

## 2.4

Cédric AUBERT  
Laboratoire de mesure de la  
radioactivité dans l'environnement

## Développement d'un logiciel de gestion des essais interlaboratoires relatifs aux mesures de la radioactivité dans des échantillons de l'environnement

■ Le Service de traitement des échantillons et de métrologie pour l'environnement de l'IRSN a entamé fin 2004 une démarche afin d'obtenir l'accréditation COFRAC comme « organisateur de comparaisons interlaboratoires » pour les mesures de radioactivité dans des échantillons de l'environnement. L'accréditation est la reconnaissance de la compétence organisationnelle et technique. Celle-ci est primordiale pour notre prescripteur principal, la Direction générale de la sûreté nucléaire et de la radioprotection, et pour les laboratoires participants. Un logiciel de gestion des essais interlaboratoires a été développé dans ce cadre. Ce logiciel doit permettre le suivi des résultats des essais interlaboratoires. Il a aussi pour objectifs de gérer la base de données des laboratoires participants (inscription, communication et enregistrement des résultats) et de réaliser les différents traitements statistiques des résultats de mesures.

■ Ces traitements sont de deux natures distinctes et portent sur : les mesures réalisées au sein de l'IRSN, comme l'évaluation de l'homogénéité et de la stabilité des échantillons (eau, sol, végétaux, etc.) puis la détermination des valeurs de référence des activités avant transmission aux laboratoires participants pour analyse ; les résultats rendus par les participants, comme la comparaison à une loi normale, l'identification des valeurs aberrantes, la caractérisation des résultats et l'évaluation des performances.

■ Les phases de spécifications fonctionnelles, de conception et de développement du logiciel se sont déroulées au cours du 1<sup>er</sup> semestre 2005. La phase de validation, primordiale pour la fiabilité de l'outil et l'obtention de l'accréditation pour l'organisation de comparaisons interlaboratoires, a démarré en juin 2005. Le logiciel a été utilisé pour la première fois en juillet 2005 pour le traitement des résultats de laboratoires concernant des mesures par spectrométrie gamma de la radioactivité artificielle dans une eau et de la radioactivité naturelle dans un sol.



Échantillons pour intercomparaisons.

## 2.5

Christophe ARDOIS,  
Denise STAMMOSE  
Laboratoire d'étude des  
transferts dans les sols  
et le sous-sol

## Projet CAPHÉINE

■ Le projet CAPHÉINE (Caractérisation des phénomènes de transfert en zone insaturée d'éléments traces potentiellement toxiques) est réalisé en collaboration avec le CNRSSP (Centre national de recherche sur les sites et sols pollués) de Douai. Ce projet s'inscrit dans un programme de recherche portant sur l'étude de la migration de polluants radioactifs ou métalliques dans la zone insaturée des sols. Le CNRSSP s'intéresse en effet depuis plusieurs années au stockage de sédiments de curage. Ces derniers présentent des structures complexes en raison de la succession de phases de mise en dépôt et de la nature variée des matériaux déposés. Cette hétérogénéité est à l'origine d'alternances de zones non saturées et de zones saturées en eau d'extensions variables dans le temps et l'espace.

■ Le projet CAPHÉINE a démarré le 1<sup>er</sup> janvier 2005 pour une durée de deux ans et demi. Il a pour objectif de préciser et de hiérarchiser les mécanismes responsables du transfert des éléments traces. Des simulations sont conçues et réalisées en laboratoire sur des colonnes de taille métrique dans lesquelles on essaie de reproduire les transferts de polluants dans un système présentant plusieurs couches de caractéristiques hydrauliques (perméabilité) et chimiques (composition) maîtrisées. Les paramètres décrivant ces transferts sont corrélés au régime hydrique, tel qu'il résulte notamment de l'alternance des périodes sèches et des périodes humides. Des mesures sont effectuées à l'échelle 1 sur un site pollué dûment instrumenté afin de conforter les observations effectuées en laboratoire. Grâce à l'étude de conditions hydrogéochimiques différentes, les résultats obtenus dans le cadre de ces travaux permettent d'améliorer la compréhension générale des phénomènes conditionnant la migration des polluants en zone insaturée, qu'ils soient stables ou radioactifs.



Réalisation d'un test de perméabilité sur site.

## 2.6

Philippe RENAUD  
Laboratoire d'études  
radioécologiques en milieux  
continental et marin

## De la nécessité d'une expertise pluridisciplinaire : exemple des sables de Camargue



Une plage de Camargue. Au centre, une étendue de sable plus sombre : un placer de sable « radioactif ».

■ Le Laboratoire d'études radioécologiques en milieux continental et marin de l'IRSN a mis en place en 2004 une action de recherche pour expliquer comment des matières radioactives se sont concentrées sur certaines portions du littoral de Camargue, et découvrir la provenance des minéraux lourds des sables de plages qui contiennent cette radioactivité. Une équipe pluridisciplinaire a été mobilisée afin de répondre à ce questionnement et de bénéficier de la mise en commun de moyens analytiques et de connaissances spécifiques des milieux. Une approche pluridisciplinaire s'impose souvent dans le domaine des sciences de la Terre, face à une question complexe comme celle des sables de Camargue, où plusieurs échelles d'observation sont nécessaires : répartition de la radioactivité sur les plages du golfe du Lion et sur le littoral de Camargue, sur des portions de plage, dans des échantillons de sables et, à l'échelle microscopique, au sein des minéraux eux-mêmes.

■ L'équipe constituée pour la réalisation de l'étude comprenait le CEREGE (Centre européen de recherche et d'enseignement des géosciences de l'environnement, université d'Aix-Marseille 3) pour les études sédimentologiques et la minéralogie des apatites, le CGS (Centre de géochimie de la surface, université de Strasbourg) pour les aspects géochimiques, les laboratoires de miné-

ralogie de l'université de Nice - Côte d'Azur et de l'université d'Hiroshima pour les analyses minéralogiques, ainsi que le Laboratoire de mesure de la radioactivité dans l'environnement de l'IRSN à Orsay pour les mesures de la radioactivité. Dans le cas de cette expertise, la prise en compte de la protection de l'environnement est venue en complément de la radioprotection de la population, ce qui a nécessité de recourir à des compétences spécifiques en évaluation dosimétrique. C'est la raison pour laquelle ce travail s'est effectué dans le cadre de la collaboration entre plusieurs services de l'Institut afin d'évaluer les conséquences radiologiques pour les personnes fréquentant les plages concernées. Il s'agissait notamment d'estimer les doses par exposition externe, à partir des débits de dose mesurés par le laboratoire d'Orsay, et les doses internes par assimilation d'isotopes radioactifs naturels par l'organisme en cas d'ingestion ou d'inhalation de sable. Ces estimations ont été réalisées par le Laboratoire de dosimétrie des rayonnements ionisants et le Laboratoire de radiotoxicologie expérimentale de l'IRSN.

■ Cette étude est une illustration de l'intérêt des partenariats de recherche : huit laboratoires auront, à terme, contribué à cette expertise. Un rapport final est prévu en fin d'année 2005.

## 2.7

Annie SUGIER  
Mission parties prenantes

## Document de position sur la radioprotection de l'environnement

■ L'orientation retenue par l'IRSN dans le domaine de la protection de l'environnement contre les effets des rayonnements fait l'objet d'une publication dans la collection « documents de doctrine et de synthèse ».

Dans cette publication, l'Institut rappelle qu'en radioprotection, l'approche de la protection de l'environnement a longtemps été marquée par le postulat de la CIPR selon lequel si l'homme est protégé, les autres espèces ne sont pas en danger. Au cours de la dernière décennie, l'absence de démonstration scientifique de cette affirmation et la montée en puissance des préoccupations environnementales mises en évidence par de nombreuses conférences internationales ont conduit à réexaminer ce postulat.

■ L'IRSN estime qu'un système de radioprotection de l'environnement doit viser à préserver la structure et le fonctionnement des écosystèmes. Ceci conduit à considérer les compartiments biotiques et les comparti-

ments abiotiques qui sont à la fois sources d'exposition et habitats des organismes vivants ainsi que les interactions au sein de ces composantes et entre elles. Il est nécessaire de pouvoir évaluer de manière scientifique le risque, actuel et futur, pour l'environnement, induit par les radionucléides.

■ L'IRSN adhère à l'approche adoptée par la CIPR visant à assurer une cohérence entre le système de protection de l'environnement et celui de l'homme. Cette cohérence est actuellement développée à travers la notion « d'organismes de référence » (*reference animals and plants*), analogue à celle « d'homme standard » (*reference man*), utilisée comme base commune pour réaliser des calculs de doses simplifiés. Ainsi, les voies de transfert dans l'environnement utilisées pour l'analyse de l'exposition humaine sont analysées selon des concepts, méthodes et outils communs aux deux domaines d'évaluation du risque.

## 2.8

Sandrine MARANO  
Division d'ingénierie  
de la connaissance  
scientifique et technique

Nathalie CHAPTAL-GRADOZ  
Direction de l'environnement  
et de l'intervention

## Deux publications sur l'état de l'art en radioprotection de l'environnement à la suite du congrès ECORAD 2004

■ Organisé en septembre 2004 par l'IRSN sur le thème des « connaissances scientifiques en matière de protection de l'environnement contre la radioactivité », le congrès ECORAD 2004, avec 320 participants, 36 pays représentés, environ 150 communications présentées en cinq jours de rencontres à Aix-en-Provence, a été un succès. Ses travaux, qui présentent l'état de l'art en la matière, ont été édités en 2005 dans deux ouvrages : d'une part, les actes complets du congrès, intitulés « ECORAD 2004 - The Scientific Basis for Environment Protection Against Radioactivity » ont été édités dans la série « radioprotection colloques », supplément de la revue Radioprotection de la Société française de radioprotection (SFRP) ; d'autre part, les contributions de personnalités scientifiques invitées au congrès ont été rassemblées dans un livre de la collection Colloques, une collection d'ouvrages scientifiques de l'IRSN, sous le titre « *Scientific trends in radiological protection of the environment - ECORAD 2004* ». Le prochain congrès ECORAD est programmé pour 2007.



1- Radioprotection, volume 40, Suppl. 1 (mai 2005), 986 p., Ed. EDP sciences ; également disponible en ligne sur le site [www.edpsciences.org](http://www.edpsciences.org)

2- 168 p., Ed. Tec et Doc – Lavoisier

## 2.9

Frédérique EYROLLE  
Laboratoire d'études  
radioécologiques en milieu  
continental et marin

## Projet EXTREME : la redistribution de radionucléides liée aux événements climatiques intenses

■ Alors que les apports primaires de radionucléides artificiels dans l'environnement sont en nette diminution depuis plus d'une décennie, certains compartiments d'accumulation constituent des sources secondaires de radioactivité non négligeables. Les redistributions à partir de ces milieux de stockages constitués par le passé prévalent souvent aujourd'hui, tout particulièrement lors d'épisodes climatiques intenses tels que certaines précipitations ou dépôts atmosphériques, les crues, les inondations, les tempêtes, etc. Ces épisodes paroxystiques sont en effet susceptibles de déplacer des masses de matière importantes entre les différents milieux, de conduire à des activités supérieures à celles résultant des processus de transfert moyen, et de produire ainsi des flux de radioactivité souvent équivalents aux flux cumulés sur plusieurs mois, voire plusieurs années. Cet axe de recherches est l'une des retombées scientifiques fortes du projet CAROL (Camargue-Rhône-Languedoc) de l'IRSN mené jusqu'en 2003. En effet, si ce projet a permis d'identifier les mécanismes majeurs qui ont conduit à la répartition globale actuelle des radionucléides dans le bassin versant du Rhône, il a également souligné les lacunes de connaissances relatives aux conséquences des

processus de redistribution extrêmes des radionucléides. Divers programmes nationaux et internationaux, auxquels l'IRSN est associé, s'attachent à l'étude des transferts lors de ces phénomènes exceptionnels qui comptent fortement dans les flux annuels (projet régional ORME<sup>(1)</sup>, projet européen EUROSTRATAFORM<sup>(2)</sup>, PNEC<sup>(3)</sup>).

■ Démarré en 2004 à l'Institut, le projet EXTREME a pour but d'étudier l'impact sur l'environnement et sur l'homme des processus naturels générateurs de flux ou stocks événementiels de radioactivité d'origine artificielle ou naturelle dans plusieurs milieux, comme l'atmosphère, les sols, les rivières et les fleuves, le milieu marin côtier et le milieu marin profond. Ces connaissances serviront à alimenter la réflexion sur la gestion des situations post-accidentelles et sur la protection de l'environnement. Ceci permettra également de répondre aux demandes d'une société de plus en plus soucieuse de connaître les expositions réelles à toutes les échelles et à tous les niveaux de radioactivité ainsi que les conséquences des épisodes climatiques exceptionnels. Les conséquences radiologiques possibles de ces événements sur les populations touchées localement ou temporairement seront de ce fait évaluées.

(1) ORME : Observatoire régional méditerranéen de l'environnement du Programme environnement vie et sociétés du CNRS, initié en 2000.

(2) EUROSTRATAFORM : European Margin Strata Formation - Programme européen 2002-2005.

(3) PNEC : Programme national sur l'environnement côtier, initié en 1999.

## 2.10

Olivier MASSON  
Laboratoire d'études  
radioécologiques en milieu  
continental et marin

## Variabilité du coefficient de lessivage des contaminants atmosphériques

■ Afin de mieux apprécier la variabilité du coefficient de transfert atmosphérique par temps de pluie, dit coefficient de lessivage, une approche expérimentale d'observations sur la durée d'événements pluvieux va être réalisée par l'IRSN en 2005 et 2006. Cette étude permettra de mieux rendre compte des caractéristiques météorologiques rencontrées en situation post-accidentelle. Pour ces situations, les paramètres environnementaux réels du site concerné, au moment de l'accident ou dans les jours suivants, doivent être considérés en lieu et place des paramètres moyens. Cette étude, réalisée en partenariat avec les universités de Clermont-Ferrand et de Toulon - La Valette, prévoit le développement de collecteurs d'eau de pluie à ouverture automatique. Ces derniers seront implantés sur deux sites pilotes du réseau OPERA de l'IRSN : le site du Puy-de-Dôme pour l'étude des précipitations océaniques ou associées à des vents d'est et le site de Toulon pour l'étude des averses méditerranéennes

et des précipitations associées à des retombées de poussières sahariennes. Compte tenu des très bas niveaux d'activité à mesurer et de la volonté d'apprécier l'efficacité et la variabilité du coefficient de lessivage pour chaque événement, ces dispositifs doivent conjuguer des surfaces de collecte de plusieurs mètres carrés en distinguant les retombées sèches des retombées humides, contrairement aux dispositifs actuels qui collectent uniquement l'ensemble des retombées sur des pas de temps mensuels. Parallèlement, ces deux sites seront équipés de turbines d'aspiration à très grand débit (jusqu'à 600 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>), afin de collecter et d'analyser les aérosols présents dans l'air au niveau du sol. Tous ces développements sont réalisés en concertation avec le Laboratoire de mesure de la radioactivité de l'environnement (STEME/LMRE) de l'IRSN qui mettra à contribution ses détecteurs de rayonnement les plus performants, notamment ceux du laboratoire souterrain de Modane.