurs, obligation de résultats plus que de moyens), une nouvelle réglementation communautaire a vu le jour à partir de 2002.

Un premier texte cadre, le règlement (CE) n° 178/2002 du Parlement européen et du Conseil du 28 janvier 2002 établissant les principes généraux et les prescriptions générales de la législation alimentaire, instituant l'Autorité européenne de sécurité des aliments et fixant des procédures relatives à la sécurité des denrées alimentaires, qui a valeur légale dans les États membres de l'Union et y est directement applicable, pose les bases de la sécurité sanitaire des aliments :

- création d'une agence indépendante d'évaluation des risques (l'AESA : Agence Européenne de Sécurité Alimentaire) ;
- système d'alerte rapide communautaire (RASFF : rapid alert system for feed and food) ;
- obligation de retrait du marché des aliments pour l'homme ou les animaux en cas de risque, responsabilité des opérateurs des filières alimentaires et de l'alimentation animale.

Ce texte et les autres règlements associés ont posé les bases d'un système rénové, dit le "paquet hygiène", qui comprend notamment les règlements (CE) :

- n° 853/2004 du Parlement et du Conseil du 29 avril 2004 fixant des règles spécifiques d'hygiène applicables aux denrées alimentaires d'origine animale ;
- n° 852/2004 du Parlement européen et du Conseil du 29 avril 2004 relatif à l'hygiène des denrées alimentaires ;
- n° 882/2004 du Parlement européen et du Conseil du 29 avril 2004 relatif aux contrôles officiels effectués pour s'assurer de la conformité avec la législation sur les aliments pour animaux et les denrées alimentaires et avec les dispositions relatives à la santé animale et au bien-être des animaux.

Des textes relatifs à des risques spécifiques viennent compléter le dispositif : critères microbiologiques, critères fixant des limites maximales en contaminants chimiques, maîtrise des zoonoses etc.

Les principes généraux du "paquet hygiène" et, particulièrement, du règlement (CE) n° 178/2002 s'appliquent pleinement au risque radiologique des aliments : signalement des non-conformités, retrait du marché des aliments en cas de risque, signalement de ces anomalies aux États membres par le RASFF¹ etc.

1. Rapid Alert System for Food and Feed – RASFF (système d'alerte rapide des denrées alimentaires et des aliments pour animaux).



Encadré 2

Les laboratoires auxquels le MAAP a recours pour réaliser les analyses sont des laboratoires agréés

Les conditions de la délivrance de cet agrément sont fixées dans le code rural. En particulier, les éléments suivants sont des conditions sine qua non, gage de la qualité des analyses, que les laboratoires doivent réunir pour prétendre à cet agrément :

- disposer des personnels, locaux, équipements et moyens adaptés ;
- présenter des garanties de confidentialité, d'impartialité et d'indépendance ;
- satisfaire aux critères généraux de fonctionnement des laboratoires d'essais énoncés dans les normes internationales en vigueur et être accrédités ;
- s'engager à entretenir en permanence leur compétence pour le type d'analyses faisant l'objet de l'agrément.

En cas de manquement à ces obligations, l'agrément d'un laboratoire peut lui être retiré par les pouvoirs publics.

Ces laboratoires, en particulier du fait de l'obligation de démarche d'accréditation, sont donc des partenaires fiables et privilégiés des contrôles.

S'agissant des radionucléides, 9 laboratoires d'analyse sont ainsi agréés par la MAAP. Il s'agit de laboratoires départementaux (relevant des conseils généraux) des départements des Alpes-Maritimes, des Bouches-du-Rhône, de la Corrèze, de la Haute-Garonne, de la Loire-Atlantique, de la Manche, du Puy-de-Dôme, du Haut-Rhin et du Tarn-et-Garonne.

Le fonctionnement de ces laboratoires et leur fiabilité pour traiter des échantillons pour les contrôles officiels sont vérifiés par un laboratoire national de référence (LNR), dont les missions sont fixées dans le règlement (CE) n° 882/2004 sur les contrôles officiels et dans le code rural :

Les principales missions d'un LNR sont définies dans le code rural ; ils sont chargés :

- du développement, de l'optimisation et de la validation de méthodes d'analyse et de la participation à leur normalisation ;
- de l'animation technique du réseau des laboratoires agréés ;
- de la réalisation d'analyses officielles et notamment de la confirmation de résultats d'analyses réalisées par des laboratoires agréés ;
- d'assurer une veille scientifique et technique ;
- de répondre à toute demande d'expertise scientifique ou technique des ministères intéressés.

Comme pour les laboratoires agréés des clauses réglementaires garantissent la compétence des LNR : ils doivent notamment répondre aux conditions d'adéquation des moyens aux missions, d'impartialité et de confidentialité, de formation et d'entretien de compétences et être accrédités.

Le ministre chargé de l'agriculture peut également retirer la qualité de laboratoire national de référence à un laboratoire qui ne respecte pas une ou plusieurs de ses missions ou obligations ou ne satisfait plus aux exigences précitées.

Le LNR pour les radionucléides des aliments est l'Institut national de radioprotection et de sûreté nucléaire.

Compte tenu de la spécificité de la détermination de l'activité due à certains radionucléides, l'IRSN réalise aussi des analyses de routine dans le cadre des plans de contrôle de la DGAL. L'IRSN, en cas de besoin, peut aussi confirmer ou infirmer un résultat de laboratoire agréé, notamment en cas préoccupant de détection d'une non-conformité de l'échantillon par rapport aux valeurs réglementaires autorisées en terme d'activité radiologique des aliments.

que la consigne ou la saisie des produits, où qu'ils se trouvent. Cela s'opère grâce au système multimédia (fax-mails voire téléphone pour des besoins précis) qui permet, grâce à la pré-programmation des coordonnées de représentants de toutes les filières et notamment "distribution et entreposage", d'alerter le plus vite possible les opérateurs du monde agro-alimentaire ;

– ces mesures conservatoires mises en place, le devenir des produits peut alors être déterminé de façon précise, en s'entourant si besoin d'avis d'experts tels que ceux de l'ASN, de l'AFSSA et de l'IRSN. Cela permet d'évaluer le risque et de définir les possibilités d'élimination des produits ;

– le système RASFF, qui est coordonné par la Commission européenne, est tenu informé par la mission des urgences sanitaires, qui est point de contact pour la France ;

– enfin, l'information du consommateur lorsque le risque existe face à un produit déjà vendu peut être une solution mise en œuvre (voir les actions sur *Listeria*), notamment par l'émission d'un communiqué de presse.

Les contrôles de la qualité sanitaire des denrées menés en France intègrent donc le risque radiologique depuis de nombreuses années. Les derniers remaniements des plans de contrôle et la désignation de l'IRSN comme laboratoire national de référence ont permis de rénover les contrôles en fonction d'objectifs actualisés.

L'implication du MAAP dans ces mesures de radioactivité permet de renforcer le dispositif pluraliste de la production de données de ce type en France, qui proviennent des pouvoirs publics mais aussi des associations. ■



es eaux de consommation

par **Delphine Caamaño**, chargée d'affaires, Direction des rayonnements ionisants et de la santé (ASN) et **Géraldine Grandguillot**, Direction générale de la santé (Ministère de la santé et des sports)

L'ASN, la DGS et l'IRSN ont publié en juin 2009 un premier bilan national sur la qualité radiologique des eaux distribuées par les réseaux publics réalisé à partir des résultats d'analyses du contrôle sanitaire piloté par les directions départementales des affaires sanitaires et sociales (DDASS).

Conformément à la directive européenne 98/83/CE relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine, les DDASS exercent en effet, depuis 2005, des contrôles réguliers de la qualité radiologique de ces eaux.

Ces contrôles sont basés sur la mesure de quatre indicateurs : le tritium, l'activité des radioéléments émetteurs alpha et bêta et la dose totale indicative (la dose d'exposition aux rayonnements ionisants attribuable à l'ingestion d'eau pendant une année). Ces indicateurs permettent de connaître le "profil radiologique" des eaux, lié à la présence des radionucléides naturels caractéristiques des terrains géologiques dans lesquels l'eau a séjourné (bruit de fond naturel), ainsi que la présence anormale de radionucléides, artificiels ou naturels.

En fonction des valeurs de ces indicateurs, les DDASS mettent en œuvre les mesures de gestion du risque sanitaire et d'information des consommateurs préconisées par l'ASN au titre de sa mission de veille permanente en matière de radioprotection sur le territoire national (cf. Note ASN relative au contrôle sanitaire de la qualité radiologique des eaux destinées à la consommation humaine annexée à la circulaire de la direction générale de la santé du 13 juin 2007 – www.asn.fr/index.php/S-informer/Actualites/2009/Mesure-de-la-radioactivite-des-eaux-premier-bilan).

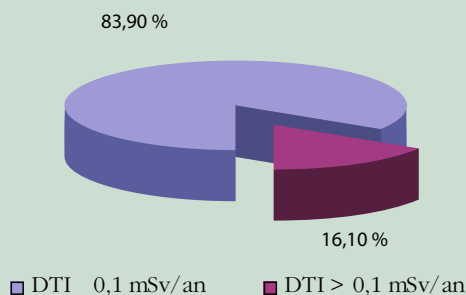
Le bilan montre qu'entre 2005 et 2007, sur plus de 50 000 analyses réalisées sur les ressources en eau ou les eaux mises en distribution, les références réglementaires de qualité radiologique ont été respectées, à l'exception de quelques dépassements ponctuels de très faible ampleur et dus à la présence de radionucléides naturels liée à la nature géologique du sous-sol. Aucun cas de dépassement dû à la présence, à proximité des captages, d'activité industrielle utilisant des matières premières contenant des radionucléides naturels n'a été signalé.

Pour 2007, la qualité radiologique de l'eau distribuée au robinet des consommateurs a pu être évaluée pour près de 87% de la population française. Il en ressort que la dose d'exposition aux rayonnements ionisants, attribuable à l'ingestion d'eau pendant une année, est restée inférieure à la valeur de référence de qualité fixée par la réglementation dans 99,9% des cas.

Le bilan apporte par ailleurs des premiers résultats sur la concentration en uranium naturel des eaux mises en distribution. L'uranium naturel n'est aujourd'hui pas intégré dans le contrôle sanitaire. Compte tenu de la toxicité chimique de l'uranium naturel, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) a proposé une valeur guide provisoire pour les eaux destinées à la consommation humaine (2004), au-delà de laquelle il conviendrait de prendre des mesures correctives. Pour 455 échantillons, sur les 472 qui présentaient une radioactivité naturelle élevée sur la période 2005-2007, cette valeur guide est respectée.

L'Agence française de sécurité sanitaire des aliments estime qu'une exigence de qualité en uranium pondéral pour les eaux destinées à la consommation, équivalente à la valeur guide de l'OMS, pourrait être fixée dans la réglementation française (avis du 13 janvier 2010). L'ASN et la DGS sont favorables à ce que l'uranium naturel soit intégré dans le contrôle sanitaire et défendent cette position au niveau européen, dans le cadre de la révision prochaine de la directive européenne sur la qualité des eaux destinées à la consommation.

Un bilan de qualité portant sur les données du contrôle sanitaire 2008 et 2009 est en cours de préparation. ■



Pourcentage de résultats inférieurs ou supérieurs à la valeur de la dose totale indicative fixée par la réglementation (0,1 mSv/an) pour les eaux souterraines – Données 2005-2007



ASSURER UNE SURVEILLANCE PERMANENTE SUR LE TERRITOIRE NATIONAL,
SUR L'ENSEMBLE DES COMPARTIMENTS ENVIRONNEMENTAUX

Mesure de la radioactivité de l'environnement en situation d'urgence radiologique ou post-accidentelle

Radioactivity measurement for emergency or post-accident situations

par Didier Champion, directeur de l'environnement et de l'intervention – Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN)

En situation d'urgence radiologique ou en situation post-accidentelle, la réalisation de mesures de radioactivité dans l'environnement est indispensable à la fois pour conforter les évaluations de conséquences radiologiques et dosimétriques servant à décider des actions de protection appropriées, et pour déterminer l'état de contamination des milieux ambiants, des denrées alimentaires, des ressources en eau... Les contraintes propres à de telles situations, en termes de délai, de nombre de mesures à réaliser et de radioprotection, font que la surveillance de la radioactivité de l'environnement ne peut pas se concevoir de la même manière qu'en situation normale. Depuis 2006, l'IRSN s'est fortement impliqué dans la mise au point de doctrines et de méthodes adaptées aux mesures de radioactivité dans un tel contexte :

- en élaborant une maquette pour la réalisation des programmes directeurs des mesures au cours de la phase d'urgence ;
- en pilotant un groupe de travail (GT n° 3) du Comité directeur mis en place par l'ASN pour la gestion de la phase post-accidentelle d'un accident nucléaire ou d'une situation d'urgence radiologique (CODIR-PA) ; ce groupe

de travail traite des questions relatives à l'évaluation des conséquences radiologiques et dosimétriques en situation post-accidentelle.

En phase d'urgence : des mesures peu nombreuses, sur des indicateurs spécifiques

La phase d'urgence couvre la période au cours de laquelle des rejets radioactifs accidentels ont lieu dans l'atmosphère, éventuellement précédée d'une phase de menace (dégradation significative de la sûreté d'une installation nucléaire pouvant conduire à des rejets à court terme). La dispersion de ces rejets entraîne un risque à court terme d'exposition plus ou moins importante des populations riveraines (irradiation externe par le panache radioactif, inhalation de substances radioactives), justifiant des actions de protection d'urgence telles que la mise à l'abri, éventuellement la prise d'iode stable, voire l'évacuation.

La détection précoce par des balises de télémessure pré-positionnées

Au début de la phase d'urgence, les dispositifs de télémessure du débit de dose ambiant, pré-positionnés par l'exploitant et par l'IRSN (TÉLÉRAY – figure 1) autour du site nucléaire, permettent de disposer, en temps réel, des premiers résultats de mesure de la radioactivité dans l'environnement. Ces dispositifs sont très sensibles à l'élévation du rayonnement ambiant émis par les radionucléides émetteurs gamma qui pourraient être rejetés accidentellement par un réacteur ou une installation de l'aval du cycle du combustible. En revanche, ils ne permettent pas de détecter des radionucléides émetteurs alpha, ni des rejets de faible importance ne justifiant pas une protection d'urgence.

Les dispositifs de télémessure peuvent jouer un rôle d'alerte en cas de rejet brutal de radionucléides (accident à cinétique rapide). Ils peuvent également contribuer à vérifier l'absence de rejets significatifs au cours de la phase de menace d'un accident nucléaire à cinétique lente. Au cours des rejets, l'interprétation des résultats de ces balises de mesure est délicate car le débit de dose ambiant est influencé à la fois par l'importance des rejets, par la position du panache radioactif en fonction des conditions météorologiques et par la formation

Executive Summary

Specific objectives have to be achieved by radioactivity measurements during emergency or post-accident situations, which are different from those in normal situation. At the beginning of a nuclear emergency, few radioactivity data will be available, mainly from automatic monitoring systems implemented on the site or in its surrounding. Progressively, measurement programmes will be performed, in priority to get information on dose rate, atmospheric radionuclides and surface activities. In order to avoid excessive exposure of the measure teams, these programmes should be optimized. During early post-accident phase, different types of measurements will be done, following two main objectives: 1) to improve the assessment of the environmental contamination and people exposure; 2) for control purpose, to check the contamination of urban places, foodstuff and other products, compared to specific reference levels. The samples measurement in laboratories would be a challenge: usually, the laboratories involved in routine monitoring have to deal with very low level of radioactivity and a poor diversity of artificial radionuclides; after a reactor accident, the environmental samples to be measured would be more active and with a mixture of radionuclides (mainly with short or middle half-life) difficult to be characterized. So these laboratories have to be trained and organised before any severe accident.



Figure 1 : balise Téléray implantée à la clôture d'une centrale nucléaire et liaison avec la salle de supervision de l'IRSN

progressive d'un dépôt radioactif qui interfère avec le rayonnement venant du panache radioactif. Par ailleurs, ces résultats de mesure ne suffisent pas à apprécier le risque ; en effet, ils ne donnent qu'une information ponctuelle et instantanée, uniquement pour l'irradiation externe, sans indication sur la nature des radionucléides en cause.

Des plans de mesures complémentaires adaptés aux circonstances

Au cours de la phase d'urgence, il est vite indispensable de préciser la connaissance de l'état radiologique de l'environnement afin d'apprécier l'importance de l'accident ; pour cela, des plans de mesures sont mis en place le plus rapidement possible autour du site accidenté, d'une part par l'exploitant nucléaire qui est le premier acteur en état de le faire, d'autre part par des intervenants extérieurs mobilisés dans le cadre du PPI (CMIR puis l'IRSN...). Ces plans de mesures répondent à des objectifs différents selon le stade de l'accident :

- en phase de menace, il s'agit de confirmer l'absence de rejet en cours ;
- en phase de rejet, il s'agit d'acquérir des informations sur la composition des radionucléides dans l'air ou déposés au sol de façon à pouvoir vérifier l'adéquation des actions de protection des populations et, le cas échéant, proposer leur ajustement.

Dans le contexte d'une situation d'urgence, les points de prélèvement et de mesure ne sont pas forcément ceux utilisés pour la surveillance de l'environnement en situation normale ; afin d'en faciliter le repérage et de pouvoir organiser rapidement le travail des équipes d'intervention, ces points sont prédéfinis dans les programmes directeurs des mesures que les préfetures sont tenues de préparer dans le cadre de leurs PPI. Une équipe de l'IRSN placée au PCO est chargée de la coordination des mesures et élabore à cet effet des parcours de mesures sur une partie de ces points, en fonction des caractéristiques de l'accident en cours et de l'environnement. La

réalisation de ces mesures incombe aux équipes d'intervention (CMIR, IRSN, CEA...) mobilisées par l'officier de sapeurs pompiers responsable des moyens.

Il convient de souligner que la réalisation des mesures au cours de la phase d'urgence est soumise à des contraintes importantes :

- contraintes de capacité : les équipes locales aptes à intervenir rapidement sont peu nombreuses et les renforts zonaux et nationaux (dont l'IRSN) ne pourront être déployés sur le terrain qu'après un délai de quelques heures voire plus ;
- contraintes de délai de réalisation : outre les délais de transmission et de gestion des résultats des mesures effectuées *in situ*, certaines analyses ne peuvent être faites qu'après acheminement des échantillons à des laboratoires fixes ou mobiles. La réalisation de ces analyses peut elle-même prendre du temps, selon les indicateurs à mesurer et les limites de détection recherchées ;
- contraintes de radioprotection : lorsque des rejets sont en cours, il convient d'éviter d'exposer inutilement les intervenants chargés de faire des mesures. Les plans de mesures doivent donc être conçus de manière optimisée, en fonction de la connaissance *a priori* des risques d'exposition ; en tout état de cause, les résultats de mesure ainsi obtenus risquent d'être parcellaires.

Dans de telles conditions, il est important de privilégier la mesure des indicateurs les plus directement utiles à l'évaluation des conséquences radiologiques : il s'agit principalement de mesures du débit de dose ambiant, des aérosols et de l'activité surfacique déposée. Par ailleurs, il peut être pertinent de disposer autour du site accidenté, si possible dès la phase de menace, des équipements mobiles de prélèvement d'aérosols ou de dépôts, dont l'exploitation ne serait faite que dans un second temps, après la fin des rejets, dans le cadre de l'expertise menée *a posteriori* pour déterminer les conséquences radiologiques réellement induites par l'accident.



En situation post-accidentelle : des mesures de plus en plus nombreuses pour préciser l'expertise des risques et pour contrôler l'environnement et les produits

La phase post-accidentelle débute dès que l'installation accidentée est maîtrisée et n'entraîne plus de risque de rejets radioactifs. Dans ce contexte, des mesures environnementales appropriées (débit de dose ambiant et émis par le sol, aérosols) sont réalisées pour vérifier qu'il n'existe effectivement plus d'activité significative dans l'air.

Lors de la levée des actions de protection d'urgence, un zonage défini en fonction des dépôts radioactifs serait mis en place, si nécessaire :

- une zone de protection des populations (ZPP) à l'intérieur de laquelle il serait interdit de consommer des denrées d'origine locale. Éventuellement, dans une partie de cette zone, un éloignement immédiat de la population résidente pourrait être décidé si celle-ci risquait de recevoir des doses trop élevées du fait de l'irradiation ambiante et de l'ingestion involontaire de contamination ;
- une zone de surveillance renforcée des territoires (ZST), à l'intérieur de laquelle une surveillance spécifique des denrées alimentaires et des produits agricoles destinés à être commercialisés serait mise en place, afin de vérifier que les niveaux maximaux admissibles (NMA) fixés par la réglementation ne sont pas dépassés.

Deux objectifs fondamentaux pour définir les types de mesures à réaliser

En situation post-accidentelle, il est important de définir les types de mesures à réaliser et leurs conditions de réalisation selon l'objectif poursuivi.

1. Les mesures destinées à l'expertise des conséquences radiologiques et dosimétriques: il s'agit de

réaliser en priorité des mesures in situ ou sur des échantillons prélevés dans l'environnement, permettant d'obtenir une cartographie plus précise des retombées radioactives initiales, à la base de tous les calculs de doses prévisionnelles. Des mesures de contamination des denrées agricoles ou naturelles seront également réalisées pour vérifier la pertinence des résultats calculés à l'aide de modèles radioécologiques. Enfin, des mesures faites sur des échantillons prélevés au cours de la phase d'urgence (filtres de prélèvement d'aérosols, eau de pluie, dépôt surfacique) permettront de préciser *a posteriori* la connaissance des conséquences radiologiques et dosimétriques au cours de la phase de rejet.

Ces mesures seraient réalisées par des équipes et des laboratoires spécialisés, en raison de la technicité de certaines opérations de prélèvement ou d'analyse. Typiquement, il s'agit de moyens de l'IRSN, du CEA, du GIE INTRA et des exploitants nucléaires.

2. Les mesures en support aux actions de contrôle: il s'agit de réaliser des mesures pouvant servir directement à la détermination d'actions ou à vérifier la conformité d'une situation ou d'un produit en regard de critères prédéfinis ou de résultats attendus. Ces mesures peuvent également servir à vérifier l'efficacité des actions de nettoyage entreprises en milieu bâti. Elles devraient donc être réalisées en grand nombre dès le début de la phase post-accidentelle. Il convient dès lors de recourir à des techniques et à des protocoles analytiques simples et optimisés, afin de disposer de résultats pertinents dans un délai aussi court que possible. Ainsi, le GT3 du CODIRPA a recommandé de mettre en place une démarche de "mesures de tri", avec des limites de détection adaptées aux critères de décision retenus et des indicateurs radiologiques en nombre réduit et simples à mesurer.



Figure 2 : illustration schématique du zonage post-accidentel (ZE : zone d'éloignement ; ZPP : zone de protection des populations ; ZST : zone de surveillance renforcée du territoire) autour d'une installation nucléaire accidentée (étoile rouge) et des approches différenciées de mesure de la radioactivité de l'environnement en phase post-accidentelle

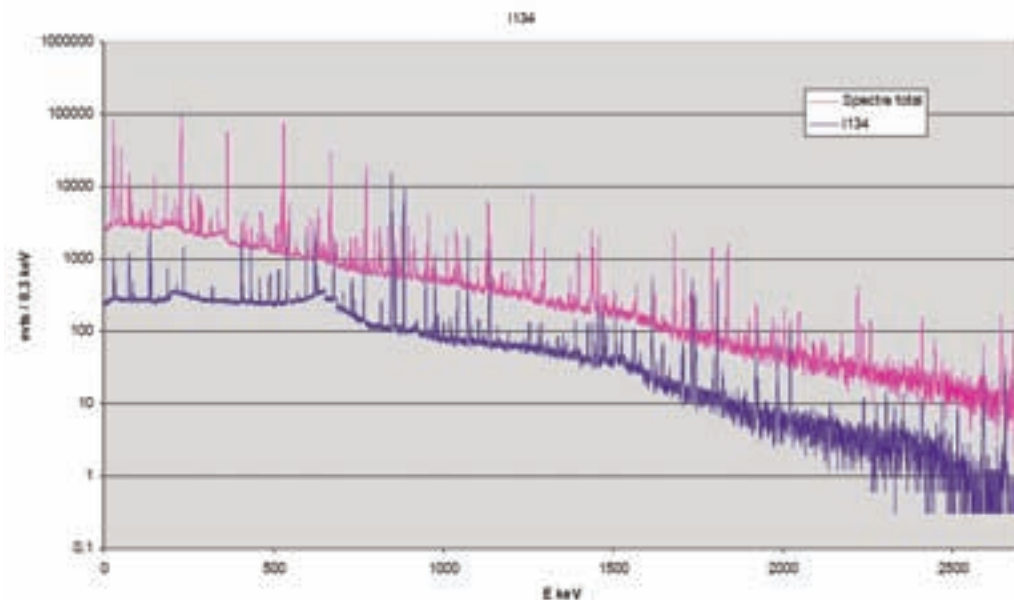


Figure 3 : exercice d'intercomparaison de spectres accidentels

Des stratégies de prélèvement et de mesure différenciées selon le zonage post-accidentel

Que ce soit pour réaliser des contrôles ou pour préciser l'évaluation des conséquences, l'organisation des plans de prélèvements et de mesures devrait être différenciée selon les zones définies (figure 2).

Si une zone d'éloignement est mise en place, les campagnes de mesure à terre devraient être réalisées selon les principes de justification et d'optimisation, pour des raisons de radioprotection des intervenants :

- les mesures à des fins d'expertise devraient être réalisées progressivement, selon une approche "centripète" (progression à partir de l'extérieur de la zone en direction du site accidenté) et, si cela est pertinent (contamination par des radionucléides émetteurs gamma), le recours à des campagnes de mesures hélicoptérées (système HELINUC) devrait être privilégié dans cette zone ;
- les mesures de contrôle devraient être effectuées en priorité pour assurer la radioprotection des personnes chargées des actions jugées indispensables dans cette zone, notamment pour assurer la sécurité du site nucléaire accidenté ou des industries à risques et pour intervenir dans des élevages où subsistent des animaux. Elles seraient réalisées, dans un premier temps par des équipes d'intervention spécialisées (IRSN, CMIR, exploitant nucléaire) et, par la suite, par d'autres acteurs formés et équipés à cet effet.

Dans le reste de la ZPP, où résident des populations, les campagnes de prélèvements et de mesures pourraient se faire sans contraintes fortes de radioprotection. Afin de préciser au plus vite la connaissance de la contamination dans les parties potentiellement les plus impactées de cette zone, les mesures pour la cartographie des dépôts seraient engagées selon une approche "centrifuge", commençant au plus près du site accidenté et

progressant vers l'extérieur de la zone, à partir de l'axe des vents dominants au moment de l'accident. Il en serait de même pour le contrôle du rayonnement ambiant et de la contamination surfacique labile dans les milieux bâtis. Pour les denrées agricoles dont la consommation serait interdite dans la ZPP, les campagnes de prélèvements devraient se faire selon une approche "centripète", à partir de l'extérieur de la zone, afin d'alléger éventuellement les contraintes sur la consommation de ces denrées en périphérie de cette zone.

Enfin, dans la ZST, des contrôles de la contamination des denrées agricoles qui y sont produites devraient être mis en place rapidement afin de permettre la commercialisation des denrées conformes aux NMA et d'interdire la consommation de celles dépassant ces niveaux.

Pour analyser les nombreux échantillons prélevés dans la ZPP et la ZST, les laboratoires agréés pour les mesures de radioactivité dans l'environnement, dans les eaux potables ou dans les denrées alimentaires seraient fortement sollicités par l'ASN, le ministère de la santé (DGS et DDASS), la DGAL et la DGCCRF, avec l'appui technique de l'IRSN en qualité de laboratoire national de référence.

Une situation hors norme pour les laboratoires de mesure de radioactivité

La réalisation des mesures de radioactivité en situation d'urgence ou post-accidentelle représenterait un véritable challenge pour les laboratoires.

Une première difficulté concernerait la capacité des laboratoires à prendre en charge un grand nombre d'échantillons à mesurer et à rendre des résultats dans des délais aussi courts que possible ; cette difficulté dépend du choix des techniques de mesure et des protocoles



analytiques associés, du nombre d'équipements de mesure disponibles et des compétences humaines mobilisables en urgence.

Une seconde difficulté serait de nature métrologique : les laboratoires qui participent à la surveillance de la radioactivité de l'environnement, notamment ceux de l'IRSN, ont l'habitude de mesurer des échantillons ayant une très faible activité, le plus souvent d'origine naturelle et, le cas échéant, avec un faible nombre de radionucléides artificiels. En situation post-accidentelle, l'activité des échantillons à mesurer pourrait atteindre des valeurs plus importantes, pouvant entraîner un risque de contamination intempestive des laboratoires ; dans les jours suivant un rejet accidentel d'un réacteur, ces échantillons contiendraient un mélange de radionucléides artificiels, dont beaucoup à vie courte, complexe à caractériser.

Une troisième difficulté, d'ordre pratique et logistique, concernerait l'organisation de l'acheminement d'un grand nombre d'échantillons aux laboratoires, de leur accueil à l'entrée des laboratoires (enregistrement, entreposage, conservation, préparation avant mesure) et de leur gestion après mesure (conservation ou destruction), ainsi que la maîtrise de la traçabilité (éviter toute confusion d'échantillons), du risque de contamination croisée entre échantillons et de la gestion des résultats de mesure.

Afin de surmonter ces difficultés, l'IRSN a organisé ses laboratoires de métrologie en réseau, animé par le Service de traitement des échantillons et de métrologie de l'environnement. Un plan de mobilisation de crise est en cours de mise en place, comprenant un inventaire des moyens de mesure, une organisation adaptée des laboratoires, une formation des personnes et l'entraînement des équipes de mesure à déterminer des spectres complexes de radionucléides. Par ailleurs, dans le cadre des travaux du CODIR-PA, l'IRSN est en train d'élaborer un guide des bonnes pratiques de laboratoire en situation post-accidentelle, qui devrait être diffusé à titre probatoire au cours de l'année 2010. L'IRSN compte appliquer ce guide dans ses propres laboratoires et proposera à l'ASN que soient identifiés, parmi les laboratoires agréés, ceux qui acceptent de se préparer à agir en situation post-accidentelle en appliquant les recommandations de ce guide. Les laboratoires qui le souhaitent pourraient également participer aux exercices d'entraînement que

l'IRSN organise déjà pour ses propres laboratoires (figure 3).

Enfin, l'IRSN développe actuellement un outil numérique (CRITER) destiné à faciliter le traitement des informations relatives aux prélèvements et aux mesures en situation d'urgence ou post-accidentelle, ainsi que la restitution rapide et ordonnée des résultats de mesure. Un prototype de l'outil sera testé en 2010 à l'occasion d'exercices de crise.

Conclusions et perspectives

Au-delà des aspects techniques et organisationnels présentés dans cet article, qui justifient un effort soutenu et durable de la part des différents acteurs concernés, la réalisation de mesures de radioactivité en situation d'urgence ou post-accidentelle est une condition indispensable pour étayer la robustesse de l'expertise de crise nécessaire aux décisions concernant la protection des populations et la gestion des territoires contaminés. Les enseignements tirés de la gestion de l'accident de Tchernobyl, ainsi que, plus récemment, des incidents survenus dans des installations nucléaires au cours de l'été 2008 (SOCATRI, IRE à Fleurus), conduisent l'IRSN à organiser sa réponse de crise à partir des principes suivants :

- intervenir le plus rapidement possible sur le terrain pour réaliser des prélèvements et des mesures, même pour des rejets accidentels de faible importance, afin de consolider ses estimations de conséquences et permettre ainsi une décision rapide des pouvoirs publics ;
- restituer aux autorités les résultats de mesures dans des délais les plus brefs, en veillant à les accompagner d'éléments d'interprétation pertinents et objectifs, et publier régulièrement ces résultats ;
- tenir compte du pluralisme des acteurs de la mesure, en nombre restreint en situation d'urgence et au début de la phase post-accidentelle pour des raisons opérationnelles, mais appelé à se développer progressivement, afin de multiplier et de diversifier les sources de données et d'obtenir ainsi une vision partagée des conséquences du rejet accidentel survenu.

Des progrès indéniables ont été accomplis dans ce domaine mais le sujet reste difficile et la vigilance est de mise pour développer et maintenir collectivement des compétences et des moyens dont la mobilisation n'a pourtant vocation à être qu'exceptionnelle. ■



ASSURER UNE SURVEILLANCE PERMANENTE SUR LE TERRITOIRE NATIONAL,
SUR L'ENSEMBLE DES COMPARTIMENTS ENVIRONNEMENTAUX



La surveillance de l'environnement exercée par une association : l'observatoire citoyen de la radioactivité dans l'environnement

Environmental monitoring carried out by an association: the citizen watchdog of radioactivity in the environment

par David Boilley et Mylène Josset, Association pour le contrôle de la radioactivité dans l'Ouest (ACRO)

La protection de l'environnement est une des préoccupations majeures de nos sociétés et c'est un devoir qui incombe à chacun selon la charte de l'environnement, adossée à la constitution française. La convention d'Aarhus a fait du citoyen un acteur majeur de la protection de l'environnement. En avance sur cette évolution, l'Association pour le contrôle de la radioactivité dans l'Ouest (ACRO) agit depuis près de vingt-cinq ans pour permettre à la population d'être une vigie de la radioactivité de l'environnement.

L'ACRO a été créée à la suite de la catastrophe de Tchernobyl en réponse à une carence flagrante en information pertinente et en moyens de contrôle indépendant de la radioactivité, avec pour but principal de permettre à chacun de s'approprier la surveillance de son environnement au moyen d'un laboratoire d'analyse fiable et performant et de s'immiscer dans le débat technoscientifique.

À travers l'Observatoire citoyen de la radioactivité dans l'environnement, la démarche de l'association se

distingue de la surveillance institutionnelle et réglementaire. L'ACRO va au-devant des populations pour travailler "avec" elles et non "pour" elles: ce sont elles qui

Executive Summary

ACRO, a NGO equipped with a laboratory to measure radioactivity, runs the Citizen Watchdog of Radioactivity in the Environment. Involving many volunteers, it monitors regularly the French coast of the Channel and many rivers of the North half of France. It also makes investigations in other places. Such an action is aimed to supplement the official monitoring, not to replace it, in order to answer to the worries of the population.

This monitoring shows that some radioelements, such as iodine 129, cobalt 60, tritium, etc. released in the environment by nuclear facilities can be detected on very large areas. Carbon 14 was detected up to almost 4 times the background in vegetables around the reprocessing plant of La Hague. ACRO also sits in many official committees to transmit the point of view of the populations exposed to the radioactive pollution. It is lobbying for a decrease of the release authorization, especially for the elements that are discharged in large quantity in the environment.



organisent et effectuent les prélèvements destinés à être analysés dans le laboratoire. Et depuis Tchernobyl, tous les Européens sont "riverains" d'une installation nucléaire.

Il ne s'agit pas de remplacer la surveillance officielle, dont les moyens sont beaucoup plus grands, mais de la compléter et de l'aiguillonner. Ce travail de longue haleine a aussi pour but d'arracher aux seuls experts le monopole de la gestion des questions environnementales qui concernent tout le monde, pour en faire un enjeu politique à la portée de tous.

L'ACRO effectue une surveillance régulière de la radioactivité dans l'environnement sur tout le bassin versant Seine Normandie, parfois en des lieux où nul autre organisme n'effectue de mesure. Le suivi couvre ainsi 600 km de côtes du littoral normand, les principaux cours d'eau du bassin Seine-Normandie (de Nogent-sur-Seine à La Hague) et la région de la Touraine, autour de la centrale nucléaire de Chinon. En 2010, cette surveillance va être étendue au Nord-Pas-de-Calais en partenariat avec la CLI de Gravelines et des associations locales. L'Observatoire citoyen inclut aussi des investigations plus ponctuelles en d'autres lieux à la demande de particuliers, d'associations de protection de l'environnement ou de CLI.

L'action conduite ne s'intéresse pas seulement aux répercussions des rejets des installations nucléaires, elle intègre également la problématique de la radioactivité naturelle et celle de l'emploi des sources non scellées, du type de celles employées en médecine nucléaire. Cet élargissement, tant géographique que thématique, répond à une volonté partagée d'obtenir une information globale, toutes contributions confondues dans la limite des capacités techniques du laboratoire, y compris dans les lieux qui ne font pas (ou peu) l'objet de contrôles officiels en raison de leur éloignement des sites nucléaires. Le plan d'échantillonnage, qui est établi chaque début d'année, est conçu pour servir la démarche d'investigation en fournissant les éléments indispensables à l'appréciation des situations (niveaux de référence ; seuils d'alerte).

La démarche de travail adoptée s'appuie sur l'expérience du laboratoire dans ce domaine, mais aussi sur les normes en vigueur et sur les pratiques usuelles d'organismes habilités pour la constitution de bilans de référence autour des installations nucléaires. L'association a toujours recherché, autant que possible, à améliorer ses capacités métrologiques et sa connaissance des indicateurs employés, en prenant en compte les référentiels normatifs et réglementaires. Le laboratoire participe chaque année aux campagnes nationales de comparaison inter-laboratoires organisées par l'IRSN et il est agréé dans le cadre du Réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement.

En répondant à d'autres questions que la surveillance institutionnelle, l'ACRO valorise la bonne connaissance du terrain des "préleveurs volontaires" et participe à une meilleure connaissance de l'état de l'environnement.

L'implication des bénévoles permet d'ajouter aux prélèvements routiniers une part d'investigation sans cesse renouvelée. Cette collaboration permet d'enrichir le suivi et facilite également l'appropriation des connaissances puisque celles-ci sont co-produites avec les principaux concernés (riverains, associations locales, amateurs de pêche, etc.) et donc adaptées aux besoins. La participation aux campagnes de terrain permet de découvrir les aspects techniques relatifs à la surveillance de l'environnement : le choix des sites et des espèces collectées, le mode de prélèvement, la connaissance du milieu etc. Encadrés par l'équipe permanente du laboratoire, les prélèvements sur le terrain deviennent un véritable moment d'échanges et de formation et permettent d'approcher de manière conviviale un domaine scientifique, finalement pas si complexe. Le programme annuel ainsi que le détail de chaque campagne mensuelle est disponible sur le site Internet de l'association (www.acro.eu.org).

La surveillance régulière concerne principalement les écosystèmes aquatiques, du fait du rôle très important joué par l'eau dans le transport et la dispersion de la plupart des formes de pollution, dont les radionucléides. Pour rendre compte du niveau de perturbation des écosystèmes marins, différents indicateurs biologiques (algues, mollusques) et inertes (sédiments) sont retenus pour la recherche des radionucléides émetteurs gamma, alors que dans le cas du tritium seules les eaux sont analysées.

Le long des côtes normandes, quatre radionucléides artificiels émetteurs gamma sont systématiquement détectés à des niveaux significatifs qui dépendent de leurs affinités avec les constituants du milieu ; il s'agit du césium 137, du cobalt 60, de l'iode 129 et de l'américium 241. Si le premier d'entre eux trouve, en large partie, son origine dans les retombées des essais nucléaires atmosphériques et de l'accident de Tchernobyl, les autres n'existent qu'en raison de rejets industriels côtiers. Selon la nature des installations nucléaires, d'autres radionucléides tels que le couple ruthénium/rhodium 106 et l'argent 110m peuvent être mis en évidence, mais généralement sur des étendues géographiquement plus limitées. Enfin, du tritium est régulièrement mesuré dans les eaux de mer à des niveaux de 30 à 80 fois supérieurs à sa concentration naturelle dans ce milieu (0,2 Bq/L) [figure 1].

D'un point de vue spatial, l'étendue du marquage de l'environnement marin par ces radionucléides est relativement large (plusieurs centaines de kilomètres), mais va en décroissant avec l'éloignement au point de rejet. La plupart des radionucléides suivent la même distribution le long du littoral, représentée [figure 2] pour les profils en iode 129 et en cobalt 60 (l'Anse des Moulinets matérialise l'émissaire des rejets liquides par l'usine de retraitement AREVA-La Hague).

En ce qui concerne le milieu aquatique continental, un suivi particulier est effectué dans la région de La Hague. Les ruisseaux de la Ste-Hélène et du Grand Bel font ainsi

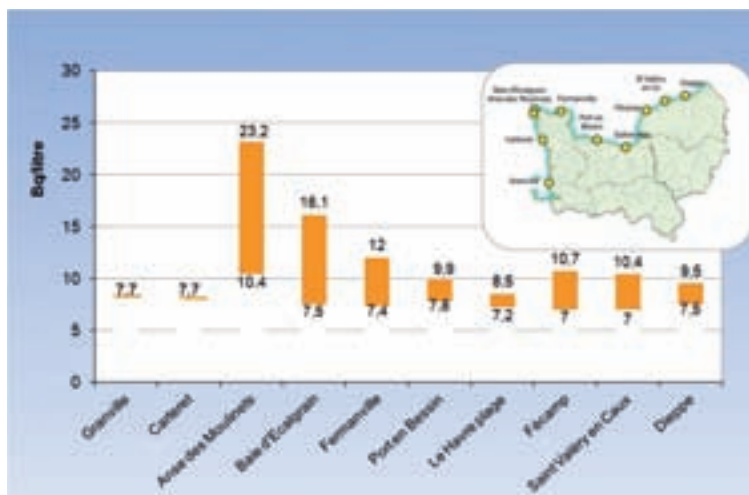


Figure 1 : variation des teneurs en tritium total (Bq/l) dans les eaux de mer le long du littoral normand (2005-2009)

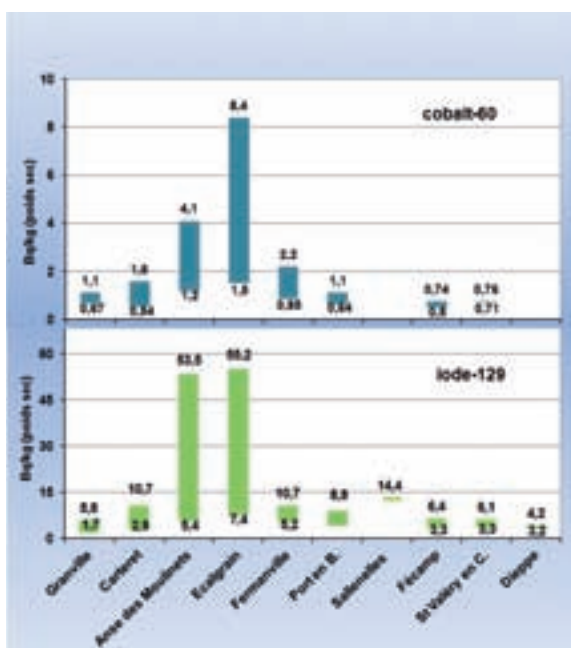


Figure 2 : évolution des teneurs (min et max) en iode-129 et en cobalt-60 mesurées dans les algues brunes le long du littoral normand (2005-2008)



Figure 3 : concentration mensuelle (Bq/l) en tritium dans les eaux du ruisseau Le Grand Bel (2002-2009)

l'objet d'une surveillance régulière car ils prennent leur source au contact même des installations nucléaires du plateau de la Hague (usine de retraitement et centre de stockage de la Manche).

Les analyses des eaux montrent que la Ste-Hélène est marquée par le tritium, de la source jusqu'à 2 km en aval, c'est-à-dire sur quasiment toute sa longueur. Des résurgences analysées ponctuellement révèlent des apports supplémentaires de tritium le long du ruisseau, confirmant la contamination des nappes phréatiques sous-jacentes.

La source du Grand Bel détient le triste record de contamination par le tritium, puisqu'elle présente des teneurs proches de 700 Bq/litre depuis plus de 15 ans [figure 3].

La décroissance naturelle de cet élément (de période 12,3 ans) aurait dû faire diminuer ces valeurs, sauf si une "source" vient alimenter régulièrement les nappes et donc les cours d'eau. Il s'agit ici très certainement des fuites du centre de stockage de la Manche.

Cette surveillance régulière est complétée par des investigations afin de répondre à des problématiques particulières avec l'appui logistique et métrologique du laboratoire. L'exemple le plus remarquable d'investigation engagée dans ce cadre concerne l'évaluation des niveaux de carbone 14 dans l'environnement autour des installations nucléaires du plateau de La Hague. Pour répondre aux questionnements relatifs aux denrées alimentaires produites et consommées localement, l'étude s'est





Prélèvement d'algues réalisé par l'ACRO

focalisée sur les légumes et des céréales. Différentes semences (choux, carottes, salades, persil) ont été distribuées par des bénévoles de l'ACRO à des particuliers qui ont accepté de faire pousser dans leurs potagers et parmi leurs propres légumes, de futurs échantillons. Ensuite, le traitement des échantillons pour analyse a été assuré par l'équipe du laboratoire et les analyses sous-traitées. Cette étude a mis en évidence des concentrations en carbone 14 qui peuvent atteindre 977 Bq/kg de carbone, soit presque 4 fois plus que ce que l'on trouve dans une zone non influencée par les rejets d'une installation nucléaire. Une surveillance accrue de ce radioélément, qui devient actuellement l'un des contributeurs majeurs à la dose d'exposition reçue par les riverains d'installations nucléaires, est nécessaire.

C'est également cette capacité d'investigation qui a permis à l'ACRO de révéler une pollution radioactive artificielle autour du site en démantèlement de Brennilis, ainsi qu'une anomalie radiologique plus difficile à caractériser. Celle-ci portait sur l'origine (naturelle ou artificielle) de descendants de l'uranium 235 mis en évidence dans des proportions qualifiées d'excès par rapport à la situation naturelle. Il n'existait aucune publication scientifique, ni même de résultats de surveillance ou de contrôle, faisant état d'observations similaires dans l'environnement. Afin de répondre à cette problématique, une étude a été engagée avec un laboratoire de recherche (Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement) et l'Observatoire du démantèlement. Plus de 6000 hectares ont été "quadrillés" et plus de 300 échantillons récoltés. Ces travaux ont permis de conclure à l'origine naturelle du phénomène, conséquence de la géologie locale particulière.

En cas d'incident, voir d'accident, le réseau de surveillance mis en place par l'ACRO à travers son Observatoire Citoyen de la Radioactivité est très réactif. En 2001, à La Hague, sitôt l'incident connu, des "préleveurs volontaires" aguerris étaient sur le terrain. Ce qui a permis à

l'association de mettre en évidence que l'exploitant de l'usine de retraitement avait sous-estimé d'un facteur 1000 les rejets "intempestifs" en ruthénium-rodium, "anomalie" qui avait échappé à toute surveillance officielle. C'est la fertilité du questionnement des populations exposées, associée aux moyens d'investigation et de mesure de l'ACRO qui a permis de combler l'insuffisance des procédures de contrôle de ces rejets atmosphériques.

Des clubs d'astronomie, des groupes ornithologiques ou autres sociétés naturalistes ont aussi montré la fertilité d'une alliance entre spécialistes et profanes. Mais dès qu'il y a un enjeu technoscientifique, le partage du savoir ne va plus de soi. Les craintes des citoyens ne seraient que des comportements pathologiques dus à l'irrationalité ou à un déficit de communication, voire les deux. Un tel jugement fait fi du fait que la population est de plus en plus éduquée et que le "tiers secteur scientifique" a souvent atteint un degré de connaissance qui dépasse largement celui des décideurs. L'ACRO a mis des années à acquérir une reconnaissance et une légitimité. Encore maintenant, quand certains de nos résultats ou interprétations dérangent, c'est la capacité technique du laboratoire qui est mise en cause.

Tous nos résultats de mesure sont rendus publics, sur notre site Internet, dans notre publication trimestrielle, l'ACRONique du nucléaire, et seront transmis au Réseau national de mesures. Ils servent aussi à alimenter notre réflexion et argumentation dans les nombreuses structures institutionnelles où nous siégeons. Si l'ACRO note avec satisfaction que la tendance générale est à la baisse des rejets radioactifs dans l'environnement, elle continue à porter au plus haut les préoccupations des populations exposées concernant certains radioéléments dont les concentrations dans l'environnement ne baissent pas, voire augmentent. Ainsi, la non-diminution de la teneur en tritium dans certains ruisseaux du plateau de La Hague signe des fuites du Centre de Stockage de la Manche qui pourraient être suivies dans un avenir plus lointain par d'autres radioéléments ou polluants chimiques plus toxiques. En ce qui concerne les rejets contrôlés et autorisés, l'iode 129 continue à être rejeté en grande quantité par l'usine de retraitement de La Hague alors qu'il va être piégé dans l'usine équivalente de Rokkasho au Japon, si elle arrive à démarrer. Le carbone 14 est aussi rejeté intégralement par les installations nucléaires et est très peu surveillé. Enfin, l'ACRO s'oppose aux augmentations des autorisations de rejets en tritium actuellement délivrées pour les centrales nucléaires à un moment où la radiotoxicité de cet élément est revue à la hausse au niveau international.

Cette position, pourtant largement partagée, peine à être entendue au plus haut niveau. ■

ASSURER UNE SURVEILLANCE PERMANENTE SUR LE TERRITOIRE NATIONAL,
SUR L'ENSEMBLE DES COMPARTIMENTS ENVIRONNEMENTAUX

Le réseau de surveillance de la radioactivité atmosphérique géré par l'ASPA

Measurement network for atmospheric radioactivity managed by ASPA

par **Guy Clauss**, responsable pôles technique et qualité – Association pour la surveillance et l'étude de la pollution atmosphérique en Alsace (ASPA)

Historique

C'est suite à l'accident de Tchernobyl qu'une initiative fut prise par un groupe de scientifiques soutenu par le Conseil Régional d'Alsace.

Ce dernier sous l'impulsion de Philippe Richert, conseiller régional, a mis en place un Comité de gestion de la radioactivité en Alsace (composé de représentants de l'État, de collectivités territoriales, d'organismes scientifiques et d'associations).

En juin 1989, le Conseil Régional d'Alsace a financé la première étape d'un réseau de surveillance de la radioactivité atmosphérique, composé dans un premier temps d'une station de mesure, sur le campus du CNRS de Strasbourg-Cronenbourg, puis au total de 5 stations.

La gestion de ce réseau a été confiée à l'ASPA (Association pour la Surveillance et l'étude de la Pollution Atmosphérique en Alsace), structure multipartite (composée de représentants de l'État, de collectivités locales et territoriales, d'industriels et d'associations) qui depuis son existence en 1979 avait su, en matière de surveillance de la pollution atmosphérique, faire preuve de compétence et de crédibilité ainsi que de transparence dans le domaine de l'information.

L'ASPA fait partie de la commission nationale d'agrément des laboratoires de mesures de la radioactivité de l'environnement, mise en place par l'ASN.

Le réseau de mesure et d'alerte

Le réseau de l'ASPA est composé de cinq stations automatiques de mesure en continu de la radioactivité atmosphérique utilisant des méthodes de détection rapides et diversifiées. Ces stations sont réparties géographiquement sur le territoire alsacien et sont basées à Munchhausen (Nord Est Alsace), à Schiltigheim (Strasbourg Ouest), au Donon (Vosges moyennes), à Mulhouse (ASPA Mulhouse), et à Village Neuf (Communauté des Communes des Trois-Frontières) au sud-est de l'Alsace.

Ces 5 stations équipées de matériel Berthold mesurent continuellement le débit de dose gamma du

rayonnement ambiant, l'activité volumique artificielle alpha et bêta des aérosols ainsi que l'activité volumique gamma de l'iode 131 gazeux.

Une chaîne de spectrométrie automatique de mesure de la radioactivité gamma des aérosols est associée à la balise de Schiltigheim. Elle permet d'identifier 16 radionucléides et de quantifier leur activité volumique spécifique (en Bq/m³).

Une mesure automatique différée de radioactivité bêta (12 heures après prélèvement des aérosols) équipe les autres balises. Elle permet d'effectuer une mesure différée suite à la décroissance de la radioactivité naturelle des descendants du radon et du thoron.

Ces mesures sont reconfirmées mensuellement en laboratoire, par l'analyse en spectrométrie gamma des filtres de prélèvement d'aérosols et des cartouches adsorbantes d'iode, par le service de radioprotection et de mesures environnementales de l'IPHC-CNRS de Strasbourg-Cronenbourg.

Les données des stations de mesure sont transférées automatiquement chaque heure au poste central de l'ASPA Schiltigheim.

La validation des données est effectuée quotidiennement, également les week-ends et jours fériés, par une personne d'astreinte technique.

Executive Summary

It was after the Chernobyl accident that a management committee of the radioactivity in Alsace has been put in place (composed of representatives from state, local governments, scientific organizations and associations).

This committee entrusted ASPA to manage a measurement network for radioactivity in Alsace composed of 5 stations.

ASPA provides automatic communication of results hourly on its website www.atmo-alsace.net/site/Radioactivite-13.html to enable its members and the public to have at any time information of artificial radioactivity in air in Alsace.

In case of validated alarm, ASPA performs further analysis, meets the surveillance group and complete information through special announcements.





Station de mesure de la radioactivité atmosphérique ASPA Schiltigheim

Ce réseau d'un montant total de 600 000 € a été financé par :

- les collectivités territoriales (80%) :
 - le Conseil Régional d'Alsace ;
 - le Conseil Général du Haut-Rhin ;
 - le Conseil Général du Bas-Rhin ;
 - la ville de Mulhouse ;
 - la Communauté de communes des 3 frontières.
- l'État (20%) :
 - le Ministère de l'Environnement (via la DRIRE Alsace).

La diffusion de l'information

En septembre 2000, le comité de gestion de la radioactivité en Alsace a validé la mise en place d'une échelle air (indice d'exposition instantané) relative à la radioactivité atmosphérique (à l'image de l'indice ATMO pour la qualité chimique de l'air) élaborée par un groupe de travail (composé de scientifiques dont l'IPHC-CNRS, de médecins, du centre nucléaire de production d'électricité de Fessenheim, d'administrations et d'associations).

L'ASPА assure la communication automatique des résultats chaque heure sur son site Internet www.atmo-alsace.net/site/Radioactivite-13.html sous forme de valeurs horaires pour les mesures de débit de dose gamma du rayonnement ambiant (en $\mu\text{Gy/h}$), de l'activité volumique alpha artificiel et bêta artificiel des aérosols (en Bq/m^3) et de l'activité volumique gamma de l'iode 131 gazeux (en Bq/m^3) ainsi que sous la forme d'indices (échelle air), pour les différentes stations de mesure.

Cette échelle permet de rendre les données de mesures diffusées par l'ASPА plus compréhensibles grâce à ce repère.

Elle est basée, par convention, sur un calcul d'indice d'exposition pondéré qui prend en compte les mesures d'exposition externe par irradiation ambiante ainsi que l'exposition interne due à l'inhalation de particules et gaz radioactifs (traduction en dose efficace des mesures d'activité volumique bêta artificiel et d'iode 131 gazeux).

À cette échelle ont été associés 3 niveaux d'alerte en lien avec la limite annuelle d'exposition du public de 1mSv et des messages.

La gestion d'alerte

En cas de dépassement d'un des seuils de préalerte technique, la station via le poste central prévient automatiquement la personne d'astreinte technique de l'ASPА (24 heures/24) qui assure la validation technique des mesures.

Une deuxième personne d'astreinte Etudes-Communication de l'ASPА, qui est également d'astreinte 24 heures/24, en assure la validation environnementale (en lien le cas échéant avec d'autres organismes de mesure locaux ou limitrophes) et informe en cas de contamination anormale validée de l'air et en fonction de ses caractéristiques :

- le laboratoire local d'analyse de radioprotection et mesures environnementales de l'IPHC-CNRS de Strasbourg-Cronenbourg à des fins d'analyses complémentaires ;
- la cellule de surveillance du Comité de gestion de la radioactivité en Alsace animée par l'ASPА, composée des représentants suivants :
 - un collège Administration (2 personnes), constitué d'un représentant de la préfecture du Bas-Rhin et un du Haut-Rhin ;
 - un collège Collectivités (3 personnes), constitué d'un représentant du Conseil Général du Bas-Rhin, un du Haut-Rhin ainsi qu'un de la Région Alsace ;
 - un collège Scientifique (5 personnes), constitué d'un représentant de l'IPHC-CNRS, un du GSIEN, un de l'INRA, ainsi que de deux médecins ;
 - un collège Associations (2 personnes), constitué d'un représentant d'Alsace Nature et un d'une association de consommateurs.

Le public est informé notamment par des communiqués spéciaux associés aux messages des différents niveaux de l'échelle air.

La composition actuelle du comité de gestion comprend notamment, en plus des membres de la cellule de surveillance ci-dessus, la DREAL, la DRASS et le centre nucléaire de production d'électricité de Fessenheim.

En conclusion

L'outil dont dispose l'ASPА permet d'assurer à ses membres et au public alsacien d'avoir à tout moment une connaissance de l'état de la radioactivité de l'air en Alsace.

Le système complète utilement d'autres mesures ponctuelles ou en continu effectuées par d'autres organismes.



Figure 2 : échelle air et cartographie des indices d'exposition (site Internet de l'ASPA)

Il permet notamment d'assurer la transparence totale des données, quelle que soit la situation, ce qui était recherché à l'origine par les Collectivités locales et territoriales.

Le réseau de mesure de l'ASPA permet ainsi :

- la surveillance en continu de la radioactivité naturelle et artificielle de l'air ;

- l'information du public ;
- la détection en cas de contamination anormale de l'air et la quantification de cette contamination ;
- l'information d'un éventuel dépassement de seuil, transmise dans les meilleurs délais aux organismes effectuant des mesures complémentaires ainsi qu'aux instances décisionnelles. ■



ASSURER UNE SURVEILLANCE PERMANENTE SUR LE TERRITOIRE NATIONAL,
SUR L'ENSEMBLE DES COMPARTIMENTS ENVIRONNEMENTAUX

L'Observatoire Pérenne de l'Environnement ANDRA

The Perennial Environment Observatory by ANDRA (the French National Radioactive Waste Management Agency)

par **Élisabeth Leclerc**, Observation et surveillance de l'environnement, Direction scientifique – Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (ANDRA)



Figure 1 : plan des galeries du Laboratoire souterrain (en 2008)

Executive Summary

The Perennial Environment Observatory (*Observatoire Pérenne de l'Environnement - OPE*) is a unique approach and infrastructure developed and implemented by ANDRA, the French National Radioactive Waste Management Agency, as part of its overall project of deep geological disposal for radioactive waste. Its current mission is to assess the initial state of the rural (forest, pasture, openfield and aquatic) environment, prior to repository construction. This will be followed in 2017 (pending construction authorizations) and for a period exceeding a century, by monitoring of any impact the repository may have on the environment. In addition to serving its own industrial purpose of environmental monitoring, ANDRA also opens the OPE approach, infrastructure and acquired knowledge (database...) to the scientific community to support further research on long term evolution of the environment subjected to natural and anthropogenic stresses, and to contribute to a better understanding of the interaction between the various compartments of the environment.

Le projet de stockage réversible profond en Meuse/Haute-Marne

L'histoire de ce projet commence fin 1991 avec la loi du 30 décembre qui crée l'ANDRA (Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs) et la charge de mener les études sur le stockage profond des déchets de haute activité (HA) et de moyenne activité à vie longue (MA-VL).

En 1999, l'ANDRA reçoit l'autorisation de construire et d'exploiter un laboratoire souterrain sur la commune de Bure (55), à la limite des départements de la Meuse et de la Haute-Marne, tous deux candidats à cette implantation. L'ANDRA y mène de nombreuses expérimentations qui lui permettent de mieux connaître les propriétés de la roche et de comprendre comment elle réagirait à la construction des installations et au stockage des colis de déchets radioactifs.

En 2005, l'ANDRA conclut à la faisabilité d'un stockage profond dans cette région de Meuse/Haute-Marne et délimite une zone de 250 km² autour du Laboratoire souterrain - la zone de transposition - au sein de laquelle les caractéristiques de la roche sont semblables à celles observées dans le Laboratoire. Ces résultats ont ensuite été validés par des évaluations nationales (CNE¹, ASN/IRSN) et internationale (AEN/OCDE²).

En 2006, après un débat public, la loi relative à la gestion durable des matières et des déchets radioactifs retient le stockage profond comme solution de référence pour la gestion à long terme des déchets HA et MA-VL. L'ANDRA est chargée par cette loi de poursuivre ses études scientifiques et techniques pour implanter et concevoir le centre de stockage.

Depuis 2006, l'ANDRA a notamment creusé de nouvelles galeries dans le Laboratoire souterrain et développé plusieurs prototypes pour la manutention des colis de déchets. Ces prototypes sont exposés à l'Espace technologique ouvert en 2009 sur la commune de Saudron à 500 mètres du Laboratoire souterrain. Fin 2009, l'ANDRA a remis au Gouvernement un rapport dans lequel elle propose de poursuivre les études sur la localisation du stockage au sein d'une zone plus restreinte de 30 km², la zone d'intérêt pour la reconnaissance approfondie ou

Le but du stockage ?

Isoler les déchets de l'homme et de l'environnement tant qu'ils présentent des risques. Le principe du stockage repose sur les propriétés remarquables de la couche argileuse du Callovo-Oxfordien (capacité de rétention, faible perméabilité et homogénéité) qui permettent de retarder et de limiter la migration des éléments radioactifs qui contiennent les déchets HA et MA-VL.

ZIRA, dans la zone de transposition. Après des études approfondies sur cette zone restreinte, l'ANDRA sera en mesure de proposer un site d'implantation pour le centre de stockage avant le débat public qui se tiendra en 2013.

L'ANDRA préparera ensuite le dossier de demande d'autorisation de création du stockage pour permettre son instruction en 2015. Puis, une loi sera votée en particulier pour définir les conditions de la réversibilité du stockage. Sous réserve de son autorisation, le centre pourra être mis en exploitation en 2025.

Contexte et objectifs de l'observatoire

Dans le cadre du projet de stockage profond, l'ANDRA a mis en place un observatoire pérenne de l'environnement. Cet observatoire doit établir l'état des lieux de l'environnement autour du stockage et préfigure le suivi qui sera réalisé tout au long de son exploitation, et après sa fermeture.

1. Commission nationale d'évaluation relative aux recherches sur la gestion des déchets radioactifs.
2. Agence pour l'énergie nucléaire de l'organisation de coopération et de développement économique.



Figure 2 : les trois perturbations anthropiques majeures à étudier sur la zone OPE





Figure 3 : zone d'observation de l'Observatoire et son secteur de référence (délimité en rose)

Mais au-delà des besoins réglementaires et industriels, l'ANDRA a souhaité développer un programme plus large et mettre à profit son expérience acquise sur ses centres de surface (variabilités intra et interannuelles, anomalie ou absence de mesure, interrogation face à toute présence de polluant ou perturbation constatée), afficher son exemplarité en matière de protection de l'homme et de l'environnement et conformément à son contrat quadriennal, mettre à disposition des informations au service des citoyens et des décideurs, répondre aux préoccupations sociétales et actuelles en termes d'observation de l'environnement (Grenelle Environnement, transparence et traçabilité) et favoriser le développement d'activités scientifiques et technologiques multidisciplinaires autour du Centre Meuse/Haute-Marne.

Son originalité repose en particulier sur un programme d'observation multidisciplinaire de l'ensemble des milieux de l'environnement (eau, air, sol, faune, flore et Homme) et sur sa durée (de l'ordre d'un siècle), suffisamment longue pour permettre l'interprétation et la compréhension des observations, et garantir une surveillance globale. En ce sens, il constitue un outil unique d'acquisition de données environnementales. L'ANDRA souhaite associer la communauté scientifique à l'Observatoire pour mettre en place des programmes de recherche répondant à des questionnements plus larges: évolution à long terme de l'environnement

soumis aux changements climatiques globaux, modifications des pratiques agricoles et forestières, implantations industrielles locales et modifications du paysage, développements urbains susceptibles d'accompagner la mise en œuvre d'un projet industriel d'une telle ampleur sont autant de sujets d'étude pour l'observatoire...

L'ensemble des activités d'observation et de recherche mises en œuvre viseront à mieux appréhender les interactions entre les différents milieux de l'environnement et à définir des stratégies d'observation et d'échantillonnage pertinentes. Elles doivent contribuer à révéler les sensibilités des différents milieux et à définir des critères pour établir des priorités au sein du système d'observation et de conservation. Ces études seront, par ailleurs, exploitées pour modéliser, anticiper et différencier les impacts et pour développer de nouveaux outils de surveillance (développement et tests de capteurs environnementaux) ciblant des indicateurs toujours plus pertinents pour la qualité de l'environnement.

Depuis quelques années, elle étudie aussi l'aspect sanitaire en relation avec l'Institut de Veille Sanitaire (état et surveillance sanitaire des populations locales) et la sociologie. Une étude sur "les formes d'argumentation autour de la notion de réversibilité" est actuellement en cours dans le cadre de la convention de recherche passée au mois de mars 2009 entre l'ANDRA et l'École des Hautes Études en Sciences Sociales (EHESS).

La zone d'observation

Avant toute décision de localisation précise d'implantation des installations associées au stockage de surface et souterrain, la zone géographique d'observation de l'environnement de surface (pédosphère, hydrosphère, biosphère et atmosphère) se réfère à la zone retenue à l'issue du dossier ANDRA HAVL-Argile 2005 pour l'implantation des installations souterraines, appelée zone de transposition. Elle a été élargie par une zone tampon suffisamment vaste pour tenir compte de la déportation possible des installations de surface de 5 km par rapport aux installations souterraines et des impacts atmosphériques potentiels de ces installations de surface. Elle couvre actuellement une surface d'environ 90 000 hectares située pour les 2/3 dans le département de la Meuse et pour 1/3 dans celui de la Haute-Marne. Au sein de cette zone, l'Observatoire mène des études plus détaillées sur une surface d'environ 250 km² autour de la zone restreinte proposée pour la poursuite des études pour l'implantation des installations souterraines.

Le site est implanté en bordure orientale du Bassin Parisien, dans une région caractérisée par une vaste zone de plateaux calcaires, dont l'altitude varie de 300 à 400 mètres. La région est caractérisée par un climat de type océanique tempéré à tendance continentale.

Malgré la prédominance des espaces agricoles, le territoire recèle quelques écosystèmes semi-naturels comme des zones humides, des formations prairiales ou certains espaces forestiers. Il recèle également une faune et une flore variées et fait état de quelques espèces protégées.

Le site est remarquable par la présence, sur un territoire d'échelle restreinte, de trois écosystèmes forêt, prairie, culture sur un gradient de sol allant de sols calcaires superficiels au sol brun acide profond présentant des situations topographiques contrastées (plateau, coteaux, vallées) et représentatif d'un milieu rural, à faible densité démographique.

Fonctionnement et collaborations

L'OPE travaille actuellement en collaboration avec une dizaine de laboratoires de recherche, huit bureaux d'étude, des associations et plusieurs institutionnels régionaux tels que les fédérations de chasse et de pêche, les chambres départementales et régionales d'Agriculture, les DREAL, l'ONF, l'ONCFS... La mise à disposition des parcelles et points d'observation fait l'objet d'accords ou conventions avec les propriétaires et gestionnaires et les maires des communes concernées.

Depuis 2007, plusieurs études ont été menées pour mettre en place des réseaux d'inventaire et de suivi sur le site. Ces études peuvent être classées en six volets : faune, flore, sol, eau, air et Homme.

Les travaux de l'OPE s'appuient sur une démarche scientifique menée en collaboration/partenariat avec les acteurs de la recherche scientifique français et

internationaux. Dans la majorité des situations, des rapprochements sont établis avec des réseaux nationaux non seulement pour utiliser les mêmes protocoles pérennes mais également pour partager les données et permettre une évolution relative des phénomènes observés sur la zone d'étude. Actuellement, l'Observatoire Pérenne de l'Environnement est ou sera impliqué dans une dizaine de réseaux nationaux :

- Sol : Réseau de Mesure de la Qualité des Sols (RMQS)
- Biodiversité : protocoles Vigie-Nature du MNHN³ :
 - suivi Temporel d'Oiseaux Communs: programme STOC;
 - suivi des Plantes à Fleur : programme SPAF;
 - suivi des chauves-souris
- Forêt : RÉseau National de suivi à long terme des ECOSystèmes FORestiers (RENECOFOR)
- Eaux (Réseau Complémentaire de Surveillance des eaux : Système d'Information sur l'Eau dans le cadre de la Directive Cadre sur l'eau, agences de bassins)
- Air : AIRLOR association agréée de surveillance de la qualité de l'air et ICOS (Integrated Carbon Observation System) - Observatoire Européen des Gaz à Effet de Serre.

Des outils d'observation performants disponibles pour la recherche scientifique

L'organisation matérielle mise en place doit permettre d'appréhender les différentes échelles depuis le territoire jusqu'à la parcelle et se fondera sur :

- des réseaux multifactoriels d'observation et d'inventaire installés pour au moins cent ans couvrant la flore, la faune (2000 points de suivi) et la qualité physicochimique

3. Muséum national d'histoire naturelle.

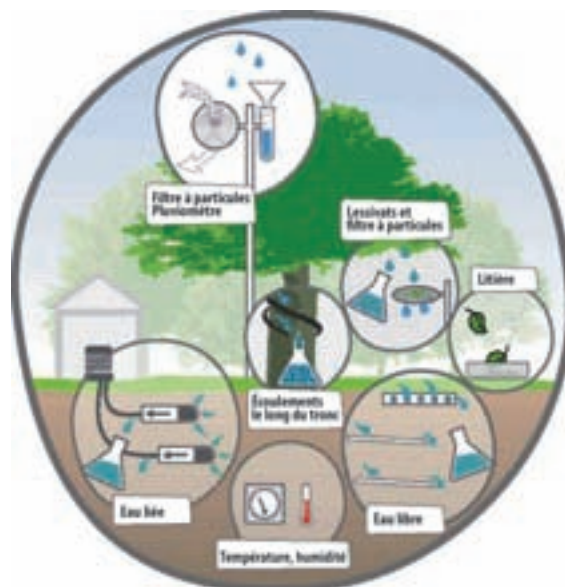


Figure 4 : concept de la station forêt



et biologique des sols (une centaine de points de suivi) et de l'eau (une quinzaine de stations);

– des stations de mesure des flux de matières et d'énergie entre le sol, l'eau, l'air et la biosphère dans les écosystèmes forestiers et agrosystèmes (prairie et culture); pour analyser et déterminer la nature des eaux, des bougies poreuses aspirent l'eau liée au sol tandis que des plaques collectent à différentes profondeurs de sol l'eau qui circule librement. Des mesures du taux d'humidité et de la température sont également effectuées. Des bacs récoltent les feuilles des arbres qui tombent et des filtres à particules recueillent les retombées atmosphériques sèches (poussières) ou humides (pluies) à la fois au-dessus des arbres. Enfin, les écoulements sur les arbres sont analysés;

– des stations de suivi du milieu aquatique;

– une station atmosphérique dédiée au suivi climatique, à la qualité de l'air et aux prélèvements d'échantillons d'air et de particules;

– des images, données et mesures aériennes et satellites (images SPOT, ortho-photo, données Lidar, radar, ...);

– des parcelles expérimentales pour l'étude de la réponse des écosystèmes aux forçages pour l'observation en détail de ces écosystèmes.

Enfin, un site témoin, situé à proximité de la zone couverte par l'Observatoire et aux caractéristiques similaires, permettra aussi de différencier les évolutions locales des évolutions globales.

La mémoire de l'environnement

Deux outils fondamentaux de l'observatoire complètent ce dispositif : une écothèque et une base de données.

L'écothèque permettra de conserver à long terme les échantillons prélevés dans le cadre de l'observatoire (sols, produits végétaux et animaux...). Elle garantira la traçabilité de ces échantillons et offrira la possibilité d'effectuer de nouvelles mesures environnementales si le besoin s'en présentait. En attendant son ouverture début 2013, les échantillons sont conservés à l'Observatoire de recherche sur la qualité de l'environnement du CNRS de Pau.

DESIREE (Données d'Entrée pour la Simulation d'Impact Radiologique Environnemental et Écologique) contient déjà les données relatives à l'environnement des centres de stockages de surface exploités par l'ANDRA dans la Manche et dans l'Aube. Couplée à un système d'information géographique, elle permet de restituer les données sous forme cartographique pour faciliter la diffusion des informations recueillies notamment auprès des scientifiques.

Un fond de référence radiologique

En 2007/2008, une campagne de mesures a été réalisée pour l'OPE sur différentes matrices eaux, sols, bioindicateurs de la zone d'observation. La plupart des résultats de cette campagne sont inférieurs aux limites de détection utilisées lors des analyses. Cependant plusieurs radionucléides ont été détectés sans problème dans les

sols et les matrices biologiques (mousses): ^{234}Th , ^{226}Ra , ^{214}Pb , ^{210}Pb , ^{228}Ac , ^{137}Cs , ^7Be , ^{212}Pb , ^{40}K . Les résultats ont montré que la radioactivité naturelle était essentiellement due, pour sa part tellurique, au ^{40}K ainsi qu'aux chaînes naturelles de radioactivité de ^{238}U et du ^{232}Th . La part cosmogénique de la radioactivité naturelle est due au ^7Be dont la présence est détectée sur 6 des 8 horizons de surface mesurés. Pour un de ces sols, une activité importante a été constatée en ^{210}Pb dont l'origine peut être multiple. La première d'origine tellurique est liée directement au flux d'exhalation en radon 222 (ascendant radiologique du ^{210}Pb) du sol directement sous-jacent. Le seul radioélément d'origine artificielle détecté est le ^{137}Cs dont la présence est constatée sur tous les sols et dans tous les horizons. La présence de ^{137}Cs dans l'environnement est liée aux retombées dues à l'accident de Tchernobyl et aux anciens essais aériens d'armes nucléaires. Les résultats des eaux superficielles et souterraines ont montré qu'ils étaient compatibles avec les valeurs habituellement rencontrées.

Dans le souci de suivre l'évolution technologique des analyses (qui ne manquera pas d'avoir lieu sur la durée du projet : un siècle minimum), il est nécessaire de mettre en place une nouvelle campagne pour des mesures radiologiques plus poussées. Des mesures avec des limites de détection très basses permettront de prévenir les avancées du développement analytique et d'obtenir des résultats valorisables scientifiquement. Un grand programme sur trois ans a donc été mis en place afin de rechercher tous les radionucléides présents dans chacune des matrices environnementales présentes et potentiellement accumulatives: sol, matières en suspension et sédiments pour l'eau, air et retombées atmosphériques, matrices biologiques en utilisant des méthodes analytiques permettant d'atteindre de très bas seuils et parfois avec des méthodes inédites en France (^{36}Cl).

Cette étude complètera les constats radiologiques régionaux à l'échelle du territoire national réalisés par l'IRSN pour le quart Nord-est.

Conclusion

L'observatoire répond aux besoins du projet industriel ANDRA de définition d'un état initial et d'un plan de surveillance de l'environnement notamment pour le contrôle et la surveillance de la radioactivité et de tous les impacts susceptibles d'être liés au stockage. Plusieurs originalités le caractérisent dont la recherche de présence de polluant à l'état de trace et la conservation de la mémoire de cet environnement.

Par sa multidisciplinarité (eau, sol, air, biodiversité, activités humaines), son échelle spatiale (sur plusieurs bassins versants), sa durée, la conservation des échantillons prélevés, mais aussi par ses objectifs scientifiques de suivre et anticiper les évolutions dues aux forçages anthropiques à différentes échelles, l'Observatoire représente un outil remarquable de recherche en environnement mis à la disposition de la communauté scientifique. ■

ASSURER UNE SURVEILLANCE PERMANENTE SUR LE TERRITOIRE NATIONAL,
SUR L'ENSEMBLE DES COMPARTIMENTS ENVIRONNEMENTAUX

Mesures de l'activité volumique du radon dans les bâtiments

Measurement of radon activity concentration in buildings

par Jean-Luc Godet, directeur des rayonnements ionisants et de la santé, Marie-Line Perrin, adjoint au directeur, Cyril Pineau et Éric Dechaux, chargés d'affaires – Direction des rayonnements ionisants et de la santé (ASN)

L'ASN vient de publier le bilan du plan d'actions 2005-2008 pour la gestion du risque lié au radon. Ce plan d'actions, élaboré par l'ASN en 2005 en collaboration avec la Direction de l'habitat, de l'urbanisme et des paysages (DHUP), l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN), l'Institut de veille sanitaire (InVS) et le Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB), faisait partie du premier plan national "santé - environnement" (PNSE), publié par le Gouvernement en juin 2004 et mentionné dans le rapport annexé à la loi du 9 août 2004 relative à la politique de santé publique. La surveillance de l'exposition des personnes au radon était réalisée dans le cadre du plan d'actions 2005-2008.

Contexte historique

Pour la population française, l'exposition au radon constitue, avec l'exposition médicale, la première source d'exposition aux rayonnements ionisants. Le radon est un cancérigène pulmonaire certain pour l'homme (classé dans le groupe I dans la classification du Centre international de recherche sur le cancer (CIRC)). Selon les estimations de l'Institut de veille sanitaire (InVS), entre 1 234 et 2 913 décès par cancer du poumon seraient attribuables chaque année à l'exposition domestique au radon en France, soit entre 5% et 12% des décès par cancer du poumon observés en France [BEH, 2007]. La part attribuable du radon dans la mortalité par cancer du poumon varie en fonction du département et du statut tabagique puisque plus de 70% des décès attribuables au radon domestique seraient des fumeurs ou ex-fumeurs.

Pour estimer ce risque, une première campagne de mesures avait été réalisée conjointement par l'Institut de protection et de sûreté nucléaire (IPSN) et les Directions départementales des affaires sanitaires et sociales (DDASS) dans l'habitat, au cours des années 1980. Cette campagne avait permis de mieux connaître l'exposition au radon en France : la moyenne arithmétique des activités volumiques de radon mesurées dans l'habitat français avait été estimée à 89 Bq.m⁻³ et les moyennes par département étaient comprises entre 22 Bq.m⁻³ (Paris) et 264 Bq.m⁻³ (Lozère)¹. Ces résultats montraient la grande

variabilité entre les régions. Une seconde campagne de mesure de l'activité volumique du radon dans les établissements recevant du public (ERP), lancée en 1999 par la Direction générale de la santé, a permis ensuite de faire des dépistages dans plus de 13 000 établissements, en particulier des établissements scolaires. Ces mesures ont permis de classer les établissements : pour 12% des établissements, l'activité volumique du radon était supérieure à 400 Bq/m³ et, pour 4% d'entre eux, elle dépassait 1 000 Bq/m³.

Mesures de l'activité volumique du radon dans les lieux ouverts au public

À partir de 2002, l'ASN s'est attachée à mettre en place un nouveau cadre réglementaire relatif à la gestion du risque lié au radon dans les lieux ouverts au public.

Executive Summary

Radon exposure, along with medical-related exposure, is the leading source of exposure to ionising radiation for the French population. Measurement campaigns are done in the action plan, drawn up by the French nuclear safety authority (ASN), in cooperation with the French directorate for housing, town planning and countryside (DHUP), the French radiation protection and nuclear safety institute (IRSN), the French health monitoring institute (InVS) and the French scientific and technical centre for construction (CSTB).

The review of 2005-2008 measurement campaign shows that of the 7356 buildings screened, 84.8% had activity concentration levels below the 400 Bq/m³ action level. For the other buildings (15.2%), action will be required to reduce human exposure to radon, possibly including building renovation/redevelopment work. In the 1999-2002 measurement campaign, 12% of the 13,000 buildings screened had a radon activity concentration level higher than 400 Bq/m³.

In addition, the ASN and the French general directorate of labour (DGT) are continuing to work on drawing up regulations for occupational risk management.

The second national health & environment plan (PNSE 2) was published on 26 June 2009. It follows on from the actions initiated in PNSE 1, a document provided for under the Public Health Act dated 9 August 2004 and under the French 'Grenelle' environmental agreements. On the basis of guidelines laid out in PNSE 2, a radon action plan for 2009-2012 will be drawn up, enabling some of the actions to be continued, particularly in the fields of new building projects and dwellings.

1. Plus de détails sur www.irsn.fr, atlas radon, janvier 2000.



| Type d'établissement | Nombre total contrôlés à ce jour | Nb < 400Bq.m ⁻³ | Nb entre 400 et 1000 Bq.m ⁻³ | Nb > 1000 Bq.m ⁻³ |
|--------------------------------------|----------------------------------|----------------------------|---|------------------------------|
| Établissements d'enseignement | 4145 | 3452 (83%) | 532 (13%) | 161 (4%) |
| Établissements sanitaires et sociaux | 3173 | 2761 (87%) | 279 (9%) | 133 (4%) |
| Établissements thermaux | 18 | 8 (44%) | 9 (50%) | 1 (6%) |
| Établissements pénitentiaires | 20 | 17 (85%) | 3 (15%) | 0 |
| TOTAL | 7356 | 6238 (85%) | 823 (11%) | 295 (4%) |

Tableau 1 : bilan des mesures réalisées et transmises par les organismes agréés entre 2005 et 2008.

L'arrêté du 22 juillet 2004 relatif aux modalités de gestion du risque lié au radon dans les lieux ouverts au public exige que les propriétaires fassent des mesures dans 4 types d'établissements dans 31 départements prioritaires.

Dans le cadre de ce dispositif réglementaire, les campagnes de mesures du radon, réalisées entre le 15 septembre de l'année n et le 30 avril de l'année n+1, sont confiées à l'IRSN ou à des organismes agréés par l'ASN qui réalisent les mesures selon les normes publiées par l'Association française de normalisation (AFNOR).

Le graphique 1 montre que sur les 7356 établissements contrôlés, pour environ 84,8% d'entre eux, les activités volumiques sont en dessous du niveau d'action de 400 Bq.m⁻³. Pour les autres, soit 15,2% des établissements, il sera nécessaire de mettre en œuvre des actions destinées à réduire l'exposition des personnes au radon, voire de réaliser des travaux. Pour la campagne de mesure 1999-2002, 12% des 13000 établissements dépistés avaient une activité volumique en radon supérieure à 400 Bq.m⁻³.

La grande majorité des établissements contrôlés sont des établissements d'enseignement et des établissements

sanitaires et sociaux. À noter que sur 18 établissements thermaux dépistés, pour 9 établissements, le niveau d'action de 400 Bq.m⁻³ est dépassé et, pour un établissement, il dépasse le niveau d'action de 1000 Bq.m⁻³.

Analyse des données par département

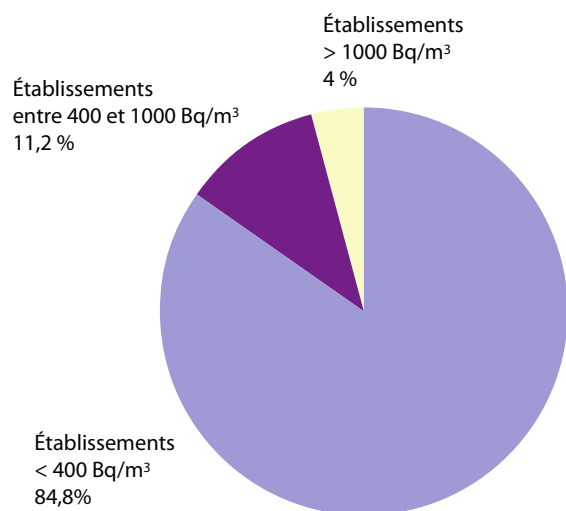
Le graphique 2 fournit le détail des données par département prioritaire. On peut constater que, dans certains départements, les pourcentages d'établissement au-dessus des niveaux d'action sont supérieurs aux pourcentages nationaux (par exemple dans le Finistère, près de 22% des établissements présentent des activités volumiques du radon supérieures au niveau d'action de 400 Bq.m⁻³ et pour 12%, les valeurs mesurées sont supérieures au niveau d'action de 1000 Bq.m⁻³).

Le graphique 3 montre également que dans certains départements non prioritaires, des mesures d'activité volumique du radon dans les lieux ouverts au public ont été réalisées. Par exemple, dans les départements de l'Yonne et des Ardennes, 70 et 65 établissements ont respectivement effectué des mesures. La mise en évidence d'établissements présentant des activités volumiques supérieures à 400 Bq.m⁻³, dans ces départements non prioritaires, conforte le besoin de mettre à jour les zones prioritaires visées par la réglementation.

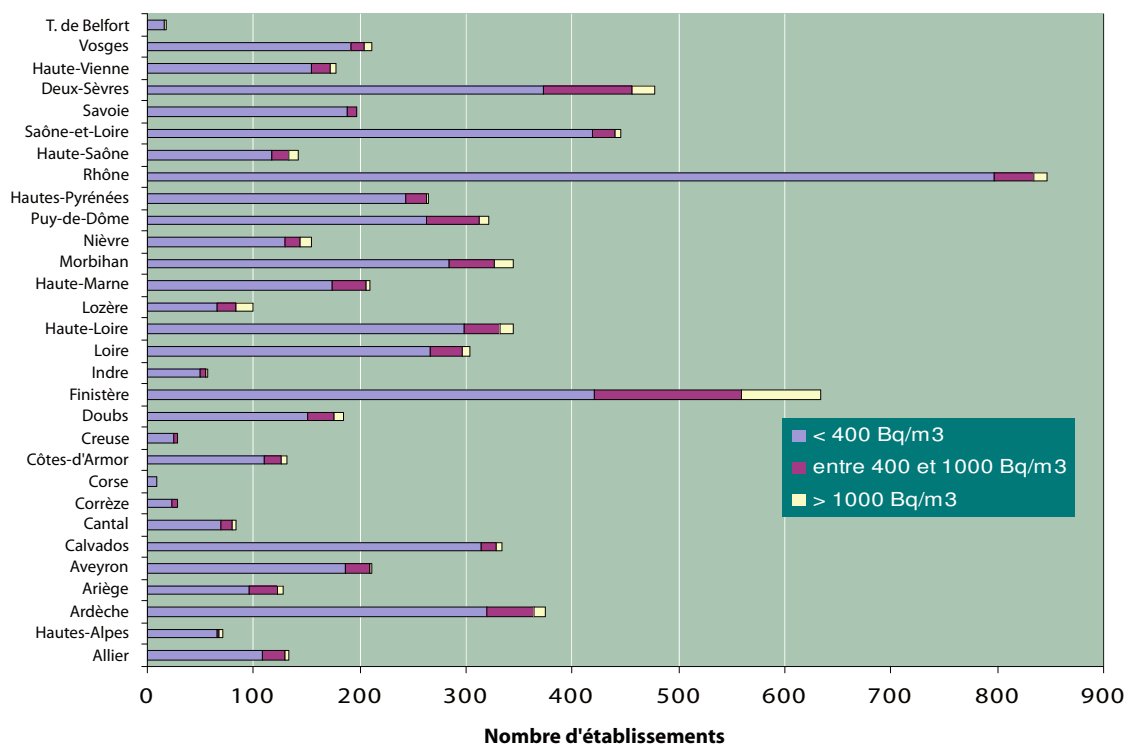
Évolution des zones prioritaires visées par la réglementation

Dans la réglementation relative à la gestion du risque lié au radon dans les lieux ouverts au public, l'obligation de mesurage incombe aux établissements situés dans 31 départements classés prioritaires sur la base des résultats de la campagne IPSN/DGS de mesures du radon dans les bâtiments débutée dans les années 1980. De par leurs caractéristiques géologiques, les 31 départements ont été identifiés comme étant les plus exposés au radon quand la moyenne des activités volumiques mesurées y était supérieure à 100 Bq.m⁻³.

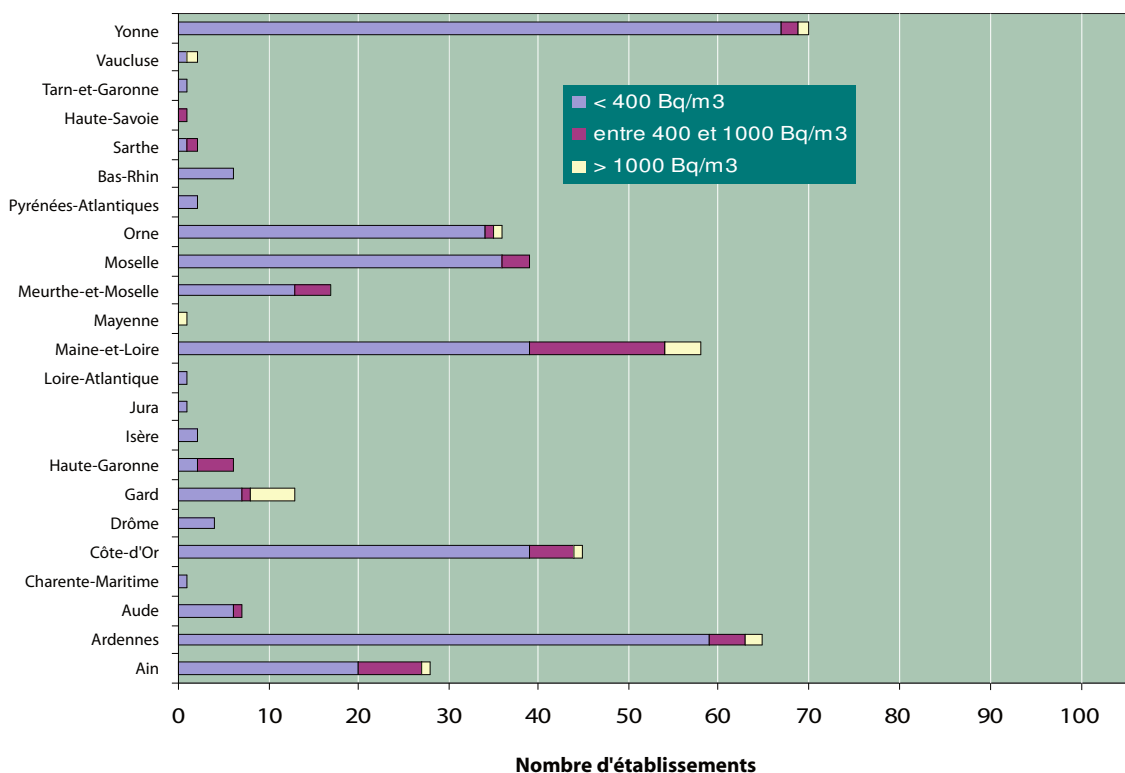
En lieu et place de cette liste de 31 départements, l'ASN souhaite désormais orienter la réglementation vers la définition de "zones prioritaires" plutôt que de conserver la notion de "départements prioritaires". C'est à ce titre que l'IRSN a réalisé en 2007, sur trois départements de la région Bourgogne (Côte-d'Or, Nièvre, Saône-et-Loire),



Graphique 1 : classement des établissements par rapport aux niveaux d'action (campagnes de mesures 2005-2008)



Graphique 2: nombre d'établissements contrôlés par département prioritaire (campagnes de mesures 2005-2008)



Graphique 3: nombre d'établissements contrôlés par département non prioritaire (campagnes de mesures 2005-2008)

une étude de faisabilité (technique et économique) d'une méthode indirecte de cartographie de ces zones. Cette méthode est basée sur l'étude, à différentes échelles spatiales (1/50 000^e et 1/1 000 000^e), d'un zonage possible basé sur des données lithologiques et géochimiques, et sur l'analyse de cofacteurs (présence de failles, de

travaux miniers, ...). Il est à rappeler que l'approche retenue n'a pas pour objectif de déterminer un potentiel radon à partir des résultats de mesures de l'activité volumique de ce gaz dans les bâtiments, mais vise à estimer "le potentiel des terrains" qui constitue la source principale du radon dans les bâtiments.



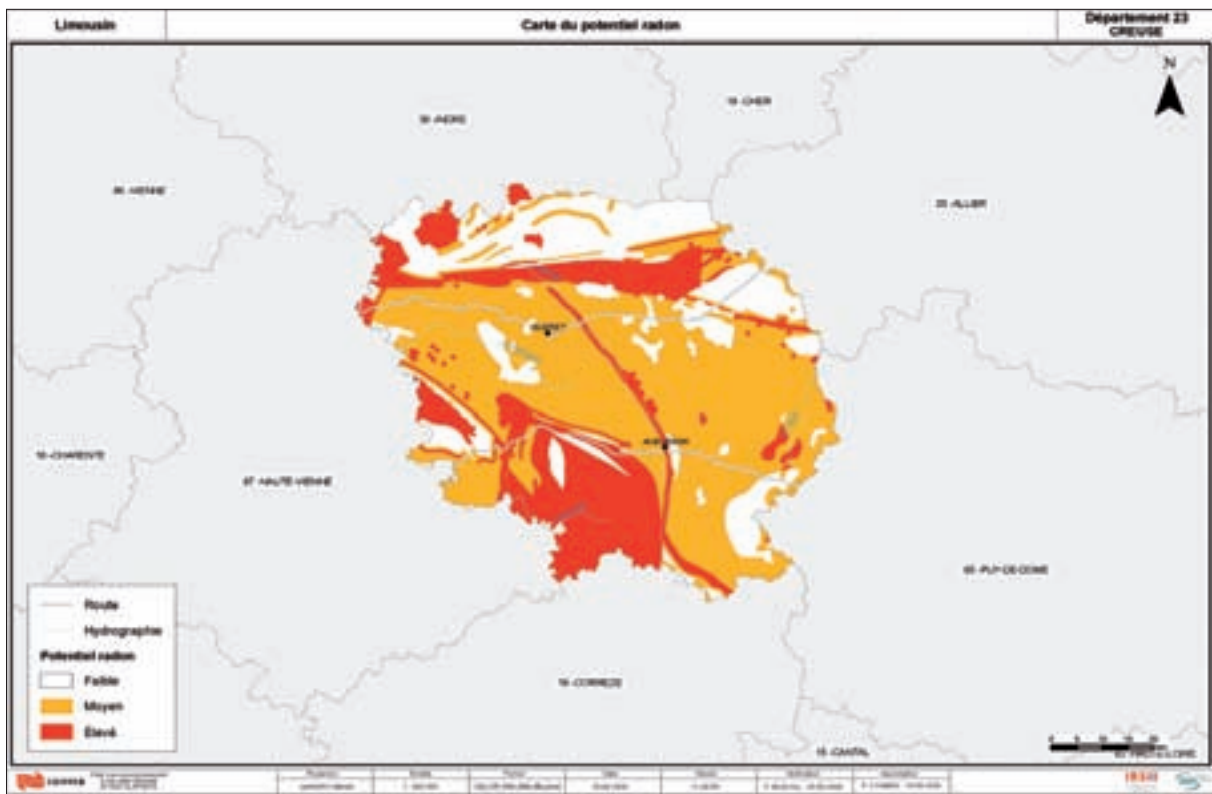


Figure 1 : cartographie du potentiel d'exhalation du radon dans le département de la Creuse en 2009

Il s'agit d'une méthodologie qui consiste à prendre en compte les principaux paramètres influençant, d'une part, le terme source du radon dans le sous-sol et, d'autre part, le transport du radon depuis sa source jusqu'à la surface des sols. Les travaux de recherche menés à l'IRSN sur ce sujet, ainsi que l'étude de synthèse effectuée sur les différentes méthodes utilisées en France et à l'international (rapport IRSN/DEI/SARG 05-06), ont permis de retenir les critères principaux, qui ne sont pas exhaustifs, mais qui permettent d'appliquer la démarche à l'ensemble du territoire à partir d'informations déjà existantes. L'approche proposée est basée sur la compilation et l'exploitation de données géologiques disponibles pour le département concerné, issues de cartes, de banques d'informations, de résultats de travaux de recherches. Elle a pour objet de classer, dans un premier temps, les formations géologiques selon leur potentiel source en radon, c'est-à-dire leur teneur probable en uranium. Dans un deuxième temps, la cartographie obtenue peut être affinée, pour aboutir à l'expression d'un potentiel d'exhalation du radon à la surface du sol, prenant en compte, dans la mesure du possible, les cofacteurs qui facilitent le transport du radon dans les roches et les sols.

Sur la base des résultats de l'étude de faisabilité (technique et économique), l'ASN a demandé à l'IRSN la transposition de la méthode à l'échelle nationale. Ce travail initié mi-2008 permettra la fourniture, au premier semestre 2010, d'une carte de France des zones à potentiel radon, qui pourrait donner lieu à une modification réglementaire de la carte des zones prioritaires.

Réalisation de mesures dans de nouveaux champs d'intervention (milieu de travail et immeubles d'habitation)

L'ASN et la Direction générale du travail (DGT) se sont attachées à poursuivre l'élaboration de la réglementation pour la gestion des risques liés au radon pour les travailleurs. En effet, le décret n° 2007-1570 du 5 novembre 2007 relatif à la protection des travailleurs contre les dangers des rayonnements ionisants et modifiant le code du travail prévoit divers aménagements des règles existantes en matière de protection des travailleurs contre les rayonnements ionisants d'origine naturelle.

Ainsi, l'article R. 4457-6 du code du travail, qui concerne la protection des travailleurs contre les risques liés au radon et à ses descendants, exige que, dans les établissements situés dans les départements prioritaires (liste des 31 départements prioritaires définie en application de l'article R. 1333-15 du code de la santé publique), où les travailleurs, en raison de la situation de leurs lieux de travail, sont exposés au radon et à ses descendants, l'employeur fasse procéder à des mesures de cette activité par un organisme agréé mentionné à l'article R.1333-15 du code de la santé publique ou par l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire.

Le dispositif réglementaire est complètement opérationnel depuis fin 2009 avec l'agrément des organismes chargés de la mesure dans les lieux souterrains.

La loi n° 2009-879 du 21 juillet 2009 portant réforme de l'hôpital et relative aux patients, à la santé et aux

territoires a complété les dispositions du code de la santé publique concernant la gestion du risque lié au radon, rendant obligatoire la mesure de l'activité du radon dans les lieux d'habitation. Le décret d'application de la loi en cours de préparation devra préciser le niveau d'activité maximale en radon au-dessus duquel, il est nécessaire de réduire les expositions au radon et les catégories d'immeubles concernées par ces nouvelles dispositions. L'ASN a déjà donné son accord pour que le niveau d'activité maximale soit porté à 300 (au lieu de 400) suivant ainsi les dernières recommandations de l'OMS et de la CIPR. Elle a par ailleurs pris position pour que tous les bâtiments collectifs d'habitation entrent dans le champ du contrôle réalisé par les organismes agréés par l'ASN pour la mesure du radon, à condition qu'un calendrier réaliste de mise en œuvre soit prévu.

La surveillance de l'exposition au radon constitue une pièce maîtresse du plan national d'actions mis en place de 2005 à 2008. L'extension progressive aux lieux de travail et aux bâtiments collectifs d'habitation devrait permettre à terme de mieux cerner ce risque pour la

population générale. L'ASN a proposé qu'une base nationale regroupant l'ensemble des données d'exposition disponibles pour les lieux ouverts au public, les immeubles d'habitation et les lieux de travail soit créée, en confiant ce projet à l'IRSN. L'objectif, pour l'ASN, est de rendre ces données accessibles aux différents partenaires intervenant sur ce domaine et au public.

Le 26 juin 2009, le deuxième plan national santé environnement a été publié. Il s'inscrit dans la continuité des actions portées par le premier PNSE, prévu par la loi de santé publique du 9 août 2004 et le Grenelle de l'environnement. Sur la base des orientations définies dans le PNSE 2, ce bilan constituera un point de départ à la rédaction d'un plan d'actions 2009-2012 qui fera l'objet d'une collaboration entre l'ASN, les ministères et les partenaires institutionnels et organismes intervenant sur la thématique du radon. Ce plan 2009-2012 devrait par ailleurs se situer dans la continuité du Plan d'actions 2005-2008, ce qui permettrait de poursuivre certaines actions entamées, notamment dans le domaine des constructions neuves et de l'habitat privé. ■





Prélèvement d'eau sur un piézomètre – Centrale nucléaire du Blayais

ASSURER UNE SURVEILLANCE PERMANENTE SUR LE TERRITOIRE NATIONAL, SUR L'ENSEMBLE DES COMPARTIMENTS ENVIRONNEMENTAUX



La surveillance de l'environnement autour des centres nucléaires de production d'électricité d'EDF en France

Environmental monitoring around nuclear power plants of EDF in France

Par Vincent Chrétien et Pierre-Yves Hemidy, Division production nucléaire – EDF

Executive Summary

As part of the regulatory environmental monitoring around its nuclear power plants, EDF carries out every year more than 40.000 measurements. In addition EDF performs more precise radioecological surveys on all its sites. This monitoring shows the minor incidence of EDF's nuclear power plants on the environment and a general decrease of gamma emitters radionuclides in the environment. These results confirm the efforts lead by EDF to minimise its impacts on the environment, linked to an efficient waste management and demonstrate the good operating standards of its plants.

On a qualitative viewpoint, significant efforts on both metrology and organization have lead to improved measurements capabilities, in order to achieve NF EN ISO/CEI 17025 standard compliance. More recently, a similar approach has been implemented with sampling methods.

While today the level achieved in the number and quality of measurement complies with the objectives of the monitoring of the impact of the nuclear power plants on the environment, the results of this monitoring should be presented to the public with more pedagogy to give an adequate answer to their expectations. The new questions that will undoubtedly be raised by the recent availability of this information on the Internet should reinforce this dialogue and should also be the opportunity to improve the quality of our communication.

Contexte historique

Le parc de production nucléaire d'EDF en France est composé de 58 réacteurs à eau pressurisée (REP) en exploitation, implantés sur 19 Centres nucléaires de production d'électricité ou CNPE (figure 1).

“La conformité à la réglementation en vigueur, la prévention des pollutions ainsi que la recherche d'amélioration continue de la performance environnementale” constituent un des engagements de la politique environnementale d'EDF. Dans ce cadre, tous les sites nucléaires d'EDF disposent d'un système de management de l'environnement certifié “ISO 14001”. Leur maîtrise des événements susceptibles d'avoir un impact sur l'environnement repose sur une application stricte des règles de prévention (bonne gestion des effluents, de leur traitement, de leur stockage, de leur contrôle avant, pendant et après le rejet, etc.) et sur un système complet de surveillance de l'environnement autour des sites nucléaires.

L'ensemble de ces dispositions est régi par un corpus réglementaire, dont les autorisations de prélèvements



Figure 1 : les 19 CNPE EDF en France

d'eau et de rejets propres à chaque CNPE qui fixent le cadre des dispositions à prendre par l'exploitant pour établir et mettre en œuvre, en accord avec l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), un programme de surveillance de l'environnement destiné à évaluer l'incidence du fonctionnement des installations sur les écosystèmes. Pour chaque CNPE, plus de 2000 mesures réglementaires sont ainsi réalisées chaque année.

À ces mesures réglementaires s'ajoutent près de 500 analyses réalisées volontairement par EDF dans le cadre de la "fonction de suivi et d'étude" de la surveillance de l'environnement.

Les mesures réalisées dans le cadre de la surveillance de l'environnement sont distinctes de celles mises en œuvre par les exploitants des installations nucléaires pour contrôler les rejets d'effluents, et ainsi s'assurer du respect des limites réglementaires fixées dans les autorisations de prélèvements d'eau et de rejets. Afin d'éviter toute interférence, ces mesures sont réalisées dans des laboratoires séparés physiquement : l'un pour le contrôle des rejets d'effluents, l'autre pour la surveillance de l'environnement.

L'activité de contrôle des rejets d'effluents n'est pas abordée dans la suite de cet article.

Objectifs de la surveillance de l'environnement

La surveillance de l'environnement autour des sites nucléaires a pour objectif de s'assurer de l'efficacité des dispositions prises dans l'exploitation des installations, pour la protection de l'homme et de l'environnement, en mesurant l'incidence qui pourrait résulter des différents rejets possibles, tant dans l'écosystème terrestre (herbe,

terres, productions agricoles, lait) et dans l'atmosphère (poussières atmosphériques, eau de pluie, rayonnement gamma ambiant) que dans les eaux de surface (mer ou rivière, et les différentes matrices aquatiques: sédiments, faune, flore) et les eaux souterraines.

Les analyses réalisées sont ainsi ciblées sur les substances susceptibles d'être rejetées par l'installation et réalisées sur des matrices choisies, pour avoir une image représentative de l'incidence du site.

La surveillance de l'environnement assure trois fonctions :

– **une fonction d'alerte.** Il s'agit de détecter au plus tôt toute évolution anormale d'un paramètre lié au fonctionnement de l'installation et de déclencher des actions spécifiques (investigations complémentaires, recherche de fuite, etc.). Au regard de l'objectif de rapidité de détection, les radionucléides recherchés doivent être facilement détectables par les équipements de mesure et de plus représentatifs d'une situation événementielle ;

– **une fonction de surveillance de routine.** Cette fonction regroupe toutes les mesures de surveillance réalisées en routine autour et au droit du site. Leurs résultats permettent de positionner les données de surveillance environnementales par rapport à des valeurs guides¹ ou valeurs (ou intervalles) repères², ou par rapport au niveau naturel d'activité constituant le bruit de fond naturel. Ces mesures de routine permettent de disposer en permanence d'un état de référence autour du site à comparer à ce qui pourrait être mesuré après un incident, un accident ou tout autre événement radiologique éventuellement extérieur aux installations. La fréquence de ces mesures est en général inférieure ou égale au mois ;

– **une fonction de suivi et d'étude** pour chaque site, fondée sur un suivi annuel radioécologique et hydrobiologique d'incidence sur les écosystèmes, confié par EDF à des laboratoires extérieurs reconnus (IRSN, CEMAGREF, IFREMER, ONEMA, laboratoires privés et universitaires), complété tous les 10 ans par un bilan radioécologique plus poussé. Ces études permettent de suivre dans le temps et dans l'espace, les évolutions de la radioactivité dans les différents compartiments du milieu récepteur (atmosphérique, aquatique continental et marin, terrestre) et les différentes matrices (aérosols, eaux, terres, sédiments, matrices biologiques) de façon extrêmement fine.

Des graphes constitués de résultats de mesures de surveillance sur différentes matrices environnementales, issus principalement de la fonction de suivi et d'étude, sont présentés à la fin de cet article.

En complément des registres réglementaires mensuels transmis à l'ASN, les résultats de ces mesures et études sont intégrés au rapport public annuel de surveillance de l'environnement de chaque site, transmis à l'ASN, à la

1. Valeur guide : valeur définie dans la réglementation ou par des organismes internationaux reconnus (OMS, CIPR, etc.).

2. Valeurs (ou intervalles) repères : valeurs (ou intervalles) définis par l'exploitant.





Laboratoire environnement – Centrale nucléaire du Blayais

préfecture, aux services nationaux et déconcentrés de l'État concernés ainsi qu'à la Commission locale d'information. Les mesures de surveillance de l'environnement sont également mises en ligne tous les mois sur le site internet d'EDF (www.edf.com).

Par ailleurs, depuis le 1^{er} février 2010, les données réglementaires de surveillance de la radioactivité de l'environnement autour des sites nucléaires d'EDF sont également accessibles au public avec une mise en ligne mensuelle sur le site internet du Réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement (www.mesure-radioactivite.fr).

Mise en œuvre de la surveillance de l'environnement

La surveillance de l'environnement est basée sur un programme de prélèvements et de mesures prédéfini, afin de disposer de chroniques suffisamment représentatives, longues et comparables.

Le programme de mesures, les points et les fréquences des prélèvements sont prescrits dans les textes réglementaires, pour les fonctions d'alerte et de surveillance de routine, ainsi que pour certaines mesures de la fonction de suivi et d'étude.

Les points de prélèvement et les matrices à prélever peuvent différer selon leur rôle et les fonctions de la surveillance considérées. Ainsi les mesures atmosphériques à proximité des installations sont par exemple privilégiées pour la fonction d'alerte (mesure du débit de dose gamma ambiant dans l'air dans un rayon de 1 km autour de l'installation par exemple), alors que les mesures de la fonction de surveillance de routine sont

réalisées sur un grand nombre de matrices prélevées à des distances pouvant aller jusqu'à plusieurs kilomètres du site. Les mesures réalisées sur les matrices biologiques (végétaux, lait, poissons...) ne sont typiquement pas utilisables pour la fonction d'alerte en raison des temps de transfert et/ou d'assimilation liés au métabolisme végétal ou animal.

De même, la fréquence des mesures et les performances analytiques des techniques retenues dans le cadre du programme de surveillance dépendent de chaque fonction de surveillance et sont caractérisées par un couple "fréquence-limite de détection" adapté. Ainsi une mesure réalisée dans le cadre de la fonction d'alerte aura une fréquence élevée, voire une réalisation en continu mais ne nécessitera pas une grande précision. C'est le cas des mesures de débit de dose gamma ambiant, dont la fréquence d'intégration descend jusqu'à 10 secondes et dont l'incertitude est de l'ordre de 20%. En revanche, une mesure de la fonction de suivi et d'étude peut avoir une fréquence de prélèvement plus faible (annuelle par exemple) mais sera réalisée avec des moyens analytiques beaucoup plus performants ou des temps de comptage plus importants.

Réalisées de manière volontaire par l'exploitant, les analyses et mesures non prescrites réglementairement viennent compléter les connaissances acquises au travers des analyses réalisées à titre réglementaire. Pour ces analyses, le programme, les points de prélèvement et les mesures ont plus de latitude à évoluer dans le temps afin de prendre en compte les évolutions technologiques et l'optimisation générale de la surveillance qui peut être réalisée en cohérence avec la surveillance réalisée par d'autres exploitants ou l'IRSN. Cela concerne

principalement les mesures réalisées dans le cadre de la fonction de suivi et d'étude. Ainsi EDF a par exemple augmenté le nombre de ses mesures de tritium organique réalisées dans le cadre des suivis radioécologiques annuels, afin de disposer d'éléments de réponse aux questions de plus en plus fréquentes sur cette forme chimique du tritium.

Optimisation des moyens dédiés à la surveillance de l'environnement

Les ressources tant humaines que matérielles à consacrer à la surveillance de l'environnement sont à la fois fonction du nombre de prélèvements et mesures à réaliser, et pour les mesures de la "performance analytique" attendue pour répondre aux objectifs de la surveillance, et doivent tenir compte des contraintes industrielles.

En effet, l'amélioration de la performance analytique entraîne généralement l'augmentation des temps de comptage avec pour corollaire l'atteinte du taux d'occupation maximum des appareils et la nécessité de réaliser des investissements supplémentaires voire des changements analytiques complets sans pour autant améliorer la qualité de la surveillance. La question de l'augmentation de la performance analytique est parfois posée aujourd'hui avec la diminution générale des niveaux de radioactivité artificielle mesurables dans l'environnement en France. Ce fait est attribuable à la décroissance des retombées des essais d'armes nucléaires et de l'accident de Tchernobyl ainsi qu'à la diminution d'un facteur 100 des rejets d'effluents liquides radioactifs des CNPE (hors tritium et carbone 14) depuis les années '80. Cette situation, qui mène de plus en plus souvent à la production de résultats inférieurs à la limite de détection, n'est en soi pas gênante pour répondre aux deux fonctions d'alerte et de surveillance de routine, mais nécessite d'accompagner avec pédagogie la présentation de ces résultats au public, notamment dans le cadre du Réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement.

Pour des raisons de réactivité, les mesures de la fonction d'alerte sont systématiquement mises en œuvre par des personnels des sites. Les mesures de la fonction de surveillance de routine sont pour la plupart réalisées par les laboratoires "environnement" des CNPE agréés par l'ASN, et en partie confiées à des laboratoires extérieurs, eux-mêmes agréés. Les mesures de la fonction de suivi et d'étude, qui font appel à des techniques beaucoup plus performantes, sont toutes réalisées par les laboratoires spécialisés publics ou privés externes.

Enfin la démarche d'agrément des laboratoires a conduit à une homogénéisation des pratiques des différents laboratoires contribuant à la surveillance de l'environnement en garantissant un niveau d'exigences minimales. Depuis, cette action s'est notamment étendue au domaine du prélèvement. Ainsi, EDF a participé avec d'autres exploitants nucléaires: ANDRA, AREVA, CEA, Marine nationale, à l'élaboration de guides méthodologiques sur les prélèvements d'air et d'eaux. Ces guides



Surveillance de l'environnement à la centrale nucléaire du Blayais – Prélèvement d'un filtre àérosol

ont été diffusés fin 2009 et début 2010 et d'autres guides de ce type sont envisagés.

Notion de surveillance complémentaire

Des actions de surveillance particulières peuvent aussi être mises en œuvre suite à certains événements susceptibles d'entraîner des contaminations ou des pollutions ponctuelles. Cette surveillance, qualifiée de surveillance complémentaire, est définie au cas par cas par EDF, sauf cas prévus dans les textes réglementaires, et fait l'objet d'une information à l'ASN. Elle consiste par exemple à augmenter les fréquences des prélèvements et des mesures en cas d'élévation inattendue des valeurs mesurées lors de la surveillance de routine, ou à réaliser des analyses complémentaires. Afin d'éviter une pollution effective, les seuils de mise en œuvre de cette surveillance complémentaire sont relativement bas. Ainsi par exemple, les autorisations de rejets prévoient qu'en



Prélèvement d'eau – Centrale nucléaire de Fessenheim



cas de dépassement de la valeur de $0,002 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ sur les mesures bêta aérosols sur filtre, l'exploitant procède à une analyse isotopique complémentaire par spectrométrie gamma, afin d'identifier d'éventuels radionucléides artificiels.

Quelques résultats de la surveillance

Lors du suivi radioécologique 2008, environ 440 échantillons ont été prélevés dans l'environnement des CNPE. Ces prélèvements ont donné lieu à près de 500 analyses.

La radioactivité d'origine naturelle y est qualitativement et quantitativement identique à celle observée lors des études radioécologiques antérieures et les principaux résultats des mesures de radioactivité artificielle sont précisés ci-dessous, milieu par milieu.

Milieu terrestre

Les différentes matrices qui caractérisent le milieu terrestre: sols cultivés ou non, lait, eaux douces (nappe, boisson, irrigation), comportent des traces de césium 137 sur l'ensemble du territoire. Comme l'illustre la figure 2, les activités mesurées sont influencées par les essais aériens d'armes nucléaires qui ont introduits du césium 137 (mais aussi du tritium) dans l'atmosphère auxquels se sont ajoutés les césium de l'accident de Tchernobyl, qui continue à décroître. Le marquage du milieu terrestre par les rejets d'effluents radioactifs gazeux des CNPE demeure difficilement perceptible malgré les limites de détection très basses des techniques analytiques utilisées. Seule l'influence du carbone-14 rejeté par les CNPE peut être réellement décelée; elle est cependant très faible, avec un écart de 2 à

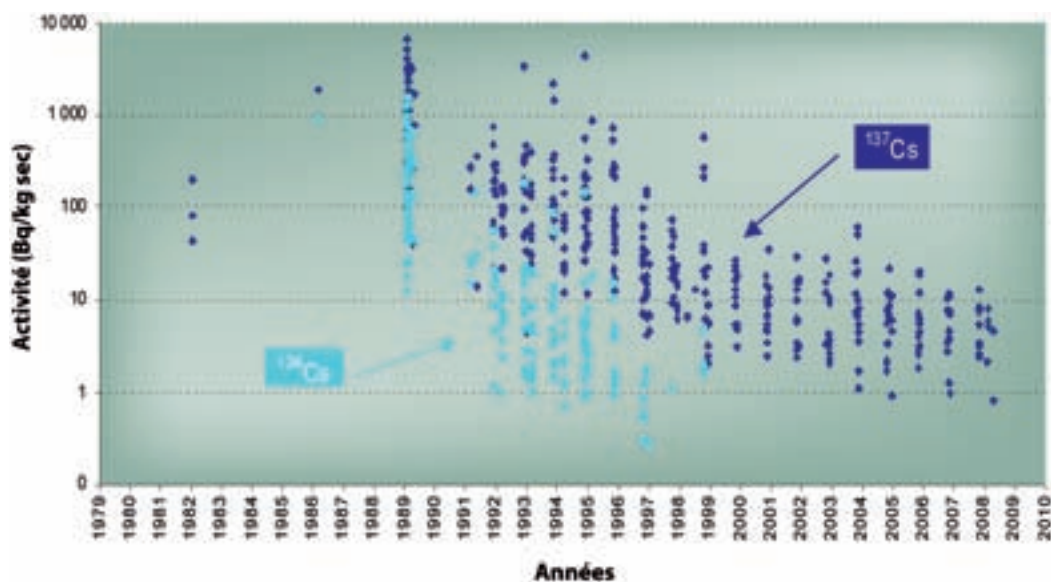


Figure 2 : évolution de l'activité des ^{137}Cs et ^{134}Cs dans les mousses terrestres et les lichens de la moitié Est de la France (Rhône, Rhin, Meuse et Moselle)

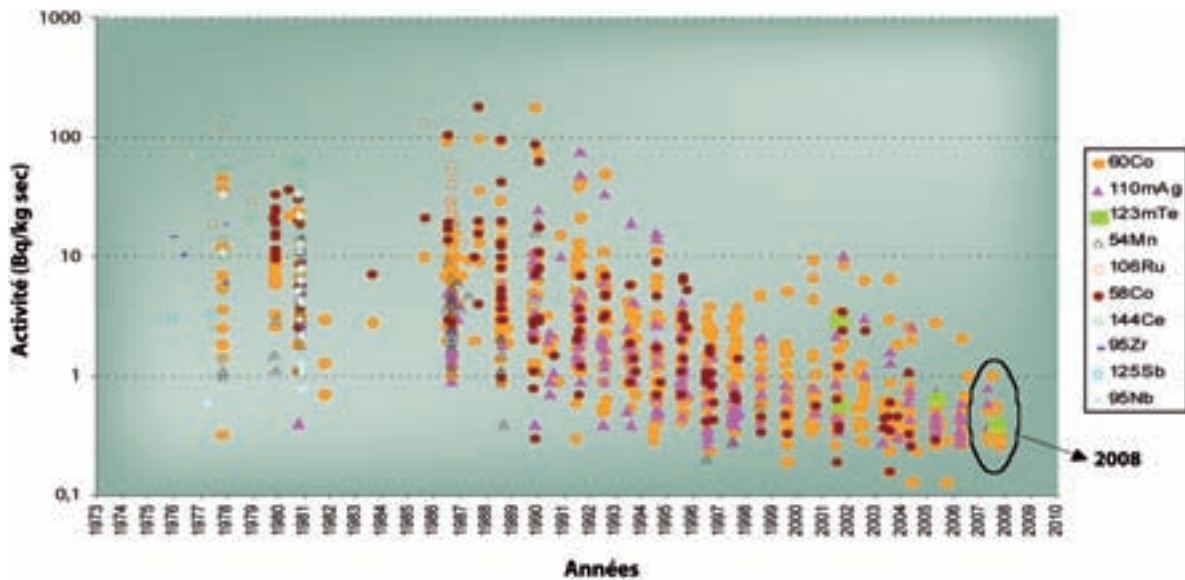


Figure 3 : évolution de l'activité des radionucléides émetteurs gamma, autres que les césium, dans les sédiments récoltés dans l'environnement proche des CNPE continentaux

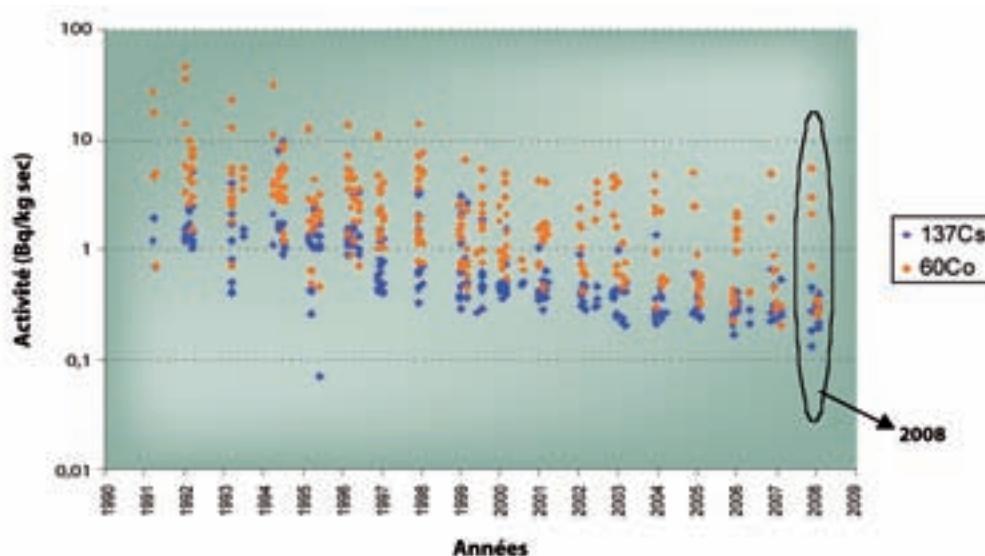


Figure 4 : évolution de l'activité du ^{137}Cs et du ^{60}Co dans les algues prélevées dans l'environnement proche des CNPE côtiers du Nord de la France

3% en moyenne (soit de l'ordre des incertitudes) par rapport aux zones non influencées par les rejets.

Milieu aquatique continental

L'environnement aquatique continental des CNPE français est, en 2008, caractérisé par la détection de traces de radionucléides artificiels dont l'origine peut être attribuée aux retombées concomitantes des essais atmosphériques d'armes nucléaires et de l'accident de Tchernobyl (césium 137), aux hôpitaux (iode 131), aux rejets d'effluents radioactifs des CNPE d'EDF et aux rejets d'effluents radioactifs d'installations nucléaires françaises ou européennes appartenant à d'autres exploitants. L'exploitation du parc électronucléaire d'EDF contribue à l'apport ponctuel de carbone 14, de césium 137, de cobalt 60 et 58 et de tritium. L'activité et la fréquence de détection des radionucléides émetteurs gamma est en constante diminution depuis les deux dernières décennies (figure 3). Une augmentation ponctuelle de l'activité en tritium libre (i.e. sous forme d'eau tritiée) peut être observée dans les matrices biologiques, en concomitance avec l'occurrence d'un rejet réalisé conformément aux limites réglementaires.

Milieu marin

Cinq des 19 CNPE sont situés sur le littoral (figure 1). L'exploitation des résultats obtenus depuis la mise en place du suivi radioécologique annuel en 1992 fait apparaître des niveaux d'activité bas mais également une baisse globale de l'activité des radionucléides émetteurs gamma artificiels dans l'ensemble des matrices étudiées notamment dans les algues prélevées dans l'environnement proche des CNPE côtiers du nord de la France (figure 4).

Les mesures réalisées montrent donc une baisse globale de l'activité radioactive et montrent que l'incidence des installations n'est perceptible que dans le champ proche

de fait des rejets d'effluents autorisés. Ces résultats sont en parfaite cohérence avec les estimations de dose efficace reçue par le public, calculées à partir des données annuelles de rejets d'effluents. Ces doses restent très faibles (de l'ordre du microSv/an) et se situent bien en deçà de la limite réglementaire de 1000 microSv/an et du niveau d'exposition moyen attribuable à la radioactivité naturelle en France de 2400 microSv/an.

Conclusions et perspectives

Pour la surveillance de l'environnement autour des centres nucléaires de production d'électricité, EDF réalise chaque année plus de 40000 mesures réglementaires auxquelles s'ajoutent des centaines d'analyses annuelles pour caractériser plus finement les incidences éventuelles des rejets d'effluents. Toutes ces mesures confirment la très faible incidence des rejets radioactifs des CNPE sur l'environnement et une baisse générale de l'activité des radionucléides émetteurs gamma artificiels mesurés. Ces résultats témoignent des actions réalisées par les exploitants des CNPE pour optimiser les rejets d'effluents et minimiser leurs impacts, tant sur l'environnement que sur l'homme.

Les progrès accomplis par les laboratoires environnement des CNPE, en matière de métrologie et de prélèvements pour se conformer à la norme ISO 17025, ont permis de renforcer la rigueur des organisations et la qualité des mesures réalisées.

Aujourd'hui, si les performances métrologiques atteintes ainsi que le nombre de mesures réalisées sont en adéquation avec les besoins de la surveillance autour des CNPE, l'accompagnement des résultats auprès du public mérite plus de pédagogie. Les questions qui ne manqueront pas d'être soulevées avec l'ouverture du site internet du Réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement contribueront à progresser dans ce sens. ■



ASSURER UNE SURVEILLANCE PERMANENTE SUR LE TERRITOIRE NATIONAL,
SUR L'ENSEMBLE DES COMPARTIMENTS ENVIRONNEMENTAUX

Surveillance radiologique de l'environnement du site AREVA NC de La Hague

Radioactivity monitoring of the environment of AREVA NC site at La Hague

Par Serge Le Bar, Direction qualité, sécurité, sûreté-environnement de l'Établissement AREVA NC de La Hague et
Patrick Devin, Direction sûreté, santé, sécurité, environnement d'AREVA

La surveillance environnementale n'est pas seulement une exigence réglementaire, elle est également sociétale. La réglementation et sa déclinaison au travers des autorisations de rejets permet de définir une base technique à laquelle chacun peut se référer et porter un avis (services de l'État, organismes divers, associations...).

Le cadre réglementaire est défini suivant le type de l'installation concernée :

- son activité ;
- les caractéristiques de ses rejets ;
- son environnement.

L'arrêté du 8 janvier 2007 modifiant l'arrêté du 10 janvier 2003 relatif aux rejets et prélèvement d'eau précise les dispositions et mesures à respecter, spécifiques au site AREVA NC de La Hague, qui consistent notamment en une diminution des limites de rejets. Ces mesures se déclinent sur trois principaux items :

- les limites, principalement de rejets, à ne pas dépasser ;
- les modalités techniques d'exploitation à respecter ;
- les analyses à effectuer.

Le plan de surveillance d'un site nucléaire, tel que celui d'AREVA NC de La Hague, a pour objectifs de montrer le respect des engagements pris auprès des autorités, être capable de détecter une dérive dans les niveaux observés, permettre de contribuer à l'évaluation des impacts des activités industrielles, s'assurer de l'adéquation entre la qualité des milieux et les usages pratiqués, mais également de répondre à une attente sociétale notamment en informant le public de l'état radiologique de l'environnement. Les nombreux travaux de la Commission Locale d'Information (CLI de La Hague) et du Groupe Radioécologie Nord-Cotentin (GRNC : voir encadré) sont une illustration de cette attente.

Le Nord-Cotentin sur lequel plusieurs installations nucléaires sont implantées (AREVA NC, EDF Flamanville, ANDRA, Marine Nationale) est un "territoire de débat" sur le nucléaire. Les plans de surveillance des différents exploitants nucléaires permettent de fournir une assise aux débats et discussions sur la radioactivité locale.

Concernant l'objectif consistant à contribuer à l'évaluation de l'impact dosimétrique, le programme de surveillance permet de vérifier la cohérence des modèles de calculs utilisés pour l'estimation de l'exposition radiologique des populations locales aux rayonnements. En effet, les analyses dans l'environnement sont comparées par le GRNC aux calculs des modèles informatiques. L'adéquation des calculs et des mesures permet de vérifier la cohérence des expositions radiologiques qui sont publiées.

Programme de surveillance radiologique de l'environnement

Les rejets sont contrôlés en continu, afin de permettre des actions correctives rapides en cas de besoin et en différé afin d'en faire une comptabilité précise. Par ailleurs, afin de pouvoir surveiller l'impact réel du site sur l'environnement, une surveillance de la radioactivité est effectuée dans les écosystèmes et sur les chaînes de transfert jusqu'à l'homme.

La connaissance du milieu environnant permet de choisir le lieu et le nombre de points de mesure garantissant que l'ensemble du processus est contrôlé :

Executive Summary

The monitoring program of the environment (environment and discharges) of the AREVA NC site represents about 70000 annual radiologic analyses plus about 5000 chemical analyses of the air, the ground and the marine compartments.

This monitoring plan is one of the most important for a nuclear site. In addition, there are monitoring plans of the other local nuclear site (EDF, ANDRA and National Navy), the IRSN monitoring (see IRSN and national radioactivity network web site) and the ACRO¹ monitoring, that means North-Cotentin is one of the most monitored regions of the world concerning radioactivity.

This monitoring is accompanied with dialogue with stakeholders (Local Committee of Information) and with pluralistic expertise (Radioecology North-Cotentin Group, GRNC).

The GRNC allowed the establishment of a calculation model of the exposures of the local populations; these exposures are the object of an annual expertise of this pluralistic group. The exposures calculated are lower than 20 microsieverts that is to say approximately 2 days of natural radioactivity exposure.

1. Association pour le Contrôle de la Radioactivité dans l'Ouest.

- surveillance atmosphérique : radioactivité de l'air à la périphérie et à l'extérieur du site ;
- surveillance terrestre : végétation, légumes, lait, viande, ... ;
- surveillance hydrologique : ruisseaux, nappe phréatique, eaux potables ;
- surveillance marine : faune et flore marines, eau de mer, sédiments, sable.

Les analyses sont effectuées principalement par :

- le laboratoire environnement d'AREVA NC de La Hague, qui est agréé par l'ASN dans le cadre du Réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement (RNM) pour l'ensemble des analyses nécessaires à la surveillance radiologique réglementaire et qui est également accrédité COFRAC (Comité Français d'Accréditation) ;
- l'IFREMER (Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer) pour des mesures chimiques ;
- le Laboratoire départemental d'analyses (LDA 50) pour des mesures radiologiques et chimiques.

Le programme annuel de surveillance est établi sous le contrôle de l'ASN qui fixe les natures, fréquences, localisations et modalités techniques des mesures. Tous les documents relatifs au programme réglementaire de surveillance des rejets de l'Établissement et de l'environnement sont transmis mensuellement pour contrôle à l'ASN, qui fait réaliser par ailleurs des prélèvements et analyses. Depuis 2009, les mesures de radioactivité de l'environnement réglementaires agréées sont transmises au RNM et disponibles au public depuis le 1^{er} février 2010 sur le site du RNM (www.mesure-radioactivite.fr).

En 2009, la surveillance de l'environnement et le contrôle des rejets a représenté :

- pour l'aspect radiologique : 23000 prélèvements et 70000 analyses environ ;
- pour l'aspect chimique : 2100 prélèvements et 5000 analyses environ.

L'ensemble de ces données est géré par le progiciel EXPR développé en 2004 sous assurance qualité par AREVA NC permettant notamment l'édition des registres réglementaires mensuels et la transmission mensuelle également des données réglementaires de surveillance de la radioactivité de l'environnement au Réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement.

L'air

L'atmosphère

Les mesures de radioactivité atmosphérique portent sur les poussières, les gaz et le rayonnement gamma ambiant.

Les cinq villages avoisinant le site AREVA NC de La Hague sont équipés d'une station réglementaire de mesure de la radioactivité de l'air ambiant (figure 1). Deux types de mesures sont effectués par les stations :

- mesures en continu : ces mesures portent sur la radioactivité alpha et bêta des aérosols, les gaz (dont le krypton 85) et le rayonnement gamma. Ces informations



Figure 1 : schéma d'implantation des stations villages



Analyses dans le laboratoire environnement du site AREVA NC de La Hague

sont transmises via une liaison téléphonique au poste de contrôle de l'environnement ;

- mesures en différé : des prélèvements d'air sont effectués en continu au travers de pièges qui sont ensuite analysés en laboratoire. Les mesures portent sur la radioactivité alpha et bêta des aérosols (comptage et spectrométrie), sur l'iode, le tritium et le carbone 14.

Une dosimétrie d'ambiance est effectuée mensuellement à la clôture de l'Établissement. Cette mesure exercée en 11 points permet de mesurer le rayonnement gamma d'origine naturelle (cosmique et tellurique) et éventuellement industrielle, elle est réalisée à l'aide de dosimètres intégrateurs thermoluminescents.

L'eau de pluie

L'eau de pluie est un indicateur de l'activité des aérosols dans l'air. La pluie, en tombant, lessive l'air et entraîne les aérosols et les poussières. Elle contribue également au rabattement du tritium gazeux sous forme d'eau tritiée.

Des mesures sont effectuées de façon hebdomadaire en deux points du canton de La Hague.



O

ù va le GRNC ?

Par **Christophe Murith**, président du Groupe radioécologie Nord Cotentin (GRNC)

Créé en 1997 suite à l'étude cas-témoins du professeur Jean-François Viel portant sur la leucémie chez les jeunes de 0 à 24 ans dans un rayon de 35 km autour du site de l'usine AREVA NC de La Hague, le Groupe Radioécologie Nord Cotentin (GRNC) cherche sa place dans le nouveau contexte actuel. Faut-il poursuivre les travaux de ce groupe pluridisciplinaire et pluraliste qui a permis de dénouer bien des polémiques et de créer une culture commune de radioprotection entre les différentes parties prenantes autour du site de La Hague ?

Telle était la question que posait en 2006, Annie Sugier, la première présidente du GRNC, au moment où elle décida de quitter cette fonction, en s'adressant à la fois à la Commission Locale d'Information et aux membres du groupe, au terme de dix années de fonctionnement de cette instance novatrice. Les intervenants interrogés répondirent par l'affirmative, considérant qu'un tel outil de surveillance citoyenne était nécessaire dans la région la plus nucléarisée de France. Cette prise de conscience intervenait à un moment où il convenait de mettre en œuvre les orientations stratégiques formulées dans le cadre de la Convention OSPAR et de se conformer au nouvel arrêté du 8 janvier 2007 qui prévoit un avis tous les 4 ans, sur un document établi par AREVA dans le cadre de la réduction des rejets d'effluents (articles 12 et 13 de l'arrêté), avec le risque de ne plus remettre à jour une base de données rassemblant l'ensemble des mesures des intervenants locaux. Dans son questionnaire Annie Sugier soulignait l'intérêt de ne pas limiter la réflexion au seul GRNC, puisqu'un deuxième groupe pluraliste avait été mis en place en 2006 sur les mines d'uranium du Limousin, qu'elle présidait également. Plutôt que de créer au gré des problèmes qui se posent, des groupes pluralistes ad hoc, ne valait-il pas mieux envisager l'établissement d'une seule structure pluraliste nationale permanente sur la question de l'impact des rejets des installations nucléaires, incluant la question des résidus miniers et le volet chimique de ces rejets ? Elle posait aussi la question du financement du travail des experts y compris associatifs dans ce cadre et le lien nécessaire avec les structures territoriales de concertation (CLI).

Ces différents aspects avaient donné lieu à des échanges entre le président de la CSPI¹ et le plus haut niveau de l'État afin de demander des clarifications sur le devenir du GRNC. C'est ainsi que fût confirmée la décision de

maintenir la structure en l'état et si nécessaire de l'utiliser pour traiter d'autres problématiques voisines en cas de besoin. C'est dans ces conditions que j'ai accepté de succéder à Annie Sugier à la présidence du GRNC.

Après deux années de fonctionnement et la fin d'une première étape de la mission du nouveau GRNC, je pense qu'il est important de faire un bilan et de proposer des pistes d'évolution. Tout d'abord, il faut se féliciter du travail accompli et du soutien apporté comme cela avait été convenu tant par les autorités que par l'IRSN au travail des membres du GRNC qui outre leur participation aux réunions prennent en charge des travaux d'analyse et de collationnement d'information. Cependant, je dois reconnaître la difficulté croissante de mobiliser l'attention des autorités concernées au moment de l'établissement des lettres de mission et des conventions qui s'y rattachent. Voilà pourquoi je pense que le moment est venu de revenir aux réflexions qui avaient été initiées par Annie Sugier, c'est-à-dire à l'intérêt de créer une structure nationale pluraliste permanente dont le fonctionnement est pérennisé ou de se rattacher à une structure permanente existante comme le groupe permanent radioprotection ou le groupe permanent sûreté des déchets ou encore comme le Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire (HCTISN). Il est d'autant plus opportun de se reposer cette question que le GEP mines du Limousin arrive au terme de ses travaux et va produire des recommandations qui pourraient sans doute donner lieu à des prolongations.

Avec la création du HCTISN, l'ouverture aux experts associatifs des groupes permanents sûreté, la mise en place de groupes ad hoc pluralistes, il est peut-être temps de rationaliser ces différentes instances afin de ne pas perdre ce qui a constitué l'originalité du GRNC, à savoir sa capacité opérationnelle, sa réactivité, son articulation avec les acteurs territoriaux et notamment les CLI, tout en bénéficiant de l'appui de l'organisme d'expertise institutionnel.

En conclusion l'avenir du GRNC passe par une réflexion sur la mise en place de structures associatives plus pérennes du point de vue de leur statut et de leur financement. Ces structures doivent être étudiées avec les CLI et l'ANCCLI, pour garantir leur indépendance vis-à-vis des exploitants, de l'autorité et des experts officiels, tout en assurant leur accès aux données indispensables à un suivi environnemental et sanitaire autour des sites nucléaires. Il en va de la survie du GRNC, de sa réalité plus que de son mythe, si l'on entend que ce groupe fonctionne efficacement et prenne en charge les missions qui en font sa légitimité. ■

1. Commission spéciale permanente d'information : commission locale d'information du site AREVA NC de La Hague.

L'eau de pluie fait l'objet d'une surveillance de la radioactivité bêta et du tritium. Des mesures complémentaires en spectrométrie gamma sont effectuées lorsque le résultat du comptage bêta est au-dessus du seuil de décision.

Surveillance terrestre

Les sols

Des prélèvements de terre sont effectués en 7 points à environ 1 km du centre du site. Ces prélèvements trimestriels de la couche superficielle permettent d'évaluer les dépôts dus aux rejets atmosphériques.

Les végétaux

La mesure de la radioactivité des végétaux permet, comme pour la couche superficielle des terres, d'évaluer les dépôts des rejets atmosphériques. De plus, les végétaux des pâturages servent à l'alimentation des animaux; ainsi cette mesure permet d'évaluer les transferts de radioactivité vers le lait ou la viande.

Les prélèvements sont effectués suivant plusieurs cercles concentriques centrés sur l'usine: mensuellement en 5 points à 1 km du site, trimestriellement sur 5 autres points (4 à 2 km et 1 à 10 km).

Surveillance radiologique des eaux et sédiments des ruisseaux

Dans 4 ruisseaux constituant les exutoires des eaux pluviales et usées d'AREVA NC de La Hague, un contrôle radiologique des eaux est effectué en continu lors de leur déversement (eaux résiduaires contrôlées au niveau de leurs rejets). De plus, une analyse hebdomadaire est effectuée sur l'eau de ces ruisseaux. Les matières en suspension font l'objet d'un comptage bêta. Ces mesures sont complétées par une spectrométrie gamma mensuelle ainsi qu'une recherche du strontium 90 (émetteur bêta pur).

De plus, il est effectué un contrôle trimestriel par spectrométrie gamma des sédiments de ces ruisseaux, ainsi qu'une mesure des émetteurs alpha du plutonium.

D'autres sources et ruisseaux du plateau de La Hague font l'objet d'une surveillance radiologique semestrielle.

La nappe phréatique

La nappe phréatique alimente l'ensemble des ruisseaux qui prennent leur source autour du site et constitue un maillon essentiel dans les transferts hydrologiques.

Aussi fait-elle l'objet d'une surveillance particulière grâce à un réseau de piézomètres dans lesquels on effectue périodiquement des prélèvements pour analyses. Les piézomètres sont implantés sur le site ou à proximité. Les contrôles exercés sur la nappe phréatique sont mensuels.

Il est à noter principalement deux secteurs de la nappe phréatique marqués par des radionucléides:

– la zone Nord-Ouest du site marquée en radionucléides bêta à hauteur de quelques becquerels par litre. Ce

marquage est dû aux radionucléides relâchés lors de l'incendie du silo 130 au Nord-Ouest du site en janvier 1981; – la zone Est du site marquée en tritium. Ce marquage est dû au relâchement de tritium dans les années '70 par le centre de stockage de déchets radioactifs voisin (CSM-ANDRA).

De plus, il existe quelques marquages à l'aplomb du site sans impact sur l'extérieur du site.

Les eaux de consommation

Le service public de l'eau potable est assuré par la Communauté de Communes de La Hague, qui réalise la production à partir de ressources souterraines.

Des contrôles sont effectués mensuellement sur les stations de distribution d'eau potable ainsi que périodiquement sur 9 forages situés dans La Hague.

Les productions agricoles

Des campagnes de prélèvements et d'analyses sont effectuées sur les productions agricoles de La Hague:

– lait: il constitue un élément essentiel de la chaîne alimentaire, en particulier chez les enfants, le lait fait l'objet d'une surveillance particulière. Des prélèvements sont effectués chaque mois dans des fermes avoisinantes;

– légumes, viandes et aliments divers: les campagnes annuelles de mesures en fonction des saisons portent sur différents légumes, viandes et aliments divers destinés à la consommation humaine. Ces mesures permettent également de répondre aux interrogations des producteurs locaux.

Programme de surveillance radiologique de l'écosystème marin

La surveillance radiologique est effectuée dans l'écosystème des chaînes de transfert des radionucléides jusqu'à l'homme. La connaissance du milieu environnant permet de choisir le lieu et le nombre de points de mesure garantissant que l'ensemble du processus est contrôlé: eau de mer, sédiments, sable, faune et flore marines.

L'eau de mer

Les mesures d'activité de l'eau de mer se font par prélèvement d'eau au large et à la côte. Les prélèvements au





Prélèvement de fucus

large sont effectués chaque trimestre par la Marine Nationale. Les prélèvements à la côte sont effectués quotidiennement par les équipes de l'Établissement, ils sont constitués en aliquote mensuelle pour analyse.

Les sédiments marins

Des opérations de prélèvements trimestriels de sédiments marins sont menées au large des côtes en 8 points. Ces prélèvements sont effectués par la Marine Nationale par ancre ou par plongeur. Les mesures sont réalisées par le laboratoire environnement d'AREVA NC de La Hague (spectrométrie gamma et alpha).

Les sables de plage

Des prélèvements trimestriels de sable de plage sont effectués en treize points de la côte. Ces échantillons font l'objet d'une analyse par spectrométrie gamma.

Les algues (fucus)

Les algues, qui fixent les radionucléides en suspension dans l'eau, sont à ce titre de très bons bio-indicateurs. De nombreuses espèces d'algues vivent sur les côtes de la Manche. Le fucus est l'espèce la plus répandue.

Cette algue est prélevée en treize points le long du littoral du département de la Manche. Les prélèvements trimestriels sont faits à marée basse, le plus bas possible de l'estran afin de recueillir les algues ayant séjourné le plus de temps dans l'eau de mer. En six points de la côte, des analyses complémentaires de carbone 14 et des émetteurs alpha du plutonium sont effectuées trimestriellement.

Les crustacés

Les crustacés constituent un maillon important pour le calcul d'impact des rejets liquides du site. La région est une zone propice à cette pêche. C'est le tourteau, variété de crabe commune localement qui a été retenu pour les analyses.

Les tourteaux sont achetés aux pêcheurs locaux. Il en est de même pour les homards. Les prélèvements sont effectués périodiquement et les analyses sont faites sur la chair des crustacés.

Les poissons

Des poissons plats et ronds sont achetés aux pêcheurs locaux. Les poissons ronds vivent et se nourrissent en eaux vives, les poissons plats vivent près des sédiments. Ces deux caractéristiques de leur mode de vie nécessitent une surveillance complémentaire :

- poissons ronds : parmi les poissons ronds analysés, on trouvera principalement la rousette, le congre, le hâ, la vieille, la gode et la dorade ;
- poissons plats : parmi les poissons plats analysés, on trouvera essentiellement la raie, la plie et la sole.

Chaque échantillon représente environ 5 kg, l'analyse est effectuée sur la chair. Ces poissons sont pêchés trimestriellement le long des côtes Nord, Est et Ouest du Cotentin.

Les mollusques

Concernant les mollusques, ce sont les patelles, les moules, les huîtres, les coquilles Saint-Jacques et les bulots qui ont été choisis :

- patelles : la patelle est très abondante sur les rochers découvrant à marée basse. La patelle est également appelée bernique ou chapeau chinois. Des prélèvements sont effectués trimestriellement en 13 points le long des côtes de la Manche. En 6 points de la côte, des analyses complémentaires de carbone 14 et des émetteurs alpha du plutonium sont effectuées trimestriellement sur les patelles ;
- coquilles St-Jacques : des prélèvements trimestriels sont effectués dans la rade de Cherbourg par la Marine Nationale ;
- huîtres : des prélèvements d'huîtres sont effectués auprès des conchyliculteurs dans deux zones situées sur les côtes Est et Ouest du Cotentin ;
- moules : ce mollusque filtre de grandes quantités d'eau de mer et est un très bon bio-indicateur de la qualité des eaux marines. Des prélèvements trimestriels sont effectués sur les côtes Est et Ouest du Cotentin.

Calcul de l'impact radiologique

L'évaluation de l'impact dosimétrique par type de rejets (gazeux ou liquides) est réalisée, de façon enveloppe mais aussi réaliste que possible, pour le groupe de population susceptible de recevoir l'impact le plus élevé. Un tel groupe de population est appelé "Groupe de référence".

Dans l'environnement du site de La Hague, le partage des rejets en deux flux bien distincts (l'un liquide, l'autre gazeux) amène à définir deux groupes de référence. Ces groupes ont été identifiés et caractérisés de manière aussi réaliste que possible :

– **un groupe plus particulièrement soumis à l'impact des rejets liquides (GOURY)**. Ces personnes vivent de la mer et habitent sur la côte. Leur régime alimentaire comporte une ration importante de produits de la pêche mais celles-ci consomment également des produits agricoles. La part d'origine locale de la ration alimentaire² est

2. Selon une enquête CREDOC (Centre de Recherche pour l'étude et l'observation des conditions de vie) de 1998 réalisée autour de La Hague.

supposée provenir des zones les plus exposées. La part non locale de l'alimentation n'affecte pas l'impact, tant pour les produits terrestres que marins ;

– **un groupe plus particulièrement soumis à l'impact des rejets gazeux (DIGULLEVILLE).** Ces personnes habitent à proximité du site et sont soumises le plus fréquemment au panache des cheminées, compte tenu de la direction et de la fréquence des vents dominants. Leur régime alimentaire comporte une ration importante de produits agricoles mais elles consomment également des produits de la pêche. La part d'origine locale de la ration alimentaire est supposée provenir des zones les plus exposées. La part non locale de l'alimentation n'affecte pas l'impact.

Impacts 2008

Résultats et références

La dose reçue par un organisme humain suite à l'exposition à des rayonnements ionisants est estimée en millisievert (mSv) :

- la dose efficace reçue par chaque individu du fait de la radioactivité naturelle en France est de 2,4 mSv/an en moyenne (elle varie, suivant les régions, de 1,5 à 6 mSv/an) ;
- la réglementation française en vigueur (article R.1333-8 du code de la santé publique) limite à 1 mSv/an pour le public la dose ajoutée du fait des activités nucléaires ;
- l'impact des rejets du site a été en 2008 de moins de 0,02 mSv sur les groupes de population susceptibles d'être les plus exposés. Cette dose correspond à moins de 2% de la réglementation nationale et internationale.

L'impact du site est inférieur à la valeur maximale calculée des deux impacts : impact des rejets sur la population de référence de Digulleville et impact des rejets sur la population de référence de Goury, soit environ 10 microSieverts (1% de la limite réglementaire).

Ces résultats calculés par la prise en compte de paramètres météorologiques moyens pris sur plusieurs années, tel que lors des travaux du GRNC, peuvent être affinés.

En effet, depuis 2004, la mesure en temps réel du Kr 85 dans chacun des cinq villages équipés d'une station de mesure de la radioactivité de l'air permet de calculer avec précision des coefficients de transfert atmosphérique et par là même l'impact de l'ensemble des rejets gazeux (Kr 85, iodes, carbone 14, tritium, aérosols,...). Pour 2008, l'exposition des populations de ces villages varie de 3 à 7 μ Sv pour l'année.

Conclusion

Le plan de surveillance radiologique d'AREVA NC de La Hague emploie environ une trentaine d'ingénieurs et techniciens pour les prélèvements, les analyses et l'exploitation des résultats.

De plus, AREVA NC travaille avec l'IRSN-LRC (laboratoire situé à Cherbourg-Octeville) au travers de contrats pluriannuels, afin de mieux connaître les mécanismes de transfert dans l'environnement.



Enfin, concernant les rejets chimiques et biologiques et leur impact, outre les moyens internes du site, AREVA NC travaille avec l'IFREMER et le Laboratoire départemental de la Manche (LDA50).

L'ensemble des données de surveillance est géré par le progiciel EXPR développé par AREVA NC permettant notamment l'édition des registres réglementaires mensuels et la transmission mensuelle également des données réglementaires de surveillance de la radioactivité de l'environnement au Réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement.

Ainsi, l'ensemble des résultats est disponible pour le public au travers de plusieurs sources :

- le Réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement qui a été ouvert au public le 1^{er} février 2010 (www.mesure-radioactivite.fr) ;
- le rapport environnement (annuel) ;
- le rapport environnemental, social et sociétal (annuel) ;
- le rapport sur la sûreté et la radioprotection (annuel) ;
- le site internet du site AREVA NC de La Hague (www.lahague.areva-nc.fr) : ce site comporte plusieurs rubriques qui permettent de s'informer sur les activités environnementales, d'accéder à des mesures quotidiennes ou mensuelles, de poser des questions et de suivre la vie du site ;
- une lettre externe diffusée trois fois par an à l'ensemble des foyers du Nord-Cotentin qui présente l'activité du site ainsi que des dossiers sur l'environnement.

Enfin, l'information effectuée par la Commission Locale d'Information (CLI) au travers d'un bulletin publié à plus de 50 000 exemplaires dans le Nord-Cotentin et de leur site internet (www.commission-hague.org). ■

| En microSievert | Agriculteur de Digulleville | Pêcheur de Goury |
|----------------------------|-----------------------------|------------------|
| Impact des rejets liquides | 0,4 | 2,4 |
| Impact des rejets gazeux | 6,4 | 1,9 |
| TOTAL | 6,8 | 4,3 |

Tableau 1 : impact annuel 2008 des rejets liquides et gazeux pour chaque population de référence



ASSURER UNE SURVEILLANCE PERMANENTE SUR LE TERRITOIRE NATIONAL,
SUR L'ENSEMBLE DES COMPARTIMENTS ENVIRONNEMENTAUX

Suivi de l'impact radiologique environnemental des activités du site AREVA du Tricastin

Monitoring of the radiological environmental impact of the AREVA site of Tricastin

par Catherine Mercat, Frédéric Brun, Patrice Florens, Jany Petit, Direction sûreté environnement du site du Tricastin AREVA NC Pierrelatte, François Garnier, Direction qualité sécurité sûreté environnement – EURODIF Production et Patrick Devin, Direction sûreté, santé, sécurité, environnement d'AREVA

Afin d'évaluer l'influence potentielle des installations nucléaires du Tricastin sur son environnement, les établissements présents sur le site AREVA du Tricastin ont mis en place un réseau de surveillance sur le site et aux alentours du site dès le démarrage des activités.

Depuis 1962, de nombreuses données ont ainsi été accumulées, permettant de connaître le fonctionnement des écosystèmes locaux, d'évaluer le bruit de fond de la radioactivité environnementale et les tendances d'évolution dans les différents compartiments de l'environnement. Un ambitieux projet de rassemblement et de structuration des données historiques est en cours pour avoir une vision la plus exhaustive possible de l'activité passée du site.

Actuellement, les prélèvements et mesures de la surveillance radiologique environnementale sont gérés de manière commune pour les établissements AREVA, et sont réalisés à l'intérieur et à l'extérieur du site selon un programme validé et contrôlé par les autorités administratives (ASN, DSND¹ et DREAL²). Les autorités reçoivent mensuellement les résultats de cette surveillance réglementaire.

1. Délégué à la sûreté nucléaire et à la radioprotection pour les activités et installations intéressant la Défense.

2. Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement.

Par ailleurs, une visite de vérification par la Commission européenne au titre de l'article 35 du Traité Euratom s'est déroulée en mai 2008 sur le site du Tricastin. Elle a concerné la vérification de conformité des dispositifs de contrôle des rejets des installations d'EURODIF Production et SOCATRI et de surveillance de l'environnement du site. La délégation des inspecteurs de la CE a conclu que les dispositifs mis en œuvre par AREVA sur le site du Tricastin sont en toute conformité avec les exigences de l'article 35.

À ces obligations réglementaires, s'ajoute une surveillance spécifique et complémentaire afin de renforcer la surveillance et de parfaire la connaissance de l'impact environnemental des activités industrielles du site, conformément aux valeurs du groupe AREVA et à sa politique Environnement. Une surveillance renforcée ponctuelle a été mise en place en juillet 2008 suite à l'incident de SOCATRI. Elle a été ensuite progressivement allégée compte tenu d'un retour rapide à la situation initiale avant l'incident.

Présentation des activités nucléaires du site AREVA du Tricastin

Les établissements AREVA NC Pierrelatte, COMURHEX Pierrelatte, EURODIF Production, FBFC Pierrelatte, Société d'Enrichissement du Tricastin (SET) et SOCATRI font partie des activités amont du cycle du combustible du groupe AREVA. Elles fournissent pour les électriciens du monde entier des prestations préalables à la production d'électricité d'origine nucléaire : conversion et enrichissement de l'uranium, fabrication du combustible nucléaire (figure 1).

Cadre réglementaire de la surveillance environnementale

Le site AREVA du Tricastin regroupe aujourd'hui 5 exploitants nucléaires du groupe AREVA (AREVA NC (ex-COGEMA), COMURHEX, EURODIF Production, SET et SOCATRI), les installations du LEA de FBFC, quelques activités de recherche et développement au sein d'unités du Commissariat à l'énergie atomique et de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire ainsi que la BCOT

Executive Summary

Set up at the beginning of the site's operations, in 1962, the monitoring of the radiological environmental impact of the AREVA site of Tricastin has evolved over time to meet more specifically the multiple objectives of environmental monitoring: to prove the respect of the commitments required by the authorities, to be able to detect a dysfunction in the observed levels, to enable the assessment of impacts of industrial activities, to ensure the balance between environmental quality and the use made by the local population and to inform the public of the radiological state of the environment. Thousands of data were acquired on the radioactivity of all environmental compartments as well as on the functioning of local ecosystems. Today, the Network of Environmental Monitoring of AREVA Tricastin goes beyond the requirements of routine monitoring to provide innovative solutions for monitoring the radioactivity (especially for uranium) in the environment.

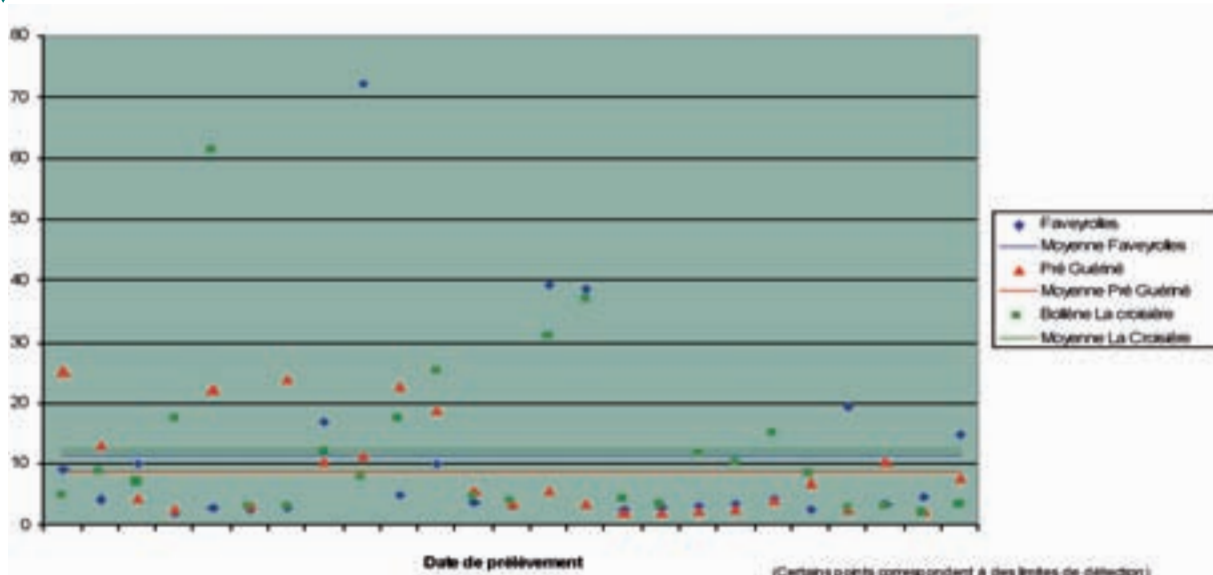


Figure 4 : suivi de l'uranium dans les végétaux entre janvier 2007 et janvier 2009

données informatique commune gère les analyses depuis l'initiation des prélèvements jusqu'à l'archivage des résultats d'analyse validés par les deux laboratoires dédiés à la mesure d'échantillons de l'environnement du site AREVA du Tricastin. L'ensemble du RSE évolue pour être totalement compatible avec la norme ISO 17025 établissant les exigences de compétences pour effectuer des essais et/ou des étalonnages, y compris les prélèvements dans l'environnement.

Le réseau de surveillance de l'environnement aujourd'hui

Comme l'illustre la figure 2, la surveillance de la radioactivité dans l'environnement du Tricastin s'intéresse à tous les milieux (air, eaux, sols, faune et flore, produits alimentaires issus de l'agriculture locale). Les contrôles sont réalisés à des fréquences adaptées (journaliers, hebdomadaires, mensuels, trimestriels, semestriels, annuels) selon le traceur et/ou le paramètre surveillé.

Milieu atmosphérique

Le réseau de surveillance est composé de onze stations de contrôle atmosphérique, comprenant chacune une station d'aspiration des poussières atmosphériques et un dispositif de récupération au sol des précipitations atmosphériques. Sept de ces stations se trouvent à l'intérieur du site et quatre d'entre elles à l'extérieur au plus près des groupes de populations riveraines du site. Chacune des stations extérieures est équipée d'un préleveur atmosphérique automatique sur filtre pour la détermination de l'activité radiologique, une jauge d'Owen pour la collecte des précipitations atmosphériques, et pour deux d'entre elles de systèmes de barbotage pour le prélèvement du tritium et du carbone 14.

La surveillance de l'air permet de mesurer le bruit de fond correspondant aux rayonnements émis naturellement

par l'environnement et de détecter une éventuelle influence des activités industrielles du site du Tricastin. En France, le bruit de fond naturel est de l'ordre de 0,8mSv par an [Rannou A. et al. dans IRSN, 2009], du fait des rayonnements cosmiques et telluriques. Autour du Tricastin, au niveau de l'extérieur de la clôture du site et des stations de référence, les niveaux mesurés sont globalement au niveau du bruit de fond local (80 nSv/h, soit 0,7 mSv par an), à l'exception d'une portion du chemin des Agriculteurs, à l'est du site, entre la centrale nucléaire d'EDF-Tricastin et le site AREVA, où les activités cumulées des deux sites induisent un ajout de dose qui reste inférieure à 1 millisievert, dans l'hypothèse théorique d'une présence permanente en bordure du site sur l'année entière (figure 3).

Une station météorologique équipée d'un mât de 100 m de hauteur complète le dispositif de connaissance et de surveillance de l'air et permet l'acquisition de mesures 24 heures/24 heures.

Milieu terrestre

La surveillance réglementaire du site prévoit que la surveillance de la radioactivité du milieu terrestre comporte au minimum un prélèvement mensuel de végétaux (herbes) en quatre points. Un mini-jardin a ainsi été implanté sur chaque station de référence afin de garantir la disponibilité des végétaux. Sur ces échantillons, il est réalisé au minimum une mesure mensuelle de l'activité bêta globale, de la teneur en uranium ainsi que la détermination de l'activité du potassium 40. De plus, à fréquence annuelle, une campagne de prélèvements sur les principales productions agricoles et sur la couche superficielle des terres est réalisée.

La surveillance de la radioactivité de l'herbe permet à la fois de mesurer le bruit de fond correspondant à la présence naturelle dans les végétaux d'éléments radioactifs

(comme par exemple le potassium 40 et l'uranium et ses descendants), et, de détecter une éventuelle influence des activités industrielles du site du Tricastin. Les végétaux présentent naturellement des concentrations très variables en uranium, de l'ordre de quelques µg par kg de poids frais mais pouvant atteindre plusieurs dizaines de µg/kg de poids frais pour certaines plantes aromatiques [Anke, 2009]. Par conséquent, une éventuelle influence des activités du site est difficile à mettre en évidence et une thèse en collaboration avec l'IRSN a été initiée en 2009 pour connaître plus précisément le bruit de fond dans les produits locaux (figure 4).

Milieu aquatique continental

La surveillance du milieu aquatique concerne (figure 2) :

- les eaux de surface : amont et aval du canal de Donzère-Mondragon qui constitue l'exutoire des rejets de procédés du site, amont et aval des cours d'eau de "la Gaffière" et de "la Mayre Girarde", cours d'eau du "Lauzon" et lac "Trop Long" ;
- les eaux souterraines : aujourd'hui une cinquantaine de points sont suivis réglementairement ;
- les eaux potables : mesure annuelle des activités alpha global et bêta global et détermination des concentrations en potassium 40 et en uranium pour les stations d'alimentation du réseau des eaux potables des villes de Pierrelatte, de Bollène et Lapalud ;
- cette surveillance est complétée par une campagne annuelle de prélèvements et d'analyse des sédiments aquatiques, de la flore et de la faune aquatiques.

La surveillance des eaux permet de mesurer le bruit de fond correspondant à la présence naturelle dans l'eau d'éléments radioactifs (comme par exemple l'uranium et ses descendants et le potassium 40) et de détecter une éventuelle influence des activités industrielles du site du Tricastin. Les rivières présentent une concentration variable en uranium dans leurs eaux, de l'ordre de 0,02 à 6 µg/l [IPSN, 2001] mais localement, les eaux de nappe provenant de massifs granitiques français peuvent atteindre naturellement des valeurs bien supérieures, jusqu'à 100 µg/l [ASN/Ministère de la santé et des sports/IRSN, 2009].

Pour les eaux de surface, les valeurs mesurées en 2009 montrent l'absence d'influence du site AREVA du Tricastin sur l'activité alpha global mesurée dans le canal de Donzère-Mondragon (milieu récepteur des effluents liquides) et dans la Mayre Girarde (figure 5). En revanche, des traces des activités du site sont visibles à l'intérieur et à l'extérieur du site, sur le cours d'eau de "la Gaffière" qui le traverse. Cette influence est aussi perceptible sur le "Lauzon" et dans le lac "Trop Long". Ces résultats sont à rapprocher de ceux obtenus pour l'uranium et l'activité bêta global qui montrent globalement les mêmes tendances.

Pour les eaux de nappe, la plupart des piézomètres réglementaires à l'intérieur et à l'extérieur du site présentent des niveaux en moyenne de l'ordre de 1 à 6 µg/l d'uranium (figure 6), à l'exception de deux piézomètres, situés à l'intérieur du site, dont les valeurs plus élevées



Figure 5 : résultats des mesures en uranium, activité alpha global et bêta global réalisées en 2009 dans les eaux de surface

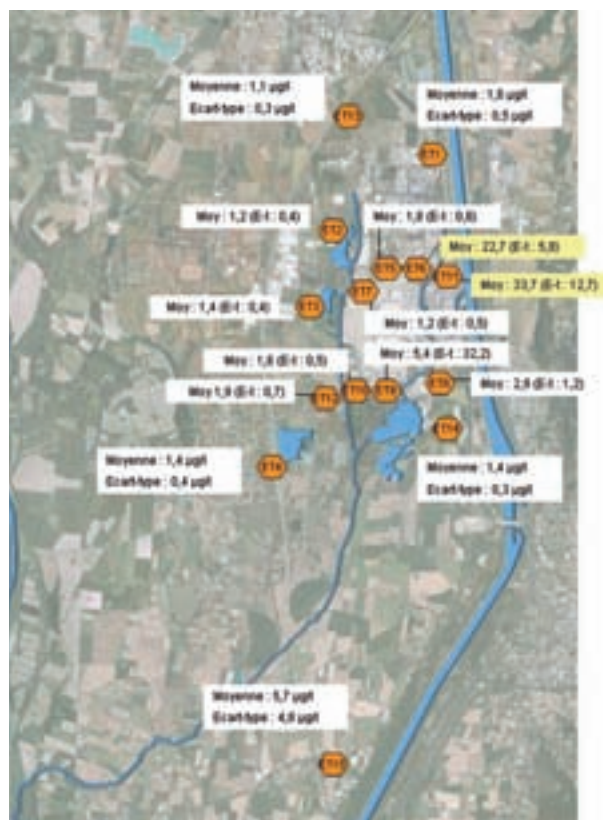


Figure 6 : résultats des mesures de la concentration en uranium pour les piézomètres du suivi réglementaire obtenus entre mi-2006 et janvier 2010



Connaissance de la nappe au sud du site du Tricastin

19 janvier 2007: Lancement de la collaboration AREVA, IRSN, DDASS26 et DDASS84 pour l'étude radioécologique de la nappe de Tricastin: analyse spatiale de la distribution et variabilité des émetteurs alpha naturels et artificiels.

6 juillet 2007: Validation du protocole de l'étude.

Septembre 2007: Campagne de réalisation des prélèvements d'eau de forage chez des particuliers et sur le site du Tricastin.

8 février 2008: Présentation des résultats de mesures aux différents partenaires de l'étude, en présence de l'ASN.

5 juin 2008: Présentation des résultats de l'étude aux municipalités de Pierrelatte, de Lapalud et de Bollène.

4 juillet 2008: Présentation des résultats de l'étude à la CLIGEET.

À partir du 8 juillet, suite à l'incident SOCATRI, mise en place, au sud du site, d'un vaste programme de surveillance environnementale de la nappe et de mesure des concentrations en uranium dans l'eau des forages des particuliers. Allègement progressif de ce programme, à la demande des autorités, le 2 septembre 2008, le 19 mars 2009, le 23 juillet 2009 et le 21 janvier 2010.

21 novembre 2008: Décision de la CLIGEET de lancer une nouvelle étude sur la détermination de l'origine de l'uranium dans la nappe alluviale du Tricastin. Pour suivre cette nouvelle étude, un groupe de travail a été constitué: AREVA, ASN, DSND, IRSN, LDA26, CIRE Sud, CG de la Drôme, DDASS26 & 84, FRAPNA et représentants syndicaux. Trois orientations sont décidées: caractériser spatialement et temporellement les teneurs en uranium de la nappe, comprendre le fonctionnement hydrogéologique de la nappe et tester les hypothèses quant à l'origine du marquage de la nappe (origine liée aux installations nucléaires AREVA du Tricastin, origine industrielle autre, origine liée au contexte géologique).

Les résultats de cette nouvelle étude seront présentés mi-2010 à la CLIGEET.

(de l'ordre de plusieurs dizaines de $\mu\text{g/l}$) sont liées à un marquage historique du site connu des autorités et du public notamment via l'édition annuelle du rapport public sur les rejets et la surveillance environnementale.

En ce qui concerne la surveillance de la nappe au sud du site du Tricastin, un vaste travail complémentaire a été entrepris depuis 2007, en collaboration entre AREVA, l'ASN, l'IRSN et les DDASS de la Drôme et de Vaucluse au sein d'un groupe de travail qui a ensuite été élargi à d'autres parties prenantes (voir encadré ci-après). La première campagne de mesure a permis de mettre en

évidence l'existence d'une variabilité spatiale de la teneur en uranium dans la nappe et l'existence de quelques points où les concentrations en uranium dans l'eau de la nappe dépassent le bruit de fond (valeurs comprises entre 4 et 10 $\mu\text{g/l}$). L'inventaire complet des forages des particuliers a conduit à préciser spatialement la zone présentant des teneurs plus élevées que le bruit de fond local et à élargir la gamme des valeurs rencontrées (valeurs désormais comprises entre 1 et 22,7 $\mu\text{g/l}$).

AREVA Tricastin investit annuellement plus de 2 millions d'euros pour son réseau de surveillance environnementale, ce qui a représenté en 2009: 140 points de surveillance à l'extérieur et à l'intérieur du site, environ 9000 prélèvements et 25000 analyses radiologiques et chimiques (eaux, air, sédiments, végétaux, poissons) en respect des prescriptions réglementaires. Pour réaliser et analyser ces prélèvements, le site du Tricastin dispose d'équipes dédiées à la surveillance et aux analyses environnementales avec deux laboratoires agréés par l'ASN (AREVA NC Pierrelatte et EURODIF Production) dans le cadre du Réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement (RNM).

Au-delà de l'acquisition des connaissances, AREVA Tricastin a souhaité renforcer et développer le contour et le dialogue avec les parties prenantes locales autour de ces thématiques, en organisant, par exemple, des présentations spécifiques à l'attention des conseils municipaux des communes environnantes et des réunions avec les riverains du site. Parallèlement, AREVA informe régulièrement la CLI locale (la CLIGEET) de l'état de l'environnement du site (enquête alimentaire présentée le 21 mars 2007, état de la nappe et des sols présenté le 4 juillet et le 21 novembre 2008, campagne de mesure de la radioactivité de l'eau des forages des particuliers présentée le 4 juillet 2008...).

De plus, une sélection de résultats de mesure représentatifs des différents compartiments de l'environnement est mensuellement mise à jour sur le site internet: www.aveva.com. Par ailleurs, les résultats des mesures de radioactivité dans l'environnement sont mis à disposition du public, chaque mois, via le site internet du RNM mis en place par l'ASN et l'IRSN, à l'adresse suivante: www.mesure-radioactivite.fr

L'impact dosimétrique des rejets

L'impact dosimétrique sur les populations riveraines dû aux rejets du site est évalué à partir de l'activité des effluents radioactifs liquides et gazeux rejetés au cours de l'année écoulée. Le code de calcul COMODORE Sud-Est modélise la dispersion et les transferts de radioactivité dans l'environnement, et notamment dans la chaîne alimentaire. Cette évaluation est réalisée selon des standards qui font l'objet de consensus d'experts internationaux.

Pour de nombreux radionucléides, leur niveau dans l'environnement est largement inférieur aux limites de détection analytique. C'est pourquoi la connaissance des niveaux de radioactivité ajoutée dans l'environnement

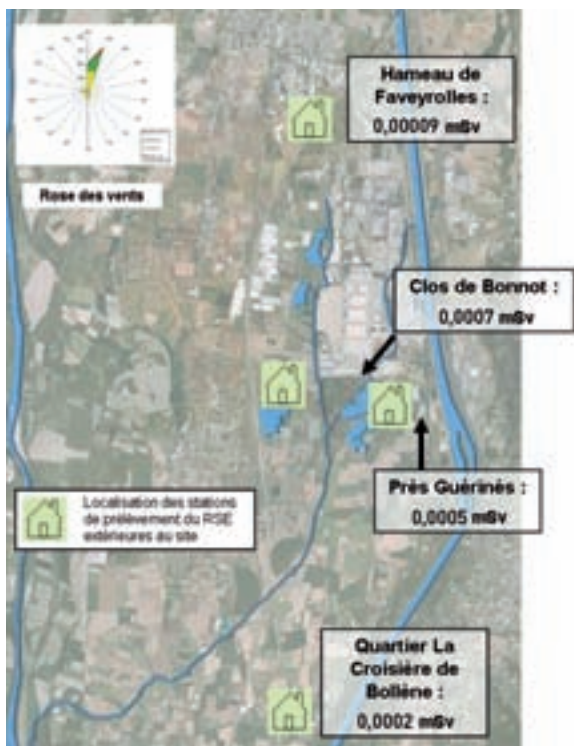


Figure 7 : carte de localisation des groupes de population riveraines du site et doses associées estimées en 2009

n'est pas systématiquement accessible par la mesure. L'impact dosimétrique ne peut donc être évalué que par la modélisation. Ces calculs tiennent compte de l'ensemble des voies d'exposition par lesquelles les radionucléides peuvent atteindre l'homme (air, eau, aliments, etc.) selon les modes de vie et les habitudes alimentaires des populations riveraines. Une enquête a été réalisée autour du site du Tricastin en 2004-2005 pour connaître précisément les paramètres liés aux habitudes alimentaires de ces populations.

L'évaluation de l'impact dosimétrique des rejets est faite pour les groupes de population susceptibles d'être les plus exposés parmi les riverains présents autour du site du Tricastin. Un tel groupe de population est ainsi appelé "groupe de référence". Pour le site du Tricastin, du fait de la pluralité des émissaires de rejets atmosphériques des différentes installations, et du fait des conditions météorologiques locales, il existe plusieurs groupes de population répondant à ces critères :

- les habitants du hameau de Faveyrolles, au nord du site ;
- les habitants du hameau des Prés Guérinés, au sud du site ;
- les habitants du quartier de la Croisière à Bollène, au sud du site ;
- les habitants du hameau du Clos de Bonnot, au sud du site.

L'implantation des stations de référence du réseau de surveillance de l'environnement du site est en parfaite cohérence avec la localisation de ces groupes de population (figure 7).

Historiquement, dans les autorisations de rejets, le groupe de référence des Prés Guérinés a été considéré comme la référence globale pour suivre l'impact dosimétrique sur les populations de l'ensemble des rejets du site du Tricastin. Aujourd'hui, même si les écarts entre les calculs pour les Prés Guérinés et le Clos de Bonnot sont faibles, c'est le groupe de population du Clos de Bonnot qui présente la valeur de dose annuelle la plus importante.

La dose annuelle du fait des rejets réels autorisés d'effluents liquides et gazeux de l'année 2009 a été de 0,0007 mSv pour le groupe de population potentiellement le plus exposé (Clos de Bonnot). La dose annuelle pour un adulte du groupe de référence des arrêtés de rejet a été de 0,0005 mSv (Prés Guérinés). Pour les autres classes d'âges, les doses sont inférieures à celles de l'adulte. En considérant également les autres installations nucléaires proches, susceptibles de contribuer à l'exposition de ces groupes de référence, ces valeurs restent de l'ordre du millième de la limite fixée par la réglementation en vigueur qui est de 1 mSv/an pour les personnes du public.

Perspectives

Le réseau de surveillance environnemental du site AREVA du Tricastin poursuit aujourd'hui son évolution pour aller au-delà des exigences de la surveillance de routine et permettre la détection de traces de plus en plus faibles de radioactivité dans l'environnement. Les principaux projets concernent le développement d'outils métrologiques pour affiner autant que possible la connaissance des impacts potentiels sur l'homme et l'environnement :

- plusieurs projets de recherche et de développement ont été initiés en 2009 par AREVA Tricastin pour développer des prototypes d'outil permettant la détection immédiate de rejets d'uranium à des concentrations de l'ordre de quelques dizaines de $\mu\text{g/l}$ alors que les outils actuellement disponibles ne permettent de détecter en temps réel que des niveaux de l'ordre du mg/l ;
- AREVA Tricastin a démarré à l'automne 2009 une thèse de recherche en partenariat avec l'IRSN pour la mesure de l'uranium et de ses descendants dans la chaîne alimentaire. En parallèle, des campagnes saisonnières de mesures dans les denrées alimentaires ont débuté à l'été 2009. Il s'agit ainsi de caractériser plus précisément le bruit de fond dans les produits locaux mais aussi de répondre aux demandes sociétales concernant les niveaux dans la chaîne alimentaire et dans les productions agricoles commercialisées ;
- un inventaire faunistique et floristique a été entrepris en 2009 par la société Ecosphère pour le compte d'AREVA Tricastin. Cette étude permettra non seulement de compléter l'inventaire des écosystèmes proches du site, mais aussi de définir, dans la mesure du possible, des espèces à surveiller dans le cadre d'une surveillance écologique autour du site.

Enfin, un vaste projet de remise en exploitation des archives de la surveillance environnementale du site et



de structuration de ces données au travers d'un SIG (Système d'Information Géographique) est en cours.

Conclusion

Mise en place dès le démarrage du site en 1962, la surveillance de l'impact radiologique environnemental des activités du site AREVA du Tricastin a évolué au fil du temps pour répondre de plus en plus précisément aux multiples objectifs de la surveillance environnementale : montrer le respect des engagements pris auprès des autorités, être capable de détecter une dérive dans les niveaux observés, permettre l'évaluation des impacts des activités industrielles, s'assurer de l'adéquation entre la qualité des milieux et les usages pratiqués et informer le public de l'état radiologique de l'environnement. Ainsi des milliers de données ont été acquises sur la radioactivité de l'ensemble des compartiments de l'environnement ainsi que sur le fonctionnement des écosystèmes locaux (niveau piézométrique des nappes, températures, débit des cours d'eau...). Aujourd'hui, le Réseau de Surveillance Environnementale AREVA du Tricastin va au-delà des exigences de la surveillance de routine pour proposer des solutions innovantes de suivi de la radioactivité (tout particulièrement pour l'uranium) dans l'environnement.

L'ouverture au public du Réseau national de mesures de radioactivité de l'environnement le 1^{er} février 2010 contribue à renforcer la transparence et la crédibilité des exploitants sur la qualité et la fiabilité des mesures réalisées dans le cadre des programmes de surveillance réglementaire. ■

Bibliographie

- ALTRAN, Notice Théorique Relative au logiciel Comodore Sud-Est. Rapport ALTRAN_EILiS_NAK_DT_07_002, 2007, 28 pages.
- ANKE M, SEEBER O, MULLER R, SCHAFER U, ZERULL J, Uranium transfer in the food chain from soil to plants, animals and man in *Chemie der Erde* 2009 ; 69 S2, P. 75-90.
- ASN/Ministère de la santé et des sports/IRSN, *La qualité radiologique de l'eau mise en distribution en France 2005-2007*, 2009, 37 pages.
- IPSN, *L'uranium de l'environnement à l'homme*, Collection EDP Sciences, 2001, 340 pages.
- IRSN, Bilan de l'état radiologique de l'environnement français en 2008. Rapport IRSN/DEI 2009-04, Fontenay-aux-Roses, 2009, 163 pages.

ASSURER UNE SURVEILLANCE PERMANENTE SUR LE TERRITOIRE NATIONAL,
SUR L'ENSEMBLE DES COMPARTIMENTS ENVIRONNEMENTAUX

La surveillance environnementale du site du CEA-Valduc

Environmental monitoring of the CEA Valduc centre

par Philippe Guetat, directeur adjoint et Laurent Jaskula, chef du service de protection contre les rayonnements – CEA Valduc

Inauguré en 1957, le Centre CEA de Valduc est l'un des établissements du Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA). Ses activités dépendent du pôle Défense. Pôle d'excellence sur les matériaux métalliques, il a pour mission l'étude, le développement, la mise au point et l'exploitation des procédés industriels nécessaires à l'élaboration des sous-ensembles nucléaires destinés à la force de dissuasion française.

Ces missions se concrétisent par des activités de purification, recyclage et entreposage des matières nucléaires (uranium, plutonium, tritium), par la fabrication des sous-ensembles d'armes, par le traitement, la neutralisation ou l'élimination des déchets, et par les activités de recherche et développement pour l'amélioration des connaissances scientifiques et technologiques et de la sûreté radiologique et pyrouradiologique.

Le Centre de Valduc se situe en région Bourgogne, à environ 30 km au nord-ouest de Dijon et sa superficie est d'environ 800 ha. Les villages les plus proches se situent entre 3,5 et 6 km.

Installation nucléaire de base secrète et information du Public

Le statut du centre est celui d'une INBS, installation nucléaire de base secrète. L'autorité de sûreté est le Délégué à la sûreté nucléaire et à la radioprotection pour les activités intéressant la Défense (DSND). Les rejets d'effluents atmosphériques du Centre de Valduc sont réglementés par l'arrêté du 3 mai 1995, qui fixe les modalités de rejets, d'information et de contrôle de l'environnement.

Le centre est soumis à l'obligation de confidentialité (secret) sur des connaissances ou activités scientifiques et technologiques sensibles, mais ceci ne concerne pas les informations portant notamment sur la nature et les résultats des mesures des rejets effectués dans l'environnement, ainsi que leur impact sur la santé du public. Un rapport annuel est transmis à la commission d'information et au Délégué dans le cadre de l'article 2 de la loi du 13 juin 2006 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire (article R1333-39 du code de la Défense).

La surveillance du site est assurée par le Service de protection contre les rayonnements (SPR) dont le premier rapport de synthèse date du 4^e trimestre 1967. Le premier état radiologique complet du site a été diffusé il y a 12 ans (HC/DDS-183 du 23/10/1998), le dernier point de référence établi est actuellement en cours de diffusion par le DSND.

Le dialogue avec le public et son information s'effectuent depuis 14 ans (1996) à travers la "Structure d'échange et d'information sur Valduc" (SEIVA), association loi 1901 constituée des différents partenaires concernés par le centre CEA. Conformément à la réglementation, le préfet de Côte-d'Or a mis en place la Commission d'Information en 2004, qui réunit les différentes parties intéressées, dont la SEIVA.

Enfin, le CEA-Valduc publie depuis 2005 tous les six mois 2500 exemplaires de "la lettre de l'environnement" destinée à l'ensemble du personnel et retraités du centre, aux entreprises intervenant sur le site, à la SEIVA, aux élus de la région, aux communes et aux médias et décideurs locaux.

Particularités du centre et incidence sur la surveillance de l'environnement

Le centre de Valduc abrite 3 catégories d'installations nucléaires très différentes :

- les installations dites "alpha" travaillant les métaux "plutonium" et "uranium", qui ne rejettent pas de radionucléides, mais pour lesquelles il est déclaré un rejet hypothétique lié au seuil de détection ;
- les installations dites "tritium", qui sont génératrices de rejets atmosphériques radioactifs et induisent un marquage de l'environnement facilement mesurable ;

Executive Summary

This paper describes the main features of the environmental control in the vicinity of the CEA Valduc centre, explains the site specific characteristics, the surveillance policy, and some historical elements about tritium atmospheric release. Some levels of activities are given, corresponding to an exposure level below 0.02% of natural irradiation.



– les installations d'étude sur les rayonnements, qui comprennent un réacteur pour les études de prévention du risque de criticité, deux réacteurs de puissance limitée utilisés dans le cadre de la tenue aux rayonnements de matériels sous irradiation et deux accélérateurs producteurs de neutrons. Les rejets de ces installations sont extrêmement faibles. Il s'agit essentiellement de gaz rares et d'halogènes. Ils ne feront pas l'objet de développement ici.

Chaque type d'installation applique des règles de sûreté de fonctionnement et de conception adaptées au(x) radio-nucléide(s) présent(s). Le contrôle des rejets dans les locaux, à la cheminée et dans l'environnement est régi par ces règles.

Le **plutonium** est un métal radioactif (de période 24000 ans pour l'isotope principal), émetteur de rayonnement alpha (noyau d'hélium 4) de forte énergie dispersée sur une distance extrêmement courte). Il ne peut être libéré à l'air libre que sous forme de particules solides.

Les installations dans lesquelles le plutonium est mis en œuvre sont isolées de l'atmosphère extérieure par l'intermédiaire de filtres de très haute efficacité qui retiennent ces particules. Celles-ci ne peuvent parvenir à l'extérieur qu'en situation de type accidentel, (incendie, séisme, explosion...) impliquant la rupture de plusieurs barrières.

Le contrôle des rejets à la cheminée doit répondre à deux préoccupations complémentaires. La première est la détection de radioactivité à un niveau très faible pour vérifier et quantifier "l'absence de rejets". Ceci nécessite un prélèvement continu sur filtre et des mesures fines de ces prélèvements en laboratoire. La seconde est une détection à niveau relativement élevé d'activité, avec réponse instantanée, permettant de quantifier l'activité qui serait relâchée en situation accidentelle. Hors installation, les mesures en situation normale ne présentent pas d'intérêt. En situation accidentelle, ce sont des mesures d'air et de dépôts sur site qui permettraient d'obtenir des informations complémentaires aux informations en provenance de l'installation.

Le **tritium** ^3H , est un isotope radioactif de l'hydrogène de période radioactive 12,3 ans. 1 g de tritium a une radioactivité de 359 Téra-becquerels ($3,59 \cdot 10^{14}$ Bq). Il se désintègre en émettant un électron (émetteur beta) de très faible énergie. L'exposition au tritium s'effectue par incorporation (inhalation, ingestion et, pour être exhaustif, par passage transcutané).

Sous forme de dihydrogène gazeux et de vapeur d'eau, le tritium a une grande mobilité et diffuse à travers les matériaux. Ceci impose des dispositions particulières prises pour assurer son confinement.

L'hydrogène est un élément chimique majeur à la surface de la terre et est un élément constitutif de l'eau et de la matière organique des organismes vivants. L'eau tritiée rejetée à l'air ou en rivière entre dans le cycle de l'eau et termine son parcours dans les océans. À échelle locale, l'eau tritiée de l'air et du sol est absorbée par les

végétaux et réémise par transpiration et une faible fraction est intégrée dans les molécules organiques des végétaux par la photosynthèse. Les proportions d'hydrogène dans la matière vivante sont stables et les comportements chimiques des isotopes de l'hydrogène sont très voisins.

Les temps de résidence dans les différentes composantes de l'environnement sont très variables en fonction des compartiments, d'où la nécessité, lors de la réalisation de prélèvements, de connaître simultanément plusieurs de ces composantes et d'apprécier les durées d'intégration des transferts.

Stratégie de gestion des effluents et déchets

La production d'effluents actifs aqueux est très faible dans les installations. Les effluents alpha sont traités et les résidus solidifiés et gérés comme déchets. Pour les installations tritium, les eaux de cuves (douches, lavabos, lavage des sols) sont pulvérisées en pied de cheminées et les eaux usées liées à la vie sur le centre, logiquement marquées par l'ambiance du site, sont traitées à la station d'épuration des eaux usées. Les eaux de la station sont transférées à des bassins de contrôle et d'infiltration. Le site n'a de ce fait pas de rejets liquides radioactifs. La qualité des eaux issues de la station fait l'objet d'une surveillance réglementaire du point de vue physico-chimique, chimique et radiologique.

Ainsi, la surveillance de l'environnement du site concerne principalement les rejets atmosphériques de tritium.

Pour ses installations tritium, le CEA Valduc a mis en place une stratégie globale durant les années 1980 en vue de limiter les rejets, de recycler le tritium et de réduire simultanément les volumes de déchets tritiés.

La première étape (1979-99) a consisté à inclure progressivement les équipements opératoires dans des enceintes de confinement (boîtes à gants) afin de limiter les volumes d'air à traiter. Il s'agissait en particulier de réduire voire de supprimer toute humidité, de telle sorte qu'un système de piégeage (détritiation) puisse être intégré dans la boucle de recyclage d'air du système de ventilation. La deuxième étape a été la mise en place d'une stratégie de gestion des déchets, prenant en compte le tri par nature et par niveaux d'activité, en liaison avec les traitements possibles.

Les procédés des installations de purification du tritium et de décontamination des déchets du site sont aujourd'hui complètement équipés de moyens de détritiation de l'air des procédés.

Pour les installations alpha, il y a séparation complète des réseaux d'effluents liquides actifs et non actifs. Aucun effluent industriel ne peut être rejeté dans l'environnement avant passage dans une installation de traitement.

L'histoire du site se caractérise ainsi par une absence de rejets atmosphériques d'aérosols alpha et beta-gamma,



Balise de contrôle sur site

des rejets atmosphériques très faibles de gaz et d'halogènes résultant du fonctionnement des réacteurs expérimentaux, non susceptibles de conduire à un marquage de l'environnement et un marquage mesurable, mais d'impact radiologique faible, par les rejets atmosphériques de tritium avec une forte réduction depuis les années '80 (figure 1).

Mise en œuvre de la surveillance de l'environnement

La surveillance de l'environnement assure classiquement trois fonctions :

- **une fonction de surveillance de routine.** Elle concerne l'ensemble des mesures effectuées en routine dans l'environnement du site. Ceci permet de quantifier l'empreinte du site sur son environnement en fonction du temps et de mesurer l'incidence des actions réalisées dans les installations pour maîtriser les rejets. Ces mesures de routine permettent de disposer en permanence d'un état de référence autour du site, qui peut servir en cas d'événement radiologique. La fréquence de ces mesures est hebdomadaire ou mensuelle. Il s'agit cependant d'obtenir une information intégrant l'ensemble des fluctuations climatiques et de rejets, sur la durée considérée, ce qui est obtenu grâce à des prélèvements continus ;
- **une fonction d'études et de compréhension de fonctionnement du milieu local.** Cette fonction est assurée au CEA Valduc, de plusieurs manières complémentaires. Il existe des campagnes annuelles indépendantes et contradictoires de mesures entre le CEA et la SEIVA, avec un objectif de transparence et de confiance. Des études



Station de prélèvement

scientifiques sont conduites (stages, thèses) sur les mécanismes de transfert dans les compartiments de l'hydrosphère, par le CEA/Bruyères le Châtel et sur les mécanismes de transfert à la chaîne alimentaire par le SPR de Valduc. Enfin le centre dresse depuis 1968, sous l'autorité du directeur de centre, un état radiologique du site intégrant les données sur une dizaine d'années et complétées par des données obtenues sur un périmètre large. Cet état est demandé depuis 1998 par l'autorité de sûreté (DSND) ;

– **une fonction d'alerte.** La surveillance, pour répondre à cette fonction, doit être adaptée aux radionucléides concernés. Dans le secteur des réacteurs, une station sur site permet le contrôle en continu de l'irradiation externe. Cette station permet également la mesure de l'activité volumique alpha et beta de l'air en temps réel. Pour les autres installations, et compte tenu des caractéristiques radiologiques des radionucléides du site les fonctions d'alerte sont portées au plus près des sources potentielles, dans les lignes d'équipements et les locaux de travail. Pour les émetteurs alpha, des dispositifs existent sur le site pour la collecte et la mesure de dépôts d'aérosols alpha, qui ne seraient exploités qu'en situation accidentelle. Pour le tritium et compte tenu de sa très faible radiotoxicité, la limitation des quantités utilisées à chaque opération dans les installations, constitue un moyen très efficace de limitation des risques, et par là même minimise la fonction d'alerte des mesures dans l'environnement.

Plans de surveillance

La surveillance environnementale de Valduc s'appuie d'une part sur la surveillance des effluents rejetés et d'autre part sur le contrôle de la radioactivité de l'environnement sur site et hors site.

La surveillance des rejets atmosphériques s'effectue à chaque cheminée par la détermination du débit et du volume rejeté, et les contrôles ci-après :

- pour le *tritium*, d'une surveillance continue de l'activité volumique et d'un prélèvement continu avec mesures hebdomadaires ;
- pour les gaz autres que le *tritium*, d'une surveillance continue et d'une mesure de l'activité volumique



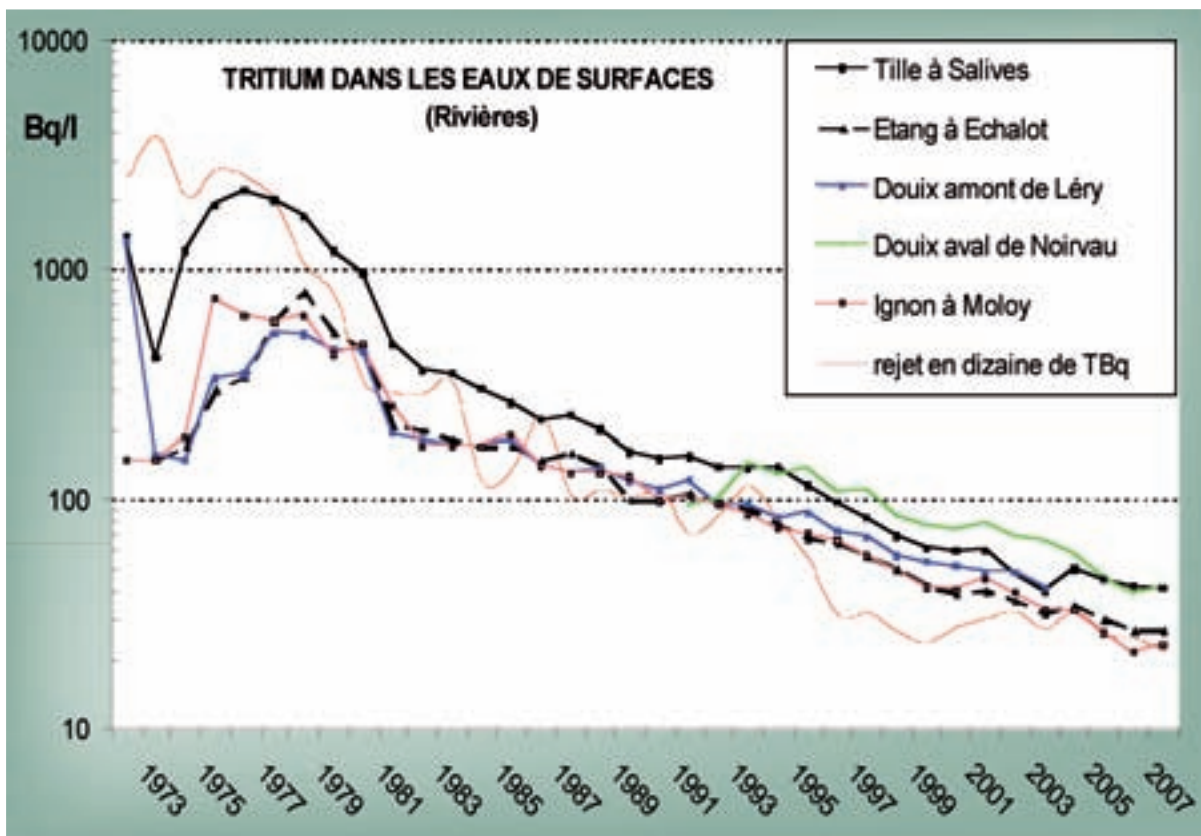


Figure 1 : activité des eaux de surface

complétée par une détermination des radionucléides significatifs sur prélèvement gazeux et mesure différée ;
 – pour les halogènes, d'un prélèvement continu sur adsorbant spécifique, avec mesure de l'activité gamma totale et de l'activité des radioéléments significatifs et dans tous les cas, celle de l'¹³¹I ;
 – pour les aérosols, d'une surveillance en continu de l'activité volumique et d'un prélèvement sur filtre fixe avec mesure des activités alpha et bêta totales hebdomadaires.

La surveillance atmosphérique est assurée sur le Centre, par une station de surveillance située dans la zone des réacteurs, et une station située dans la zone des installations alpha, et par quatre stations aux villages les plus proches du Centre, situés sur deux axes orthogonaux, afin de garantir la qualité de l'air en tritium et vérifier l'absence d'éléments radioactifs artificiels dans les aérosols.

Ces installations accueillent un dispositif de prélèvement du tritium dans l'air avec discrimination des formes chimiques eau tritiée HTO et hydrogène tritié HT, un dispositif des prélèvements des poussières atmosphériques sur filtre, et un collecteur d'eau de pluie.

La surveillance des eaux de surface est essentiellement destinée à contrôler l'impact des dépôts des rejets gazeux en surface du sol. Les prélèvements d'eaux de surfaces sont effectués dans les mêmes directions que les stations extérieures.

En ce qui concerne les **eaux de nappes**, le site de Valduc est constitué par deux niveaux de calcaires karstifiés séparés par un horizon marneux peu perméable épais d'une vingtaine de mètres. Cet horizon marneux sépare deux aquifères, un aquifère d'épaisseur moyenne de 10 m, situé entre 20 et 50 m de profondeur, et qui s'écoule par des sources vers des cours d'eau, et un aquifère inférieur peu concerné par l'infiltration des précipitations.

Cette situation se traduit par l'existence d'une zone non saturée très épaisse, par des écoulements peu homogènes mais dont les exutoires sont bien définis et faciles à surveiller. Les eaux de nappes sont contrôlées au niveau des résurgences en aval du centre.

La **chaîne alimentaire** est contrôlée au moyen de prélèvements et analyses de graminées, représentatives des végétaux et présents la plupart des mois de l'année et de lait destiné à la consommation.

Un échantillon d'herbe est prélevé de manière mensuelle (sauf en période hivernale ou la croissance des végétaux n'est pas suffisante), par alternance dans les communes d'Echalot, Léry, Salives, Moley dans l'enceinte grillagée des stations de prélèvements atmosphériques. Sont réalisées une mesure du tritium de l'eau libre des végétaux, et une spectrométrie gamma.

Le prélèvement de lait de vache est effectué à la ferme la plus proche sur la commune de Salives, à 6 km au nord du centre.

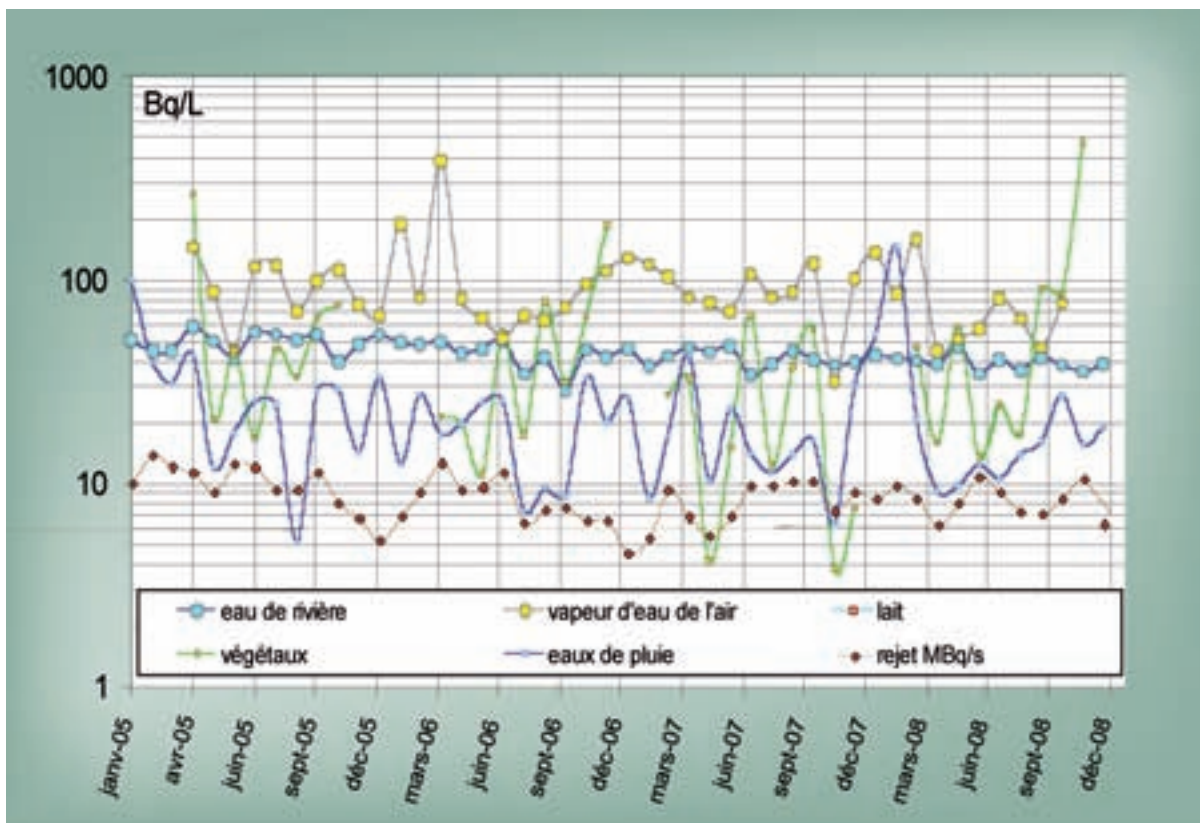


Figure 2 : activité des différents compartiments

Le tritium organiquement lié fait l'objet d'une attention particulière dans les études relatives aux méthodes d'analyses et celles relatives aux mécanismes de transfert, en partenariat avec la SEIVA et l'Université. Ces études servent en particulier à affiner la prise en compte de cette forme chimique dans les évaluations d'impact.

Acquisitions de données météorologiques

Le Centre de Valduc est équipé d'une station météorologique. Elle regroupe les mesures de température et d'hygrométrie, sous abri, à 1,5 mètre du sol, la mesure des précipitations au sol (pluviomètre automatique), les mesures de vitesse et de direction du vent à 10 et à 30 mètres sur un pylône, la mesure de pression dans le local. Cette station est implantée au sud du Centre. Elle est également équipée d'un SODAR, qui permet la mesure des vecteurs vents (vitesses horizontale et verticale, direction et état de stabilité) sur des tranches d'atmosphère de 30 à 600 mètres.

Agrément du laboratoire de mesures

Conformément aux dispositions de l'arrêté du 8 juillet 2008 portant sur l'organisation du Réseau national de surveillance de l'environnement, le laboratoire dispose des agréments nécessaires à la transmission des résultats pour l'ensemble du périmètre de surveillance décrit ci-dessus (liste des agréments sur www.asn.fr). Depuis

début 2009, l'ensemble des résultats est diffusé informatiquement vers le système du Réseau national de mesures (RNM).

Quelques exemples de résultats

Les résultats de surveillance des eaux de surface sont présentés en figure 1. On note une très nette diminution de la concentration des eaux, celles-ci n'ayant par ailleurs jamais dépassé la limite actuelle de potabilité des eaux de l'organisation mondiale de la santé. On note également entre rejets et activité des eaux de surface un effet tampon et à un retard liés à la nappe phréatique. La figure 2 présente l'ensemble des compartiments à la station de Salive. Ces résultats montrent la stabilité globale des niveaux, les fluctuations temporaires liées à la direction des vents, et confirment que l'activité de l'eau de pluie est sensiblement plus faible que l'activité de l'eau de l'air. L'activité des végétaux se situe assez logiquement entre les deux. Enfin la concentration reste stable entre herbe et lait.

Conclusions et perspectives

La surveillance autour de Valduc est principalement tournée vers l'impact des rejets atmosphériques de tritium, seul radionucléide mesurable. Le plan réglementaire, parfois conforté par des mesures supplémentaires garantit une bonne appréciation de l'impact environnement. De plus les études réalisées dans un objectif de compréhension des mécanismes sont d'une grande



efficacité et leur réalisation en partenariat avec les associations locales et universités constitue une source très utile de dialogue et d'ouverture. Les résultats de ces contrôles présentent l'avantage de pouvoir être utilisés pour calculer l'impact du centre en termes d'exposition. À Valduc l'exposition des populations au tritium est aujourd'hui inférieure à $0,4 \mu\text{Sv}/\text{an}$ pour une exposition naturelle, également évaluable à partir de mesures, de l'ordre de $2000 \mu\text{Sv}/\text{an}$. ■

ASSURER UNE SURVEILLANCE PERMANENTE SUR LE TERRITOIRE NATIONAL,
SUR L'ENSEMBLE DES COMPARTIMENTS ENVIRONNEMENTAUX

Surveillance autour des INBS des ports militaires

Monitoring around the secret nuclear facilities of naval ports

Par **Donald Jaskierowicz**, pharmacien en chef, conseiller scientifique et technique, état-major de la marine
et **Stéphane Quéré**, capitaine de corvette, adjoint chargé de la prise en compte des installations nucléaires sur l'environnement
et le personnel – Marine nationale

La genèse de la propulsion nucléaire dans la marine nationale

Dès 1945, le général de Gaulle a créé le Commissariat à l'énergie atomique (CEA) afin de doter la France de l'arme nucléaire. Complément indispensable de ce choix stratégique, le sous-marin nucléaire est rapidement apparu comme le moyen permettant de garantir une riposte en cas d'attaque du territoire national.

Jusqu'à la fin de la deuxième guerre mondiale, les sous-marins produisaient l'énergie électrique nécessaire à leur fonctionnement grâce à des moteurs Diesel accouplés à des générateurs électriques. Mais ils demeuraient très vulnérables, malgré l'invention du schnorchel (tube qui permet d'aller chercher l'air nécessaire aux diesels tout en restant sous l'eau), durant les périodes de fonctionnement des moteurs Diesel.

L'énergie nucléaire, contrairement à celle du charbon ou du pétrole, peut être transformée en énergie mécanique ou électrique sans utilisation de l'oxygène de l'air. Elle est donc particulièrement adaptée aux mobiles qui ont vocation à ne pas être en contact avec l'atmosphère, comme le sous-marin. De plus, il est possible d'emmagasiner une très grande quantité d'énergie (nucléaire) dans un très faible volume.

L'énergie nucléaire confère donc au sous-marin nucléaire une discrétion et une autonomie très nettement supérieures à celles de son ancêtre le sous-marin Diesel. Ainsi, un sous-marin nucléaire peut-il, techniquement, effectuer sans interruption plusieurs tours du monde en plongée complète et à vitesse soutenue.

La France s'est tout d'abord dotée de six sous-marins nucléaires lanceurs d'engins (SNLE) de type "Le Redoutable", qui ont été remplacés par quatre SNLE de nouvelle génération de type "Le Triomphant". Le port de base de ces sous-marins qui constituent la force océanique stratégique (FOST) est situé à l'Île Longue, en rade de Brest.

Par ailleurs, la France dispose également de six sous-marins nucléaires d'attaque (SNA) de type "Rubis" ainsi que, depuis 2001, du porte-avions nucléaire "Charles de Gaulle". Ces navires ont tous Toulon pour port de base.

Des infrastructures portuaires adaptées

Le maintien en conditions opérationnelles de bâtiments à propulsion nucléaire impose de disposer d'installations nucléaires adaptées (installations nucléaires de base secrètes – INBS) répondant à l'ensemble des normes en vigueur tant dans le domaine de la conception (résistance aux agressions naturelles, aux défaillances techniques et aux actes de malveillance) que de la protection de l'environnement et des populations. Ces installations sont situées dans les ports de Brest (entretien de longue durée des SNLE et ponctuellement des SNA), l'Île Longue (entretien des SNLE), Toulon (entretien des SNA et porte-avions "Charles de Gaulle") et Cherbourg (port de construction des SNLE et des SNA).

Ces infrastructures portuaires sont exploitées par la Marine nationale (ou la Direction générale pour l'armement – DGA – pour le port de Cherbourg). Bien que classées "secrètes" par le Premier Ministre afin principalement de prévenir tout acte de malveillance et d'éviter la diffusion d'informations techniques de nature à favoriser la prolifération, ces installations sont dotées de commissions d'information (CI) créées par décret du 5 juillet 2001.

Executive Summary

Based within large industrial cities (Brest, Toulon, Cherbourg) or more rural areas like Crozon (Ile Longue), French navy exploits nuclear facilities where are built, maintained and decommissioned nuclear power submarines and aircraft-carrier. The safety and the security of these installations as well as the non-impact on people and environment are continuously monitored.

The DSND, a governmental regulatory body dedicated to the Defense, applies the same regulations enforced by the ASN for civilian nuclear activities. Concerning environmental monitoring, the navy answers to the DSND or the ASN, depending on the type of survey.

In every nuclear site, an automatic nuclear monitoring sensor system (2SNM) runs 24/7, with the supervision of specialized personnel in radioprotection. Each year, more than 7000 samples are collected in the ecosystem and thousands of measurements are carried out in four laboratories (LASEM (in Cherbourg, Brest and Toulon) – SPRS ILO) of the navy.

These results are sent to the DSND and have been integrated since February 2010 to the brand-new public web site of the national monitoring network of radioactivity in the environment (RMN).





Figure 2 : implantation des INBS

Ces instances sont équivalentes aux commissions locales d'information (CLI) mises en place autour des sites nucléaires civils. Elles répondent à une exigence de transparence et sont présidées par les préfets de département. Des représentants du ministre de la défense y participent.

Ces commissions ont pour vocation de répondre à toutes les questions relatives à l'impact des activités nucléaires militaires sur la santé et l'environnement.

Chaque commission regroupe des représentants des conseils municipaux, conseils généraux et des associations de protection de l'environnement ainsi que des représentants des intérêts économiques et sociaux et des professions médicales.

Organisation des responsabilités d'exploitation

Au titre de l'arrêté "exploitant" du 27 novembre 2003, le ministre de la défense est l'exploitant des installations nucléaires de la défense. Pour la Marine nationale, il confie cette responsabilité au chef d'état-major de la marine (CEMM) qui met en place une chaîne de mise en œuvre et une chaîne de contrôle interne indépendantes l'une de l'autre. En particulier, le contrôle interne est assuré par l'inspecteur des mesures de sécurité nucléaire (IMSN).

De plus, comme pour les activités relevant du domaine civil, le contrôle des activités et installations intéressant

la défense est placé sous une autorité de sûreté, le délégué à la sûreté nucléaire et à la radioprotection pour les installations et activités intéressant la défense (DSND), directement rattaché au ministre de la défense et au ministre chargé de l'industrie.

Le délégué est chargé d'étudier et de proposer la politique de sûreté nucléaire et de radioprotection applicable aux installations et activités nucléaires. Il en contrôle l'application.

En tenant compte des spécificités propres aux installations et activités nucléaires intéressant la défense, il propose toute adaptation de la réglementation, notamment en matière de prévention et de contrôle des risques pour les personnes, les biens et l'environnement.

Pour les activités et installations intéressant la défense, le DSND est ainsi l'homologue de l'autorité de sûreté nucléaire (ASN). Pour l'exercice de ses missions, le DSND établit des échanges réguliers d'informations avec l'ASN.

Le principe de subsidiarité et d'efficacité des pouvoirs publics rend nécessaire qu'une seule autorité soit en charge du suivi d'un dossier. L'ASN et le DSND ont défini, par protocoles, les conditions de leur concours mutuel et les modalités d'échange des informations.

Enfin, le DSND et l'ASN s'appuient sur une expertise technique commune assurée par l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN).



Prélèvement de mollusques

Organisation de la surveillance de l'environnement

Sur le plan technique, les installations nucléaires sont conçues, exploitées et entretenues de manière à limiter les émissions d'effluents. Celles-ci doivent être captées à la source, canalisées et, si besoin, traitées afin que les rejets soient maintenus aussi faibles que raisonnablement possible. En tout état de cause, un arrêté d'autorisation fixe des limites de rejets sur la base de l'emploi des meilleures technologies disponibles à un coût acceptable, ainsi que des caractéristiques particulières du site.

Sur le plan réglementaire, l'arrêté du 26 novembre 1999 fixe ainsi les prescriptions techniques générales relatives aux prélèvements et aux rejets effectués par les installations nucléaires de base (INB). Depuis mai 2000, ses dispositions constituent, pour les sites militaires, la base technique d'élaboration des décrets d'autorisation de rejets et de prélèvement d'eau (DARPE) fixant notamment les dispositions spécifiques relatives à la surveillance des rejets et de l'environnement d'un site.

En septembre 2002, le DSND a inscrit l'arrêté dans la liste des textes de réglementation technique générale applicables aux installations et activités nucléaires relevant du ministère de la défense.

La convention signée le 5 juillet 2006 entre le DSND et l'ASN précise leurs rôles respectifs :

- le DSND est compétent en matière de contrôle des rejets des INBS ;
- l'ASN est compétente pour la surveillance de l'environnement à l'extérieur du périmètre des INBS.

Dans ces conditions et selon les domaines considérés, le ministère de la défense relève soit du DSND soit de l'ASN. Cependant, il est apparu souhaitable à ces deux autorités que l'exploitant n'ait affaire qu'à une autorité unique dans l'élaboration et la mise en œuvre des DARPE. Ils ont décidé que les exploitants d'INBS s'adressent au DSND qui informe ou sollicite l'avis formel de l'ASN.

Les objectifs de la surveillance radiologique de l'environnement

Pour les armées, le respect de l'environnement est un élément important de leur acceptabilité par la nation. Au-delà des obligations réglementaires, la Marine nationale se veut être l'un des plus opiniâtres défenseurs de la biodiversité marine. Sous l'impulsion du Président de la République, elle s'est associée aux travaux du Grenelle de la mer et à l'élaboration du Livre bleu qui, pour la première fois en France, propose d'orienter la politique économique et environnementale vers l'océan.

Ancrée au cœur de grandes métropoles maritimes ouvertes sur des rades à l'écosystème délicat, la marine a mis en œuvre, adapté et fait évoluer dès la genèse du projet atomique des moyens de contrôle et d'intervention lui permettant de garantir une surveillance optimale de l'impact de ses activités dans l'environnement et de répondre à ses obligations d'exploitant nucléaire impliqué dans une démarche volontariste de transparence.

La surveillance radiologique des ports nucléaires doit permettre :

- la connaissance des niveaux de radioactivité naturelle et artificielle. Il s'agit de déceler et mesurer des activités aussi faibles que possible, y compris par l'usage de bio-indicateurs, pour les différents types de rayonnement alpha, bêta et gamma ;
- la surveillance des points de rejets d'effluents ;
- la détection de toute évolution dans l'environnement par des comparaisons dans le temps, avec une situation de référence, et dans l'espace, en fonction des sources (origine naturelle, retombées des essais nucléaires atmosphériques, séquelles de l'accident de Tchernobyl, rejets des installations nucléaires d'autres exploitants...) ;
- l'évaluation des impacts radioécologique et sanitaire de l'installation nucléaire. Une étude préliminaire permet d'identifier et caractériser le ou les groupes de référence ;
- de disposer d'une banque de données et d'éléments de décision pour limiter l'exposition des personnes et la contamination de l'environnement en cas de situation incidentelle ou accidentelle ;
- à l'exploitant de remplir ses obligations réglementaires et de démontrer aux instances de sûreté, aux pouvoirs publics, aux élus et aux populations que l'impact des activités nucléaires de la marine est négligeable.

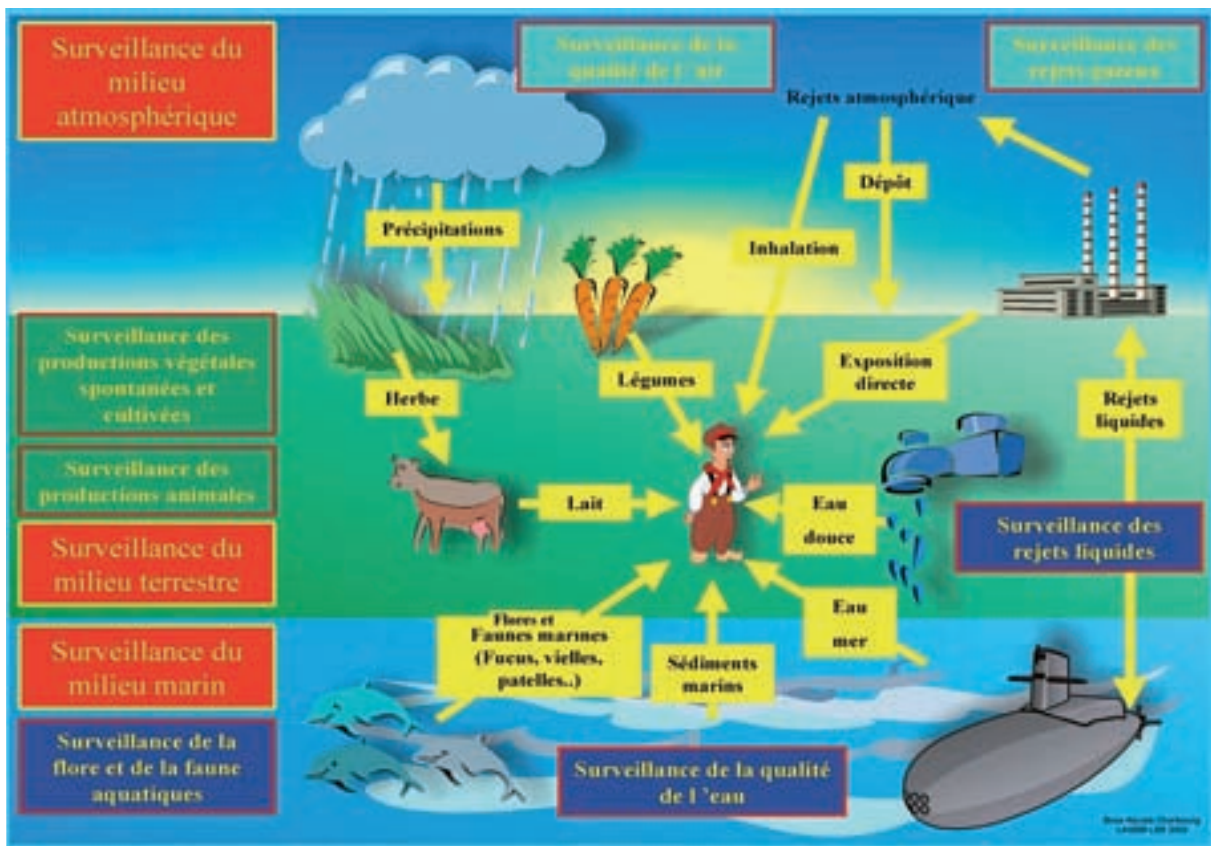
L'organisation et les moyens de la surveillance radiologique

La surveillance radiologique porte sur différentes composantes de l'écosystème des sites nucléaires de la marine.

La nature, la fréquence et la localisation des prélèvements et mesures forment un programme de surveillance radiologique approuvé par les autorités de la Marine nationale et est établi :

- conformément aux dispositions réglementaires ou des décrets DARPE ;





Principe de la surveillance radiologique

– au vu des connaissances sur les processus de transferts dans le milieu environnant du site (caractéristiques océanographiques, météorologiques, inventaire biologique, "point zéro" de référence, influence des activités industrielles d'autres installations...).

Ce programme, révisé annuellement, peut être adapté au vu du retour d'expérience et de l'évolution de la réglementation. Sa partie réglementaire, qui couvre une zone comprise dans un rayon de 10 kilomètres autour des installations nucléaires, est approuvée par le DSND. Au-delà de cette limite, des mesures permettent d'appréhender les répercussions de certaines activités nucléaires "lointaines". Par exemple, la Marine nationale effectue des mesures dans le delta du Rhône et exerce une surveillance entre Granville et Dunkerque.

Pour réaliser cette surveillance radiologique de l'environnement, la Marine nationale dispose dans les ports militaires nucléaires de métropole de deux types de structures jouant des rôles complémentaires :

– des laboratoires d'analyses de surveillance et d'expertise de la marine (LASEM) dans les ports de Brest, Toulon et Cherbourg. Ces laboratoires assurent une surveillance opérationnelle et réglementaire de l'environnement dans les domaines radiologique, chimique et physico-chimique. Ils sont plus particulièrement chargés de l'élaboration et de la réalisation des programmes de surveillance radiologique des différents ports. Les effectifs cumulés de ces 3 laboratoires sont de 72 personnes dont

23 dédiées strictement à la surveillance radiologique de l'environnement ;

– des services de surveillance radiologique (SSR) pour les ports de Brest, Toulon et Cherbourg et un service de protection radiologique du site de l'Île Longue (SPRS). Constitués d'une cinquantaine de personnels militaires disposant des qualifications de technicien en radioprotection (TR) ou de technicien supérieur en radioprotection (TSR), ces services assurent la permanence de la surveillance radiologique de l'environnement et interviennent immédiatement en cas d'événement radiologique survenant dans le périmètre de leur base navale.

En complément de ces organismes, la marine s'est dotée d'une structure d'expertise reconnue : le groupe d'études atomiques (GEA), rattaché à l'école des applications militaires de l'énergie atomique (EAMEA) de Cherbourg. En particulier, le GEA dispose d'un laboratoire de mesures "bas bruit de fond" (limite de détection inférieure à 10 mBq après 24 heures de comptage) situé sous la montagne du Roule, particulièrement adapté à la réalisation d'expériences fondamentales et aux mesures de très faible activité. Par ailleurs, le GEA a développé en collaboration avec le laboratoire de radioécologie de Cherbourg-Octeville (LRC) de l'IRSN un matériel innovant de prélèvement d'eau tritiée atmosphérique appelé "PREVAIR" qui permet d'atteindre des limites de détection adaptées aux études ou expertises sur la propagation du tritium dans une installation ou dans l'environnement. Cet



Prélèvement de sédiments marins par carottage

appareil portable permet d'acquérir un échantillon en moins d'une heure, alors que la méthode par barbotage nécessite plusieurs jours de fonctionnement en continu. Au laboratoire du Roule les limites de détection en scintillation liquide sont de l'ordre de $0,01 \text{ Bq/m}^3$, environ 50 fois inférieures à celles par prélèvement par barboteur.

Dans le domaine de la surveillance radiologique de l'environnement, le GEA est notamment chargé d'analyser et d'archiver les données relatives au suivi radiologique des sites nucléaires de la marine et des ports d'escale, d'estimer par le calcul l'impact sanitaire des rejets radioactifs, de préparer la synthèse annuelle de la surveillance radiologique y compris l'impact sanitaire.

Consciente de l'impact environnemental d'un incident ou accident à caractère radiologique, et s'appuyant sur l'analyse de l'accident de la centrale de Tchernobyl, la Marine nationale a souhaité renforcer la surveillance du compartiment atmosphérique.

Dans les années 1990, elle s'est ainsi dotée d'un système innovant de surveillance centralisé et multi-senseurs. Équipant les quatre ports nucléaires (Brest, Toulon, l'Île Longue et Cherbourg), le système de surveillance nucléaire de la marine (2SNM) assure une mesure en temps réel, permanente et automatique de la radioactivité à l'intérieur du périmètre militaire. Ce système est couplé à un logiciel d'aide à la décision CAIRE permettant la détection immédiate, l'analyse et l'évaluation des conséquences radiologiques en cas d'incident ou d'accident d'exploitation nucléaire. Le 2SNM est mis en œuvre par les SSR des bases navales et le SPRS de l'Île Longue.

D'une manière plus générale, la nature des prélèvements réalisés est la suivante :

- pour le compartiment atmosphérique : aérosols et gaz réalisés par le 2SNM et par des prélèvements d'air analysés au laboratoire, eau de pluie collectée par des pluviomètres ;
- pour le compartiment terrestre : eau douce, sols, végétaux spontanés (aiguilles de pin, graminées...) ou cultivés (salades, tomates, pommes de terre...) et lait ; pour le



Prélèvement de crustacés

compartiment marin : eau de mer, flore (algues...), faune (mollusques, crustacés, poissons), sédiments et sables dans la rade et le proche littoral.

Les modalités techniques de prélèvement et d'analyse, les méthodes de surveillance, les caractéristiques de l'appareillage, ses conditions d'implantation et de fonctionnement sont conformes aux règles techniques de l'arrêté du 26 novembre 1999.

Démarche qualité et agréments

La marine a fixé comme priorité à ses laboratoires l'obtention des accréditations et agréments garantissant l'impartialité et la qualité des mesures.

Les LASEM, le GEA, les SSR et le SPRS ILO sont agréés par l'ASN dans les conditions prévues par la décision homologuée n° 2008-DC-0099 de l'ASN du 29 avril 2008 portant organisation du réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement (RNM) et fixant les modalités d'agrément des laboratoires :

- participation régulière aux circuits d'intercomparaison organisés par l'IRSN ;
- respect des exigences générales de compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais fixées par la norme NF EN ISO/CEI 17025 (Septembre 2005) et du programme d'accréditation n° 135 du comité français d'accréditation (COFRAC). Les LASEM et le GEA sont déjà accrédités par le COFRAC ;
- avis de la commission d'agrément.

Communication et information du public

Conformément à la législation en vigueur, l'information relative à la surveillance radiologique autour des installations nucléaires militaires est rendue publique.

Depuis 1995, des plaquettes semestrielles sont éditées pour chaque port et diffusées largement auprès des mairies. Les résultats sont également disponibles sur le site Internet de la marine www.defense.gouv.fr/marine (rubrique "environnement").



Les résultats des surveillances radiologiques annuelles des différents ports sont commentés lors des commissions d'information.

Enfin, la Marine nationale s'est impliquée avec les autres exploitants et les associations dans la construction du site Internet du RNM, qui permet au grand public d'accéder depuis le 1^{er} février 2010 aux données et résultats de la surveillance radiologique de l'environnement.

À l'heure du bilan

Afin de concrétiser dès 2003 son engagement de transparence et répondre à un souhait de la communauté urbaine de Brest (CUB), des analyses complémentaires de radioactivité dans la rade ont été effectuées sous le

contrôle de l'IRSN. Un comité de suivi, auquel participait la marine, a élaboré un cahier des charges pour permettre à un laboratoire indépendant de réaliser un bilan radioécologique. L'Association pour le contrôle de la radioactivité de l'Ouest (ACRO) du Calvados, choisie par la CUB après appel d'offres, a réalisé une campagne de prélèvements en mars/avril 2003 grâce aux moyens nautiques et humains de la marine mis à sa disposition. Les résultats n'ont pas présenté de différences significatives avec les mesures de la Marine nationale.

La surveillance en continu et en temps réel ainsi que des dizaines de milliers de mesures en temps différé sur plus de 7000 prélèvements annuels de l'écosystème permettent de confirmer l'absence d'impact des activités nucléaires de la marine sur l'environnement. ■

ASSURER UNE SURVEILLANCE PERMANENTE SUR LE TERRITOIRE NATIONAL,
SUR L'ENSEMBLE DES COMPARTIMENTS ENVIRONNEMENTAUX

Surveillance de l'environnement et expertise indépendante : l'expérience de la Commission Locale d'Information de Cadarache

Environmental monitoring and independent analysis: the experience of the local information commission in Cadarache

par Monique Foucher, représentante de l'Association FARE Sud au sein de la CLI de Cadarache

En France, la surveillance de l'environnement autour des sites nucléaires est réalisée par les exploitants sous le contrôle des pouvoirs publics. L'histoire montre que dans le passé, la dissimulation, sinon le mensonge, l'a hélas, parfois emporté sur la transparence et l'indépendance. L'épisode Tchernobyl de sinistre mémoire a bien fait apparaître les insuffisances de ce système. Sans l'action de la CRIIRAD (Commission de Recherche et d'Informations Indépendantes sur la Radioactivité), laboratoire associatif indépendant, les Français auraient-ils jamais su la vérité sur la contamination qui a touché notre pays ?

Sous la pression des associations de défense de l'environnement et de l'opinion publique, les lignes ont bougé et, après plusieurs années d'effort, la loi Transparence et Sécurité Nucléaire de 2006 a été obtenue.

Cette loi soumet les exploitants à une obligation de transparence vis-à-vis du public et au contrôle d'une autorité réellement indépendante, l'Autorité de sûreté nucléaire. Elle rend obligatoire la mise en place auprès de toutes les installations nucléaires de base de Commissions locales d'information (CLI) qui ont été constituées à partir de 1981 par les Conseil généraux auprès de certains sites nucléaires. Au niveau national, elle crée un Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire (HCTISN).

Ces instances de suivi de concertation et d'information réunissent toutes les parties prenantes : élus, associations de défense de l'environnement, syndicats, représentants du monde économique, pouvoirs publics et exploitants.

Pour l'exercice de leur mission, les CLI peuvent faire réaliser des expertises, y compris des études épidémiologiques, et faire procéder à toute mesure ou analyse dans l'environnement.

Instruites par l'histoire et l'expérience, les associations de défense de l'environnement demandaient en effet depuis longtemps que des mesures et des analyses soient réalisées dans l'environnement par des laboratoires indépendants à la fois de l'exploitant et des autorités de contrôle.

À Cadarache, c'est en 2002 que les associations ont obtenu pour la première fois de la CLI, créée en 1994 par le Conseil général des Bouches-du-Rhône auprès du site du CEA/Cadarache situé à Saint-Paul-lez-Durance près d'Aix-en-Provence, la réalisation d'une étude indépendante. Cela faisait suite au débat public local organisé sur le projet CEDRA, installation de conditionnement et d'entreposage de déchets radioactifs. La CLI avait ainsi demandé au GSIEN (Groupement de scientifiques pour



Monique Foucher, représentante de l'association FARE Sud au sein de la CLI

Executive Summary

The 2006 Act on "Open Access to Information and Nuclear Safety" provides free access to nuclear installations data and submits nuclear facilities to an independent administrative authority, the ASN (French Nuclear Safety Authority). A local information committee (CLI – Commission locale d'informations) has been set up for each nuclear facility. It includes all the parties involved and may commission expert studies and environmental measurement tests from independent laboratories. Prompted by environmental organizations, the Cadarache CLI commissioned a CRIIRAD (Commission de Recherche et d'Informations Indépendantes sur la Radioactivité) fact-finding survey in 2008-2009 to evaluate the environmental impact of the CEA/Cadarache installations since they were created. This study points to a moderate present impact, though a lack of data makes it impossible to reconstruct environmental impact prior to 1979. A set of guidelines are put forward to assess the past impact in greater detail and to lessen the current impact even further. Following this study, additional steps to minimize this impact will be taken by CEA/Cadarache inside the facilities, and by the relevant LCI outside the installations. Developing independent expert skills is a major challenge for CLIs to gain better knowledge of nuclear activities and improve their local management.





1 : une des deux réunions de travail avec la CRIIRAD organisées par le CEA/Cadarache. 2, 3 : visites d'installations et de stations de mesures par la CRIIRAD

l'information sur l'énergie nucléaire) d'analyser le dossier d'enquête publique relatif à la demande de création de la nouvelle installation. Cette analyse indépendante avait été très utile pour compléter l'information de la CLI et du public.

À la suite de cette première étude, les associations ont souhaité que soit réalisée par un organisme indépendant une étude plus large sur l'impact environnemental de l'activité des installations du CEA/Cadarache depuis la création du centre en 1959. C'était en quelque sorte un "point zéro" avant le démarrage de CEDRA qui, à l'origine, devait comporter un incinérateur, pas encore construit à ce jour.

Resté en suspens plusieurs années, le projet a pu être relancé en 2006 à la suite de la constitution de la CLI en association dont j'avais été élue vice-présidente, et, il faut le reconnaître, grâce à l'acharnement des associations et, in fine, au soutien actif de l'État. Il a été mis en œuvre en janvier 2008 lorsque les financements nécessaires ont été accordés par l'Autorité de sûreté nucléaire, le Conseil général des Bouches-du-Rhône, le Conseil régional Provence-Alpes-Côte d'Azur, le Conseil général de Vaucluse et le Conseil général des Alpes-de-Haute-Provence. Seul le Conseil général du Var a refusé de participer au financement.

L'objet précis de cette étude était d'apprécier l'impact de Cadarache sur l'environnement à partir d'une analyse de toutes les données disponibles relatives aux rejets des installations nucléaires civiles de Cadarache et à la surveillance de l'environnement depuis la création du

Centre en 1959. Étaient également demandées dans le cadre de cette étude des préconisations éventuelles pour améliorer le dispositif actuel de surveillance de l'environnement résultant des arrêtés de 2006 renouvelant et modifiant les autorisations de rejets du CEA/Cadarache. Il faut préciser que pour les associations, cette étude strictement documentaire constituait une première étape et doit, en fonction de ses conclusions, être suivie par un second volet comprenant des mesures dans l'environnement.

La réalisation de cette étude, dont le coût s'est élevé à 33000 euros, a été confiée à la CRIIRAD et a été dirigée par Bruno Chareyron, directeur du laboratoire de la CRIIRAD. Toutes les données ont été communiquées par le CEA/Cadarache et deux réunions de travail et visites du site ont été organisées à Cadarache auxquelles j'ai pu participer avec le secrétaire de la CLI.

Si le CEA/Cadarache a accepté de coopérer à la réalisation de l'étude avec une réelle volonté de transparence, il a toutefois refusé que la CRIIRAD réalise des mesures radiométriques à l'intérieur du site et puisse visiter certaines installations, notamment le laboratoire d'analyse radiologique du CEA, la station de traitement des effluents et le chantier de reprise des tranchées de stockage de déchets radioactifs anciens. Même si la commande de la CLI portait sur une étude documentaire et ne prévoyait pas de mesures dans l'environnement, la CRIIRAD estimait en effet que la réalisation de mesures ponctuelles *in situ* et la visite de certaines installations "sensibles" auraient rendu plus pertinente l'analyse des documents.



Présentation publique de l'étude CRIIRAD, le 23 juin 2009 à la salle des fêtes de Vinon-sur-Verdon, réunion organisée par la CLI avec la participation des représentants de la CRIIRAD de l'ASN et du CEA/Cadarache

La CRIIRAD a présenté le rapport d'étude le 15 avril 2009 à la CLI qui l'a aussitôt rendu public sur son site Internet (www.cli-cadarache.fr). La CLI a organisé le 23 juin 2009 une réunion publique avec la participation de la CRIIRAD, du CEA/Cadarache et de l'ASN pour présenter à la population les résultats de l'étude et les positions des parties prenantes. Le public nombreux venu assister à cette réunion qui s'est tenue dans la salle des fêtes de Vinon-sur-Verdon, a confirmé que cette initiative de la CLI répondait à une réelle attente de la population.

Les principales conclusions de la CRIIRAD ont été les suivantes :

- pour ce qui concerne les autorisations de rejets des installations nucléaires de base civiles, elles ont été pratiquement divisées par 2 entre 1978 et 2006. Par rapport à des sites de type centrale électronucléaire, les rejets liquides sont nettement inférieurs pour le tritium, le carbone 14 et les émetteurs bêta-gamma. Le site de Cadarache est par contre autorisé au rejet d'émetteurs alpha ce qui n'est pas le cas des centrales nucléaires classiques. Les autorisations de rejets aériens de tritium et de gaz rares sont en revanche plus élevées. Une mise à niveau a été opérée progressivement et surtout très récemment, grâce à l'arrêt interministériel du 5 avril 2006 qui a permis de corriger les lacunes les plus évidentes, en particulier en ce qui concerne la surveillance de l'impact des rejets de tritium et de carbone 14. Malgré tout, le dispositif actuel doit être encore amélioré afin de rendre compte plus précisément de l'impact radiologique du site ;
- en ce qui concerne l'impact des installations du centre de Cadarache sur l'environnement, les mesures

effectuées par le CEA permettent de conclure à un impact faible et bien souvent en limite de détection des appareils de mesure. Mais ce diagnostic "positif" doit être pondéré par le fait que le dispositif de surveillance de l'impact radiologique sur l'environnement a présenté de très nombreuses lacunes qui ne sont pas toutes traitées à ce jour. Ces lacunes rendent impossible une reconstitution des impacts des premières décennies de fonctionnement. En effet, on ne dispose pas de mesures des rejets radioactifs atmosphériques ou liquides antérieures à 1979 ;

- en ce qui concerne l'impact dosimétrique du Centre de Cadarache, estimé en 2007 par le CEA à 0,077 microsievert par an pour un adulte situé à Saint-Paul-Lez-Durance, après 50 ans de fonctionnement des INB du Centre, de très nombreuses incertitudes scientifiques entachent ce type de calcul. De plus, il ne prend pas en compte l'exposition externe ajoutée induite par le stockage de matières radioactives dans certaines installations proches des clôtures, ni l'impact des transports de matières radioactives (près de 850 transports externes et près de 4000 transports internes environ en 2008).

La CRIIRAD a formulé une cinquantaine de recommandations pour améliorer le plan de surveillance radiologique, la connaissance des rejets et des impacts actuels et passés, la limitation des impacts et l'information du public.

À la suite de cette étude et au vu des réponses apportées par le CEA/Cadarache et l'ASN, la CLI a pris la position suivante :

- la CLI a pris acte des actions que le CEA a décidé d'entreprendre, notamment les campagnes de mesures



complémentaires et une analyse des cernes de croissance d'arbre pour reconstituer l'impact des rejets historiques du tritium et du carbone 14;

– pour les campagnes de mesures qui seront réalisées par le CEA/Cadarache à l'extérieur du site, la CLI a demandé qu'elles soient réalisées en concertation avec elle, voire pour certaines d'entre elles, en commun avec intercomparaison des mesures. Pour les campagnes qui seront réalisées à l'intérieur du site, elle a demandé que les résultats lui soient communiqués;

– la CLI a demandé à être mieux informée par le CEA et l'ASN concernant l'impact des transports nucléaires entrant et sortant de Cadarache. Une réunion de la CLI s'est ainsi tenue sur ce sujet le 27 janvier 2010;

– pour ce qui concerne les installations contenant les déchets radifères, la CLI a souhaité que les autorités de contrôle réalisent un programme de prélèvements dans l'environnement proche de ces installations;

– pour ce qui concerne le réseau des effluents industriels où des fuites ont été à l'origine de pollutions, la CLI a souhaité que l'ASN prévoie un renforcement de la surveillance de ces réseaux et pollutions;

– enfin, concernant l'impact sur la Durance, la CLI a décidé de faire analyser, par un laboratoire indépendant des prélèvements de terre de berge et de sédiments en aval de Cadarache.

Le CEA/Cadarache et l'ASN ont accepté de prendre en compte un certain nombre des demandes de la CLI. Cela a permis de montrer à tous ceux qui pouvaient douter de l'intérêt de cette étude que des progrès réels en résultèrent pour l'amélioration de la surveillance de l'environnement et l'information du public. Il reste maintenant à mettre en œuvre toutes ces décisions et la CLI consacra à cela une part importante de son activité en 2010.

Personnellement, ce premier volet de l'expertise m'a permis de comprendre beaucoup mieux le fonctionnement passé et présent du Centre de Cadarache et aussi

l'amélioration que l'arrêté ministériel de 2006 relatif aux autorisations de rejets des installations nucléaires de Cadarache dans l'environnement apporte pour la surveillance de l'environnement. Le rapport montre clairement qu'avant 2006, des lacunes importantes existaient dans le contrôle des rejets et dans la surveillance de l'environnement, notamment en ce qui concerne le tritium et le carbone 14. Dorénavant ces rejets seront mesurés pour chaque installation nucléaire de base et pris en compte pour le calcul d'impact. Ce rapport a aussi mis en lumière que les rejets de l'installation nucléaire de base pour la défense (INBS-PN) et des ICPE (Installations classées pour la protection de l'environnement) nucléaires implantées sur le site de Cadarache n'étaient pas pris en compte dans le calcul d'impact global du Centre. Dorénavant ils le seront, ainsi que nous l'a promis le représentant du CEA. Affaire à suivre.

Pour conclure, l'expérience de la CLI de Cadarache montre que la capacité de développer une expertise indépendante constitue pour les CLI une condition pour être reconnues comme des acteurs crédibles, tant par les défenseurs de l'environnement que par le public en général. L'Association nationale des CLI (ANCLI), consciente de l'importance de l'enjeu, s'est ainsi dotée dès 2003 d'un comité scientifique. Elle développe par ailleurs un partenariat avec l'IRSN et s'attache à obtenir des pouvoirs publics que soient donnés aux CLI les moyens, notamment financiers, pour développer cette expertise vraiment indépendante.

Les associations de défense de l'environnement doivent s'attacher au sein des CLI à obtenir le développement de cette expertise indépendante. C'est la condition nécessaire pour que la loi Transparence et Sécurité Nucléaire de 2006 constitue une réelle avancée vers une meilleure connaissance et gouvernance locale des activités nucléaires. ■

LE CADRE EUROPÉEN ET INTERNATIONAL



Surveillance de la radioactivité dans l'environnement Le rôle de la Commission Européenne

Monitoring radioactivity in the environment: the role of the European Commission

par Constant Gitzinger, Direction générale de l'énergie – Commission Européenne

Les dispositions du traité EURATOM en matière de protection sanitaire régissent le rôle de la Commission dans le domaine de la surveillance de la radioactivité dans l'environnement.

Dans l'article 2, "Missions de la Communauté", du titre I du traité EURATOM il est stipulé que: "Pour l'accomplissement de sa mission la Communauté doit, "établir des normes de sécurité uniformes pour la protection sanitaire de la population et des travailleurs, et veiller à leur application" (art.2.pt b.), dans les conditions prévues du présent traité.

En particulier deux articles du chapitre 3 du traité EURATOM (articles 35 et 36) définissent le rôle de la Commission dans le domaine de la surveillance de la radioactivité dans l'environnement. L'idée de base étant que la protection radiologique de la population ne peut être mise en œuvre que par le biais d'une maîtrise et d'une surveillance adéquate des niveaux de radioactivité dans l'environnement.

Vérifications en application de l'article 35 EURATOM des dispositions prises par les États membres

L'article 35 du traité EURATOM dispose que: "Chaque État membre établit les installations nécessaires pour effectuer le contrôle permanent du taux de la radioactivité de l'atmosphère, des eaux et du sol, ainsi que le contrôle du respect des normes de base". Cet article précise aussi que la Commission a le droit d'accéder à ces installations de contrôle de la radioactivité à des fins de vérification de leur fonctionnement et de leur efficacité.

Les États membres sont donc responsables de l'établissement d'un nombre suffisant de stations de contrôle efficace sur leur territoire, permettant d'avoir des données précises du taux de radioactivité pour toute l'étendue de leurs territoires.

Se basant sur le droit d'accès, la Commission délègue des visites de vérification du fonctionnement et de l'efficacité des installations de contrôle par des inspecteurs spécialisés dans tous les États membres. À quelques exceptions près, le programme de ces vérifications a été établi de manière à fournir une vue globale de la situation pour un ensemble représentatif d'installations du cycle du combustible nucléaire (mines d'uranium, centrales,

usines de retraitement, etc.), de production d'isotopes radioactifs et des hôpitaux utilisant ces isotopes, ainsi que des systèmes de contrôle des taux de radioactivité dans l'environnement. Les installations qui rejettent des effluents contenant des matières à teneur accrue en radionucléides naturels (l'industrie des phosphates, mines de charbon, etc.) peuvent aussi faire l'objet d'une telle vérification.

Afin de clarifier les dispositions pratiques pour la conduite de ces visites de vérification dans les États membres, la Commission Européenne a publié le 4 juin 2006 au *Journal Officiel* une communication concernant les vérifications des installations de contrôle de la radioactivité ambiante en application de l'article 35 du traité *Euratom*.

Executive Summary

Article 35 of the Treaty requires the member States to set up permanent installations for monitoring radioactivity in the atmosphere, water and soil, in order to guarantee compliance with the basic standards of health protection for the population and workers against ionising radiation risks.

All member States, whether or not they have nuclear installations, are therefore required to implement environmental, monitoring arrangements throughout their territory.

By virtue of the provisions of this same Article 35, the European Commission also has the right of access to these monitoring installations, in order to check their operation and effectiveness.

From 26 to 30 May 2008, the European Commission visited the Tricastin site in order to verify the monitoring arrangements adopted by the EURODIF installation.

It concluded that France was compliant with the provisions of article 35 of the EURATOM Treaty. However, some suggestions were made. The conclusions of this verification will be available on the European Commission's website (<http://ec.europa.eu>).

The European Commission has developed tools to collect and exchange data and information between the member State:

- REM is database to collect data reported to the Commission according to article 36;
- ECURIE (European Community Urgent Radiological Information Exchange) is a system for the early notification and exchange of information in the event of a radiological or nuclear emergency;
- EURDEP (EUropean Radiological Data Exchange Platform) is both a standard format for radiological data and a network for the exchange of automatic monitoring data.



En général, ces vérifications sont axées sur la détermination de l'efficacité des systèmes réglementaires de mesure mis en place pour le contrôle des rejets radioactifs liquides et gazeux des sites concernés ainsi que de la radioactivité ambiante sur ces sites. Elles portent aussi sur les programmes de surveillance environnementale appliqués à proximité des sites concernés ainsi que sur le territoire national de l'État membre. Les aspects maintenance, étalonnage, enregistrement, archivage, transmission des données font l'objet d'une telle vérification par le biais d'examen ponctuels. Dans la mesure où il est difficile d'aller, pour chacun de ces points, dans l'extrême détail, une telle vérification porte également sur l'existence et la mise en œuvre de programmes d'assurance qualité et l'existence d'audits internes et externes. Il y a lieu de souligner que les vérifications au titre de l'article 35 EURATOM concernent les dispositifs de surveillance installés par les États membres ou, dans le cadre d'un programme réglementaire, par l'exploitant d'une installation.

De 1990 à ce jour, 63 vérifications ont été effectuées dans tous les États membres.

Vérification en France – site du Tricastin

Pour effectuer une telle vérification au titre de l'article 35 du Traité EURATOM, une équipe de la DG TREN de la Commission européenne s'est rendue en France, du 26 au 30 mai 2008, pour examiner les installations de contrôle de la radioactivité dans l'environnement aux abords de la société EURODIF Production sur le site nucléaire du Tricastin situé à Pierrelatte dans les départements de la Drôme et du Vaucluse, région Rhône-Alpes. Ces activités de vérification incluaient – en plus des installations de surveillance radiologique environnementale du site et de ses alentours – les dispositifs de contrôle des rejets liquides et gazeux d'EURODIF Production, ainsi que les laboratoires de mesures impliqués dans cette surveillance.

Le Comité Technique Euratom (CTE), service du Premier ministre, chargé notamment de la mise en œuvre opérationnelle du traité EURATOM au niveau national, a piloté la préparation de cette visite de vérification en assurant la coordination entre les différents acteurs français impliqués et la Commission européenne.

Toutes les vérifications prévues ont été réalisées sans difficulté. À cet égard, le dossier technique fourni à l'avance par la France ainsi que les documents distribués sur place, se sont avérés très utiles.

Les principales conclusions de l'équipe de vérification concernant le site du Tricastin étaient les suivantes :

- les travaux de vérification effectués indiquent que les installations nécessaires pour effectuer le contrôle permanent du taux de la radioactivité de l'atmosphère, des eaux et du sol sur le site du Tricastin et à ses alentours sont adéquates. La Commission a pu vérifier le fonctionnement ainsi que l'efficacité des installations mises en place ;
- néanmoins, quelques suggestions ont été formulées, principalement en ce qui concerne certains aspects

concernant la transmission de données. Ces suggestions visent à améliorer la qualité du dispositif et ne sont pas de nature à pouvoir mettre en cause la conformité du site du Tricastin (partie incluse dans cette vérification) avec l'article 35 du Traité Euratom ;

– ces suggestions sont détaillées dans le document "conclusions principales" adressé aux autorités compétentes françaises via la Représentation Permanente de la France auprès de l'Union. Les rapports techniques et les conclusions principales des vérifications Art.35 se trouvent publiés sur le site EUROPA de la Commission (http://ec.europa.eu/energy/nuclear/radiation_protection/article_35_en.htm).

La transmission des résultats de mesure par les États membres à la Commission : la mise en œuvre de l'article 36 EURATOM

L'article 36 du traité EURATOM demande aux autorités compétentes de chaque État membre de communiquer régulièrement à la Commission les renseignements concernant les contrôles visés à l'article 35, afin que celle-ci soit tenue au courant du taux de la radioactivité des différentes composantes de l'environnement (atmosphère, eaux et sol) susceptible d'exercer une influence sur la population.

La communication de ces données de mesure par les États membres permet à la Commission d'évaluer l'exposition aux rayonnements de la population dans son ensemble et d'établir des comparaisons entre les taux de radioactivité dans différents États membres. Les exigences en matière de qualité des données et la méthode employée pour les communiquer ont été fixées pour la première fois en 2000 dans une recommandation de la Commission¹.

La Commission en collaboration avec son Centre commun de recherche (CCR) d'Ispra, publie des rapports périodiques sur les taux de radioactivité dans l'EU établis sur la base des données qu'elle reçoit des États membres en application de cet article 36.

Depuis 2009, les États membres peuvent envoyer et gérer eux-mêmes leurs données dans la base de données de la Commission.

Base de données REM (*Radioactivity Environmental Monitoring/surveillance de la radioactivité dans l'environnement*)

Le projet REM a été lancé peu après l'accident de la centrale nucléaire de Tchernobyl (le 26 avril 1986) afin d'améliorer l'échange d'informations entre les États membres et la Commission européenne. Le rôle de la CE consiste à fournir des informations validées sur les niveaux de radioactivité dans l'environnement. La base

1. Recommandations 2000/473/EURATOM de la Commission du 8 juin 2000 concernant l'application de l'article 36 du Traité EURATOM relatif à la surveillance des taux de radioactivité dans l'environnement en vue d'évaluer l'exposition de l'ensemble de la population.



ECURIE, système communautaire d'échange d'informations en cas de situation d'urgence radiologique

de données REM soutient la politique communautaire menée notamment au titre de l'article 36 du traité EURATOM. Dans ce cadre, REM poursuit une collaboration solide et permanente avec toutes les autorités compétentes de l'UE.

Dans ce cadre, le principal axe d'activités concerne l'amélioration des procédures de collecte, d'évaluation et d'harmonisation des données sur les concentrations de radioactivité dans l'environnement.

Bien que la responsabilité première de la protection du grand public en cas d'urgence nucléaire ou radiologique incombe aux autorités des États membres, la Commission participe à ce travail en gérant les systèmes internationaux suivants :

ECURIE² est un système de notification et d'échange d'informations concernant les urgences radiologiques, opérationnel 24 heures sur 24. Le système avertit les autorités compétentes des pays participants (actuellement : les États membres de l'UE, la Croatie et la Suisse) et la Commission européenne en cas d'accident nucléaire majeur ou d'urgence radiologique.

EURDEP³ est un format de données standard et un réseau d'échange en temps réel de données sur la radioactivité dans l'environnement entre les pays européens. Ce réseau inclut la mesure en continue des rayonnements gamma et les résultats de mesures ponctuelles ou d'analyse d'échantillons ou d'analyse d'échantillons environnementaux. La participation des États membres de l'UE est fondée sur la recommandation 2000/473/Euratom. Plusieurs pays tiers participent sur une base volontaire. Les pays qui transmettent leurs données nationales concernant la surveillance radiologique ont accès aux données de tous les autres pays participants. Le système fonctionne sur une base permanente, avec un échange quotidien de données. La participation au système implique automatiquement la poursuite, selon une fréquence accrue, de la transmission des données des rayonnements gamma lors d'une situation d'urgence. ■

2. <http://rem.jrc.ec.europa.eu/40.html>

3. <http://rem.jrc.ec.europa.eu/175.html>



Visite de vérification de la Commission européenne sur le site EURODIF de Pierrelatte (Drôme) – Mai 2008



LE CADRE EUROPÉEN ET INTERNATIONAL



Réseau américain de surveillance radiologique de l'air

RadNet Radiological Air Monitoring Network

par **J. Scott Telofski**, PE, responsable du programme RadNet, **Daniel R. Askren**, Ph.D., responsable des opérations RadNet **Charles M. Petko**, Ph.D., analyste du programme, **Ronald G. Fraass**, directeur du laboratoire NAREL – Agence américaine de protection de l'environnement, Département des rayonnements et de l'air intérieur – ORIA, Laboratoire environnemental d'analyse des rayonnements et de l'air – NAREL (Montgomery, Alabama, USA)

RadNet est le programme national de surveillance radiologique de l'environnement de l'Agence américaine de protection de l'environnement (EPA). Il vise à prélever des échantillons de particules en suspension, de précipitations, de lait et d'eau potable sur le territoire américain. Ces échantillons sont prélevés par des intervenants volontaires issus de plusieurs organismes publics et universitaires locaux, régionaux et fédéraux. Ils sont ensuite analysés par le laboratoire environnemental d'analyse

des rayonnements et de l'air (NAREL) dépendant de l'EPA et situé à Montgomery en Alabama. Par ailleurs, de nouvelles stations de surveillance atmosphériques mesurent et transmettent toutes les heures au NAREL des données sur les rayonnements gamma et bêta. Ce programme n'est pas conçu comme un système de première alerte mais plutôt comme un moyen de fournir aux médecins médicaux et aux décideurs suffisamment d'informations afin de déterminer la nécessité de surveillance supplémentaire ou de prendre des mesures de protection.

Executive Summary

The United States Environmental Protection Agency operates a national environmental radiation monitoring program called RadNet. RadNet monitors airborne particulates, precipitation, milk, and drinking water for radiation levels. The primary purpose of the original program in the 1950s and 1960s was to collect and analyze samples in various media to assess the effects of radioactive fallout from above-ground nuclear weapon testing. As above-ground testing diminished in the 1970s, the program, especially the air network, became critical in evaluating effects of other types of nuclear incidents, such as the nuclear reactor accident at Chernobyl, as well as monitoring trends in environmental radioactive contamination. The value of rapid data collection subsequent to such incidents led to the consideration of developing air monitors with radiation detectors and telecommunication equipment for real-time radiation measurement. The strengthened United States homeland security posture after 2001 led to production and installation of the current real-time RadNet air monitors.

There are now 118 stationary, continuously operating air monitoring stations and 40 mobile air monitors for site specific monitoring. The stationary air monitors include radiation detectors, meteorological sensors, a high-volume air sampler, and communication devices for hourly data transfers. When unusual levels are detected, scientists download a full sodium iodide detector spectrum for analysis. The real-time data collected by RadNet stationary systems permit rapid identification and quantification of airborne nuclides with sufficient sensitivity to provide critical information to help determine protective actions. The data also may help to rapidly refine long-range radioactive plume models and estimate exposure to the population. This paper provides an overview of the airborne particulate monitoring conducted during above-ground nuclear weapon testing, summarizes the uses of data from the program as above-ground testing diminished, and describes the network of the new RadNet real-time stationary air monitors.

Ce programme a été élaboré par le Département américain de santé publique, qui a commencé à surveiller l'air, les précipitations, le lait et l'eau potable dès la fin des années 1950 afin d'évaluer les effets des retombées radioactives des essais atmosphériques d'armes nucléaires. L'EPA, créée en 1970, s'est vu confier la gestion des réseaux de surveillance de la radioactivité. En 1973, l'EPA a regroupé ces réseaux au sein du programme *Environmental Radiation Ambient Monitoring System* (ERAMS). Début 2001, l'agence a commencé à considérer l'amélioration de la capacité de surveillance de l'air du programme ERAMS, notamment la possibilité de développer la capacité de surveiller en temps réel la contamination des particules en suspension. Suite aux attaques des tours jumelles du World Trade Center à New York en 2001, les États-Unis ont entrepris de renforcer leur sécurité intérieure, encourageant la poursuite des plans d'amélioration de RadNet. Plusieurs systèmes de test en temps réel ont été développés. Compte tenu de la réussite de cette initiative, un nouveau système de surveillance a été défini. En 2005, le programme ERAMS a été étendu sur tout le territoire, modernisé avec de nouvelles stations utilisant le nouveau système de test (stations fixes), doté de nouvelles stations de surveillance atmosphérique mobiles pour une surveillance localisée et renommé RadNet (figure 1). Ce document entend proposer une vue d'ensemble de la surveillance des particules en suspension pendant la période des essais atmosphériques d'armes nucléaires, résumer les différentes utilisations des données du programme après la

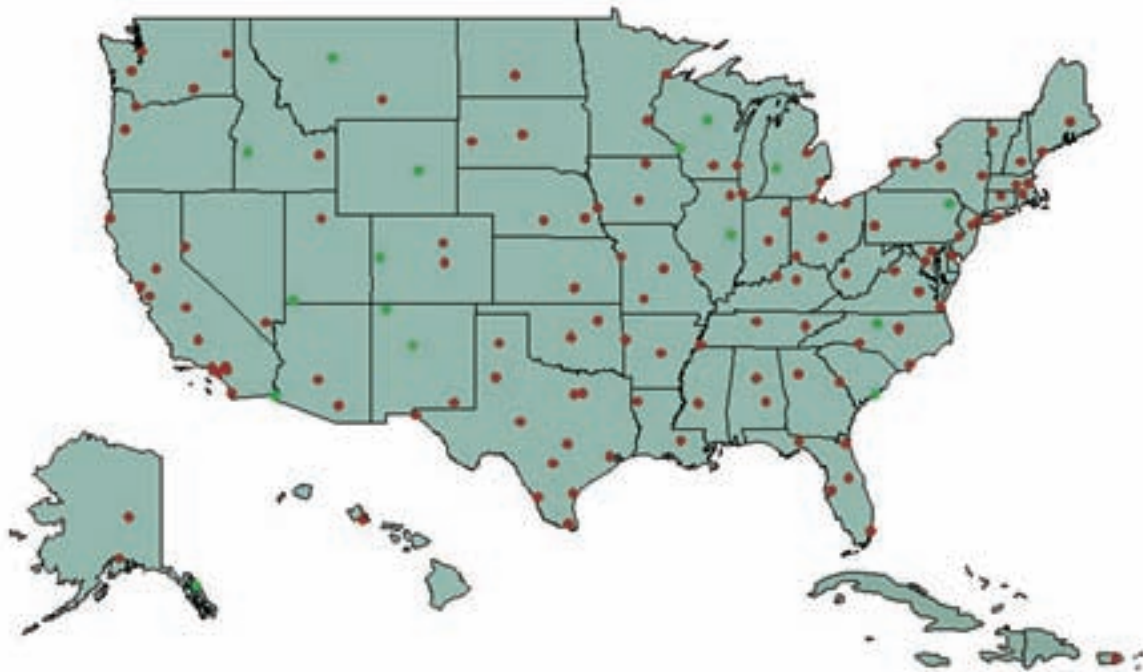


Figure 1 : implantation des stations fixes de surveillance atmosphérique : installations effectives (points rouges) et planifiées (points verts) de RadNet. Depuis le mois de février 2010, 118 stations ont été installées. 16 sites supplémentaires sont actuellement en préparation

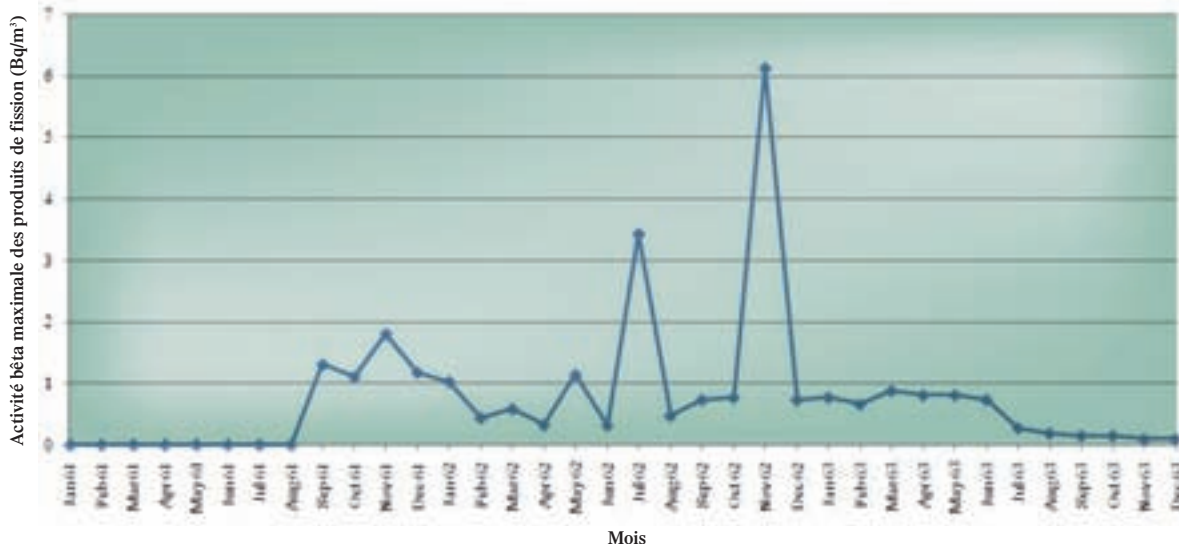


Figure 2 : activité bêta maximale des produits de fission (Bq/m³) mesurée sur les filtres de la station de surveillance atmosphérique de Denver, Colorado, de 1961 à 1963. En raison des nombreux essais atmosphériques d'armes nucléaires réalisés pendant cette période, les augmentations ne peuvent pas être attribuées à un essai en particulier

réduction des essais atmosphériques et décrire le réseau des nouvelles stations de surveillance atmosphériques fixes en temps réel de RadNet. Le nom RadNet sera utilisé tout au long du document pour désigner le système actuel ainsi que les systèmes précédents.

Surveillance atmosphérique des essais d'armes nucléaires

Le réseau RadNet et ses prédécesseurs ont surveillé de nombreux événements radiologiques au cours de

l'histoire. À la fin des années 1950 et dans les années 1960, ces réseaux ont surveillé les retombées sur le territoire américain de nombreux essais atmosphériques d'armes nucléaires. La plupart des essais atmosphériques ont été réalisés avant 1963. Étant donné le nombre important d'essais atmosphériques effectués au cours de cette période, il est difficile de déterminer les retombées d'un essai en particulier. À partir de 1963, le nombre d'essais atmosphériques a nettement diminué, de sorte que le système était en mesure d'indiquer les



effets de chaque essai. La figure 2 montre la réponse de la station de surveillance RadNet à Denver, Colorado, pendant la période 1961-1963. Plusieurs augmentations et diminutions du rayonnement bêta ont été observées en 1961 et en 1962. Il n'y a cependant eu que des diminutions en 1963 étant donné qu'aucun essai atmosphérique n'a été réalisé cette année-là. La figure 3 montre la réaction de la station de Denver, Colorado aux quatre premiers essais atmosphériques d'armes nucléaires chinois documentés qui ont été réalisés en octobre 1964, en mai 1965 puis en mai et en octobre 1966. La figure 3 montre également une augmentation de l'activité bêta maximale en avril et en mai 1964, toutefois aucun essai atmosphérique documenté ne peut être associé à cette augmentation.

Dans les années 1970, le système de surveillance RadNet a réagi à 44 essais atmosphériques d'armes nucléaires documentés. Étant donné que ces essais atmosphériques d'armes nucléaires étaient des événements bien distincts, leurs effets ont pu être mesurés par une augmentation de la radioactivité bêta en suspension par rapport au niveau initial. Durant la dernière moitié de la décennie, l'Eastern Environmental Radiation Facility (renommée National Air and Radiation Environmental Laboratory en 1990) a commencé à réaliser des analyses par spectrométrie gamma qui ont permis l'identification des radionucléides émettant des rayons gamma. La Figure 4 montre les résultats des six produits de fission ordinaires identifiés dans des échantillons collectés à

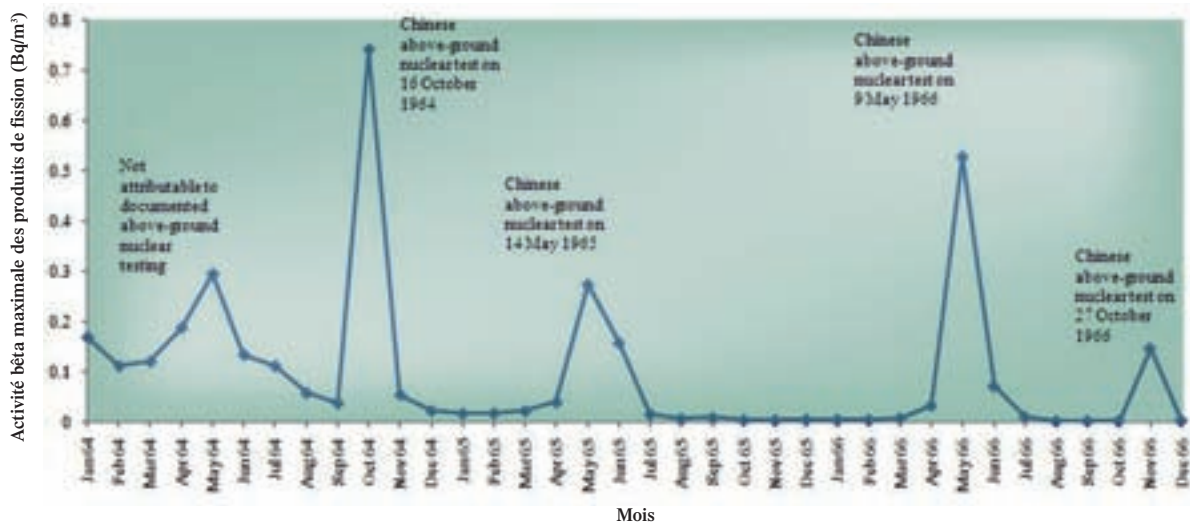


Figure 3 : activité bêta maximale des produits de fission (Bq/m³) mesurée sur les filtres de la station de surveillance atmosphérique de Denver, Colorado, de 1964 à 1966. Les augmentations de l'activité en octobre 1964, en mai 1965 puis en mai et en octobre 1966 correspondant aux quatre premiers essais atmosphériques chinois documentés

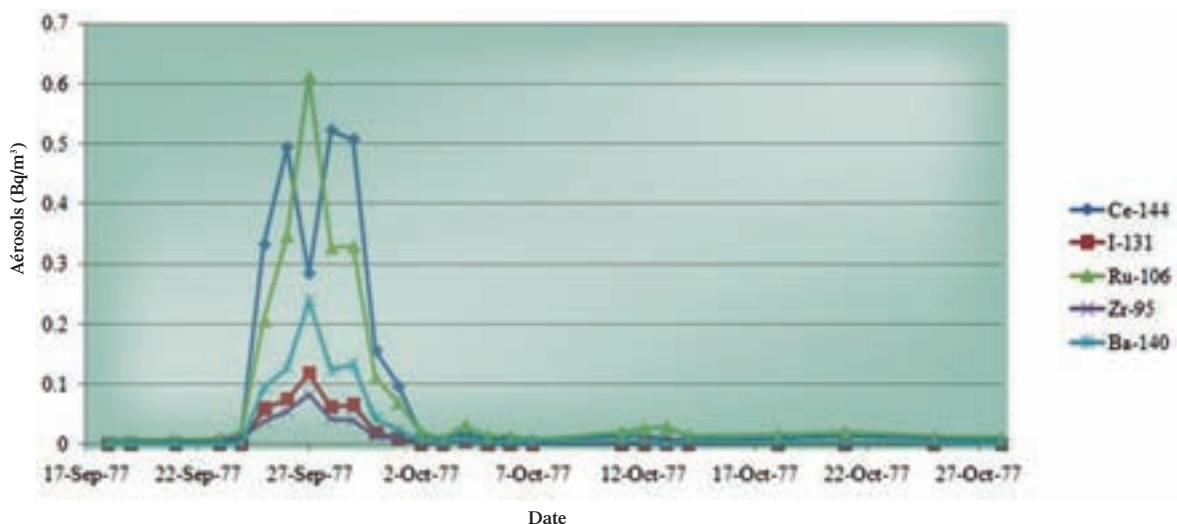


Figure 4 : résultats de l'analyse par spectrométrie gamma effectuée au NAREL sur des filtres de la station de surveillance atmosphérique de Denver, Colorado, à la suite de l'essai nucléaire réalisé par la Chine le 17 septembre 1977

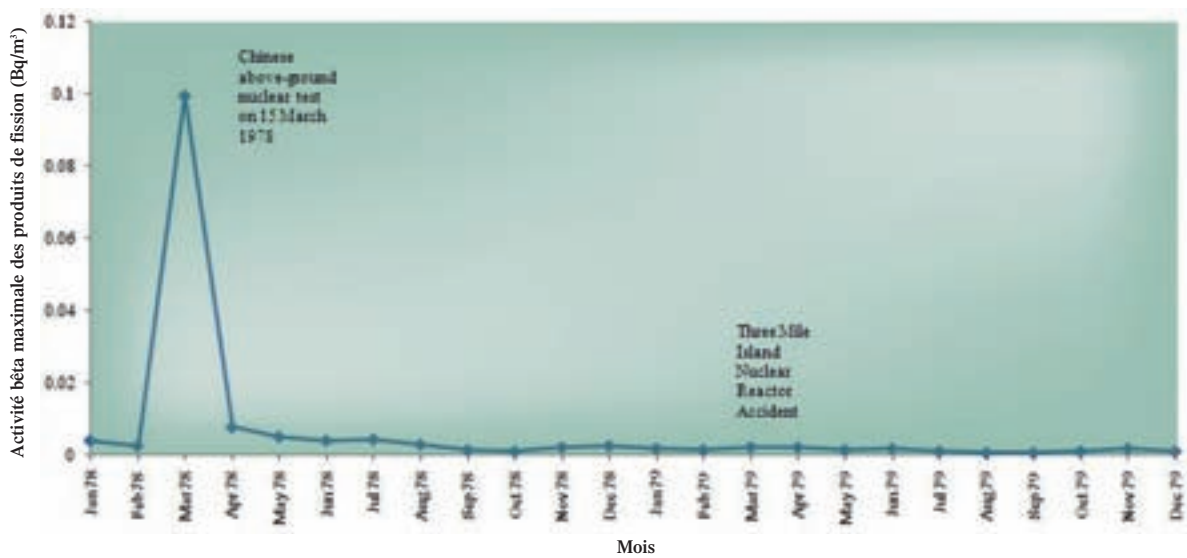


Figure 5 : activité bêta maximale des produits de fission (Bq/m³) mesurée sur les filtres de la station de surveillance atmosphérique d'Harrisburg, Pennsylvanie, à la suite de l'accident du réacteur nucléaire de Three Mile Island (28 mars 1979)

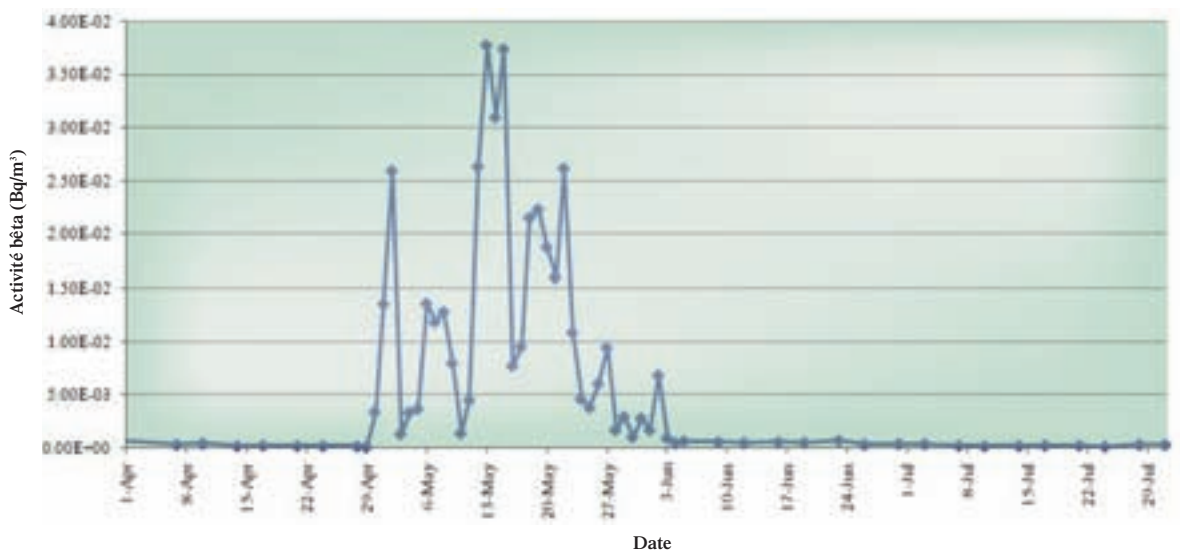


Figure 6 : activité bêta maximale des produits de fission (Bq/m³) mesurée sur les filtres de la station de surveillance atmosphérique de Denver, Colorado, avant et après l'accident du réacteur nucléaire de Tchernobyl (26 avril 1986)

Tableau 1 : radionucléides émettant des rayons gamma détectés par la station de surveillance atmosphérique de Denver, Colorado, à la suite de l'accident du réacteur nucléaire de Tchernobyl le 26 avril 1986

| Date | Ba-140 | Cs-134 | Cs-136 | Cs-137 | I-131 | I-132 | La-140 | Ru-103 | Ru-106 |
|--------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 13 mai | 1,7x10 ⁻³ | 3,3 x10 ⁻³ | 7,8 x10 ⁻⁴ | 6,7 x10 ⁻³ | 9,3 x10 ⁻³ | 1,2 x10 ⁻³ | 1,5 x10 ⁻³ | 8,9 x10 ⁻³ | 3,3 x10 ⁻³ |
| 14 mai | 7,8 x10 ⁻⁴ | 2 x10 ⁻³ | 3 x10 ⁻⁴ | 4,1 x10 ⁻³ | 7,4 x10 ⁻³ | ND | 9,3 x10 ⁻⁴ | 5,2 x10 ⁻³ | 1,8 x10 ⁻³ |
| 15 mai | 1,1 x10 ⁻³ | 2,4 x10 ⁻³ | 3,7 x10 ⁻⁴ | 5,2 x10 ⁻³ | 7,8 x10 ⁻³ | ND | 1,2 x10 ⁻³ | 6,7 x10 ⁻³ | ND |
| 19 mai | 1,1 x10 ⁻³ | 1,9 x10 ⁻³ | 3 x10 ⁻⁴ | 4,4 x10 ⁻³ | 4,8 x10 ⁻³ | ND | 1 x10 ⁻³ | 6,3 x10 ⁻³ | 2 x10 ⁻³ |
| 22 mai | ND | 3 x10 ⁻⁴ | ND | 7 x10 ⁻⁴ | 1,6 x10 ⁻³ | ND | ND | 8,1 x10 ⁻⁴ | ND |

Toutes les concentrations sont exprimées en Bq/m³. ND = Non détecté. Avant cet événement, les concentrations de ces radionucléides étaient en-deçà des niveaux détectables.



Denver, Colorado à la suite de l'essai nucléaire atmosphérique réalisé par la Chine le 17 septembre 1977.

Surveillance des événements radiologiques autres que les essais d'armes nucléaires

Une station de surveillance atmosphérique RadNet était en fonctionnement à environ 16 kilomètres au nord-ouest de la centrale nucléaire de Three Mile Island, à Harrisburg, Pennsylvanie, lors de l'accident de son réacteur le 28 mars 1979. Aucune augmentation notable de l'activité n'a été détectée à cet endroit ou dans tout autre site RadNet à la suite de cet accident. La figure 5 montre l'activité bêta brute maximale de l'air relevée tous les mois sur le moniteur d'Harrisburg de 1978 à 1979. La valeur maximale anormalement élevée au mois de mars 1978 est attribuable aux essais atmosphériques d'armes nucléaires réalisés par la Chine le 15 mars 1978.

Dans les années 1980, le paysage de la surveillance radiologique de l'environnement était en mutation. Un seul essai atmosphérique nucléaire documenté a été réalisé durant cette période. La décennie était calme jusqu'à l'accident du réacteur nucléaire de Tchernobyl le 26 avril 1986. Le système RadNet a alors détecté les retombées de Tchernobyl sur l'ensemble du territoire américain. La figure 6 montre l'activité bêta brute du moniteur de Denver, Colorado, avant et après l'accident du réacteur de Tchernobyl. Le tableau 1 présente les concentrations de produits de fission émettant des rayons gamma détectées à Denver après l'accident.

Aucune contamination radioactive majeure n'a heureusement été enregistrée aux États-Unis dans les années 1990 et 2000. Certaines stations de surveillance du système RadNet ont cependant été mises en alerte (échantillonnage quotidien au lieu de bihebdomadaire) lors de plusieurs événements de moindre importance survenus au cours de cette période, notamment lors des grands incendies qui se sont produits à proximité des zones de stockage de matériaux radioactifs à Los Alamos au Nouveau Mexique et à la Réserve Hanford dans l'État de Washington en 2000 ou encore lors de l'incident de criticité de Tokaimura au Japon en 1999.

Modernisations du système de surveillance de l'air

Suite à la réduction des essais atmosphériques d'armes nucléaires dans le monde, les anciennes stations de surveillance atmosphériques d'ERAMS ont essentiellement permis de suivre les accidents des réacteurs de Three Mile Island et de Tchernobyl. Les données présentées dans le chapitre précédent ont été mesurées sur les filtres envoyés au NAREL pour analyse. Dans des conditions normales, les opérateurs collectaient et envoyaient les filtres à air au NAREL deux fois par semaine. Cependant, après l'accident du réacteur de Tchernobyl, il leur a été demandé d'envoyer des filtres à air toutes les 24 heures pour analyse. Il est en effet apparu qu'une méthode de collecte des données plus rapide s'avérerait précieuse si un tel événement venait à se reproduire, car



Figure 7 : un système fixe de surveillance RadNet comprend des capteurs météorologiques (température ambiante, pression barométrique et direction/vitesse du vent en option), un échantillonneur d'air haut débit (60 m³/heure), des détecteurs de rayonnement (détecteur au silicium ionisé pour la mesure des rayons bêta et détecteur NaI 5 x 5 cm pour la mesure des rayons gamma), un ordinateur et un équipement de télémétrie (large bande sans fil, satellite, réseau local, modem analogique). L'ordinateur commande l'acquisition des données et permet le transfert des données et l'accès à distance de l'EPA

le temps nécessaire pour envoyer les échantillons et les analyser ne permettait d'obtenir ces données que plusieurs jours après le prélèvement d'un échantillon. Il est également apparu que le système reposait trop sur la capacité des opérateurs volontaires à prélever quotidiennement des échantillons. Début 2001, l'EPA a commencé à planifier la modernisation du programme de surveillance de l'air RadNet. Les attaques terroristes de 2001 ont conduit au développement de systèmes d'essais expérimentaux dotés d'échantillonneurs d'air haut débit standard et de spectromètres. Compte tenu de la réussite de cette initiative et de la nécessité d'une collecte plus rapide des données, un nouveau système de surveillance de l'air a été défini. Depuis janvier 2010, 134 stations ont été achetées et 118 d'entre-elles ont été réparties sur l'ensemble du territoire américain, principalement dans les grandes villes. Les données en temps réel recueillies par les systèmes fixes de RadNet permettent une identification et une quantification rapides des nucléides en suspension avec une sensibilité suffisante pour fournir des informations essentielles à la définition de mesures de protection. Ces données peuvent également permettre de redéfinir ou de valider



Figure 8 : précision de la mesure maximisée par l'installation géométrique des détecteurs et du filtre à air. L'ensemble détecteur pivote vers l'extérieur (comme indiqué) lors du changement de filtre

rapidement des modèles de panaches radioactifs à longue portée et d'estimer l'exposition de la population.

Équipement

Chaque système fixe de surveillance comprend des capteurs météorologiques, un échantillonneur d'air haut débit, des détecteurs de rayonnement et des dispositifs de communication pour le transfert des données au NAREL (figure 7). Les stations de mesures sont équipées de capteurs météorologiques mesurant la température et la pression barométrique de l'air ambiant. Certaines stations sont également dotées de dispositifs permettant de mesurer la direction et la vitesse du vent. L'échantillonneur d'air haut débit est équipé d'une soufflante (moteur sans balai), d'un débitmètre massique à fil chaud et d'un régulateur de débit massique. L'échantillonneur prélève des particules sur un filtre circulaire de 10 cm de diamètre. Les détecteurs de rayons bêta et gamma sont situés au-dessus du filtre à air, à une distance permettant une grande précision de mesure et un impact minimal sur le débit d'air (figure 8).

Le rayonnement bêta est mesuré à l'aide d'un détecteur au silicium ionisé (renforcé pour résister aux fuites de lumière et à l'humidité). Le rayonnement gamma est mesuré à l'aide d'un détecteur NaI de 5 x 5 cm. Ce détecteur comprend un élément chauffant automatique et une source Am⁻²⁴¹ intégrée utilisée pour la stabilisation. Un ordinateur connecté à l'équipement envoie les paramètres d'utilisation à chaque composant et les données obtenues sont ensuite renvoyées à l'ordinateur pour être traitées. Des fichiers de synthèse des données sont envoyés toutes les heures au NAREL à l'aide de l'un des quatre modes de communication redondants disponibles (bande large sans fil, réseau local, satellite ou modem analogique). Le mode bande large sans fil a été intégré en 2009 afin d'améliorer la communication sur les sites ne disposant pas de connexion au réseau local. Cette modification permet au NAREL d'effectuer une meilleure maintenance des stations de surveillance et d'observer les accumulations de spectres gamma et bêta en cours.

Le prototype du système a été testé dans une chambre d'essai afin de vérifier les performances à des températures et des humidités extrêmes (-30 à + 30 °C et 9 à 94 % d'humidité relative). Un premier modèle de série a également été testé dans une soufflerie afin d'analyser l'efficacité de l'échantillonnage de plusieurs tailles de particules dans différentes directions et à différentes vitesses du vent.

Collecte des données

L'ordinateur du moniteur crée toutes les heures trois fichiers de données. Un fichier du spectre bêta à 256 canaux et un fichier du spectre gamma à 1024 canaux sont créés toutes les heures et stockés sur l'ordinateur. Un fichier de synthèse des données est également créé. Il comprend des indicateurs de fonctionnement de l'équipement, des données météorologiques, des informations sur l'échantillonneur d'air, le taux de comptage bêta total et le taux de comptage gamma total dans dix plages de canaux contigus. Dès qu'il est créé, ce fichier de synthèse horaire est transmis au NAREL pour analyse.

Le traitement des échantillons de filtre à air n'a globalement pas changé depuis la mise en service du réseau de surveillance de l'air. L'opérateur du moniteur remplace le filtre deux fois par semaine. L'opérateur effectue une estimation *in situ* des concentrations bêta et alpha brutes mesurées sur le filtre à l'aide d'un autre instrument puis envoie au NAREL le filtre et les données de mesure effectuées sur place (les opérateurs ont commencé à réaliser des estimations *in situ* des concentrations alpha en 2005). Dès la réception du filtre, le NAREL réalise une mesure bêta brute puis l'archive. À la fin de l'année, tous les filtres du moniteur sont réduits en cendre dans un four à moufle et l'échantillon composite est analysé à l'aide de techniques radiochimiques permettant de détecter la présence d'uranium et de plutonium. Des analyses supplémentaires sont réalisées en cas de dépassement des seuils de concentration prédéfinies.

Analyse des données en temps réel

La réception de chaque fichier horaire de synthèse des données entraîne une série de procédures d'examen et d'analyse des données. Un programme automatique d'évaluation des données contrôle le fichier horaire de synthèse des données de chaque station de surveillance et alerte le personnel du NAREL en cas de dépassement des seuils prédéfinis. Lorsque des valeurs anormales liées au fonctionnement de l'équipement, aux capteurs météorologiques ou à l'échantillonneur d'air sont signalées, le personnel du NAREL se connecte à distance à l'ordinateur du moniteur et recherche les causes potentielles. Lorsque des valeurs élevées de rayonnement sont signalées, le personnel du laboratoire se connecte à distance à l'ordinateur de la station de surveillance et télécharge les spectres gamma et bêta indiqués; il peut également examiner les spectres gamma et bêta horaires acquis. Après avoir réalisé des étalonnages en énergie et en efficacité spécifiques à la station de



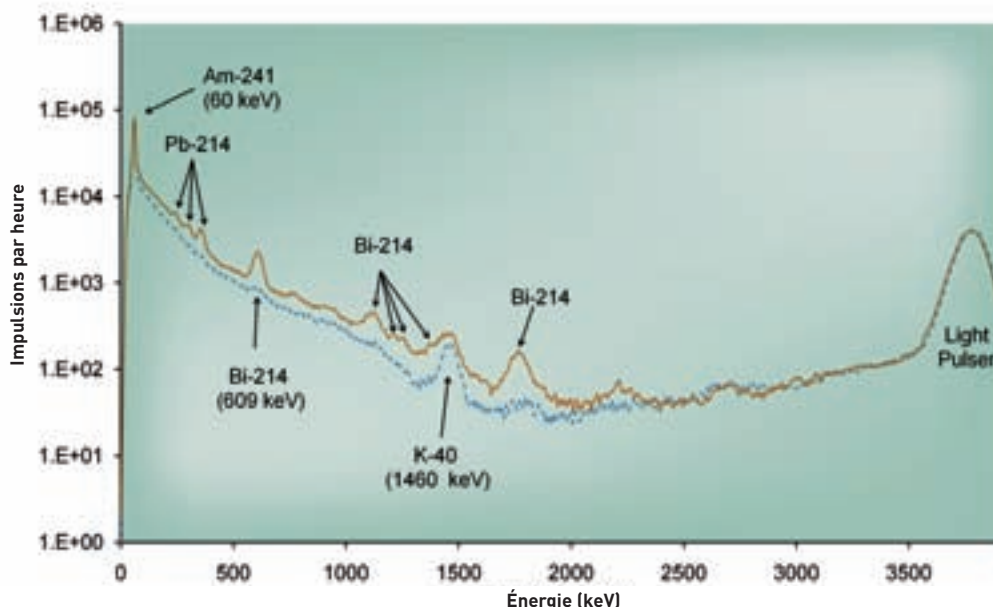


Figure 9 : spectres gamma type acquis par une station de surveillance RadNet (acquisition horaire). Le spectre supérieur (*ligne orange continue*) présente des pics bien définis identifiés comme étant des descendants du radon (Pb-214 et Bi-214) et du K-40. Le personnel a téléchargé manuellement ce spectre à partir d'une station de surveillance après l'alerte donnée par un fichier horaire de synthèse des données indiquant des taux de comptage gamma bruts élevés. Le spectre inférieur (*ligne bleue discontinue*) présente également un pic K-40 bien défini, toutefois il ne montre pas de pics caractéristiques des descendants du radon. Ce spectre inférieur a été téléchargé dans le cadre du programme de routine de vérification de l'étalonnage en énergie et le fichier horaire de synthèse des données associé n'a pas dépassé les seuils d'alerte. Une source Am-241 intégrée à chaque détecteur produit les pics Am-241 et d'impulsion lumineuse, utilisés pour la stabilisation du gain

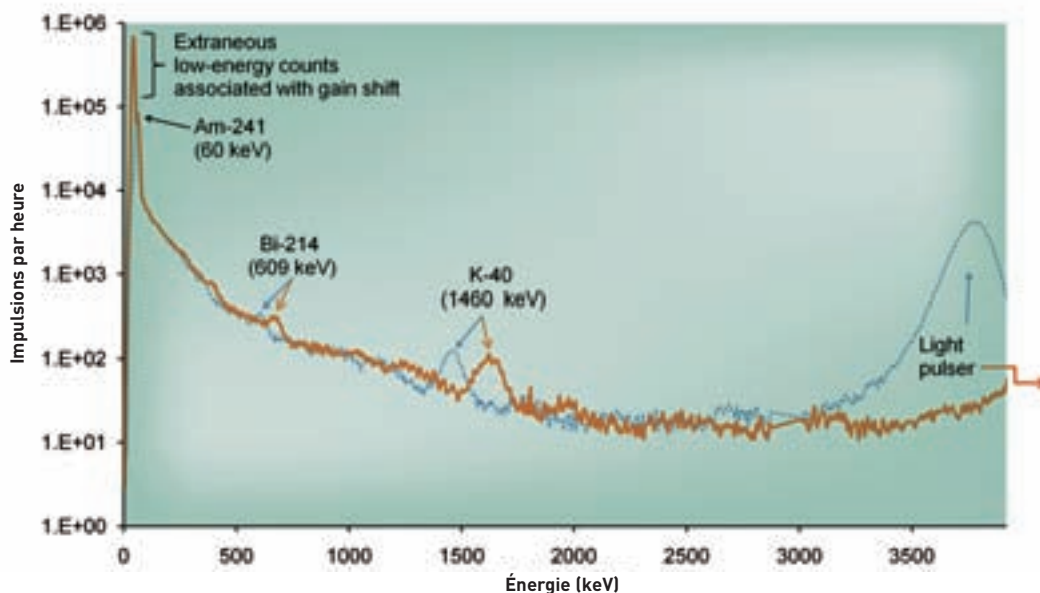


Figure 10 : la stabilisation du gain et la dérive en énergie sont contrôlées en fixant les pics d'Am-241 (60 keV) et d'impulsion lumineuse à des canaux spécifiques. Le réglage automatique du gain appliqué stabilise l'emplacement des pics. Si une station reste inactive pendant une longue période, le gain appliqué peut nécessiter une reprogrammation manuelle. Dans ce cas, les fichiers horaires de synthèse des données alertent de cette situation, un spectre gamma téléchargé (représenté ci-dessus par une *ligne orange continue*) vérifie la cause et les réglages sont réalisés par un ordinateur connecté à distance. Un spectre relevé après la correction est représenté ci-dessus par une *ligne bleue discontinue*

surveillance (obtenus lors des activités d'étalonnage de routine), le spectre téléchargé est analysé.

Les seuils d'alerte gamma sont fixés légèrement au-dessus des valeurs du bruit de fond. Ces seuils sont fréquemment dépassés. L'évaluation spectroscopique décrite ci-dessus identifie généralement l'une des trois situations suivantes. La plupart du temps, les valeurs brutes élevées de

rayonnement gamma sont dues à un rayonnement naturel légèrement plus élevé (figure 9). Plus rarement, des erreurs de l'équipement entraînent le dépassement des seuils (figure 10). Enfin, occasionnellement, une valeur gamma dépasse le seuil prédéfini car une source de rayonnement gamma s'est trouvée à un moment donné à proximité d'une station (figure 11). À ce jour, les sources de rayonnement

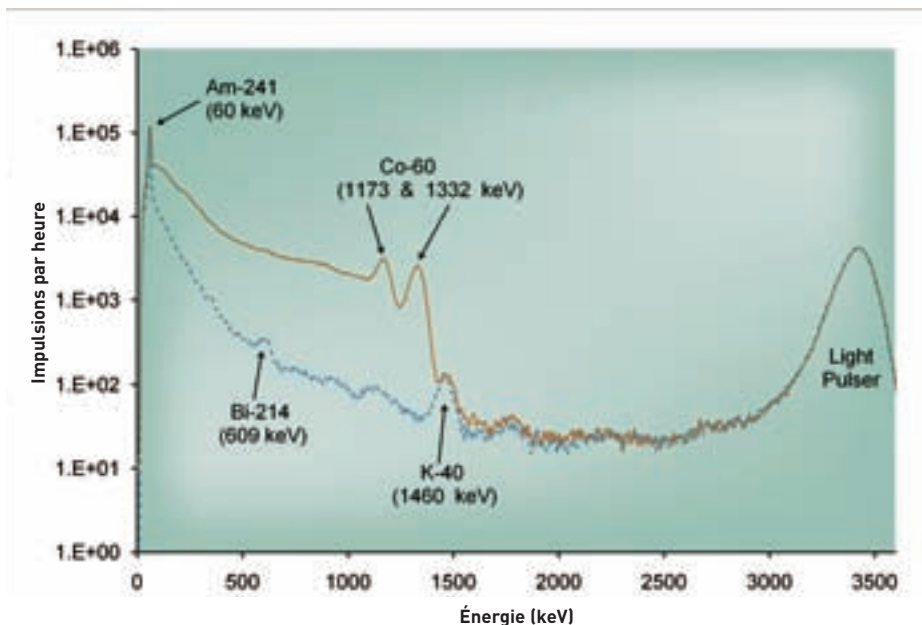


Figure 11 : Cobalt-60 identifié après qu'un fichier horaire de synthèse des données a indiqué que les taux de comptage bruts ont excédé les seuils. L'alerte automatique a entraîné le téléchargement manuel du fichier du spectre brut associé, l'étalonnage en énergie et en efficacité et l'analyse spectroscopique qui a produit ce spectre (représenté ci-dessus par une ligne orange continue). L'enquête sur site a identifié un gammagraphe industriel utilisant une source de Co-60. Parallèlement à l'enquête sur site, l'EPA a déterminé que le Co-60 en suspension n'était pas présent sur le filtre de la station car il n'était pas détecté sur les spectres horaires suivants (représentés ci-dessus par une ligne bleue discontinue), le filtre n'avait pas été changé, et la demi-vie du Co-60 est relativement longue. Le programme n'est pas conçu pour fournir une première détection, toutefois une identification périodique des sources gamma ambiantes permet de tester les capacités d'alerte et d'identification du réseau

Tableau 2 : niveaux dérivés de réponse et activités détectables minimales (MDA) calculés lors du test du prototype et sur les moniteurs installés

| Radionucléide | Niveaux dérivés de réponse (Bq) ¹ | MDA calculées à partir du prototype (Bq) ² | MDA calculées à partir des stations installées (Bq) ⁵ |
|---------------|--|---|--|
| Am-241 | 4218 | 488 ³ | 181 |
| Co-60 | 8214000 | 74 | 44 |
| Cs-134 | 35520000 | 41 | 30 |
| Cs-137 | 53280000 | 44 | 30 |
| Eu-152 | 8436000 | 455 ⁴ | 56 |
| Eu-154 | 6438000 | 200 | 41 |
| Ir-192 | 59940000 | 59 | 26 |

(1) Calculé pour des acquisitions horaires échantillonnées à 60 m³/heure en utilisant les niveaux dérivés de réponse du Manual of Protective Action Guides and Protective Actions for Nuclear Incidents de l'EPA (400-R-92-001).

(2) Source : Minimum Detectable Activity for the EPA's Stationary RadNet Air Monitors (WSRC-TR-2005-00527), Savannah River National Laboratory.

(3) Valeur corrigée.

(4) Des MDA d'Eu-152 relativement élevées peuvent indiquer une interférence importante avec le K-40, probablement présent en quantités significatives car le test du prototype a été réalisé en intérieur, peut-être à proximité de matériaux de construction en béton.

(5) Valeurs moyennes déterminées à partir de dix stations de surveillance installées dans différents sites géographiques. Les valeurs plus faibles des activités minimales détectables inférieures calculées à partir des stations de surveillance installées sont principalement dues à une durée de comptage plus longue (60 minutes) que celle utilisée pour effectuer les calculs à partir du test du prototype (10 minutes).

relevées sont Co-60, Ir-192, I-131 et Tc-99m. Dans ces cas précis, des recherches sur le site ont été entreprises et les origines des sources ont été identifiées. Il s'agissait de gammagraphes industriels ou de personnes soumises aux radionucléides d'imagerie médicale. Aussi dans chaque cas, l'analyste a vérifié que le radionucléide identifié ne s'était pas déposé sous forme de particule sur le filtre (le radionucléide n'a pas

été identifié sur les spectres horaires suivants, le filtre n'a pas été changé, et le radionucléide a une demi-vie relativement longue). L'identification de ces radionucléides ambiants indique que le système de détection et d'alerte est fonctionnel. Cependant le système n'est conçu ni comme un système de première détection ni comme un système de détection du rayonnement non déposé sur le filtre.



Limites de détection

Des activités minimales détectables de nucléides spécifiques ont été comparées aux *niveaux dérivés de réponse* des directives de protection afin de déterminer l'utilité des données en temps réel. Ces limites de détection ont été définies en testant le prototype de station de surveillance et en évaluant les données en temps réel et les données d'étalonnage de routine des stations installées (tableau 2). La comparaison des *niveaux dérivés de réponse* des directives de protection aux activités minimales détectables mesurées indique que les activités minimales détectables sont en deçà des niveaux des directives de protection. Les données en temps réel recueillies par les systèmes stationnaires de RadNet permettent une identification et une quantification rapides des nucléides en suspension avec une sensibilité suffisante pour fournir des informations essentielles à la définition de mesures de protection.

Le réseau de surveillance de l'air RadNet est conçu pour fonctionner en continu afin de pouvoir surveiller les contaminations radioactives de l'air sur l'ensemble du territoire américain. À ce jour, plus de 1,5 million de données en temps réel des stations de surveillance atmosphériques de RadNet ont été analysées par le NAREL. Pour plus d'informations, consultez le site Internet du NAREL www.epa.gov/narel ■

Bibliographie

- Oklahoma Geological Survey Observatory. *Catalog of Nuclear Explosions*. www.okgeosurvey1.gov/level2/nuke.cat.html. Last modified 09 Oct 2006. Retrieved 10 February 2010 from Oklahoma Geological Survey's Website.
- Salaymeh, Saleem, Raymond Dewberry and Timothy Brown. *Minimum Detectable Activity for the EPA's Fixed RadNet Air Monitors*. (WSRC-TR-2005-00527). Savannah River National Laboratory, October 30, 2005.
- U.S. Environmental Protection Agency, Office of Radiation and Indoor Air. *Expansion and Upgrade of the RadNet Air Monitoring Network*, Volume 1 and 2, Concept and Plan. Washington, D.C., 2005.
- U.S. Environmental Protection Agency, Office of Radiation Programs. *Manual of Protective Action Guides and Protective Actions for Nuclear Incidents*. (EPA-400/R-92-001). Washington, D.C., 1992.

LE CADRE EUROPÉEN ET INTERNATIONAL

Résultats de la surveillance de l'environnement – Troisième évaluation périodique de la progression dans le sens de la réalisation de l'objectif de la Stratégie substances radioactives d'OSPAR

Results of environmental monitoring – Third periodic assessment of progress towards the achievement of the objective of OSPAR strategy for radioactive substances

par Dr Justin P. Gwynn, vice-président du Comité substances radioactives d'OSPAR – Autorité de radioprotection norvégienne – Tromsø (Norvège)

La Convention OSPAR est l'instrument légal actuel qui guide la coopération internationale pour la protection de l'environnement marin de l'Atlantique du Nord-Est. Les travaux au nom de la Convention sont menés par la Commission OSPAR, composée de représentants des gouvernements des 15 Parties contractantes (Allemagne, Belgique, Danemark, Espagne, Finlande, France, Irlande, Islande, Luxembourg, Norvège, Pays-Bas, Portugal, Royaume-Uni, Suède et Suisse) et de la Commission européenne, représentant la Communauté européenne.

La mission de la Convention OSPAR est de préserver les écosystèmes marins et de sauvegarder la santé de l'homme en Atlantique du Nord-Est, en prévenant et supprimant la pollution, en protégeant l'environnement marin contre les effets néfastes des activités humaines, et en contribuant à l'usage durable des mers.

La Commission OSPAR travaille dans le cadre du droit international coutumier tel que codifié par la Convention de 1982 des Nations Unies sur le droit de la mer. La Convention OSPAR reconnaît les juridictions des États en mer et la liberté de la haute mer, et dans ce cadre, l'application des grands principes de la politique environnementale internationale pour empêcher et éliminer la pollution marine et pour gérer de façon durable la zone maritime.

De façon générale, le travail de la Commission OSPAR est guidé par l'approche écosystémique, afin d'atteindre une gestion intégrée des activités humaines dans l'environnement marin. Ce principe est soutenu par une obligation générale des Parties contractantes d'appliquer :

- le principe de précaution ;
- le principe du pollueur payeur ;
- les meilleures techniques disponibles (BAT, Best Available Techniques) et la meilleure pratique environnementale (BEP, Best Environmental Practice), y compris les technologies propres.

OSPAR a développé et met en place un ensemble de cinq stratégies thématiques abordant les principales menaces qui ont été identifiées dans son domaine de compétence (biodiversité et écosystèmes, eutrophisation, substances dangereuses, industrie du pétrole et du gaz offshore et substances radioactives), coordonnées par une stratégie pour un programme de surveillance et d'évaluation commun, qui établit le bilan de santé de l'environnement marin et suit la mise en place des stratégies et les améliorations qui en découlent sur l'environnement marin. Ces six stratégies s'intègrent pour étayer l'approche écosystémique.

Stratégie substances radioactives d'OSPAR

La Stratégie substances radioactives d'OSPAR stipule que :

"Conformément à l'objectif général [de la Convention OSPAR], l'objectif de la Commission, en ce qui concerne les substances radioactives, y compris les déchets radioactifs, consiste à prévenir la pollution de la zone maritime par les rayonnements ionisants, ceci par des réductions progressives et substantielles des rejets, émissions et pertes de substances radioactives, le but

Executive Summary

The OSPAR Convention is the current legal instrument guiding international cooperation on the protection of the marine environment of the North-East Atlantic. Work under the Convention is managed by the OSPAR Commission, made up of representatives of the Governments of 15 Contracting Parties (Belgium, Denmark, Finland, France, Germany, Iceland, Ireland, Luxembourg, The Netherlands, Norway, Portugal, Spain, Sweden, Switzerland and United Kingdom) and the European Commission, representing the European Community.

The mission of the OSPAR convention is to conserve marine ecosystems and safeguard human health in the North-East Atlantic by preventing and eliminating pollution; by protecting the marine environment from the adverse effects of human activities; and by contributing to the sustainable use of the seas.





1. Grand large de l'Atlantique, golfe de Gascogne, eaux ibériques et approches ouest
2. Manche (Cap de la Hague)
3. Est de la Manche
4. Mer d'Irlande (République d'Irlande)
5. Mer d'Irlande (Irlande du Nord)
6. Mer d'Irlande (Sellafield)
7. Eaux écossaises (Dounreay)

8. Sud de la mer du Nord (côtes belge et néerlandaise)
9. Baie allemande
10. Mer du Nord (nord-ouest, sud-ouest et centre)
11. Mer du Nord (Skagerrak)
12. Kattegat
13. Courant côtier de la Norvège
14. Mer de Barents
15. Eaux norvégiennes, groenlandaises et islandaises

Figure 1 : les cinq régions OSPAR et leurs régions de surveillance de substances radioactives correspondantes

étant en dernier ressort de parvenir à des concentrations dans l'environnement qui soient proches des valeurs ambiantes dans le cas des substances radioactives présentes à l'état naturel et proches de zéro dans celui des substances radioactives artificielles. Dans la réalisation de cet objectif, il convient qu'entre autres, les points ci-après soient pris en compte :

- a. les utilisations légitimes de la mer ;
- b. la faisabilité technique ;
- c. les impacts radiologiques sur l'homme et sur la faune et la flore."

Il est en outre stipulé que :

"Cette stratégie sera mise en place conformément au programme pour une mise en œuvre plus détaillée de la Stratégie substances radioactives ("RSS Implementation Programme"). Afin d'atteindre [cet objectif] d'ici à 2020, la Commission s'assurera que les rejets, les émissions et les pertes de substances radioactives soient réduits aux niveaux où les concentrations ajoutées dans l'environnement marin par rapport aux niveaux historiques, résultant de tels rejets, émissions et pertes, sont proches de zéro."

Méthodologie d'évaluation et limites de l'approche adoptée

Afin de démontrer une progression dans le sens de la réalisation de l'objectif de la Stratégie, la Commission OSPAR est appelée à évaluer périodiquement les progrès par rapport à une ligne de base convenue. Pour la stratégie substances radioactives OSPAR, une période de référence correspondant aux années 1995-2001 a été retenue pour l'évaluation des rejets et des concentrations dans l'environnement des substances radioactives dans la zone maritime OSPAR.

En 2009, et dans le cadre de la troisième évaluation périodique de la progression dans le sens de la réalisation de l'objectif de la Stratégie substances radioactives (OSPAR, 2009), OSPAR a évalué les concentrations dans le milieu de radionucléides sélectionnés (^3H , ^{99}Tc , ^{137}Cs et $^{239,240}\text{Pu}$) associés à l'industrie nucléaire dans la zone maritime OSPAR, en comparant les niveaux moyens dans l'eau de mer et dans la faune et la flore marines (algues, mollusques et poisson) sur une période d'évaluation allant de 2002 à 2006 aux valeurs correspondantes sur la période de référence convenue. Les Parties contractantes à la Convention OSPAR avaient précédemment signé un accord de surveillance par lequel les données sur les concentrations de ^3H , ^{99}Tc , ^{137}Cs et $^{239,240}\text{Pu}$ dans le milieu marin, disponibles de par les programmes nationaux existants de surveillance de ce milieu, seraient transmises à OSPAR. À cet effet, la zone maritime OSPAR a été subdivisée en 15 régions de surveillance, représentant généralement des sous-divisions des cinq régions plus larges désignées, et tenant compte des courants dominants (figure 1). Des moyennes annuelles ont été déterminées en se basant sur toutes les données transmises (c.-à-d. dans certains cas sur des données émanant de plus d'une Partie contractante) pour chaque radionucléide individuel, dans un compartiment particulier (c.-à-d. eau de mer ou faune et flore marines), pour une région spécifique. Les données sur les concentrations disponibles transmises à OSPAR ont permis de déterminer des valeurs de référence pour la période de 1995 à 2001 pour certains radionucléides sélectionnés, à la fois dans l'eau de mer et dans la faune et la flore marines, mais il n'a pas été possible d'obtenir des valeurs de référence pour toutes les régions de surveillance, tous les radionucléides ni tous les biotopes retenus.

OSPAR a développé une méthodologie en deux étapes pour évaluer la progression dans le sens de la réalisation de l'objectif de la Stratégie substances radioactives. Tout d'abord, une comparaison simple permet de déterminer si la moyenne de la période d'évaluation est compatible, avec un intervalle de confiance de 95 %, avec la moyenne correspondante de la période de référence. Ensuite, des tests statistiques plus sophistiqués, paramétriques et non paramétriques, permettent de déterminer si les éventuels changements entre la période d'évaluation et la période de référence sont statistiquement significatifs. Si les tests statistiques paramétriques et non paramétriques amènent à conclure que l'hypothèse de base peut

être rejetée et que les données ont évolué depuis la période de référence, la différence est jugée "statistiquement significative". Si les résultats des tests divergent, et si un seul d'entre eux indique une évolution depuis la période de référence, on dira qu'il existe "certaines preuves" d'une augmentation ou d'une réduction depuis la période de référence.

Actuellement, la prudence est de mise quand il s'agit d'interpréter les résultats du processus d'évaluation, dans certains cas en raison du nombre limité de valeurs mesurées disponibles dans des séries de données particulières, parce que des différences de méthodologies d'échantillonnage et d'analyse peuvent exister entre Parties contractantes, ou parce qu'un nombre relativement élevé de valeurs se situe en dessous des limites de détection dans certaines séries de données. Pour les cas où des valeurs se situent en dessous des limites de détection, OSPAR a développé des méthodologies adaptées afin d'intégrer ces données dans le processus d'évaluation, mais dans les séries où le nombre de valeurs inférieures aux limites de détection est supérieur à 80 % de la série totale, il n'est pas possible d'effectuer une analyse statistique. Des séries temporelles plus longues pourraient à l'avenir permettre de tirer des conclusions plus précises et plus exhaustives.

De plus, il faut noter qu'il est difficile d'établir des comparaisons directes entre les évaluations des rejets et des concentrations dans le milieu, pour les raisons suivantes :

- le transport des radionucléides par les courants marins peut induire un décalage dans le temps entre leur rejet et la mesure de leur concentration dans le milieu. Ce décalage est différent en fonction des régions OSPAR, et pourrait dans certains cas atteindre plusieurs années. En outre, les réactions chimiques dans le milieu marin pourraient affecter les données sur les concentrations ;
- les concentrations peuvent également être influencées par les autres sources des radionucléides sélectionnés, c.-à-d. par les retombées globales des essais atmosphériques d'armes nucléaires, de l'accident de Tchernobyl, etc ;
- certaines concentrations mesurées peuvent être influencées par la remobilisation des radionucléides présents dans les sédiments, conséquence des rejets passés.

Conclusions générales sur les concentrations marines

Quand des données sur les concentrations dans l'eau de mer sont disponibles (41 séries de données distinctes établies), les valeurs proviennent principalement de stations d'échantillonnage côtières, complétées dans certains cas par des données provenant de stations en haute mer. Pour ^{137}Cs dans l'eau de mer, des séries de données sont disponibles pour l'ensemble des 15 régions de surveillance, alors que pour ^3H , ^{99}Tc et $^{239,240}\text{Pu}$, des séries ne sont respectivement disponibles que pour 9, 10 et 7 régions. La valeur de référence la plus élevée (0,18 Bq/l) et la valeur moyenne la plus forte (0,10 Bq/l)



pour ^{137}Cs dans l'eau de mer ont été observées dans la région de surveillance n° 6 (mer d'Irlande – Sellafield), tout comme pour ^{99}Tc (valeur de référence 0,36 Bq/l; moyenne 0,14 Bq/l sur la période d'évaluation).

Quand des données sur les concentrations dans la faune et la flore marines sont disponibles (40 séries de données distinctes établies), les valeurs proviennent généralement de mesures côtières, à l'exception de certains résultats obtenus par la surveillance du poisson. Seules les données pour ^{99}Tc , ^{137}Cs et $^{239,240}\text{Pu}$ sont indiquées pour la faune et la flore marines, car la bioaccumulation de ^3H y est généralement faible (à l'exception des composés contenant du tritium organiquement lié). Pour ^{137}Cs dans la faune et la flore marines (principalement les algues ou le poisson), 18 séries de données sont disponibles pour les 15 régions de surveillance. Pour ^{99}Tc , des séries de concentrations dans les algues sont disponibles pour 12 régions, alors que pour $^{239,240}\text{Pu}$, 10 séries (dans les mollusques et le poisson) sont disponibles pour 9 régions de surveillance. Sur les séries de données disponibles pour ^{137}Cs dans le poisson (8 régions de surveillance), la valeur de référence la plus élevée (2,95 Bq/kg poisson) et la valeur moyenne la plus forte sur la période d'évaluation (5,83 Bq/kg poisson) ont été observées dans la région n° 12 (Kattegat). Des données pour ^{137}Cs dans les mollusques sont uniquement disponibles pour la région de surveillance n°6 (mer d'Irlande – Sellafield). La valeur de référence la plus élevée (9260 Bq/kg poisson) et la valeur moyenne la plus forte (3730 Bq/kg poisson) pour ^{99}Tc ont été observées dans la région n°6 (mer d'Irlande – Sellafield), avec une différence d'au moins un ordre de grandeur par rapport aux autres régions de surveillance.

En ce qui concerne les concentrations dans l'eau de mer, des évaluations statistiques ont été possibles dans 27 des 41 séries de données. Sur ces 27 séries, un changement statistiquement significatif a été constaté dans 6 cas, chacun de ces 6 cas indiquant une diminution de la concentration de l'un des radionucléides sélectionnés dans l'eau de mer sur la période d'évaluation par rapport à la période de référence. Pour 7 autres séries de données, on peut parler de certaines preuves indiquant un changement, avec pour 4 d'entre elles une diminution et pour les 3 autres une augmentation de la concentration de l'un des radionucléides sélectionnés dans l'eau de mer sur la période d'évaluation par rapport à la période de référence. Sur les 14 séries de données restantes pour lesquelles une évaluation statistique a été possible, aucun changement statistiquement significatif n'a été observé dans les concentrations des radionucléides sélectionnés dans l'eau de mer entre la période d'évaluation et la période de référence.

En ce qui concerne les concentrations dans la faune et la flore marines, des évaluations statistiques ont été possibles dans 34 des 40 séries de données. Sur ces 34 séries, un changement statistiquement significatif a été constaté dans 18 cas, avec pour 17 d'entre eux une diminution de la concentration de l'un des radionucléides sélectionnés

dans la faune et la flore marines sur la période d'évaluation par rapport à la période de référence. Le dernier cas de changement statistiquement significatif (^{137}Cs dans le poisson dans la région de surveillance n°12 (Kattegat)) concerne une augmentation des concentrations sur la période d'évaluation par rapport à la période de référence. Pour 4 autres séries de données, on peut parler de certaines preuves indiquant un changement, avec pour 2 d'entre elles une diminution et pour les 2 autres une augmentation de la concentration de l'un des radionucléides sélectionnés dans la faune et la flore marines sur la période d'évaluation par rapport à la période de référence. Sur les 12 séries de données restantes pour lesquelles une évaluation statistique a été possible, aucun changement statistiquement significatif n'a été observé dans les concentrations des radionucléides sélectionnés dans la faune et la flore marines entre la période d'évaluation et la période de référence.

L'accord de surveillance existant (actuellement en cours de révision) ne prévoit pas le signalement des concentrations dans le milieu marin des radionucléides présents à l'état naturel associés aux rejets des industries non nucléaires, en particulier aux rejets d'eau de production du secteur pétrolier et gazier offshore; par conséquent, aucune évaluation ne peut être faite à partir du peu de données disponibles pour ces radionucléides. Quand de telles données sont disponibles, il est important de noter qu'elles représentent des concentrations totales dans le milieu, autrement dit qu'elles reflètent les concentrations naturelles et les éventuelles contributions des rejets de ces radionucléides par les industries non nucléaires, et comme la concentration des radionucléides issus de sources naturelles peut considérablement varier, il peut s'avérer difficile de détecter des niveaux élevés dus à l'activité humaine.

Doses pour la population provenant de la consommation de poisson et fruits de mer

Les doses pour la population provenant de la consommation de poisson et fruits de mer ont été estimées en utilisant deux approches différentes dérivées du modèle MARINA II (MARINA II, 2003):

1. doses estimées à partir des concentrations dans l'eau de mer – les doses pour l'homme ont été déterminées à partir de la consommation de poisson, mollusques et crustacés, les concentrations des radionucléides sélectionnés dans ces 3 types d'êtres vivants étant simulées à partir des concentrations dans l'eau de mer;
2. doses estimées à partir des concentrations dans la faune et la flore marines – les doses pour l'homme ont été déterminées à partir de la consommation individuelle de poisson ou de mollusques, et des concentrations réelles des radionucléides sélectionnés pour ces êtres vivants.

Dans les deux cas, les doses pour la population ont été obtenues à partir des concentrations de référence et des concentrations moyennes sur la période d'évaluation, et uniquement pour les séries de données où toutes les valeurs sont supérieures aux limites de détection.

Toutes les doses déterminées pour l'homme résultant des radionucléides sélectionnés associés à l'industrie nucléaire dans la zone maritime OSPAR se situent tout à fait dans les (et dans la grande majorité des cas, ne constituent qu'une petite fraction des) limites recommandées par la Commission internationale de protection radiologique (CIPR), et le cas échéant, sont conformes aux Normes de sécurité de base pour les Parties contractantes à OSPAR faisant partie de l'Union européenne.

Les doses pour l'homme dérivées des concentrations dans l'eau de mer des radionucléides sélectionnés associés à l'industrie nucléaire couvrent une large plage de valeurs dans les différentes régions de surveillance, avec des doses de l'ordre de 10^{-3} $\mu\text{Sv}/\text{an}$ pour ^3H , 10^{-3} à 100 $\mu\text{Sv}/\text{an}$ pour ^{99}Tc , 10^{-1} à 100 $\mu\text{Sv}/\text{an}$ pour ^{137}Cs , et 10^{-2} à 10^{-1} $\mu\text{Sv}/\text{an}$ pour $^{239,240}\text{Pu}$. Suivant la même cartographie que les données sur les concentrations, les doses résultant de ^{99}Tc et ^{137}Cs dans l'eau de mer diminuent avec la distance depuis la valeur la plus élevée, qui se situe dans la région de surveillance n° 6 (mer d'Irlande – Sellafield).

Comparativement, et à partir du peu de données disponibles pour les concentrations des radionucléides naturels dans l'eau de mer sur la période de 1995 à 2006, les doses pour l'homme basées sur des moyennes annuelles sont de l'ordre de 10^0 à 10^2 $\mu\text{Sv}/\text{an}$ pour ^{226}Ra et 10^{-1} à 10^1 $\mu\text{Sv}/\text{an}$ pour ^{228}Ra . Ces doses sont jusqu'à 2 ordres de grandeur supérieures à la dose la plus élevée pour l'homme résultant des concentrations dans l'eau de mer des radionucléides sélectionnés associés à l'industrie nucléaire.

Les doses pour l'homme directement calculées à partir des concentrations dans la faune et la flore marines des radionucléides sélectionnés associés à l'industrie nucléaire couvrent également une grande plage de valeurs sur les différentes régions de surveillance, avec des doses de l'ordre de 10^{-2} à 10^0 $\mu\text{Sv}/\text{an}$ pour ^{137}Cs (mollusques et poisson) et 10^{-2} à 10^1 $\mu\text{Sv}/\text{an}$ pour $^{239,240}\text{Pu}$ (mollusques). La dose pour l'homme la plus élevée induite par $^{239,240}\text{Pu}$ dans le poisson et les fruits de mer se situe dans la région de surveillance n° 6 (mer d'Irlande – Sellafield), alors que les doses induites par $^{239,240}\text{Pu}$ dans le poisson et les fruits de mer dans les autres régions de surveillance sont inférieures d'au moins 2 ordres de grandeur. Des concentrations de ^{99}Tc n'ont été transmises que pour les algues, qui ne constituent pas une voie d'exposition alimentaire significative pour l'homme; ces données n'ont donc pas été prises en compte pour l'évaluation des doses.

Comparativement, et à partir du peu de données disponibles pour les concentrations des radionucléides naturels dans la faune et la flore marines sur la période de 1995 à 2006, les doses pour l'homme basées sur des moyennes annuelles sont de l'ordre de 10^{-2} à 10^{-1} $\mu\text{Sv}/\text{an}$ pour ^{226}Ra (mollusques), 10^{-1} à 10^1 $\mu\text{Sv}/\text{an}$ pour ^{210}Pb (mollusques et poisson), et 10^1 à 10^2 $\mu\text{Sv}/\text{an}$ pour ^{210}Po (mollusques et poisson). Ces doses sont jusqu'à 1 ordre de grandeur supérieures à la dose la plus élevée

résultant des radionucléides sélectionnés associés à l'industrie nucléaire.

Doses pour la faune et la flore marines

L'évaluation de l'impact des concentrations dans le milieu des radionucléides sélectionnés associés à l'industrie nucléaire sur la faune et la flore marines a été réalisée en appliquant la méthodologie d'évaluation du risque environnemental (ERA, Environmental Risk Assessment) proposée par le projet européen ERICA (ERICA, 2007), seul projet de référence européen permettant une évaluation pleinement intégrée des doses pour le milieu vivant. Les débits de dose absorbée totaux ont été évalués par comparaison au débit de dose seuil recommandé par ERICA. Cette valeur, 10 $\mu\text{Gy}/\text{h}$ pour un écosystème générique, a été retenue pour son fort conservatisme, et parce qu'il s'agit de la plus faible des valeurs seuils recommandées.

Les débits de dose absorbée totaux pour 3 classes représentatives de la faune et la flore marines (algues, crabes et poisson) ont été obtenus en faisant la somme des débits de dose individuels résultant de chaque radionucléide sélectionné, en se basant sur les concentrations dans l'eau de mer quand des données étaient disponibles pour chaque région de surveillance. Dans tous les cas, toutes les données disponibles dans les séries (c.-à-d. au-dessus et en dessous des limites de détection) ont été utilisées dans l'évaluation.

Quelle que soit l'année, le débit de dose total maximal estimé pour les algues, les crabes ou le poisson, pour toutes les régions de surveillance, sur la base des concentrations dans l'eau de mer transmises pour les radionucléides sélectionnés associés à l'industrie nucléaire, est inférieur à 10% du niveau seuil de 10 $\mu\text{Gy}/\text{h}$, les maxima des débits de dose totaux étant inférieurs à 1% de ce seuil dans toutes les régions de surveillance, à l'exception de la région n° 6 (mer d'Irlande – Sellafield). Par conséquent, les débits de dose calculés pour la faune et la flore marines résultant des radionucléides sélectionnés associés à l'industrie nucléaire sont faibles, et inférieurs aux niveaux les plus bas auxquels un quelconque effet risquerait de survenir selon le consensus scientifique actuel.

Conclusions générales

En raison des problèmes de disponibilité des données, en particulier pour les radionucléides rejetés par les industries non nucléaires, il n'est pas possible de tirer des conclusions définitives quant à la réalisation de l'objectif de la Stratégie OSPAR substances radioactives. Cependant, il existe généralement des preuves d'une réduction des concentrations marines moyennes des radionucléides sélectionnés associés à l'industrie nucléaire; lorsque les tests statistiques indiquent une différence significative entre la période de référence et la période d'évaluation, il s'agit bel et bien d'une diminution dans tous les cas sauf un. Cependant, certaines régions OSPAR subissent toujours des concentrations



élevées dues aux courants de la mer Baltique qui a été contaminée par les retombées de l'accident de Tchernobyl, ou à la remobilisation de radionucléides à partir des sédiments de la mer d'Irlande, conséquence des rejets passés.

Toutes les doses déterminées pour l'homme résultant des radionucléides sélectionnés associés à l'industrie nucléaire dans la zone maritime OSPAR se situent tout à fait dans les limites recommandées au niveau international.

Les doses totales calculées pour la faune et la flore marines résultant des radionucléides sélectionnés associés à l'industrie nucléaire sont inférieures aux niveaux les plus bas auxquels d'éventuels effets sont susceptibles d'apparaître.

La troisième évaluation périodique de la progression dans le sens de la réalisation de l'objectif de la Stratégie substances radioactives d'OSPAR ("Third Periodic Evaluation of progress towards the objective of the OSPAR Radioactive Substances Strategy") est disponible sur le site Web d'OSPAR, www.ospar.org. ■

Bibliographie

- ERICA, 2007. D-ERICA: Approche intégrée pour l'évaluation et la gestion du risque environnemental lié aux rayonnements ionisants. Version finale. Commission européenne, 6^e programme-cadre, contrat n° FI6R-CT-2003-508847. Beresford, N., Brown, J., Copplestone, D., Garnier-Laplace, J., Howard, B., Larsson, C.M., Oughton, D., Pröhl, G., Zinger, I. (Ed.).
- MARINA II. Commission européenne (2003). Mise à jour du projet MARINA sur l'exposition radiologique de la Communauté européenne due à la radioactivité des eaux marines du nord de l'Europe.
- OSPAR, 2009. Troisième évaluation périodique de la progression dans le sens de la réalisation de l'objectif de la Stratégie substances radioactives. Commission OSPAR, Londres, 2009. Publication 455/2009.

LE CADRE EUROPÉEN ET INTERNATIONAL

La coopération internationale pour une gestion intégrée de la zone côtière

International cooperation for integrated management of coastal regions

par Emmanuel Bosc, chargé de Recherches, Fanny Houlbrèque, chargée de Recherches, Florence Boisson, consultant auprès de l'AIEA, Jan Scholten, directeur de Recherches et Maria Betti, directrice des laboratoires de l'environnement – Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) Monaco

L'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), a comme mission principale : la préservation de l'environnement et le développement durable des ressources. C'est le *Marine Environment Laboratories* (MEL), situé dans la principauté de Monaco, qui contribue à cette mission pour ce qui concerne le milieu marin. Ce laboratoire, créé il y a 50 ans, répond régulièrement aux demandes d'assistance technique de la part d'autres organismes des Nations Unies et des États membres de l'AIEA. Cette assistance consiste à organiser des formations et à mettre en œuvre des projets internationaux de coopération technique, afin d'encourager la surveillance et la protection des océans. Le MEL est également au centre d'un réseau international qui offre des services de contrôle de qualité pour les analyses des éléments radioactifs présents dans le milieu marin.

Les quatre activités majeures du MEL sont les suivantes :

– **environnement marin et prospérité des écosystèmes.**

La pollution chimique, l'agriculture intensive, les rejets provenant des eaux usées et de l'aquaculture, la pêche excessive, ont un impact majeur sur la biodiversité marine. La mission du MEL consiste à mettre en place des réseaux d'États membres qui, par une action commune et normative, peuvent faire face à ces menaces pour l'environnement ;

– **environnement marin et solidarité.** MEL s'est engagé à équiper et former aux techniques isotopiques les nouvelles générations de scientifiques des pays en voie de développement, afin qu'ils puissent être en mesure de déterminer et d'agir sur les menaces qui pèsent localement sur l'environnement marin. Les mesures d'isotopes permettent des diagnostics en radioprotection marine, en écologie marine et même en science du climat. Elles permettent de déterminer la source, le devenir et les effets de contaminants dans l'écosystème marin. Tous les grands problèmes de pollution, auxquels est confronté le milieu marin, peuvent être appréhendés de façon unique en utilisant des techniques nucléaires et isotopiques. Ce type d'information est nécessaire pour permettre une prise de décision, à moindre coût, visant à limiter les conséquences de ces contaminations ;

– **environnement marin et sécurité.** MEL s'appuie sur les services aux États membres de l'AIEA pour fournir

des mesures indépendantes de la radioactivité dans l'environnement marin. Les niveaux de radioactivité artificielle que l'on mesure dans l'océan mondial sont en constante diminution et leurs seuils actuels sont maintenant bien en dessous des niveaux de radioactivité naturellement présents dans l'environnement marin. MEL est habilité à fournir en temps voulu des évaluations de la radioactivité du milieu pour tout incident maritime qui pourrait advenir ;

– **environnement marin et perspective globale.** Les marqueurs isotopiques ont été largement utilisés ces dernières années pour étudier les variations des courants océaniques, le mouvement des masses d'eau et identifier les puits de carbone. L'évolution des âges glaciaires, les tendances actuelles au réchauffement climatique et les oscillations d'événements climatiques tels que les phénomènes EL Niño peuvent être suivies via leurs signatures isotopiques. Ces signatures se retrouvent dans les couches annuelles de croissance des coraux ou dans des microfossiles piégés dans les couches de sédiments profonds. Pour ce type d'études le MEL collabore avec d'autres organisations internationales.

Les pressions sur les zones côtières

Les zones côtières, à savoir l'interface entre la terre et les océans, constituent environ 20% de la surface terrestre.

Executive Summary

Coastal zones which comprise < 20% of the earth surface are one of the most dynamic areas of the world. Housing more than 50% of the earth's population, the coastal zones are affected by natural and anthropogenic induced pressures which challenge the sustainability of the coastal environment and its resources. Most of the environmental pressures originate from outside the coastal zones thus requiring an interregional approach for coastal environmental assessments. It is one of the missions of the Marine Environment Laboratories (MEL) of the International Atomic Energy Agency to assist Member States in coastal zone management by applying nuclear and isotopic techniques. These techniques are used in many ways at MEL to enhance the understanding of marine ecosystems and to improve their management and protection. The article gives an overview of MEL's current marine coastal projects and research activities.



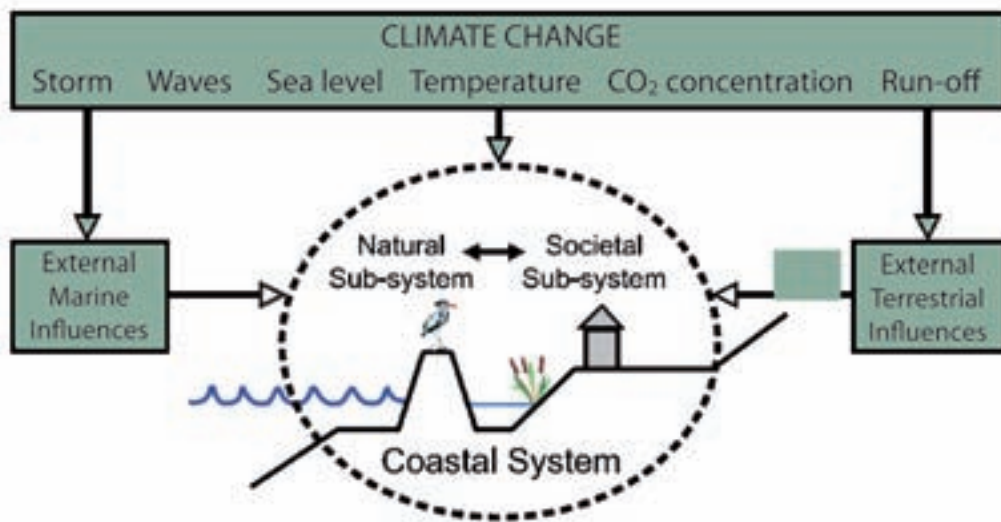


Figure 1 : le système côtier et les forçages extérieurs auquel il est soumis

Elles regroupent plus de 50% de la population planétaire, ce qui en fait l'une des zones les plus dynamiques au monde. Ces zones sont soumises à des pressions anthropiques et naturelles qui remettent en cause le développement durable de l'environnement côtier et de ses ressources. La plupart des pressions proviennent de l'extérieur des zones côtières (figure 1), et sont liées à l'accroissement de l'urbanisation, l'industrialisation et à des changements dans les apports fluviaux (nutriments, polluants organiques et inorganiques). En plus des pressions régionales, les effets climatiques comme l'élévation du niveau marin, les changements dans la circulation océanique (El Niño) et l'acidification des océans influent sur l'écosystème côtier et sa biodiversité (figure 1).

L'évaluation et la prédiction des effets des changements climatiques et de la pression anthropique sur les écosystèmes côtiers sont très complexes. Le MEL aide les États membres dans leur gestion du littoral en fournissant une assistance technique et scientifique dans les domaines tels que – l'évaluation de la contamination radioactive de l'environnement marin – la sécurité des produits de la mer – les résurgences d'eaux souterraines en mer.

Évaluation de la contamination radioactive de l'environnement marin

L'AIEA par son statut d'organisation internationale favorise les échanges d'information sur les contaminants radioactifs présents dans l'environnement marin. À cet égard, l'AIEA-MEL agit comme un service central pour la

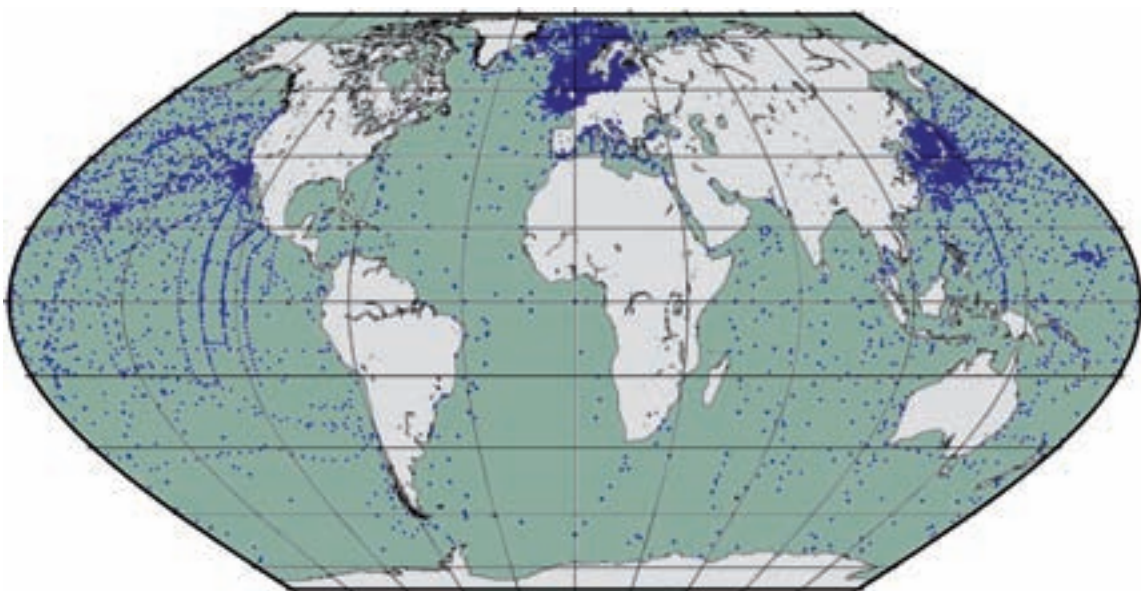


Figure 2 : positions des 120 000 données de radioactivité marines référencées dans la base de données MARiS

collecte, la synthèse, l'interprétation et la mise à disposition des données publiées par les scientifiques. La base de données internationale MARiS (Marine Information System) a été conçue pour fournir des informations sur la radioactivité du milieu marin tant hauturier que côtier. Continuellement mise à jour, elle renferme aujourd'hui plus de 120 000 valeurs pour 23 radioéléments différents (figure 2). Ces données disponibles gratuitement sur un site internet de l'agence (maris.iaea.org) sont une ressource pour les scientifiques, le grand public et les décideurs politiques. Cette base de données permet le suivi spatial et temporel du niveau de radioactivité des océans. Ces données sont utilisées pour les études de dynamique des masses d'eau et des sédiments, pour une meilleure compréhension des processus dans la colonne d'eau ou à l'interface sédiment-fond, mais sont aussi utiles à la validation de modèles numériques dédiés aux études des changements climatiques. De nombreux scientifiques à travers le monde contribuent à l'expansion de MARiS en fournissant leurs données publiées. Le MEL a aussi mis en place des accords avec des commissions internationales telles que HELCOM et OSPAR afin d'héberger les données issues de leur bases de données ou provenant de leurs laboratoires membres.

Acidification des océans

Les océans pompent 30 % du CO₂ d'origine anthropique. L'augmentation de la pression partielle en CO₂ des océans entraîne une diminution du pH de l'eau de mer et affecte la chimie des carbonates de l'eau de mer. Le pH de l'eau de mer, actuellement de 8.1, va probablement encore diminuer de 0.2-0.4 unité pH d'ici à la fin de ce siècle (IPCC, 2007). Dans ce contexte particulier de changement climatique, le MEL consacre une partie de ses recherches à l'impact de ce phénomène d'acidification des océans sur la biodiversité marine comme les ptéropodes (petits crustacés à la base de la chaîne alimentaire de nombreux organismes marins) (Comeau et al., 2009; Lacoue-Labarthe et al., 2010) ou sur des espèces commerciales (poissons d'aquaculture, céphalopodes). L'utilisation de radiotraceurs permet de déterminer comment l'acidification et le réchauffement climatique vont affecter le métabolisme de ces espèces et plus particulièrement leurs premiers stades de développement.

Récemment, une collaboration entre le MEL et la station biologique d'Aqaba, (Jordanie) a permis d'étudier les effets de l'acidification des océans sur l'incorporation des métaux dans les coraux tropicaux (reconnu comme un des facteurs participant au déclin des récifs coralliens). Il s'agissait notamment de déterminer si ce phénomène d'acidification allait amplifier l'incorporation des métaux dans une espèce de coraux tropicaux particulièrement répandue en Mer Rouge.

Accumulation des polluants

Le MEL s'emploie également à utiliser le fantastique outil que constitue les radiotraceurs pour étudier l'accumulation d'éléments polluants dans les organismes marins, déterminer leurs mécanismes de concentration et de



Figure 3: expériences utilisant le radiotraceur ¹⁰⁹Cd pour étudier les cinétiques d'accumulation du Cadmium dans les moules chiliennes *Mytilus chilensis*

dépuration, et définir comment ils se transmettent à travers la chaîne trophique. Des étudiants des États membres, des techniciens et des scientifiques de différents pays viennent régulièrement recevoir une formation en radioécologie et appliquer ces techniques à un problème écologique particulier. Par exemple, le Chili fait régulièrement face à d'importants problèmes de contamination de ses produits de la mer par des métaux traces. Certains mollusques collectés le long des côtes chiliennes présentent des teneurs élevées en cadmium. Les lots de moules chiliennes se trouvent souvent refusées à l'exportation car leurs teneurs en métaux sont trop élevées par rapport aux normes européennes. Une collaboration entre le MEL et l'Université Australe du Chili a permis, grâce à l'utilisation du radiotraceur ¹⁰⁹Cd (figure 3), de caractériser les cinétiques d'incorporation et de dépuration de ce cadmium dans les moules chiliennes (Herve-Fernandez et al. in review), constituant une source de nourriture majeure pour la population chilienne (Astorga España et al. 2004, Fernández-Reiriz et al., 2008). Ces expériences ont permis d'apporter des informations cruciales aux producteurs, leurs permettant d'affiner leurs protocoles et ainsi remplir les critères européens.

Efflorescences d'algues nuisibles

L'un des problèmes les plus préjudiciables auxquels doivent faire face les zones côtières sont les "marées rouges", scientifiquement appelées efflorescence d'algues nocives (HAB). Elles correspondent à la croissance et l'accumulation d'algues microscopiques dans les eaux marines ou saumâtres. Leur impact va de la mortalité massive des poissons, jusqu'à l'intoxication par



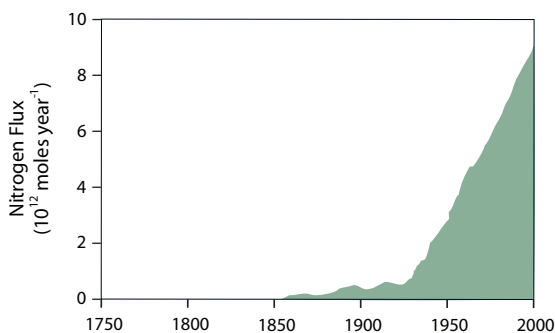


Figure 4 : augmentation des flux d'azote dans les zones côtières (d'après Mackenzie, 2002)

ingestion de coquillages qui filtrent l'eau et accumulent les toxines présentes dans le phytoplancton (Anderson 1994. D'après Anderson (2001), les pertes subies après chaque événement d'algues nocives dans des zones de pêche ou d'aquaculture extensive excèdent souvent plusieurs millions de US\$.

Les raisons de l'apparition d'efflorescences d'algues toxiques font encore débat. Bien qu'il soit admis que les rejets d'effluents résultant de l'activité humaine ne peuvent expliquer à eux seuls qu'une partie des événements toxiques observés (Anderson 1989; Hallegraeff 1993), il a été montré que le flux d'azote et de métaux traces en zone côtière est un élément clé dans l'apparition d'algues toxiques, puisqu'il stimule la production et la structure du phytoplancton. Or, le flux d'azote dans la zone côtière a augmenté d'un facteur 10 depuis les années 20 (Mackenzie et al., 2002) (figure 4) consécutivement aux rejets d'engrais d'origine agricole, aux dépôts atmosphériques ou du fait des déversements d'eaux usées non traitées dans la mer. Cette augmentation croissante du

flux d'azote, associée à d'autres facteurs, est probablement la cause de l'augmentation des cas d'efflorescences d'algues nocives (Anderson 1989; Hallegraeff 1993).

Par précaution, des mesures ont été prises pour prévenir les risques d'intoxication humaine. Le MEL coordonne des projets de coopération technique pour les pays sévèrement touchés, avec entre autre, la mise en place du test de Doucette et al. (1997). Ce test est basé sur l'utilisation de récepteurs membranaires et de toxines radio-marquées en laboratoire, il ouvre de nouvelles perspectives en termes de surveillance de ces micro-algues toxiques. Étant donné sa grande sensibilité, ce test est une méthode d'alerte précoce pour une gestion efficace de l'impact de ces événements. C'est aussi un outil de recherche pour mieux cerner les processus de transfert, et mieux comprendre leurs causes et leurs conséquences.

Résurgence d'eau douce souterraine en mer

La contribution des résurgences d'eau douce sous-marine dans le processus d'échange continent-océan n'a, jusqu'à présent, pas été suffisamment considérée. Ce phénomène aussi appelé "Submarine Groundwater Discharge" (SGD) est difficile à détecter car il est diffus, hétérogène, spatialement et temporellement variable. Un projet de recherche impliquant l'UNESCO et l'AIEA a été mené afin de déterminer les "techniques nucléaires et isotopiques pour la caractérisation des SGD (IAEA TECDOC 1595)" afin de recenser les méthodes de détection des SGD. Les SGD sont définis comme étant "tout transfert d'eau à travers le fond marin" (Figure 5) (Burnett et al., 2006). Les flux de SGD sont considérablement variables : ils ont été estimés à 6% des apports fluviaux globaux par Taniguchi et al. (2002) et, si l'on ne considère que l'Océan Atlantique, peuvent atteindre

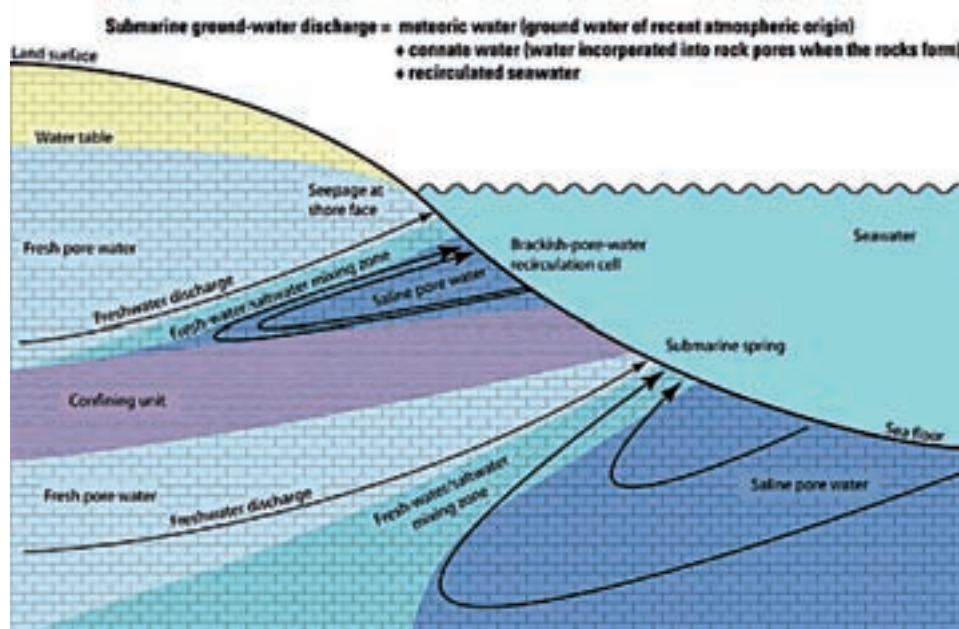


Figure 5 : le système des résurgences d'eau douce souterraines en mer (SCOR WG 102)

80-160% (Moore et al., 2008). Les SGD ont plusieurs impacts sur la gestion des espaces côtiers. Premièrement, leur quantification permet de déterminer le niveau d'utilisation optimal des ressources d'eau douce du littoral. En effet, si ces dernières sont surexploitées, le processus des SGD s'inverse, et de l'eau salée envahit l'aquifère d'eau douce, avec pour conséquence la perte des ressources d'eau douce continentale. Deuxièmement, les SGD pourraient constituer une source importante d'eau douce dans les régions arides où des usines de désalinisation de l'eau doivent être construites pour répondre à la demande en eau douce. Enfin, les SGD affectent les écosystèmes côtiers par leur apport relativement élevé en matière dissoute (éléments nutritifs et polluants).

Il est de plus en plus évident que, dans certains cas, de forts apports d'éléments nutritifs causés par les SGD pourraient être à l'origine d'efflorescences d'algues toxiques (Hwang et al., 2005, Hu et al., 2006). Le MEL apporte son expertise dans ce domaine à travers la gestion de projet de coopérations techniques. Une étude du détroit de Long Island (LaRoche et al., 1997) suggère qu'il peut exister un important délai entre l'enrichissement des eaux sous-terraines par l'activité humaine (par exemple par l'usage intensif des engrais) et l'éventuelle présence d'efflorescence d'algues toxiques. Cependant, à cause de leur variabilité temporelle et spatiale, la relation de cause à effet entre les SGD et les HAB est très

complexe et nécessite de plus amples investigations interdisciplinaires.

Assistance du MEL en gestion côtière

L'AIEA apporte différents types d'assistance à ses États membres, notamment en encourageant l'utilisation de techniques nucléaires pour étudier les impacts anthropiques et naturels sur l'environnement, mais aussi en publiant les principaux résultats de ces collaborations. Cette assistance vise à développer et améliorer les capacités des États membres qui désirent réduire la dégradation de leurs écosystèmes côtiers, et donc soutenir la gestion intégrée des zones côtières.

Le MEL apporte son soutien aux pays en développement grâce à la mise en œuvre de projets coordonnés par le Département de la coopération technique de l'AIEA. Ces projets de coopération technique, tant régionaux (impliquant plusieurs États membres d'une même région du globe) que nationaux ont pour objectif de renforcer, dès aujourd'hui et pour l'avenir, l'engagement des États dans les activités de protection de l'environnement. Ils incluent le développement de nouveaux laboratoires régionaux, le financement de bourses pour étudiants et la formation de personnel technique, mais aussi la mise en place de nouvelles méthodologies pour une meilleure gestion et surveillance des écosystèmes côtiers. Les résultats de ces projets sont destinés à être utilisés par les décideurs politiques pour appuyer la gestion intégrée des zones côtières. ■



L'information en temps réel,
au nom de l'État,
au service des citoyens

www.asn.fr



L'actualité de la sûreté nucléaire et de la radioprotection, l'action de l'ASN à l'égard des industriels et des exploitants, les dossiers du magazine *Contrôle*, les lettres de suite d'inspection, l'action régionale, l'info pratique et les archives... retrouvez toutes les informations relatives à l'action de l'Autorité de sûreté nucléaire en permanence sur Internet.



Faire progresser la sûreté
nucléaire et la radioprotection

