

IRSN

INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Faire avancer la sûreté nucléaire

RAPPORT ANNUEL

2011

RECHERCHE
EXPERTISE



ANS

FAIRE AVANCER LA SÛRETÉ NUCLÉAIRE, EN FRANCE ET DANS LE MONDE

Créé par l'article 5 de la loi n° 2001-398 du 9 mai 2001, l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) est un établissement public industriel et commercial autonome, dont le fonctionnement a été précisé par le décret n° 2002-254 du 22 février 2002, modifié le 7 avril 2007. Il est placé sous la tutelle conjointe des ministres chargés de la défense, de l'environnement, de l'industrie, de la recherche et de la santé.

Expert public en matière de recherches et d'expertises relatives aux risques nucléaires et radiologiques, l'Institut traite de l'ensemble des questions scientifiques et techniques associées à ces risques, en France et à l'international. Ses activités couvrent ainsi de nombreux domaines complémentaires : surveillance de l'environnement, intervention en cas de risque radiologique, radioprotection de l'homme en situation normale et accidentelle, prévention des accidents majeurs, sûreté des réacteurs nucléaires, usines, laboratoires, transports et déchets. L'Institut est également présent dans le domaine de l'expertise nucléaire de défense.

L'IRSN concourt aux politiques publiques en matière de sûreté nucléaire, de protection de l'homme et de l'environnement contre les rayonnements ionisants ainsi que de protection des matières nucléaires, installations et transports à l'égard du risque de malveillance. Il interagit, dans ce cadre, avec tous les acteurs concernés par ces risques : pouvoirs publics, et notamment les autorités de sûreté et de sécurité nucléaires, collectivités locales, entreprises, organismes de recherche, associations de parties prenantes, etc.

RESSOURCES HUMAINES

1718⁽¹⁾

collaborateurs parmi lesquels de nombreux spécialistes, ingénieurs, médecins, agronomes, vétérinaires, techniciens, experts et chercheurs dont 38 docteurs d'État ou personnes habilitées à diriger des recherches. L'IRSN accueille également les activités de :

- 71⁽²⁾ doctorants ;
- 21⁽²⁾ post-doctorants.

BUDGET

282 M€

ont été dépensés en 2011 dont :

- 40,2 % du budget consacrés à la recherche ;
- 50,2 % du budget consacrés à l'appui technique et aux missions d'intérêt public.

(1) Cet effectif est constitué de 1614 contrats à durée indéterminée et de 104 contrats à durée déterminée (il inclut 56 mises à disposition et n'inclut pas 25 détachements).

(2) Valeur exprimée en équivalents temps plein travaillé.

SOMMAIRE

O1/ ORGANISATION

/ Avant-propos	P. 06
Agnès Buzyn	P. 07
Jacques Repussard	P. 09
Michel Brière	P. 10
/ Temps forts	P. 13
/ Principaux rapports	P. 14
/ Activité en chiffres	P. 16
/ Organigramme	P. 18
/ Conseil d'administration	P. 19
/ Comité d'orientation auprès de la Direction d'expertise nucléaire de défense	P. 20
/ Conseil scientifique	P. 20
/ Commission d'éthique et de déontologie	P. 21
/ Comité d'orientation de la recherche en sûreté nucléaire et en radioprotection	P. 21

O2/ BILAN ET STRATÉGIE

/ Avancées et principales actions conduites en 2011	P. 24
/ Politique de transparence et communication	P. 32
/ Diffusion de la culture de sûreté et de radioprotection	P. 34

O3/ACTIVITÉS

SÛRETÉ

Sûreté des installations existantes

- / Suivi des réacteurs
- / Suivi des installations du cycle du combustible et des réacteurs d'expérimentation
- / Confinement et incendie
- / Agressions d'origine naturelle
- / Combustibles
- / Accidents

À propos de la défense

Expertise des installations futures

- / Futurs stockages de déchets
- / Réacteurs du futur

SÉCURITÉ ET NON-PROLIFÉRATION

- / Protection contre les actions de malveillance
- / Activités des groupes d'experts
- / Expertise et contrôle des installations
- / Transport des matières nucléaires
- / Exercices de crise
- / Sécurité des sources radioactives
- / Activités internationales
- / Contrôles internationaux de non-prolifération

RADIOPROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET DE L'HOMME

Exposition de l'environnement et des populations

- / Surveillance de l'environnement
- / Métrologie
- / Sites et sols pollués
- / Radioécologie
- / Radioprotection des travailleurs

Effets des expositions chroniques

Protection dans le domaine médical

CRISE ET SITUATIONS POSTACCIDENTELLES

- / Incidents et accidents radiologiques
- / Outils et moyens

Accident nucléaire de Fukushima-Daiichi :

chronologie des actions de l'IRSN – tiré à part encarté

P. 38

P. 38

P. 38

P. 44

P. 45

P. 47

P. 48

P. 49

P. 52

P. 55

P. 55

P. 56

P. 58

P. 58

P. 59

P. 59

P. 60

P. 60

P. 60

P. 61

P. 62

P. 64

P. 64

P. 64

P. 64

P. 65

P. 67

P. 68

P. 71

P. 73

P. 76

P. 76

P. 77

P. 40

O4/EFFICIENCE

- / Pilotage et fonctionnement **P. 82**
- / Hygiène, sécurité, protection de l'environnement et qualité **P. 83**
- / Ressources humaines **P. 84**

/ GLOSSAIRE **P. 86**

/ CAHIER FINANCIER EN FIN DE RAPPORT

/ IMPLANTATIONS ET COORDONNÉES DES SITES SUR LE RABAT

01 /



PARIS – FRANCE (7-8 novembre)

L'IRSN A ORGANISÉ, AVEC LE SOUTIEN DE SES HOMOLOGUES ALLEMAND ET BELGE, LE FORUM EUROSAFE 2011. INTITULÉ « SÛRETÉ NUCLÉAIRE, NOUVEAUX DÉFIS, EXPÉRIENCE ACQUISE ET ATTENTES DU PUBLIC », LE FORUM A NOTAMMENT ABORDÉ LA MISE À JOUR DES MÉTHODES DE SÛRETÉ POUR INTÉGRER LE RETOUR D'EXPÉRIENCE DE L'ACCIDENT DE FUKUSHIMA.

AVANT-PROPOS	
AGNÈS BUZYN	P. 06
JACQUES REPUSSARD	P. 07
MICHEL BRIÈRE	P. 09
TEMPS FORTS	P. 10
PRINCIPAUX RAPPORTS	P. 13
ACTIVITÉ EN CHIFFRES	P. 14
ORGANIGRAMME	P. 16
CONSEIL D'ADMINISTRATION	P. 18
COMITÉ D'ORIENTATION AUPRÈS DE LA DIRECTION D'EXPERTISE NUCLÉAIRE DE DÉFENSE	P. 19
CONSEIL SCIENTIFIQUE	P. 20
COMMISSION D'ÉTHIQUE ET DE DÉONTOLOGIE	P. 20
COMITÉ D'ORIENTATION DE LA RECHERCHE EN SÛRETÉ NUCLÉAIRE ET EN RADIOPROTECTION	P. 21

ORGANISATION



2011 : L'ANNÉE DE LA MATURITÉ DE L'IRSN.

AGNÈS BUZY,
PRÉSIDENTE DU CONSEIL D'ADMINISTRATION

L'IRSN aura su en moins de dix ans acquérir une audience et une reconnaissance certaines auprès du public et des pouvoirs publics. L'année 2011, marquée par l'accident nucléaire au Japon, a conduit l'IRSN à une mobilisation exemplaire, utilisant ainsi de très nombreuses ressources dans toutes les Directions, que ce soit pour rendre compte de l'évolution de la crise elle-même dans un contexte médiatique très exigeant, pour réaliser les évaluations complémentaires de sûreté (ECS) dans un délai contraint, mais également pour commencer à penser l'«après-Fukushima». Cet effort continu de 2011 a été récompensé par la reconnaissance de nos tutelles, accompagné d'un appui concret en moyens. L'Institut a tenu, malgré son fort engagement dans cette crise, à assurer tout au long de l'année ses différentes missions avec rigueur, consolidant ainsi sa place en tant qu'Institut de référence dans le paysage de la sûreté nucléaire national et international. La richesse des actions menées et présentées dans ce rapport annuel l'atteste.

La qualité des interventions des experts de l'IRSN au cours de la crise nucléaire japonaise a également permis à l'IRSN d'acquérir une crédibilité auprès du grand public grâce à la mise en œuvre de son expertise scientifique avec pédagogie et transparence. La stratégie très dynamique d'ouverture à la société, cultivée depuis plusieurs années au sein de l'Institut, a été ainsi confortée au cours de cet événement dramatique. Mais au-delà des compétences de l'IRSN clairement reconnues à l'occasion de l'accident de Fukushima, il aura été de notre devoir de tirer quelques enseignements de l'année écoulée, que ce soit pour notre mission d'expertise ou notre mission de recherche.

Cette crise nucléaire majeure et son impact environnemental et humain auront été l'occasion de réaliser à quel point le fait de regrouper dans un même organisme une expertise

transversale portant sur la sûreté, la radioprotection et l'environnement avait du sens en situation accidentelle et nous a permis d'apporter des réponses pertinentes aux attentes de nos concitoyens. Cette expertise transversale, tout à fait particulière à l'IRSN, a été reconnue comme un atout dans le monde entier, y compris au Japon. L'Institut a d'ailleurs mené une évolution de son organisation fin 2011 visant à renforcer plus avant cette transversalité dans le fonctionnement opérationnel.

En matière d'expertise, les évaluations complémentaires de sûreté (ECS ou « stress-tests ») menées à la suite de Fukushima ont constitué une illustration concrète de la contribution d'un organisme d'évaluation des risques, à la fois porteur d'une exigence et aiguillon technique pour traduire par des évolutions tangibles le besoin d'un progrès continu en sûreté nucléaire et radioprotection. C'est ainsi que le concept de « noyau dur » a émergé (du dialogue entre les exploitants et l'Institut). Ce concept se matérialisera par des renforcements de la défense en profondeur en France, dont je sais que l'IRSN aura à cœur de faire partager le bien-fondé par ses homologues à l'international.

Dès les premiers retours d'expérience de l'accident, l'IRSN s'est également investi pour réfléchir aux inflexions qui sont à mener dans les programmes de recherche. La recherche constitue en effet un moteur important et distinct de l'expertise pour améliorer la sûreté dans la durée. Une évolution des axes scientifiques et projets de recherche de l'IRSN, notamment dans le domaine de la mitigation, de l'allongement de la durée d'exploitation des réacteurs ou des faibles doses de rayonnements ionisants, devrait se dessiner dans les années qui viennent. Ces travaux ne pourront pas être menés à bien sans donner une visibilité accrue aux besoins de recherche identifiés par l'Institut au cours de cette réflexion. Ils nécessiteront de nouer des partenariats nationaux avec les organismes de recherche et surtout de mettre en commun des moyens au niveau international, justifiant *a posteriori* la forte démarche entreprise par l'IRSN depuis plusieurs années vers l'international et, en particulier, l'implication des équipes de recherche de l'Institut dans les programmes de recherche européens touchant à ces domaines.

Enfin, les experts et chercheurs de l'IRSN ont pu mesurer, au cours de ces événements dramatiques, leur responsabilité individuelle et l'impact de leur travail au quotidien dans les missions de service public de l'IRSN pour faire progresser la sûreté nucléaire et protéger les populations. Cette part de responsabilité de chacun dans les recherches menées et avis rendus par l'IRSN sera certainement une source de motivation pour l'ensemble des salariés de l'Institut dans la durée. Cette année 2011 a ainsi conforté la légitimité de l'IRSN comme l'un des acteurs majeurs de la sûreté dans le monde, et a permis de démontrer sa maturité en tant qu'organisme d'expertise et de recherche. Ce rapport annuel 2011 rend compte de la diversité des réalisations menées en ce sens dans tous les champs d'activité de l'Institut.



FAIRE AVANCER LA SÛRETÉ : UNE AMBITION DONT L'ACCIDENT DE FUKUSHIMA RENFORCE LE BIEN-FONDÉ.

JACQUES REPUSSARD, DIRECTEUR GÉNÉRAL

Le millésime 2011 restera marqué par la tragédie du puissant tsunami qui a frappé le Japon, entraînant la destruction de trois des six réacteurs de la centrale nucléaire de Fukushima-Daiichi, et l'évacuation durable de centaines de kilomètres carrés de territoires radiologiquement contaminés, ainsi que de plusieurs dizaines de milliers d'habitants de cette région.

Après ceux de Three Miles Island, aux États-Unis, en 1979, et de Tchernobyl, en Union Soviétique, en 1986, il s'agit du troisième échec majeur de la sûreté nucléaire à l'échelle internationale, illustrant de la manière la plus dramatique possible le fait que la maîtrise des risques, dans ce domaine comme dans bien d'autres, ne peut être considérée comme définitivement acquise.

Tout au long des semaines et des mois qui ont suivi l'accident, l'IRSN s'est fortement mobilisé pour comprendre en temps réel l'évolution de la situation, et anticiper le mieux possible les conséquences probables pour pouvoir informer les pouvoirs publics français et tous les acteurs concernés, et guider leur action en tant que de besoin. En particulier, au Japon même, il s'agissait, au plus fort de la crise et des inquiétudes légitimes qu'elle générait, de fournir à la communauté française les meilleures analyses possibles, dans un contexte de fortes incertitudes sur la poursuite possible d'événements sismiques majeurs, et sur le devenir des sites nucléaires endommagés par le tsunami. Ce rapport annuel s'efforce de retracer avec précision le déroulement de ces événements, avec, en regard, le résumé des analyses menées par l'Institut. Au cours du dernier trimestre, l'Institut a entrepris de contribuer à l'évaluation de la contamination environnementale sur le territoire japonais, en coopération avec le JAEA, et de développer ses partenariats scientifiques internationaux en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection.

Mais au-delà de cette mobilisation exceptionnelle, pour laquelle je souhaite rendre hommage à tous les salariés de l'Institut qui y ont contribué, tant en France qu'au Japon, la capacité de l'IRSN à agir de la sorte et à devenir l'une des principales sources d'analyse dans le monde sur cet accident et ses conséquences radiologiques résulte aussi du bien-fondé des orientations suivies de manière constante, et sans cesse amplifiées depuis bientôt dix ans.

Parmi ces orientations, citons d'abord la politique d'excellence scientifique et technique dans les domaines de la sûreté et de la radioprotection, avec un effort de recherche ininterrompu pour mieux comprendre et modéliser grâce à des outils de plus en plus performants, y compris dans l'urgence, les phénomènes accidentels majeurs, et leurs conséquences radiologiques possibles pour les hommes comme pour les milieux naturels et leurs écosystèmes, ainsi que pour les produits de l'agriculture ; avec, également, une attention soutenue à l'expertise des installations en service, en appui aux autorités de sûreté, et à la mise en œuvre de moyens et méthodes à l'état de l'art en matière de surveillance radiologique du territoire national et d'évaluation de l'exposition des personnes aux rayonnements ionisants.

En second lieu, l'importance majeure accordée depuis la création de l'IRSN aux actions d'ouverture à la société a permis progressivement de développer une capacité d'écoute et de prise en compte en profondeur des attentes d'information, et aussi d'implication, des acteurs de la société civile dans de nombreux domaines d'intervention de l'Institut. C'est donc avec une grande spontanéité que les experts de l'IRSN ont pris en charge, au-delà des demandes émanant des autorités publiques, les nombreuses questions que soulevait l'accident de Fukushima au fur et à mesure de ses différentes phases. Questions posées par la communauté française au Japon, tout d'abord, traitées en étroite relation avec l'ambassadeur et ses services ; questions posées en France, ensuite, avec le relais des médias de la communication, à travers le site Internet de l'Institut, qui a connu, à cette époque, un record d'audience, et aussi par la mise sur pied d'un service d'accueil téléphonique dédié, qui a permis d'organiser une interface personnelle entre des personnes inquiètes des risques et des experts de l'IRSN.

Enfin, l'implication forte, et ancienne, désormais, de l'IRSN dans les réseaux internationaux spécialisés de coopération scientifique a permis d'accéder très rapidement à des données précises essentielles à l'évaluation de l'accident, comme par exemple les plans des réacteurs en cause, de conception différente de celle des réacteurs français, et de mener des échanges techniques confiants avec les organismes homologues d'autres pays.

Comme tous les accidents majeurs, celui de Fukushima va entraîner, au cours des années à venir, un sursaut d'interrogations, et sans doute un effort renouvelé d'innovations en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection. Dès le second semestre 2011, l'IRSN s'est mobilisé pour la mise en œuvre des « stress-tests », aussi dénommés, en France, « évaluations ■ ■ ■

■■■ complémentaires de sûreté». L'analyse des rapports produits par les exploitants nucléaires dans ce cadre, ainsi que les travaux propres de l'Institut sur ce sujet l'ont conduit à proposer un concept innovant, celui dit des « noyaux durs » destiné à assurer en toutes circonstances la disponibilité des fonctions vitales de sûreté des réacteurs nucléaires, et à permettre également la protection des opérateurs chargés de la gestion accidentelle sur le site.

La modernisation des réseaux d'alerte radiologique dont dispose l'IRSN sur l'ensemble du territoire national se poursuit également, de même que le développement d'outils opérationnels d'évaluation de la situation radiologique sur le terrain après un rejet radioactif, permettant à la fois de mieux anticiper l'évolution de la situation, et d'ajuster ces pronostics au vu des résultats des mesures effectuées *in situ*. Ces outils permettent ainsi de guider au mieux l'action des autorités publiques et des différents acteurs sur le terrain, et aussi de produire des informations accessibles au public, gages du maintien du rapport de confiance.

À l'échelle européenne, l'Institut œuvre également pour approfondir les coopérations scientifiques et techniques, dans le but de partager certains efforts de recherche, et en aval, de faciliter la nécessaire harmonisation des pratiques de sûreté et de radioprotection. Ainsi l'IRSN s'implique-t-il fortement dans les réseaux et associations dédiées suivants, pour ne mentionner que les principaux : ETSO (réseau européen des TSO), MELODI (association européenne pour la recherche sur les effets des faibles doses de rayonnements ionisants), SNETP (plate-forme européenne de recherche dans le domaine

nucléaire) ou encore ENSTTI (Institut européen de formation et de tutorat en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection). Ces coopérations permettent aussi de mettre sur pied avec une réussite grandissante des *consortia* de TSO pour répondre aux besoins d'appui technique et d'expertise exprimés par les pays qui souhaitent investir dans des projets de centrales nucléaires, et l'IRSN s'est organisé avec succès pour développer sa présence sur ce marché très concurrentiel.

Je n'oublie pas, enfin, qu'au-delà des activités évoquées ci-dessus, les multiples missions de l'IRSN ont continué d'être exercées tout au long de l'année, pour faire avancer la sûreté, la sécurité et la protection contre les rayonnements ionisants. Plusieurs rapports périodiques, diffusés à travers le site Internet, pour l'essentiel, rendent compte de manière détaillée de toutes ces activités. De la même manière, de nombreuses actions ont été menées pour toujours mieux assurer le pilotage stratégique de l'IRSN, sa communication, ainsi que son administration et la gestion de ses ressources humaines, richesse essentielle de l'Institut.

De tout cela, le rapport annuel rend compte fidèlement, et je vous en souhaite une excellente lecture.





L'IRSN, UN ACTEUR CLÉ POUR L'APPLICATION DU CODE DE LA DÉFENSE.

MICHEL BRIÈRE, DIRECTEUR GÉNÉRAL ADJOINT, DÉLÉGUÉ POUR LES MISSIONS RELEVANT DE LA DÉFENSE

Dix ans après sa création, l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire est désormais bien ancré dans le paysage institutionnel : politiques, services de l'État, médias, parties prenantes connaissent aujourd'hui ses principales missions et ses modes d'action :

- la recherche et l'acquisition de connaissances scientifiques et techniques ;
- le service public de surveillance radiologique du territoire national et de l'exposition des populations aux rayonnements ionisants (travailleurs, patients, population générale) ;
- l'appui technique aux autorités de l'État, y compris en cas de crise ;
- les prestations à caractère scientifique ou technique.

Pour ce qui concerne l'application du code de la défense, et conformément aux missions confiées à l'IRSN par son décret de création, il est un mode d'action qui mérite une attention particulière : le « concours technique » aux autorités de l'État. Ce mode d'action va au-delà de l'activité d'appui technique. Il s'agit de prendre part directement aux actions régaliennes, dès lors que ces actions font appel à une expertise méthodologique pointue, voire à des dispositifs scientifiques ou techniques (de métrologie, d'analyse, de gestion de données...). Citons quelques exemples d'actions importantes menées sous cette forme par la Direction de l'expertise nucléaire de défense de l'IRSN (DEND) :

- dans le cadre de la protection et du contrôle des matières nucléaires, de leurs installations et de leur transport, une cinquantaine d'experts de la DEND sont formés et habilités pour exercer, au nom de l'autorité compétente qui les mandate, les fonctions d'« agent chargé du contrôle » définies par les articles L. 1333-4 et 5 du code de la défense. Il s'agit, pour eux, d'effectuer des vérifications techniques dans les installations ou les

transports, en particulier au moyen de dispositifs de mesure développés par l'IRSN (environ 250 installations ou transports inspectés par an) ;

- dans le même cadre, la réglementation prévoit que le directeur général adjoint de l'IRSN instruit et délivre, au nom de l'État, les accords d'exécution des transports nucléaires sur le sol national, les experts de l'échelon opérationnel des transports (EOT) de la DEND assurant, pour le compte de l'État (MEDDTL), le suivi opérationnel en temps réel de la plupart de ces transports (environ 1600 par an), ainsi que la mise en œuvre des dispositifs de communication et d'alerte afférents ;
- par ailleurs, dans le cadre du contrôle de l'application en France du traité d'interdiction des armements chimiques, quelques experts de la DEND sont habilités par l'autorité compétente pour exercer, au nom de l'État (MINEFI), l'accompagnement sur le sol français des missions de vérification internationales menées par les inspecteurs de l'OIAC dans les installations de chimie industrielle (une dizaine par an). Leur compétence technique et leur rigueur méthodologique constituent une garantie du bon déroulement de ces contrôles internationaux au sein de notre industrie chimique.

Ces missions de concours, dont le caractère essentiellement technique et nécessitant fréquemment l'utilisation de moyens de mesure et de méthodes d'expertise sophistiquées justifie qu'elles aient été confiées à l'IRSN, sont indissociables des autres activités d'expertise menées en appui des autorités compétentes. Elles les prolongent et forment avec elles un ensemble cohérent et surtout efficient. Elles sont exigeantes et motivantes pour nos experts, consolident leurs compétences et renforcent les liens entre l'Institut et les autorités.

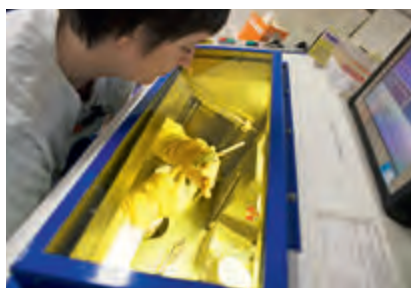
TEMPS FORTS

10-14 JANVIER



L'IRSN co-organise avec le CEA et l'université de Pise (Italie), dans le cadre du réseau SARNET, un cours sur la phénoménologie des accidents de fusion du cœur des réacteurs nucléaires de génération II et III. Venant de divers organismes, une centaine de personnes y ont participé : jeunes chercheurs ou doctorants, exploitants nucléaires, industriels, TSO et autorités de sûreté. Une vingtaine de pays étaient représentés dont, hors Europe, la Corée, la Russie et les Émirats arabes unis.

21-22 JANVIER



Participation de l'IRSN au séminaire international ORAMED organisé à l'université polytechnique de Catalogne, à Barcelone (Espagne). Ce séminaire a permis de présenter les principaux résultats du projet ORAMED, financé par la Communauté européenne et destiné à développer des méthodes d'estimation fine de l'exposition des travailleurs dans le domaine médical.

3 ET 4 FÉVRIER

Visite à l'IRSN d'une délégation de la Norwegian Radiation Protection Authority (NRPA), autorité de sûreté norvégienne. Cette rencontre a pour objectifs de renforcer la collaboration entre les deux organismes et de renouveler l'accord-cadre signé en 2005. Les discussions ont porté, notamment, sur l'implication des deux organismes dans le réseau d'excellence STAR.

Ce dernier a signé en janvier un contrat avec la Commission européenne en vue de regrouper les compétences européennes dans le domaine de la radioécologie.



9 MARS

Création de l'Institut européen de formation et de tutorat en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection (ENSTTI) par quatre organismes techniques de sûreté européens : l'IRSN, GRS (Allemagne), UJV (République tchèque) et LEI (Lituanie). À travers la création de l'ENSTTI, les organismes fondateurs contribuent à répondre, en partenariat avec l'Union européenne et l'AIEA, aux besoins en compétence d'expertise et de recherche en sûreté nucléaire liés aux programmes de développement du nucléaire civil en Europe et dans le monde.

11 MARS



Un séisme de magnitude 8,9 se produit à 80 km du Japon, entraînant un tsunami de 14 mètres qui déborde les murets de protection de la centrale de Fukushima-Daiichi. Les générateurs électriques de secours sont noyés et les prises d'eau refroidissant le réacteur sont endommagées. L'IRSN active son Centre technique de crise et mobilise ses experts.

11 AVRIL

Signature du contrat d'objectifs État-IRSN 2010-2013 par les ministères de tutelle de l'Institut et Agnès Buzyn, présidente, et Jacques Repussard, directeur général de l'IRSN. Ce contrat marque la validation, par les pouvoirs publics, des axes stratégiques retenus par l'Institut, identifie les principaux enjeux opérationnels auxquels il est confronté et vise à optimiser sa gouvernance et son efficacité.

20-22 AVRIL

Participation de l'IRSN à la conférence commémorative de l'accident de Tchernobyl, organisée à Kiev (Ukraine), en présence de Nathalie Kosciusko-Morizet, ministre en charge de l'écologie, et d'Éric Besson, ministre



en charge de l'énergie. Au nom de l'IRSN, Jacques Repussard prononce une allocution relative à la sûreté nucléaire au XXI^e siècle.

30 MAI



Participation de l'IRSN à l'audition publique relative à la sécurité nucléaire et à l'avenir de la filière nucléaire, organisée par l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (OPECST). L'IRSN est notamment intervenu sur la protection des réacteurs nucléaires et sur l'organisation de la sûreté nucléaire, thème pour lequel Jacques Repussard a été auditionné.

1^{ER} JUIN

Première réunion du comité de visite de l'IRSN (évaluation scientifique de ses programmes d'étude et de recherche).

6-8 JUIN

Participation de l'IRSN au colloque « La maîtrise des risques nucléaires », organisé à Cherbourg (Manche) par l'École des applications militaires de l'énergie atomique.

7 JUIN

Participation de Jacques Repussard au séminaire ministériel international sur la sûreté nucléaire, présidé par Nathalie Kosciusko-Morizet, ministre en charge de l'écologie. À cette occasion, Nathalie Kosciusko-Morizet a également visité

l'installation TOSQAN, située sur le site IRSN de Saclay (Essonne) et qui a pour but de valider les modèles de condensation de la vapeur d'eau dans des conditions thermohydrauliques représentatives d'un accident grave.



9-10 JUIN

49^e réunion du Comité pour la sûreté des installations nucléaires (CSNI), organisée à Paris par l'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire (AEN) et présidée par Jacques Repussard.

14-17 JUIN

Participation de l'IRSN à la 22^e réunion du comité des normes de sûreté relatives au transport de matières radioactives (TRANSSC) organisée à Vienne (Autriche). Cette réunion marque la fin du cycle de révision du règlement de transport de l'AIEA, initié en 2009.

23 JUIN



Signature d'un accord de collaboration entre l'IRSN et l'organisme de recherche canadien AECL. Les deux organismes vont mener

conjointement un programme de recherche visant à mieux connaître les effets potentiels sur la santé d'une exposition chronique à de faibles doses de tritium.

20-24 JUIN

L'IRSN co-organise la Conférence internationale sur la radioécologie et la radioactivité dans l'environnement (ICRER 2011) à Hamilton (Canada). Parmi les thèmes abordés, les effets sur la santé des faibles doses de rayonnements ionisants et leur impact sur l'environnement font partie de ceux mis en avant par l'Institut.

27 JUIN-22 JUILLET

L'ENSTTI organise à Munich (Allemagne) une session de formation « Introduction à la sûreté nucléaire » accueillant des participants venant d'organismes de sûreté européens et internationaux et du secteur industriel.

29 AOÛT-2 SEPTEMBRE

Participation de l'IRSN à l'ETSON JSP Summer Workshop, organisé à Prague (République tchèque).

31 AOÛT

Visite à l'IRSN de Jean-Yves Grall, directeur général de la santé au ministère du travail, de l'emploi et de la santé.

9 SEPTEMBRE

Signée en octobre 2008 par l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses), l'Institut national de l'environnement industriel et des risques (Ineris), et l'IRSN, la charte de l'ouverture de l'expertise à la société a été adoptée le 9 septembre par deux nouveaux établissements publics, l'Institut national de recherche en sciences et technologies pour

l'environnement et l'agriculture (Irstea) et l'Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux (Ifsttar). Ils réaffirment ainsi leur engagement en faveur du dialogue avec les acteurs de la société civile dans le cadre de leurs activités d'expertise et de recherche.

14 SEPTEMBRE



Organisation par l'IRSN et l'Anccli d'un séminaire consacré aux enjeux de sûreté nucléaire à la suite de l'accident de Fukushima-Daiichi (Japon). Cette information technique permet aux Cli de s'approprier les dossiers communiqués à l'ASN par les exploitants dans le cadre des évaluations complémentaires de sûreté rendues publiques.

14-16 SEPTEMBRE

Organisation par l'IRSN et le département hygiène, sécurité, environnement de l'université de Bordeaux du 46^e congrès de la Société d'ergonomie de la langue française à Paris. Ce congrès permet d'aborder la question « Comment l'ergonomie peut-elle contribuer à une gestion intégrée des risques industriels et professionnels ? ».



19-23 SEPTEMBRE

Le réseau ETSO des organismes techniques de sûreté européens prend part au lancement d'un forum de l'AIEA, annoncé lors de la 55^e conférence générale de l'AIEA à Vienne (Autriche). Invité à cette conférence en tant qu'observateur par le conseil des gouverneurs de l'AIEA, ETSO a pris part à la manifestation marquant le lancement du forum. Cette participation témoigne de la reconnaissance institutionnelle d'ETSO en tant qu'interlocuteur d'un grand organisme international.

20 SEPTEMBRE

Création, en Franche-Comté, d'un groupe pluraliste consacré au risque lié au radon. L'IRSN, Pays de Montbéliard Agglomération et l'association Atmo Franche-Comté lancent une démarche pluraliste consacrée à la prévention des risques liés au radon dans la région. L'objectif de ce groupe pluraliste est de définir les moyens et les outils à mettre en œuvre pour répondre à cet enjeu de santé publique, en relation avec les différentes politiques liées à l'habitat et en particulier celle de la qualité de l'air intérieur.

2-4 NOVEMBRE

Conférence internationale MELODI, organisée à Rome (Italie), présidée par le directeur général de l'IRSN et consacrée aux avancées



de la recherche réalisées dans le domaine des effets sur la santé de l'exposition à de faibles doses de rayonnements ionisants.

14-18 NOVEMBRE

Participation de l'IRSN à la conférence internationale organisée par l'AIEA à Rabat (Maroc), intitulée *International Conference on Research Reactors: Safe Management and Effective Utilization*.

30 NOVEMBRE-1^{ER} DÉCEMBRE




L'IRSN accueille une délégation du Rosatom, de Russie, dans le cadre d'un séminaire sur la sûreté, la sécurité et la radioprotection des transports. Les experts des deux organisations ont eu des échanges fructueux en matière d'expertise de sûreté, de réglementation des transports de matières nucléaires, de sources radioactives et du combustible usé et d'organisation de crise en cas d'accident de transport. Ils sont convenus de se retrouver en 2012 pour poursuivre ces échanges.


PRINCIPAUX RAPPORTS


L'ensemble des rapports et publications scientifiques et techniques de l'IRSN sont consultables sur

 www.irsn.fr


RADIOPROTECTION DE L'HOMME


■ Bilan 2010 des expositions professionnelles aux rayonnements ionisants : une dose collective en baisse alors que le nombre de travailleurs surveillés augmente.
 *Date de publication : octobre 2011*


■ Les professionnels de la radiothérapie face à l'obligation d'améliorer la sécurité des traitements.
 *Date de publication : août 2011*


■ Doses délivrées aux patients en scannographie et en radiologie conventionnelle – résultats d'une enquête multicentrique en secteur public.
 *Date de publication : mai 2011*


SURVEILLANCE DE L'ENVIRONNEMENT


■ Rapport de gestion 2010 du réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement.
 *Date de publication : octobre 2011*

■ Évaluation des conséquences radiologiques et dosimétriques en situation post-accidentelle nucléaire.
 *Date de publication : février 2011*


■ Guide de bonnes pratiques des laboratoires de mesure de radioactivité en situation post-accidentelle.
 *Date de publication : février 2011*


■ Données contextuelles et hypothèses pour mener les évaluations prédictives des conséquences radiologiques et dosimétriques en début de phase de transition post-accidentelle.
 *Date de publication : février 2011*


■ Bilan IRSN 2009 de la surveillance radiologique de l'environnement en France : vers une évolution de la stratégie de surveillance.
 *Date de publication : février 2011*


■ Constat radiologique régional – Étude prototype « Val-de-Loire ».
 *Date de publication : janvier 2011*


SÛRETÉ NUCLÉAIRE

■ Le point de vue de l'IRSN sur la sûreté et la radioprotection du parc électronucléaire français en 2010.
 *Date de publication : février 2012*


■ Les facteurs organisationnels et humains de la gestion des risques : idées reçues, idées déçues.
 *Date de publication : décembre 2011*


■ Enseignements tirés des incidents déclarés en 2009 et 2010 dans les laboratoires et usines nucléaires et dans les installations nucléaires en démantèlement.
 *Date de publication : décembre 2011*


■ Démarche d'analyse des risques d'incendie dans les installations nucléaires.
 *Date de publication : juillet 2011*


■ Le point de vue de l'IRSN sur la sûreté et la radioprotection du parc électronucléaire français en 2009.
 *Date de publication : novembre 2011*


AUTRES

■ Collection documents de référence : « Prise en compte des accidents de type BORAX pour les réacteurs de recherche » – rapporteur Jean Couturier, édition du 8 août 2011.
 *Date de publication : septembre 2011*

■ Collection HDR : « Variabilité des dépôts atmosphériques et des transferts des radioéléments artificiels dans les sols » – Laurent Pourcelot.
 *Date de publication : septembre 2011*

■ Collection lignes directrices : « Publication 105 de la CIPR, protection radiologique en médecine ».
 *Date de publication : décembre 2011*

■ Baromètre IRSN 2011 sur la perception des risques et de la sécurité par les Français.
 *Date de publication : juin 2011*

■ Perception des risques par des leaders d'opinion.
 *Date de publication : juin 2011*

LES SYNTHÈSES DES RAPPORTS D'EXPERTISE PRÉSENTÉS AUX GROUPES PERMANENTS ET PUBLIÉS EN 2011 SONT TÉLÉCHARGEABLES DEPUIS :

 [WWW.IRSN.FR/RUBRIQUE AVIS ET RAPPORTS](http://WWW.IRSN.FR/RUBRIQUE_AVIS_ET_RAPPORTS)

ACTIVITÉ EN CHIFFRES

INTERNATIONAL



Nombre d'accords bilatéraux en vigueur avec des organismes de recherche ou d'expertise.

38 pays concernés par ces accords. (34 en 2010)

74 projets internationaux en cours. (84 en 2010)

RECHERCHE

40,2% du budget ⁽¹⁾ de l'IRSN consacrés à la recherche. (43,3% en 2010)

215 publications répertoriées dans le JCR (*Journal Citation Reports*). (158 en 2010)

21 thèses soutenues. (25 en 2010)

320 communications scientifiques dans des congrès. (329 en 2010)

APPUI TECHNIQUE AUX POUVOIRS PUBLICS ET AUX AUTORITÉS

50,2% du budget ⁽¹⁾ de l'IRSN consacrés à l'appui technique et aux missions d'intérêt public. (47,9% en 2010)

593 avis techniques à l'Autorité de sûreté nucléaire. (658 en 2010)

95 avis techniques à l'Autorité de sûreté nucléaire de défense. (84 en 2010)

409 avis techniques à l'Autorité de sécurité nucléaire. (386 en 2010)

PATRIMOINE INTELLECTUEL



Nombre de brevets français en vigueur.

50 brevets en vigueur à l'étranger. (63 en 2010)

16 logiciels et bases de données déposés à l'Agence pour la protection des programmes (APP). (2 en 2010)

PRESTATIONS

36,2 M€ de chiffre d'affaires. (39,2 en 2010)

25 557 clients de l'Institut. (24 304 en 2010)

FORMATIONS

1 810 personnes ayant suivi des sessions de formation de l'IRSN au cours de l'année. (2 153 en 2010)

2 580 heures d'enseignement dispensées à l'extérieur (universités, écoles d'ingénieur, INSTN, etc.). (2 406 en 2010)

1 400 heures d'enseignement dispensées au cours des 143 sessions de formation en radioprotection. (1 372 en 2010 en 140 sessions)

850 heures de formation dispensées au cours des 28 sessions en sûreté nucléaire. (735 en 2010 en 29 sessions)

RESSOURCES HUMAINES

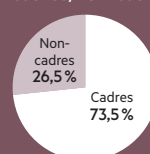


41 412 heures de formation dispensées pour le maintien des compétences des personnels de l'Institut. (60 471 en 2010)

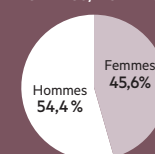
Âge moyen **41,8** ans pour les femmes.

43,4 ans pour les hommes.

Répartition cadres/non-cadres



Répartition femmes/hommes



Répartition des effectifs en contrat à durée indéterminée
Région nord : 1 292 personnes.
Région sud-est : 322 personnes.

DIFFUSION DES CONNAISSANCES

13 495 176

pages consultées sur le site
Internet de l'IRSN.
(1 631 014 en 2010)

27

avis et rapports publiés
sur le site Internet de l'IRSN.
(41 en 2010)

30

interventions de l'IRSN
dans les Commissions locales
d'information.
(12 en 2010)

278 992

pages consultées dans la
rubrique « La recherche »
(anciennement « Site scientifique »)
du site Internet de l'IRSN.
(204 000 en 2010)

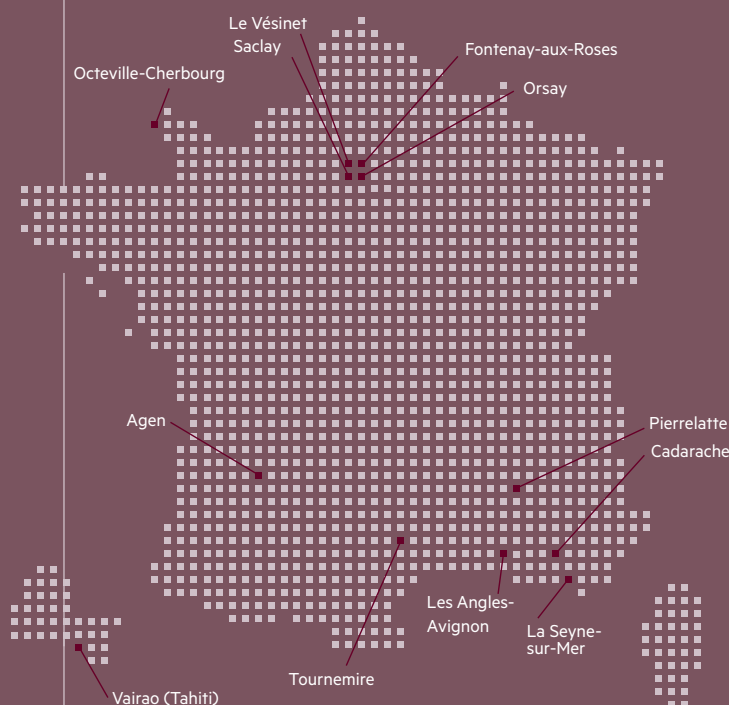
51

sollicitations adressées à
l'IRSN par les Commissions locales
d'information.
(25 en 2010)

3

ouvrages publiés
par l'IRSN. (1 en 2010)

IMPLANTATIONS au 31 décembre 2011



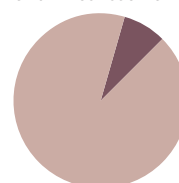
293^{M€}

de recettes. (316 M€ en 2010)

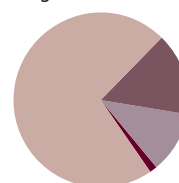
282^{M€}

de dépenses dont 18 M€
d'investissement en équipements.
(313 M€ dont 25 M€ en 2010)

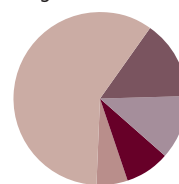
Dépenses de fonctionnement et d'investissement



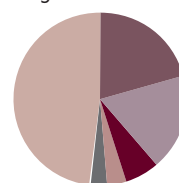
Origine du financement total



Origine du financement français (hors LOLF)



Origine du financement étranger



BUDGET ET RÉPARTITION

ORGANIGRAMME

COMITÉ DE DIRECTION (au 30 mars 2012)

Le comité de direction de l'IRSN, présidé par le directeur général, est composé de 24 membres représentant les activités opérationnelles et fonctionnelles de l'Institut. Il se réunit deux fois par mois afin d'examiner les questions relatives à la stratégie, au développement, au fonctionnement ainsi qu'aux prises de position de l'Institut.



> Le comité de direction : **1/** Jean-Bernard Chérié **2/** Didier Champion **3/** Alain Cernès **4/** Michel Brière **5/** Thierry Charles **6/** Didier Demeillers **7/** Patricia de la Morlais **8/** Jocelyne Aigueperse **9/** Giovanni Bruna **10/** Jean-Marc Péres **11/** Sylvie Cadet-Mercier **12/** Christian Duretz **13/** Bruno Dufer **14/** Jean-Claude Micaelli **15/** François Besnus **16/** Jérôme Joly **17/** Matthieu Schuler **18/** Marc-Gérard Albert **19/** Marie-Pierre Bigot **20/** Jean-Christophe Gariel **21/** Daniel Quénart **22/** Jacques Repussard **23/** Martial Jorel

CONSEIL D'ADMINISTRATION

■ Agnès BUZYN, présidente

COMITÉ D'ÉTAT-MAJOR

- Jacques REPUSSARD, directeur général
- Michel BRIÈRE, directeur général adjoint, délégué pour les missions relevant de la défense
- Jean-Bernard CHÉRIÉ, directeur général adjoint, chargé de l'administration
- Thierry CHARLES, directeur général adjoint, chargé de la sûreté nucléaire

- Jérôme JOLY, directeur général adjoint, chargé de la radioprotection
- Giovanni BRUNA, directeur scientifique
- Martial JOREL, directeur du management des connaissances
- Matthieu SCHULER, directeur de la stratégie, du développement et des partenariats
- Marie-Pierre BIGOT, directrice de la communication
- Marc-Gérard ALBERT, directeur des affaires internationales
- Patricia de la MORLAIS, directrice des ressources humaines
- Didier DEMEILLERS, directeur des affaires financières, commerciales et juridiques
- Alain CERNÈS, inspecteur général et directeur qualité

PÔLES OPÉRATIONNELS

DÉFENSE, SÉCURITÉ ET NON-PROLIFÉRATION

■ **Michel BRIÈRE**, directeur général adjoint, délégué pour les missions relevant de la défense

EXPERTISE NUCLÉAIRE DE DÉFENSE

■ **Jean-Marc PÉRES**, directeur

- > Sûreté et radioprotection des activités et installations nucléaires du domaine de la défense
- > Sécurité des matières, transports et installations nucléaires
- > Application des contrôles internationaux
- > Appui technique et études

RADIOPROTECTION, ENVIRONNEMENT, DÉCHETS ET CRISE

■ **Jérôme JOLY**, directeur général adjoint, chargé de la radioprotection

PROTECTION DE L'HOMME

■ **Jocelyne AIGUEPERSE**, directrice

- > Études et expertise en radioprotection
- > Radiobiologie et épidémiologie
- > Dosimétrie externe
- > Dosimétrie interne

ENVIRONNEMENT

■ **Jean-Christophe GARIEL**, directeur

- > Recherche et expertise sur les risques environnementaux
- > Étude et surveillance de la radioactivité dans l'environnement
- > Traitement des échantillons et métrologie pour l'environnement

DÉCHETS ET GÉOSPHERE

■ **François BESNUS**, directeur

- > Caractérisation des sites et des aléas naturels
- > Recherche sur les transferts dans la géosphère
- > Expertise des déchets radioactifs et de la radioactivité naturelle

CRISE

■ **Didier CHAMPION**, directeur

- > Intervention et assistance en radioprotection
- > Situations d'urgence et organisation de crise

SÛRETÉ DES INSTALLATIONS ET SYSTÈMES NUCLÉAIRES

■ **Thierry CHARLES**, directeur général adjoint, chargé de la sûreté nucléaire

RECHERCHE EN SÛRETÉ

■ **Jean-Claude MICAELLI**, directeur

- > Incidents et accidents
- > Accidents graves
- > Confinement et aérodispersion des polluants
- > Agressions internes et risques industriels
- > Études et recherche expérimentales

EXPERTISE EN SÛRETÉ

■ **Christian DURETZ**, directeur

- > Réacteurs à eau sous pression
- > Transports et installations du cycle du combustible
- > Installations de recherche et réacteurs en démantèlement
- > Expertise des équipements et structures
- > Neutronique et risques de criticité

SYSTÈMES, NOUVEAUX RÉACTEURS ET DÉMARCHES DE SÛRETÉ

■ **Sylvie CADET-MERCIER**, directrice

- > Systèmes et risques
- > Développement des compétences et retour d'expérience
- > Facteurs organisationnels et économiques de la gestion des risques

DIRECTIONS FONCTIONNELLES

DIRECTION DE LA STRATÉGIE, DU DÉVELOPPEMENT ET DES PARTENARIATS

■ **Matthieu SCHULER**, directeur

- > Stratégie d'ensemble et programmation scientifique et technique
- > Politique partenariale et contractuelle
- > Relations avec les tutelles, partenaires et clients
- > Ouverture à la société
- > Valorisation et développement de l'Institut
- > Veille stratégique et exploitation des connaissances
- > Enseignement et formation en radioprotection

DIRECTION DES AFFAIRES INTERNATIONALES

■ **Marc-Gérard ALBERT**, directeur

- > Relations internationales
- > Développement commercial à l'international

DIRECTION DE LA COMMUNICATION

■ **Marie-Pierre BIGOT**, directrice

- > Relations publiques
- > Sites Internet
- > Information et relations avec les médias
- > Communication interne

DIRECTIONS DE SUPPORT

DIRECTION DES RESSOURCES HUMAINES

■ **Patricia de la MORLAIS**, directrice

- > Politique sociale
- > Gestion des ressources humaines
- > Administration du personnel et des rémunérations

DIRECTION DES AFFAIRES FINANCIÈRES, COMMERCIALES ET JURIDIQUES

■ **Didier DEMEILLERS**, directeur

- > Suivi des budgets
- > Administration des dépenses et des recettes
- > Application des réglementations fiscales et douanières
- > Comptabilité analytique et contrôle de gestion
- > Appui commercial et juridique

DIRECTION DE LA SÉCURITÉ, DU PATRIMOINE ET DES SYSTÈMES D'INFORMATION

■ **Bruno DUFER**, directeur et « officier de sécurité de l'IRSN »

- > Sécurité du patrimoine et des sites
- > Immobilier et logistique
- > Hygiène, sécurité et protection de l'environnement
- > Développement durable
- > Systèmes d'information

AGENCE COMPTABLE

■ **Stéphane ROCHARD**, agent comptable

CONSEIL D'ADMINISTRATION

COMPOSITION (février 2012)

MISSIONS

Le conseil d'administration règle, par ses délibérations, les affaires de gouvernance de l'IRSN. Il délibère notamment sur les conditions générales d'organisation et de fonctionnement de l'Institut, sa stratégie et ses programmes ainsi que sur son rapport annuel. Il approuve également le budget, les décisions modificatives, les comptes de chaque exercice ainsi que l'affectation des résultats.

DIX REPRÉSENTANTS DE L'ÉTAT

Patrick RENVOISÉ, inspecteur pour la sécurité nucléaire de la Direction générale pour l'armement, représentant le ministre de la défense. **Régine BRÉHIER**, directrice de la recherche et de l'innovation, représentant le ministre chargé de l'environnement. **Françoise TUCHMAN**, sous-directrice de la prévention des risques liés à l'environnement et à l'alimentation à la Direction générale de la santé, représentant le ministre chargé de la santé. **Charles-Antoine LOÛET**, sous-directeur de l'industrie nucléaire à la Direction générale de l'énergie et du climat, représentant le ministre chargé de l'industrie. **Maria FAURY**, directrice scientifique du secteur énergie, développement durable, chimie et procédés à la Direction générale de la recherche et de l'innovation, représentant le ministre chargé de la recherche. **Guillaume DEDEREN**, chef du bureau des risques majeurs à la Direction de la défense et de la sécurité civile, représentant le ministre chargé de la sécurité civile. **Jean-Denis COMBREXELLE**, directeur général du travail, représentant le ministre chargé du travail. **Marine CAMIADE**, chef de bureau énergie, participations, industrie et innovation à la Direction du budget, représentant le ministre chargé du budget. **Bernard DUPRAZ**, délégué à la sûreté nucléaire et à la radioprotection pour les activités et installations intéressant la défense. **Nicolas CHANTRENNE**, chef de la mission de sûreté nucléaire et de radioprotection.

SIX PERSONNALITÉS QUALIFIÉES

Serge AUBERT, général de division aérienne, sur proposition du ministre de la défense. **Jean-Claude DELALONDE**, président de l'Association nationale des commissions et comités locaux d'information, sur proposition du ministre chargé de l'environnement. **Patrick LEDERMANN**, vice-président de l'activité nucléaire à Alstom Power, sur proposition du ministre chargé de l'industrie. **Jean-Marc CAVEDON**, directeur du département de recherche d'énergie nucléaire et de sûreté à l'Institut Paul-Scherer, en Suisse, sur proposition du ministre chargé de la recherche. **Agnès BUZYN**, présidente du conseil d'administration, médecin et professeur d'hématologie, sur proposition du ministre chargé de la santé. **Claude BIRRAUX**, vice-président de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques.

HUIT REPRÉSENTANTS DU PERSONNEL

Yves BRISSET, CFE-CGC. **Nicolas BRISSON**, CGT. **François DUCAMP**, CGT. **Thierry FLEURY**, CFDT. **François JEFFROY**, CFDT. **Yves LE RESTE**, CFE-CGC. **Christophe SERRES**, CFDT. **Carine STRUP-PERROT**, CGT.

PERSONNALITÉS PRÉSENTES DE DROIT, OU ASSOCIÉES

Laurent MICHEL, directeur général de la prévention des risques et commissaire du Gouvernement. **Bernard ABATE**, contrôleur général économique et financier. **Jacques REPUSSARD**, directeur général. **Michel BRIÈRE**, directeur général adjoint, délégué pour les missions relevant de la défense. **Stéphane ROCHARD**, agent comptable. **Philippe BOURACHOT**, secrétaire du comité d'entreprise. **André-Claude LACOSTE**, président de l'Autorité de sûreté nucléaire.

PRINCIPALES RÉALISATIONS 2011

- > Approbation du contrat d'objectifs entre l'État et l'IRSN pour la période 2010-2013.
- > Mise en place du cadre et des règles pour l'achèvement du projet Cabri boucle-à-eau.
- > Lancement des projets immobiliers de restructuration du Vésinet et de Fontenay-aux-Roses.
- > Accord sur la fin du litige relatif à l'incident radiologique survenu sur le site de Feursmétal.
- > Révision de l'organisation générale de l'IRSN comprenant la création de pôles opérationnels.

24

MEMBRES

5

RÉUNIONS
EN 2011

5

ANS DE
MANDAT

COMITÉ D'ORIENTATION AUPRÈS DE LA DIRECTION DE L'EXPERTISE NUCLÉAIRE DE DÉFENSE – CODEND

COMPOSITION (février 2012)

MISSIONS

Le comité examine le programme d'activité de la Direction de l'expertise nucléaire de défense de l'Institut, avant qu'il ne soit soumis à son conseil d'administration. Il est consulté sur tout projet de délibération du conseil d'administration ayant pour objet spécifique l'organisation ou le fonctionnement de cette direction, et formule auprès de celui-ci toute recommandation relative à ses activités.

Bernard DUPRAZ, président du CODEND, délégué à la sûreté nucléaire et à la radioprotection pour les activités et installations intéressant la défense. **Édouard GUILLAUD**, amiral, chef d'état-major des armées. **Laurent COLLET-BILLON**, ingénieur général pour l'armement, délégué général de l'armement. **Jean-Paul BODIN**, contrôleur général des armées, secrétaire général pour l'administration du ministère de la défense. **Éric CHAPLET**, vice-amiral, inspecteur des armements nucléaires. **Julien DUBERTRET**, directeur du budget, ministère du budget. **Patrick MAISONNAVE**, représentant le directeur des affaires straté-

giques, de sécurité et du désarmement du ministère des affaires étrangères et européennes. **Dominique LAMIOT**, secrétaire général, ministère de l'économie, des finances et de l'industrie, Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité du ministre de l'économie, des finances et de l'industrie. **Jean-François MONTEILS**, secrétaire général, ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement, Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité de la ministre de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement. **Jean-Baptiste FLEUTOT**, médecin en chef des armées, personnalité qualifiée, nommée par le ministre de la défense. **Serge POULARD**, personnalité qualifiée, nommée par le ministre chargé de l'industrie.

PRINCIPALES RÉALISATIONS 2011

- > Examen sous l'angle « défense et sécurité » :
 - du bilan d'activité 2010 de la DEND et du rapport annuel 2010 de l'IRSN ;
 - des activités de recherche/études de la DEND dans le domaine de la sécurité ;
 - du programme d'activité 2012 de la DEND.

11

MEMBRES

3

RÉUNIONS
EN 2011

5

ANS DE MANDAT
POUR LES DEUX
PERSONNALITÉS
QUALIFIÉES

CONSEIL SCIENTIFIQUE

12

MEMBRES

2

RÉUNIONS
EN 2011

5

ANS DE
MANDAT

COMPOSITION (février 2012)

MISSIONS

Le conseil scientifique examine, pour avis, les programmes d'activité de l'IRSN et s'assure de la qualité et de la pertinence scientifiques de ses programmes de recherche. Il évalue leurs résultats et peut ainsi formuler des recommandations sur l'orientation des activités de l'Institut. Il peut être consulté par le président du conseil d'administration ou par les ministres de tutelle sur toute recherche dans les domaines de compétence de l'établissement.

Michel QUINTARD, président du conseil scientifique, directeur de recherche à l'Institut de mécanique des fluides de Toulouse, sur proposition du ministre chargé de la recherche. **Philippe ACKERER**, directeur adjoint de l'Institut de mécanique des fluides et des solides de Strasbourg, sur proposition du ministre chargé de l'environnement. **Jean-Claude ANDRÉ**, directeur de recherche émérite, conseiller scientifique auprès de l'Institut des sciences de l'ingénierie et des systèmes du CNRS, sur proposition du ministre chargé du travail. **Dietrich AVERBECK**, directeur de recherche émérite du CNRS à l'Institut Curie, sur proposition du ministre chargé de la santé. **Bernard BONIN**, directeur scientifique adjoint de la Direction de l'énergie nucléaire du Commissariat à l'énergie atomique, sur proposition du ministre chargé de la recherche. **Yves-Sébastien CORDOLIANI**, médecin praticien, expert en radioprotection de l'homme, sur proposition du ministre chargé de la santé. **Denis GAMBINI**, médecin praticien, chercheur au ser-

vice central de médecine du travail à l'hôpital Hôtel-Dieu de Paris, sur proposition du ministre chargé du travail. **Pierre LAROCHE**, médecin en chef des armées, chef de la division médicale du service de protection radiologique des armées, sur proposition du ministre de la défense. **André PINEAU**, professeur à l'École des mines de Paris, sur proposition du ministre chargé de l'industrie. **Bernard SEVESTRE**, chef de la mission sources à la Direction de l'énergie nucléaire du Commissariat à l'énergie atomique, sur proposition du ministre de la défense. **Patsy-Ann THOMPSON**, directrice de l'évaluation et de la protection de l'environnement à la Commission de sûreté nucléaire du Canada, sur proposition du ministre chargé de l'environnement. **George YADIGAROGU**, professeur émérite d'ingénierie nucléaire à l'Institut fédéral suisse de technologie, sur proposition du ministre chargé de l'industrie.

PRINCIPALES RÉALISATIONS 2011

Le conseil scientifique est chargé d'évaluer les activités scientifiques de l'IRSN. Pour ce faire, il met en place des commissions *ad hoc*. Il a ainsi examiné, en 2011, les sujets suivants :

- méthodologie d'évaluation des logiciels critiques ;
- stratégie de recherche en accidents graves.

Lors de la réunion du 18 mai 2011, le conseil scientifique a décidé de tester un autre mode d'investigation en organisant des journées débat/réflexion scientifique avec la possibilité d'inviter des experts externes. Une première journée a eu lieu le 7 décembre 2011 et a porté sur les méthodes de prise en compte des événements rares à conséquences potentiellement graves.

COMMISSION D'ÉTHIQUE ET DE DÉONTOLOGIE

COMPOSITION (février 2012)

MISSIONS

La commission d'éthique et de déontologie est une instance prévue par le décret d'organisation de l'IRSN. Placée auprès du conseil d'administration, elle est chargée de le conseiller pour la rédaction des chartes de déontologie applicables aux différentes activités de l'établissement et de suivre leur application, pour ce qui concerne, notamment, les conditions dans lesquelles est assurée la séparation, au sein de l'établissement, entre les missions d'expertise réalisées au bénéfice des services de l'État et celles réalisées pour le compte des exploitants publics ou privés. Elle a aussi une mission de médiation dans l'éventualité de difficultés d'ordre déontologique.

Jean-Pierre DUPUY, président de la commission, ingénieur général du Corps des mines, philosophe, professeur à l'École polytechnique et à l'université de Stanford, Californie, membre de l'Académie des technologies. **Jean-Claude AMEISEN**, biologiste, immunologiste, professeur de médecine à l'université Paris-Diderot et à l'hôpital Bichat – membre du Comité consultatif national d'éthique, président du comité d'éthique de l'Inserm. **Jacques ARRIGHI de CASANOVA**, conseiller d'État, président adjoint de la section du contentieux au Conseil d'État depuis 2010. Professeur associé à l'université Paris 2 – Assas. **Éric VINDIMIAN**, ingénieur général du génie rural, des eaux et forêts, directeur régional à l'Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement (Irstea), spécialiste des impacts toxiques sur l'environnement et la santé, et de l'expertise dans les politiques publiques environnementales.

4

MEMBRES

2

RÉUNIONS
EN 2011

4

ANS DE
MANDAT

COMITÉ D'ORIENTATION DE LA RECHERCHE EN SÛRETÉ NUCLÉAIRE ET EN RADIOPROTECTION – COR

COMPOSITION (février 2012)

MISSIONS

Instance consultative placée auprès du conseil d'administration de l'IRSN, le comité d'orientation de la recherche rend des avis sur les objectifs et les priorités de la recherche en sûreté nucléaire et en radioprotection. Il suit une approche globale prenant en compte les besoins de la société et des pouvoirs publics, approche complémentaire de celle du conseil scientifique de l'IRSN, ciblée sur la qualité et la pertinence scientifiques des programmes et des résultats des recherches de l'IRSN.

POUVOIRS PUBLICS

Représentants des ministères de tutelle: **Maria FAURY**, directrice scientifique du secteur énergie, développement durable, chimie et procédés à la Direction générale de la recherche et de l'innovation, représentant le ministre chargé de la recherche. **Marie-Christine FAVROT**, chargée de mission santé, stratégie et recherche auprès du directeur général de la santé, représentant le ministère chargé de la santé. **Claire HUBERT**, chef du service de la recherche – Direction de la recherche et de l'innovation, représentant le ministère chargé de l'écologie. **Pascal QUENTEL**, chef de la division sécurité et expertise nucléaire – Délégation générale pour l'armement, représentant le ministère de la défense. **Thierry LIEVEN**, sous-direction de l'industrie nucléaire à la Direction générale de l'énergie et du climat, représentant le ministère chargé de l'industrie.

Représentant de la Direction générale du travail: **Thierry LAHAYE**, chargé des questions relatives à la protection des travailleurs contre les risques physiques – Direction générale du travail, représentant le ministère chargé du travail.

Représentant de l'ASN: **Jean-Christophe NIEL**, directeur général.

ENTREPRISES ET ASSOCIATIONS PROFESSIONNELLES

Philippe GARDERET, directeur scientifique – Areva. **Noël CAMARCAT**, délégué recherche et développement nucléaire – Direction production ingénierie – EDF. **Fabrice BOISSIER**, directeur de la maîtrise des risques – Andra. **Dietrich AVERBECK**, Institut Curie, représentant de la SFRP. **Jean-Marc COSSET**, chef de la radiothérapie de l'Institut Curie, représentant de la SFRO.

SALARIÉS DU SECTEUR NUCLÉAIRE

Représentants des organisations syndicales nationales représentatives: **Jean-Paul CRESSY**, FCE-CFDT. **Jean-François DOZOL**, FO. **Claire ÉTINEAU**, CFTC. CFE-CGC (en cours de nomination). **Alain VASSAUX**, CGT.

ÉLUS

Représentants de l'OPECST: **Claude LETEURTRE**, député du Calvados. Autre représentant en cours de nomination.

Représentante des Commissions locales d'information (CLI): **Monique SENÉ**, vice-présidente de l'Anccli.

Représentants de communes accueillant une installation nucléaire, proposés par l'Association des maires de France: **Yves LE BELLEC**, maire de Pierrelatte. **Bertrand RINGOT**, maire de Gravelines.

ASSOCIATIONS

David BOILLEY, président d'Acro. **Jacky BONNEMAIS**, président de Robin des bois. **Élise CHAMPEAU**, présidente de Malades et accidentés du nucléaire et du chimique et leurs sympathisants (Manes). **Maryse ARDITI**, France nature environnement. **Simon SCHRAUB**, administrateur de la Ligue nationale contre le cancer.

PERSONNALITÉS QUALIFIÉES

Jean-Claude DELALONDE, président de l'Anccli. **Henri REVOL**, président du Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire. **Agnès BUZYN**, présidente du conseil d'administration de l'IRSN, présidente des qualités du COR.

ORGANISMES DE RECHERCHE

Christophe BEHAR, directeur de l'énergie nucléaire – CEA. **Thierry DAMERVAL**, directeur général délégué à la stratégie – Inserm. Paristech (nomination en cours). **Farid OUABDESSELAM**, président de l'université Grenoble 1. **Joseph FOURIER**, représentant de la Conférence des présidents d'université (CPU). **Cyrille THIEFFRY**, chargé de mission pour la radioprotection et les affaires nucléaires – IN2P3, représentant du CNRS.

PERSONNALITÉS ÉTRANGÈRES

Jean-Jacques VAN BINNEBEEK, directeur général – AVN – Belgique. **Ted LAZO**, NEA (Nuclear Energy Agency) – OCDE. **Christophe BADIE**, département des évaluations environnementales – Health protection agency (HPA) – Grande-Bretagne. **George YADIGAROGU**, professeur émérite d'ingénierie nucléaire à l'Institut fédéral suisse de technologie (ETH) – Suisse.

PERSONNALITÉS PRÉSENTES DE DROIT

Catherine CEZARSKY, Haut Commissaire à l'énergie atomique. **Laurent MICHEL**, commissaire du Gouvernement et directeur général de la prévention des risques – ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer. **Michel QUINTARD**, président du conseil scientifique de l'IRSN, directeur de recherche CNRS à l'Institut de mécanique des fluides de Toulouse. **Jacques REPUSSARD**, directeur général de l'IRSN.

PRINCIPALES RÉALISATIONS 2011

- > Création d'un groupe de travail chargé d'animer le retour des parties prenantes du COR vers le processus d'élaboration de l'agenda stratégique du réseau d'excellence européen STAR.
- > Validation de la synthèse des travaux du GT EDEX sur les recherches de l'IRSN concernant l'extension de la durée d'exploitation des centrales nucléaires.
- > Lancement des réflexions sur l'orientation de la recherche post-Fukushima.

43
MEMBRES

2
RÉUNIONS
PLÉNIÈRES
EN 2011

02 /



LEVICE – SLOVAQUIE (14 décembre)

**LA BOUCLE VIKTORIA EST INAUGURÉE
PAR JEAN-MARIE BRUNO, AMBASSADEUR
DE FRANCE EN SLOVAQUIE, MILOS ZACHAR,
DIRECTEUR DE VUEZ, ET JACQUES REPUSSARD,
DIRECTEUR GÉNÉRAL DE L'IRSN, EN PRÉSENCE
D'UNE CENTAINE DE REPRÉSENTANTS
DE 25 ACTEURS DE LA SÛRETÉ NUCLÉAIRE.**

BILAN

AVANCÉES ET PRINCIPALES ACTIONS CONDUITES EN 2011 P. 24

POLITIQUE DE TRANSPARENCE ET COMMUNICATION P. 32

DIFFUSION DE LA CULTURE DE SÛRETÉ ET DE RADIOPROTECTION P. 34

ET STRATÉGIE

AVANCÉES ET PRINCIPALES ACTIONS CONDUITES EN 2011

L'ADAPTABILITÉ DE L'IRSN À L'ÉPREUVE D'UNE ANNÉE CONTRASTÉE

S'il est une année où l'IRSN a dû faire preuve d'une réactivité particulière, c'est bien l'année 2011, année très contrastée amorcée sous le signe d'un possible redémarrage de programmes électronucléaires dans le monde puis traversée, au lendemain de l'accident de la centrale nucléaire japonaise de Fukushima-Daiichi, par un mouvement de remise en cause de l'énergie nucléaire. Sa traduction politique fut, dans des pays tels que l'Allemagne et la Belgique, la décision d'abandonner ce mode de production d'électricité à l'horizon d'une quinzaine d'années ou, en Italie, celle de renoncer à s'y engager. Année d'intenses interactions entre l'IRSN et ses homologues des autres pays, les pouvoirs publics français et la communauté nationale, 2011 a posé de nouvelles questions de fond liées aux incertitudes pesant aussi bien sur la sûreté et la sécurité des installations nucléaires que sur la gestion des situations d'urgence nucléaire. Les réponses à ces questions éclaireront les débats préalables aux futures décisions de politique nucléaire de la France. Dans ce nouveau contexte, l'IRSN a su et devra continuer à montrer l'adaptabilité nécessaire à la recherche d'un niveau encore plus haut de sûreté nucléaire et de protection de l'homme et de l'environnement contre les rayonnements ionisants.

.....

Au plan institutionnel, l'année a été marquée par la signature, au mois d'avril, du contrat d'objectifs État-IRSN 2010-2013 par les ministres de tutelle de l'Institut, sa présidente et son directeur général. Aboutissement d'un dialogue de plusieurs mois, ce nouveau contrat constitue la validation, par les pouvoirs publics, des quatre axes stratégiques retenus par l'Institut : la recherche, l'appui aux pouvoirs publics et aux autres clients, la transparence et l'ouverture à la société civile ainsi que la présence à l'international. Décliné en objectifs opérationnels par domaine d'intervention – sûreté, sécurité, radioprotection, gestion de crise, mise en perspective des risques –, ce deuxième contrat d'objectifs consolide les modes de fonctionnement de l'IRSN et fait évoluer la gestion de ses programmes et ressources, tant humaines que financières.

Au plan opérationnel, on retiendra sans conteste, comme principal événement de l'année, l'accident nucléaire consécutif au séisme et au raz-de-marée qui ont frappé, le 11 mars 2011, la centrale nucléaire de Fukushima-Daiichi ainsi que les côtes japonaises du Tohoku, tant cet accident a conduit à s'interroger, dans le monde, sur la manière d'appréhender la sûreté nucléaire et la gestion des situations d'urgence. Outre le soutien qu'ils ont apporté aux autorités françaises dans le cadre du dispositif national de gestion de cette crise, les experts de l'Institut ont ainsi été conduits à travailler sur des situations estimées jusqu'alors très peu probables, remettant en question certaines méthodes et organisations. Dans ce contexte, la réaffirmation, dans le contrat d'objectifs État-IRSN 2010-2013, de la nécessité d'acquérir de nouvelles connaissances scientifiques et de l'indépendance de l'expertise en tant que fondements de l'action de l'Institut pour améliorer la sûreté nucléaire, ainsi que la création, effective en 2011, d'une contribution forfaitaire permettant à l'IRSN de disposer d'un financement évolutif en rapport notamment avec les

98

HOMMES.AN
CONSCRÉS AUX ACTIVITÉS
INTERNATIONALES.
(90 EN 2010)



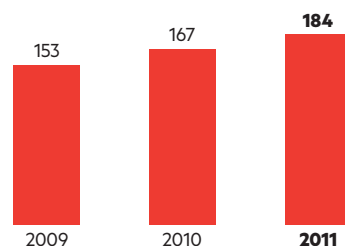
•— Jacques Repussard, directeur général de l'IRSN, est intervenu devant les 450 experts réunis à Paris à l'occasion du forum EUROSAFE 2011.

besoins d'expertise tout en garantissant le maintien de son indépendance de fonctionnement et de jugement, constituent pour l'Institut un socle solide dans la formulation de réponses crédibles et transparentes aux questions posées.

■ International : contribuer à une visibilité accrue du rôle des TSO

Dans une dynamique de développement de ses activités internationales, accélérée par le renforcement des échanges entre organismes techniques de sûreté nucléaire (TSO) au lendemain de l'accident de la centrale de Fukushima-Daiichi, l'IRSN s'est attaché à renforcer le poids et la visibilité des TSO en Europe et dans le monde. L'Institut a ainsi piloté l'élaboration d'un document exprimant la position des TSO, membres du réseau européen ETSO, sur les besoins de recherche en matière de sûreté pour les réacteurs nucléaires de générations II et III. Ce *position paper* constitue la contribution des TSO à la meilleure prise en compte possible des objectifs de sûreté nucléaire dans les programmes de la plate-forme pour une énergie nucléaire durable (SNETP) et dans ceux du 7^e PCRD de la Commission européenne.

Aux côtés des autorités françaises, l'IRSN a par ailleurs participé à la Conférence ministérielle sur la sûreté nucléaire organisée par l'AIEA au mois de juin 2011, à Vienne (Autriche), dans le but de renforcer le cadre international de la sûreté nucléaire pour ce qui concerne, notamment, l'indépendance, la transparence et la gestion de crise, le renforcement des normes de sûreté à la lumière du retour d'expé-

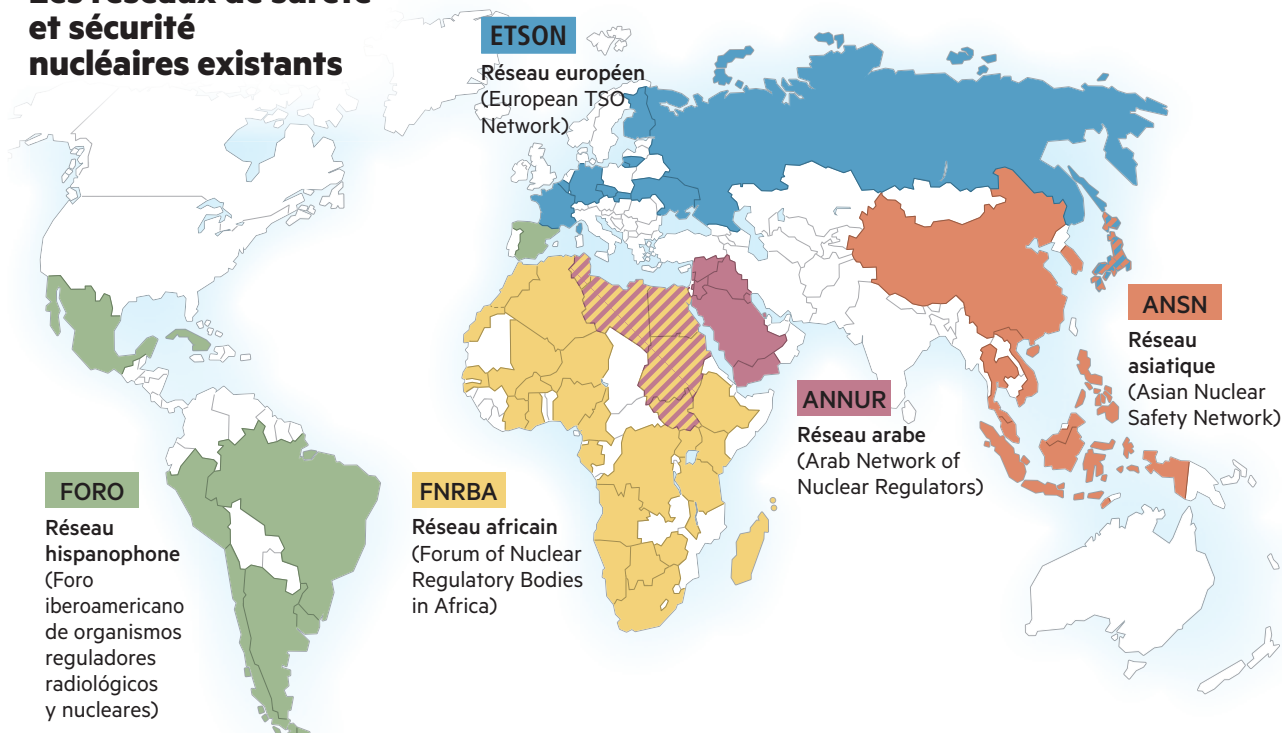


REPRÉSENTANTS DE L'IRSN PARTICIPANT À DES GROUPES D'EXPERTS INTERNATIONAUX.

rience de l'accident survenu à Fukushima-Daiichi, la systématisation des réexamens périodiques de sûreté dans tous les pays, la réalisation de revues critiques internationales par les pairs ainsi que le renforcement des procédures de coopération et d'échange pendant les crises. Ainsi le plan d'action proposé par l'AIEA permettra-t-il à l'IRSN de développer, dans de nombreux domaines, des activités de coopération ou d'appui au renforcement de la sûreté nucléaire dans le monde. En parallèle, l'IRSN a poursuivi ses coopérations avec de nombreux partenaires étrangers – notamment dans des pays prévoyant d'accéder à l'énergie nucléaire –, leur fournissant, le plus souvent en collaboration avec d'autres TSO, expertise et assistance en matière de sûreté pour le développement de leurs projets.

Dans le domaine de la gestion des situations d'ur-

Les réseaux de sûreté et sécurité nucléaires existants



Source : Hervé Bouilly – IRSN 2011

•• En 2011, une table ronde, organisée pendant la 55^e conférence générale de l'AIEA, a permis aux réseaux internationaux d'experts en sûreté nucléaire d'exposer leurs activités afin de partager les savoirs et expériences accumulés à l'échelle mondiale.

gence nucléaire, afin de définir un cadre commun d'organisation permettant, entre autres, des échanges plus rapides et complets d'informations au bénéfice des autorités des divers pays et du public, l'IRSN a co-organisé le 6 juillet, à Cologne (Allemagne), un séminaire post-Fukushima réunissant les TSO membres d'ETSON et JNES, le TSO japonais, membre associé du réseau. L'accident ayant révélé un fort besoin de concertation entre TSO pour la gestion de crise, ce séminaire associant JNES aux TSO européens a permis de comparer les différentes approches nationales et d'identifier des actions prioritaires. Parmi celles-ci figurent une meilleure définition du format et des canaux d'échange d'informations concernant les installations nucléaires, ainsi que le développement, dans les pays ne possédant pas de capacités suffisantes en matière de gestion de crise, de compétences et moyens appropriés. Dans cette logique, les propositions émises par l'IRSN et ses homologues comprennent le développement d'une offre harmonisée de formation, l'aide à l'ingénierie de centres de crise ainsi que des jumelages possibles en période de crise. À terme, la conduite régulière d'exercices internationaux impliquant les différents TSO contribuerait à faciliter un travail en réseau pendant les crises et

à rendre plus efficace la fourniture d'informations tant aux pouvoirs publics de chaque pays qu'à la Commission européenne et au public.

Toujours dans un esprit de renforcement du rôle des TSO en Europe et dans le monde, l'IRSN apporte un appui majeur à l'organisation, par l'AIEA, d'un réseau de travail coopératif entre TSO. Les recommandations des conférences internationales relatives au support technique en sûreté nucléaire, comme celle de Tokyo, en 2010, présidée par le directeur général de l'Institut, se sont traduites par la décision de l'AIEA de créer un forum mondial des TSO, décision annoncée en septembre 2011 à Vienne, au cours de la 55^e conférence générale de l'Agence. Une table ronde organisée dans le cadre de la conférence a permis aux réseaux internationaux d'experts en sûreté nucléaire d'exposer leurs activités et au réseau européen ETSON de mettre l'accent sur la doctrine commune à ses membres, dont l'IRSN, pour lesquels l'analyse de sûreté s'appuie sur l'état de l'art en matière de connaissances scientifiques et d'indépendance de l'expertise. Elle a conforté le souhait, unanimement exprimé, d'accroître les efforts visant à mieux rassembler et partager les savoirs et expériences accumulés à l'échelle mondiale par les experts en sûreté nucléaire.

■ **Recherche : continuer à investir dans l'amélioration de la sûreté nucléaire**

L'année 2011 a clairement montré combien l'activité de recherche est indispensable au développement de méthodes et d'outils permettant à un organisme technique de sûreté nucléaire tel que l'IRSN de faire face à une situation d'urgence majeure, qu'il s'agisse d'estimer les rejets des réacteurs endommagés, de modéliser le déplacement de masses d'air contaminées ou de prendre en compte des scénarios d'accidents extrêmes. Car c'est bien cet effort continu d'acquisition de connaissances scientifiques et techniques nouvelles qui a permis à l'Institut d'apporter des réponses pertinentes aux sollicitations qui lui ont été adressées dès la survenance de l'accident de la centrale de Fukushima-Daiichi. Durant la crise ont ainsi été utilisés les résultats de programmes expérimentaux tels que PHÉBUS PF et ISTP, programmes internationaux conduits par l'Institut, relatifs à l'évaluation des rejets de produits radioactifs en cas d'accident de fusion de cœur d'un réacteur à eau sous pression, et des outils de calcul développés afin d'évaluer les rejets provenant de réacteurs endommagés, de prédire leur dispersion ainsi que les doses de radioactivité pouvant en résulter pour les personnes du public.

Cette politique a été confortée par le rapport de l'Agence d'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur (AERES) qui, après avoir audité les unités de recherche de l'IRSN, puis l'établissement dans son ensemble, a remis à l'IRSN en 2011 son rapport de synthèse dans lequel elle souligne la maturité atteinte par l'Institut, en moins de dix ans d'existence, en matière d'expertise et de recherche en radioprotection et sûreté nucléaire. L'AERES a notamment souligné l'excellence des recherches de l'IRSN

12%

DU FINANCEMENT DES PROGRAMMES DE RECHERCHE PROVIENNENT DES RECETTES EXTERNES. (12 % EN 2010)

sur les grandes thématiques de son cœur de métier scientifique : effets des expositions aux faibles doses de rayonnements ionisants, radiopathologie, radioécologie, comportement des combustibles nucléaires en cas d'accident, fusion du cœur d'un réacteur nucléaire, prévention des risques de criticité, performance des systèmes de confinement des matières radioactives. L'AERES a également noté le caractère stratégique de la disponibilité de moyens expérimentaux d'envergure, uniques et performants. Dans ses recommandations, l'Agence encourage l'IRSN à renforcer le pilotage stratégique de sa recherche tout en préservant le lien fort entre recherche et expertise, à accroître le nombre de ses chercheurs diplômés de l'habilitation à diriger des recherches (HDR), à mieux structurer ses partenariats avec les universités et à accentuer son effort en matière de publications scientifiques. En réponse à l'une de ces recommandations, l'IRSN a créé la Direction de la stratégie, du développement et des partenariats, lieu d'articulation de la stratégie et des programmes, notamment dans le domaine de la recherche.

•— Les résultats de programmes expérimentaux tels que PHÉBUS PF (photo ci-dessous) ont été utilisés par l'IRSN lors la crise de l'accident de Fukushima-Daiichi.





••• L'Assemblée générale d'ETSON a rassemblé, le 9 novembre 2011, à Paris, les représentants des organisations membres – Bel V, GRS, IRSN, LEI, UJV, VTT, VUJE – ainsi que les représentants de JNES, SEC-NRS et SSTC, membres associés.

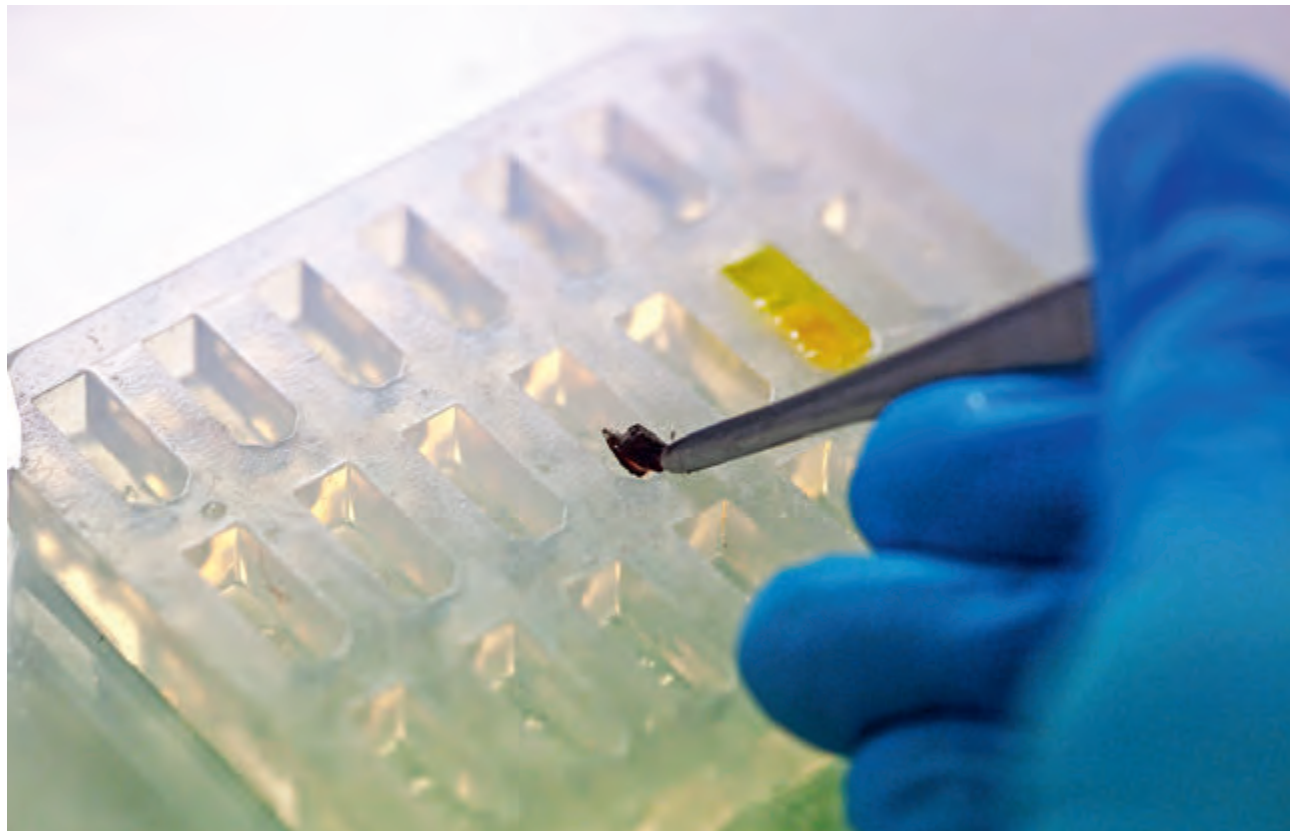
Le projet intitulé *Safety Assessment for Reactors of Generation IV* (SARGEN IV), accepté en 2011 par la Commission européenne dans le cadre du 7^e PCRD Euratom et coordonné par l'IRSN, illustre l'implication de l'Institut dans des projets qui structurent le monde de la recherche et de l'enseignement supérieur. Visant à harmoniser les méthodes d'évaluation de la sûreté des différents types de réacteurs de quatrième génération à neutrons rapides (RNR) à l'étude

en Europe, SARGEN IV regroupe 22 partenaires européens dont les sept organismes de sûreté membres d'ETSON, des centres de recherche et des universités, des concepteurs de réacteurs, etc.

L'engagement de l'Institut dans le réseau d'excellence DoReMi, qui rassemble 22 TSO, centres de recherche, universités et agences gouvernementales d'Europe et du Japon autour de projets de recherche communs relatifs aux effets sur la santé d'une exposition chronique à de faibles doses de rayonnements ionisants, en est une autre illustration. Dans le domaine de la radioécologie, le lancement du premier projet collaboratif du réseau d'excellence européen STAR témoigne de l'engagement de l'IRSN dans des projets de recherche pluridisciplinaires et structurants à l'échelle européenne. La systématisation de ces projets de recherche collaborative participe d'une stratégie de rationalisation des moyens de recherche mis en œuvre par l'IRSN afin de faire progresser la sûreté nucléaire et la radioprotection.

Enfin, l'impact de l'accident de Fukushima-Daiichi sur les activités de recherche menées par l'IRSN dans les domaines de la sûreté et de la radioprotection a été analysé dans le cadre, notamment, d'une réunion spécifique du Comité à l'énergie atomique, au mois de juillet dernier. L'orientation retenue pour impul-

••• En 2011, l'IRSN a organisé deux séminaires scientifiques dans le cadre du réseau d'excellence européen DoReMi, visant à mieux comprendre les effets de l'exposition à de faibles doses de rayonnements ionisants.





•— Un audit de sûreté des installations nucléaires dans lequel l'IRSN a été fortement impliqué a été commandité après l'accident de Fukushima-Daiichi.

ser certaines actions prioritaires est le lancement – via l'ANR – d'un appel à projets dans le cadre des Investissements d'avenir, pour un montant de 50 M€. Celui-ci portera prioritairement sur les événements initiateurs d'accidents, la prévention des accidents et la gestion de crise.

■ Expertise: le défi de la réactivité et de l'adaptabilité

L'accident de Fukushima-Daiichi s'est également traduit, pour l'IRSN, par un surcroît d'activité en matière d'expertise en 2011, mettant à l'épreuve la capacité de réaction et d'adaptation de l'Institut dans un contexte où le suivi des installations françaises en exploitation demeure une priorité.

En effet, la décision du Premier ministre relative à la réalisation, en 2011, d'un audit de la sûreté des installations nucléaires françaises au regard de l'accident de Fukushima-Daiichi a conduit à une implication forte de l'IRSN auprès de l'ASN, tant pour la définition du cahier des charges des évaluations complémentaires de sûreté (ECS) à mener que pour l'expertise des dossiers transmis par les exploitants des installations concernées. Les évaluations réalisées ont concerné prioritairement les 58 réacteurs de puissance actuellement en exploitation ainsi que le réacteur EPR de Flamanville 3 en construction, certains réacteurs expérimentaux et les installations du cycle du combustible. Elles ont nécessité un examen préalable du caractère opérationnel des moyens d'ores et déjà prévus dans les installations nucléaires.

50,2%

DU BUDGET DE L'IRSN CONSACRÉS
À L'APPUI TECHNIQUE ET AUX MISSIONS
D'INTÉRÊT PUBLIC. (47,9 % EN 2010)



• Plus de 80 personnes, dont environ 60 représentants de 19 Cli, ont participé au séminaire organisé le 19 septembre par l'IRSN et l'Anccli en amont de l'examen des évaluations complémentaires de sûreté.

Le rapport d'expertise des dossiers des ECS a été transmis par l'IRSN à l'ASN et aux membres de ses groupes permanents d'experts le 4 novembre 2011 et rendu public le 17 novembre de la même année. En se fondant, d'une part, sur une revue des études de sûreté existantes et, d'autre part, sur l'examen des dossiers transmis au mois de septembre 2011 par les exploitants, l'IRSN a examiné la robustesse des dispositions de sûreté mises en œuvre dans les installations nucléaires françaises et évalué leur comportement face à un ensemble de sollicitations d'amplitude supérieure à celles retenues pour leur dimensionnement. La réalisation de l'ensemble de ces travaux, d'une grande complexité technique, a dû s'opérer sur une période contrainte, sans obérer la permanence du suivi des installations en exploitation. Autre dossier exigeant, en termes de réacti-

vité et d'adaptabilité, l'examen des options de sûreté proposées pour le réacteur ATMEA1 – réacteur à eau sous pression d'une puissance de 1100 MWe conçu par ATMEA, filiale commune d'Areva et de Mitsubishi Heavy Industries –, mérite d'être souligné dans la mesure où il a amené l'Institut à évaluer les principes de conception d'un réacteur de génération III en y intégrant, en cours d'examen, les premiers enseignements tirés de l'accident survenu à Fukushima-Daiichi. Dans un tout autre domaine, la survenue de la crise du Mediator a conduit les pouvoirs publics, en 2011, à remettre en question, dans un contexte élargi à l'ensemble des problématiques sanitaires, les principes et démarches retenus en matière d'expertise. Dans ce cadre, le ministre en charge de la santé a confié à l'Inspection générale des affaires sociales (Igas) une mission d'évaluation du dispositif d'expertise sanitaire existant au regard des objectifs d'indépendance, de qualité et de légitimité qui lui sont impartis. L'Igas a auditionné l'IRSN, en tant qu'acteur du dispositif sanitaire au titre des missions qui lui sont confiées, sur des sujets tels que la place de l'expertise dans le dispositif sanitaire, les saisines et le lancement de l'expertise sanitaire, l'indépendance des experts, l'association des parties prenantes au processus d'expertise ou encore la valorisation des résultats d'expertise. Par le biais de cette audition, l'Institut a pu confronter sa politique d'expertise dans ces domaines aux attendus de ses missions. Le constat général formulé par l'Igas quant à la clarification des rôles de chacun, à la transparence des procédures et des expertises rendues, ainsi qu'à la formalisation des

102

ÉLÈVES PROVENANT DE 10 ÉTABLISSEMENTS FRANÇAIS ET ÉTRANGERS ONT PARTICIPÉ AUX RENCONTRES LYCÉENNES DE LA RADIOPROTECTION QUI SE SONT DÉROULÉES À GRENOBLE (ISÈRE). (197 EN 2010)



•→ Le 9 septembre 2011, cinq organismes publics de recherche, d'expertise et d'évaluation des risques sanitaires et environnementaux ont signé la charte d'ouverture à la société : l'Anses, l'Istrea, l'Ifsttar, l'Ineris et l'IRSN.

relations entre les organismes de sécurité sanitaire et les tutelles (dans leur rôle de commanditaire de l'expertise) a permis à l'IRSN de conforter les principes et modalités qu'il met actuellement en œuvre en matière d'expertise.

■ Ouverture à la société : une politique de transparence consolidée par l'accident de Fukushima

En se traduisant par un nouveau degré d'exigence à l'égard des installations nucléaires en exploitation ou dont la construction est envisagée, l'accident survenu au Japon a révélé la pertinence de la démarche mise en œuvre par l'IRSN afin d'ouvrir ses travaux à la société. Il a en particulier mis en lumière les deux nouvelles dimensions de la politique de l'Institut dans ce domaine : d'une part, la recherche d'une plus grande proximité technique avec les parties prenantes, par l'instauration d'un dialogue en parallèle de ses travaux d'analyse de sûreté et, d'autre part, la recherche d'une plus grande proximité géographique, par la mise en place de partenariats avec des collectivités locales. En 2011, la première s'est illustrée par le dialogue mis en place entre les experts de l'IRSN et, notamment, les Commissions locales d'information (Cli), en amont de l'examen des évaluations complémentaires de sûreté (ECS) des installations nucléaires françaises, la seconde par une action territoriale réalisée en commun avec Pays de Montbéliard Agglomération afin de faire connaître et de mieux prévenir le risque associé au radon dans l'habitat privé, et d'accompagner les acteurs locaux concernés par ce sujet. Dans le même

esprit, l'Institut a renforcé ses actions visant à contribuer à la montée en compétence des représentants de la société, en particulier au sein des commissions et comités locaux d'information. En partenariat avec la Cli de Dampierre (Loiret), il a organisé au mois d'avril, à Orléans, une réunion publique de discussion du constat radiologique de l'environnement qu'il avait dressé en 2010 pour le Val-de-Loire, premier d'une série de constats visant à disposer d'un état de référence de l'environnement des sites nucléaires en France, utile à l'évaluation d'éventuelles anomalies radiologiques ou de l'impact d'un éventuel rejet accidentel. Aux côtés de l'Institut national de l'environnement industriel et des risques (Ineris) et de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses), l'IRSN a, par ailleurs, dressé un bilan de deux années de mise en œuvre de la charte interinstitut de l'ouverture à la société, au cours d'un séminaire commun organisé fin mars. En septembre, deux nouveaux organismes ont signé cette charte : l'Ifsttar (Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux) et l'Irstea (Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture). En complément, l'IRSN a édité un document dressant le bilan des actions menées depuis deux ans par l'Institut dans le domaine de l'ouverture à la société. L'IRSN a également effectué le bilan du comité de suivi mis en place afin d'accompagner la réalisation des cas tests d'ouverture à la société recommandés par Georges Mercadal, auquel il avait fait appel afin de le conseiller dans sa politique d'ouverture à la société.

POLITIQUE DE TRANSPARENCE ET COMMUNICATION

2011, ANNÉE DE FORTE EXPOSITION MÉDIATIQUE POUR L'IRSN

Jamais événement n'aura autant éprouvé le dispositif de communication et d'information de l'IRSN que l'accident de la centrale de Fukushima-Daiichi. L'Institut s'est en effet mobilisé afin de fournir aux pouvoirs publics ainsi qu'au grand public – notamment par son site Internet et des actions auprès des médias – des analyses de l'évolution de la situation au Japon et de ses éventuelles conséquences pour les Français vivant dans ce pays comme pour ceux résidant outre-mer et sur le territoire métropolitain. Cette forte exposition médiatique de l'Institut aura permis au grand public de découvrir toute l'importance du rôle de l'IRSN et l'étendue de ses capacités scientifiques et opérationnelles.

••• À l'occasion de la visite des ministres français chargés de l'environnement et de l'industrie au centre technique de crise de l'IRSN, une conférence de presse a été organisée le 17 mars 2011, avec les ministres précédemment nommés et Agnès Buzyn, présidente du conseil d'administration de l'IRSN.



.....

Un chiffre suffit à rendre compte de la demande d'informations du public au cours des semaines qui ont suivi l'accident de la centrale de Fukushima-Daiichi : avec plus de deux millions de consultations, le nombre de connexions enregistrées dans la seule semaine du 20 au 26 mars 2011 sur www.irsn.fr a dépassé de près de cinq fois le nombre total de connexions enregistrées pendant toute l'année 2010. Pour répondre dans toute la mesure du possible aux interrogations tant des autorités que des citoyens, l'IRSN a publié sur son site des bulletins quotidiens traçant l'évolution de l'état des réacteurs endommagés, des cartes montrant le déplacement des masses d'air contaminées, des synthèses des données collectées par « le réseau » de balises de mesure de la radioactivité en France et au Japon, etc. L'IRSN a, dans le même temps, répondu à plus de 1400 demandes de la presse ; cette forte exposition médiatique a contribué à faire comprendre au grand public le rôle de l'organisme technique français de sûreté nucléaire et de radioprotection ainsi que ses capacités scientifiques et opérationnelles. Les Français n'ont manifestement pas été les seuls à mieux connaître l'IRSN, comme en témoigne la nette augmentation, au cours de l'année 2011, des demandes d'informations émanant de la presse étrangère.

■ Évaluations complémentaires de sûreté : l'IRSN publie son rapport d'analyse

Le 17 novembre 2011 a été présenté le rapport d'expertise remis par l'IRSN à l'ASN et aux membres des groupes permanents d'experts relatifs aux rapports d'évaluations complémentaires de sûreté (ECS) réalisés par les exploitants nucléaires. Après la conférence de presse organisée à cet effet, l'IRSN a mis en ligne une note d'information intitulée *Analyse et conclusions de l'IRSN* à l'issue de l'expertise des rapports d'évaluations complémentaires de sûreté

(ECS) transmis à l'ASN par les exploitants, à la suite de l'accident de Fukushima, ainsi que l'intégralité de son rapport intitulé *Évaluations complémentaires de sûreté post-Fukushima: comportement des installations nucléaires françaises en cas de situations extrêmes et pertinence des propositions d'amélioration*. L'IRSN y explique sa méthode d'évaluation et les attendus sur lesquels il fonde ses recommandations quant à l'adoption d'exigences supplémentaires de sûreté destinées à garantir la pérennité des fonctions vitales des installations nucléaires en cas d'événement, exceptionnel mais néanmoins envisageable. Parallèlement à ces travaux spécifiques, l'Institut a poursuivi, en 2011, la mise en ligne de rapports relatifs à la sûreté des réacteurs, à la surveillance de l'environnement et au suivi des travailleurs.

 www.irsn.fr

■ Repères : mission accomplie

Se fondant sur les résultats d'une enquête de lectorat réalisée en fin d'année 2010, qui montrait que le magazine *Repères* remplissait sa mission d'information des professionnels de santé comme de sûreté nucléaire, l'IRSN a poursuivi la publication trimestrielle de son support d'information. Les quatre numéros publiés en 2011 ont respectivement traité de l'exposition au radon, de la contribution du réseau ETSON aux progrès de la sûreté et de la radioprotection, de la radioprotection pédiatrique et, enfin, de l'élaboration des normes de radioprotection françaises à partir des recommandations en vigueur au plan international. L'IRSN a préparé, en 2011, quelques évolutions du magazine, qui seront introduites à partir de 2012.

■ Événements : moments privilégiés de dialogue avec le public et les professionnels

Fort de l'intérêt du public pour les événements qu'il organise, l'IRSN a reconduit ses différentes manifestations itinérantes, comme *Nucléaire et société*, exposition organisée en partenariat avec l'ASN, qui a pris ses quartiers à Chambéry (Savoie), début 2011, *La robe et le nuage*, exposition qui a accueilli plus de 1000 personnes à Nantes (Loire-Atlantique), de juin à septembre, ou encore *Gafforisk*, exposition destinée à sensibiliser en priorité les jeunes au risque nucléaire, à l'occasion des exercices de crise menés en 2011. L'Institut a également participé à la Fête de la science, organisée le 19 septembre sur le site de Saclay (Essonne) en collaboration avec le CEA, et ouvert au public les portes de sa station expérimentale de Tournemire (Aveyron) le 19 juin, répondant dans la journée aux questions de plus de 800 personnes. Temps fort de l'année en matière de manifestations organisées à l'intention des professionnels, le forum EUROSAFE, tenu les 8 et 9 novembre 2011, à Paris, a battu un record d'affluence avec près de 500 participants venus de 43 pays afin d'échanger leurs points

de vue sur le thème «Sûreté nucléaire: nouveaux défis, retour d'expérience et attentes sociétales». À cette occasion, un séminaire consacré à la centrale de Fukushima-Daiichi a présenté un état des lieux technique des connaissances sur le déroulement de l'accident du 11 mars 2011 et en a tiré des leçons, tant pour la gestion de crise que pour les futurs programmes de recherche du réseau ETSON. Enfin, l'IRSN a organisé des congrès et colloques tels que «L'ergonomie à la croisée des risques», en partenariat avec la Société d'ergonomie de langue française, ou le colloque accompagnant l'inauguration, le 14 décembre, de la boucle expérimentale Viktoria, à Levice (Slovaquie), et participé à des salons professionnels comme Nuclear 2011, à Shenzhen (Chine).

BAROMÈTRE IRSN

LA CRISE ÉCONOMIQUE ET L'ACCIDENT DE FUKUSHIMA PÈSENT SUR LES PRÉOCCUPATIONS DES FRANÇAIS

Comme chaque année depuis 1988, le Baromètre IRSN sur la perception des risques et de la sécurité analyse l'évolution de l'opinion des Français au sujet des risques nucléaires et radiologiques comparés à d'autres types de risques ou préoccupations. L'enquête menée dans ce cadre est constituée d'un socle de questions stable complété de questions liées à l'actualité. L'analyse des résultats de l'enquête menée au mois d'octobre 2011 montre l'incidence de l'accident de Fukushima-Daiichi sur la confiance des Français dans le dispositif national de sécurité nucléaire. Dans le contexte général de crise économique, le Baromètre IRSN confirme, sans surprise, que les préoccupations majeures des Français concernent les risques socio-économiques. Leurs inquiétudes quant à la qualité de leur environnement apparaissent ainsi en retrait, même si l'analyse montre qu'elles demeurent bien présentes. S'agissant plus particulièrement du secteur nucléaire, quelques mois après l'accident de Fukushima-Daiichi, la montée attendue des craintes relatives aux risques nucléaires est confirmée, alors que le Gouvernement avait commandé un audit général de sûreté des installations nucléaires françaises au regard des risques associés à d'éventuels événements naturels extrêmes, dont les résultats ne sont pas encore connus à ce moment de l'enquête. 90 % des sondés estiment ainsi que les exploitants de sites nucléaires doivent protéger leurs installations «de tous les risques, même ceux jugés très improbables». Une autre tendance constatée est le renforcement de l'exigence du public en matière de transparence et de pluralisme de l'expertise: en cas de crise, 60 % des personnes interrogées jugent important d'être informées dans le détail, au fur et à mesure du déroulement de la crise, et plus de 80 % souhaitent ainsi que l'évaluation de la sûreté des installations nucléaires françaises soit menée avec la participation des parties prenantes et des experts internationaux. Dans le même esprit, ils souhaitent que les experts donnent davantage accès à leurs rapports et avis. À cet égard, la décision de rendre public – à la demande du Gouvernement – le rapport d'expertise des évaluations complémentaires de sûreté établi par l'IRSN, dès sa remise à l'ASN, apparaît particulièrement en phase avec cette attente de la société et contribue à crédibiliser les actions engagées par l'État pour conforter la sûreté nucléaire.

DIFFUSION DE LA CULTURE DE SÛRETÉ ET DE RADIOPROTECTION

UNE ÉVOLUTION CONTRASTÉE DES DEMANDES DE FORMATION

En 2011, tandis que se poursuivait le ralentissement de la demande de formations réglementaires à la radioprotection et de celle de certaines catégories de professionnels de santé ou de l'industrie, le nombre de candidats au certificat d'aptitude à la manipulation d'appareils de radiologie industrielle continuait de progresser. Une situation contrastée, partiellement imputable, d'un côté, au poids des contraintes budgétaires liées à la crise économique actuelle et, de l'autre, semble-t-il, à un renforcement des contrôles radiologiques et au développement des techniques de contrôle non destructif, dont la radiologie industrielle. L'année a été également marquée par la montée en régime des formations à la sûreté nucléaire dispensées dans le cadre de l'ENSTTI.

.....

Dans le cadre de sa mission relative à la protection des personnes professionnellement exposées aux rayonnements ionisants, l'IRSN continue de dispenser des formations en radioprotection destinées aux publics des secteurs de la santé, de l'industrie et de la recherche. Il propose également des formations en sûreté nucléaire, ainsi qu'en surveillance et contrôle des matières nucléaires. Si on observe la poursuite du tassement des demandes de formation à la radioprotection des patients pour les personnels de santé, on a vu une progression significative de l'activité de formation à la radioprotection pour les personnels de l'industrie (hors installations nucléaires). En effet, leur part est passée de 13 % à 30 % de l'effectif total annuel de stagiaires formés par l'IRSN (2 010 stagiaires pour l'année 2011).

Les formations à la radioprotection des patients ont essentiellement concerné les personnels utilisant des matériels de radiologie dans les blocs opératoires des établissements de soins, les personnels des services d'imagerie et de radiothérapie ayant été largement formés depuis 2010.

Quoi qu'il en soit, l'IRSN constate que les contraintes budgétaires conduisent certains organismes ou entreprises à réduire l'investissement consacré à la formation de leurs salariés. Dans ce contexte, l'IRSN s'est efforcé de maintenir son activité de formation au service du milieu médical. Au moyen de publipostage et de participations à diverses manifestations professionnelles, il a ainsi mieux fait connaître son offre de formations, sur un marché hautement concurrentiel. L'exception, dans ce paysage atone, est l'activité de formation des personnes compétentes en radioprotection (PCR) portée par une demande toujours très soutenue. Le code du travail rend en effet obligatoire la présence d'une PCR dans tous les établissements dont le personnel est susceptible d'être soumis à un risque d'exposition, du fait de la présence ou de l'utilisation de sources de rayonnements ionisants. La reprise, en 2011, des formations de renouvellement

1 810

PERSONNES
ONT BÉNÉFICIÉ
DES FORMATIONS DE L'IRSN.
(2 153 EN 2010)

(tous les cinq ans) des attestations est venue s'ajouter aux formations initiales pour lesquelles une session supplémentaire a dû être organisée en cours d'année pour répondre aux besoins.

■ Progression confirmée de l'activité liée au Camari

2011 a vu croître le nombre de candidats au certificat d'aptitude à la manipulation d'appareils de radiologie industrielle (Camari), qui s'est élevé à 714 en 2011 contre 664 l'année précédente. Parmi eux, 401 ont passé l'épreuve écrite du certificat en 2011, contre 375 en 2010 et 313 l'épreuve orale, contre 289 en 2010. Cette progression du nombre de candidats a conduit l'IRSN à multiplier le nombre de sessions d'examen avec deux sessions d'épreuves écrites et quatre d'épreuves orales par mois. À l'étranger, l'IRSN a réalisé, au Maroc, au mois de décembre, une nouvelle session d'épreuves orales du Camari pour les cinq candidats qui avaient réussi l'épreuve écrite en 2010. Ce partenariat local avec l'Association marocaine du soudage et des appareils à pression (AMS-AP) permet, d'une part, d'éviter le déplacement en France des candidats marocains aux épreuves et, d'autre part, au Centre national marocain de l'énergie, des sciences et des techniques nucléaires (Cnesten), à l'AMS-AP et aux autorités marocaines concernées de bénéficier de l'expertise de l'IRSN en vue de la mise en place d'un système de radioprotection en radiographie industrielle.

■ Nouvelle session de formation à la sûreté nucléaire organisée par l'ENSTTI

Après une première session, qui s'était déroulée de juillet à septembre 2010 en Allemagne, puis en France, l'Institut européen de formation et de tutorat



•→ L'IRSN a organisé de nouvelles formations réglementaires destinées aux personnes compétentes en radioprotection (PCR).

351

CERTIFICATS CAMARI DÉLIVRÉS.
(341 EN 2010)

•→ L'ENSTTI offre des formations destinées à enseigner les savoir-faire européens de recherche et d'expertise en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection.



en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection (ENSTTI) a organisé, pendant l'été 2011, à Munich, une session de formation qui a rencontré un vif succès auprès des 15 participants provenant d'organismes de sûreté européens et internationaux ainsi que du secteur industriel. Les participants à cette deuxième session de quatre semaines de cours approfondis – en particulier les stagiaires issus du monde industriel – ont apprécié, notamment, les visites techniques et la qualité des intervenants. Rappelons, à cet égard, que l'originalité de l'ENSTTI repose sur une offre de formations courtes appliquées et de stages longs de tutorat destinés à enseigner les savoir-faire européens de recherche et d'expertise en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection en s'appuyant sur les compétences et les ressources des différents TSO membres ou partenaires de l'ENSTTI. Ce dernier possède, depuis le mois de mars 2011, le statut de groupement européen d'intérêt économique (GEIE) réunissant l'IRSN et deux autres TSO européens – GRS (Allemagne) et LEI (Lituanie) – soutenu par le réseau ETSON des TSO européens.

03 /



FONTENAY-AUX-ROSES – HAUTS-DE-SEINE

(18 décembre)

**LE PREMIER MINISTRE FRANÇOIS FILLON
INAUGURE LE SIMULATEUR D'ÉTUDE
SOFIA, EN PRÉSENCE DE NATHALIE
KOSCIUSKO-MORIZET, MINISTRE EN
CHARGE DE L'ÉCOLOGIE, ET D'ÉRIC BESSON,
MINISTRE EN CHARGE DE L'ÉNERGIE.
LE PREMIER MINISTRE A ÉGALEMENT VISITÉ
LE CENTRE TECHNIQUE DE CRISE DE L'IRSN.**

SÛRETÉ.....	P.38
À PROPOS DE LA DÉFENSE.....	P.52
SÉCURITÉ ET NON-PROLIFÉRATION	P.58
RADIOPROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET DE L'HOMME	P.64
CRISE ET SITUATIONS POSTACCIDENTELLES.....	P.76

ACTIVITÉS

SÛRETÉ

GÉRER À LA FOIS L'URGENCE ET LE QUOTIDIEN

Si le second semestre 2011 a vu la mobilisation de plus d'une centaine d'experts de l'IRSN pour l'analyse des rapports d'évaluation complémentaire de sûreté établis par les exploitants d'installations nucléaires en France, l'Institut n'en a pas moins assuré tout au long de l'année, en parallèle, ses missions habituelles d'évaluation de la sûreté du parc électronucléaire d'EDF, des installations du cycle du combustible et des installations de recherche. Afin de fonder ces expertises et celles des installations futures, comme les réacteurs de quatrième génération, sur des connaissances scientifiques et techniques à l'état de l'art, l'IRSN a maintenu son effort de recherche dans des domaines clés pour la sûreté des installations nucléaires comme la prévention des incendies ou la phénoménologie des accidents majeurs. L'Institut a, par ailleurs, répondu à de nombreuses demandes d'évaluation de sûreté à l'international, notamment de la part de pays disposant d'un programme à l'électronucléaire tels que les Émirats arabes unis. Il a, enfin, poursuivi son appui technique en matière de sûreté pour les activités de défense.

SÛRETÉ DES INSTALLATIONS EXISTANTES

SUIVI DES RÉACTEURS

L'IRSN évalue la sûreté des réacteurs nucléaires en exploitation, en construction et en déconstruction, en appui à l'Autorité de sûreté nucléaire.

■ Incidents d'accumulation de colmatants dans les réacteurs à eau sous pression

Plusieurs événements notables, survenus sur le parc en 2009, ont conduit l'IRSN à s'interroger sur les arrivées massives de colmatants, tels que des débris végétaux, en amont des filtres placés sur l'approvisionnement en eau de refroidissement des réacteurs. L'analyse de l'Institut s'est appuyée sur le retour d'expérience des événements significatifs pour la sûreté liés aux arrivées massives de colmatants, déclarés par EDF sur la période 1979-2009. Elle a fait ressortir la grande variété de colmatants, la variabilité de la fréquence d'apparition du phénomène selon les sites, et la diversité des effets sur les équipements selon le type de colmatants. L'IRSN a conclu à la nécessité de traiter ce phénomène par une démarche similaire à celle actuellement appliquée pour les agressions externes.

■ Retour d'expérience de l'exploitation des réacteurs de 2006 à 2008

En janvier 2011, l'IRSN a présenté au groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires son analyse du retour d'expérience de l'exploitation des réacteurs à eau sous pression pendant la période 2006-2008. Un tel examen est réalisé tous les trois ans dans le cadre d'une démarche visant à l'amélioration continue de la sûreté. Les sujets suivants ont notamment donné lieu à des recommandations de l'IRSN : la gestion des dispositifs et modifications temporaires des installations, la vérification des performances des matériels après intervention, les travaux de maintenance conduisant à rendre indisponibles des matériels importants pour la sûreté, et les dégradations des générateurs de vapeur.

11

INSTRUCTIONS TECHNIQUES EN SUPPORT
DES RÉUNIONS DES GROUPES PERMANENTS
OU COMMISSIONS D'EXPERTS RÉACTEURS, USINES
ET DÉCHETS. (12 EN 2010)



•→ L'IRSN a réalisé des études pour apprécier l'efficacité d'un épaississement du radier actuel pour les réacteurs de la centrale de Fessenheim (Haut-Rhin).

En vue de cette réunion du groupe permanent, l'IRSN a réalisé des bilans relatifs au retour d'exploitation dans les domaines de la sûreté, de la radioprotection et de l'environnement ainsi qu'aux démarches d'EDF pour obtenir un état exemplaire des installations et à réduire le nombre d'arrêts automatiques des réacteurs. Ces bilans ont également donné lieu à des recommandations.

■ **Projet d'épaississement du radier de Fessenheim**

En 2011, l'IRSN a réalisé des études visant à lui permettre de donner, en 2012, un avis sur l'efficacité des dispositions proposées par EDF pour renforcer le radier actuel au niveau du puits de cuve des réacteurs 1 et 2 de Fessenheim (Haut-Rhin). Ces dispositions consisteraient à ajouter sous chaque cuve une couche de béton supplémentaire pour répondre à la décision de l'ASN du 4 juillet 2011 qui impose un renforcement du radier de Fessenheim 1 avant le 30 juin 2013 « afin d'augmenter très fortement sa résistance au corium en cas d'accident grave avec percement de la cuve ». Les experts en matière de génie civil et de radioprotection de l'IRSN apportent leur contribution à l'évaluation.

L'Institut a examiné l'intérêt d'autres options que celles proposées par EDF (nature du béton, méthode de refroidissement, etc.), à l'aide du logiciel d'interaction corium-béton MEDICIS, développé par l'Institut et dont la validation repose sur les enseignements de programmes expérimentaux nationaux et internationaux.

■ **Anomalies génériques affectant les réacteurs de 900 MWe**

L'IRSN a étudié en 2011 les propositions faites par EDF pour corriger deux anomalies génériques affectant les réacteurs de 900 MWe. La première, constatée par

LA PAROLE À...



YANN RICHEL,

chercheur au service d'étude de criticité, IRSN

« Depuis une dizaine d'années, les mathématiques appliquées sont de plus en plus utilisées à l'IRSN pour compléter les approches traditionnelles de sûreté, tout particulièrement dans les domaines de l'expertise de sûreté et de la gestion de crise.

Dans une situation telle que l'accident de Fukushima-Daiichi, les outils et modèles numériques apportent des éléments supplémentaires d'aide à la décision en intégrant les incertitudes sur les données disponibles. Dans l'évaluation de la sûreté des installations, les modèles statistiques sont utiles pour quantifier les risques de défaillance et les marges de sûreté.

Les outils mathématiques développés par l'IRSN aident les experts à répondre à des problèmes scientifiques interdépendants et complexes, permettant ainsi d'appréhender de façon globale des questions de sûreté traitées habituellement de manière indépendante. Les mathématiques appliquées contribuent ainsi à l'élaboration d'une démarche de sûreté transverse et cohérente. La maîtrise de ces outils constitue un enjeu pour l'exercice des missions de l'IRSN ; c'est pourquoi l'Institut s'y investit activement, en collaboration avec ses partenaires académiques et industriels. »



••• En 2011, l'IRSN s'est impliqué dans le suivi du chantier du réacteur de Flamanville 3 (Manche).

EDF en février 2011, concerne l'usure prématurée de certains coussinets de bielle de 26 moteurs Diesel des groupes électrogènes de secours et d'ultime secours de ces réacteurs. L'IRSN a transmis à l'ASN un avis sur ce sujet et a poursuivi, durant l'année, son évaluation du problème générique de sûreté posé par la défiabilisation des groupes électrogènes, sur la base des résultats des actions engagées sur les sites.

La seconde, déclarée par EDF au début de 2011, est relative aux incertitudes de mesures associées au réglage du débit d'injection de sécurité à haute pression (RIS HP) vers les trois tuyauteries principales du circuit primaire. En effet, il est apparu que la précision de l'instrumentation utilisée était insuffisante pour ce réglage et ne permettait pas de garantir le respect des critères de sûreté en cas de brèche dans le circuit primaire. Dans son avis en date de juillet 2011, l'IRSN a recommandé que l'équilibrage des débits d'injection RIS HP soit vérifié lors des prochains arrêts de tous les réacteurs de 900 MWe.

 www.irsnn.fr

■ EPR : une année riche en expertises

En 2011, l'IRSN a poursuivi l'expertise de la conception détaillée du réacteur EPR de Flamanville 3 (Manche) et de ses principes d'exploitation tout en s'impliquant dans le suivi du chantier.

L'IRSN a conclu au caractère acceptable de la démonstration, apportée par EDF, de la conformité au cahier des charges initial du système d'automatisme de sûreté utilisé pour la conduite du réacteur après les phases initiales de l'accident ; la présentation de ces conclusions devant le groupe permanent chargé des réacteurs a conclu plusieurs années d'instruction sur l'architecture du contrôle-commande de l'EPR et des plates-formes mises en œuvre.

En outre, l'IRSN a examiné l'ensemble des systèmes participant à la fonction de confinement des produits radioactifs. L'avis de l'Institut recommande notamment d'examiner les possibilités de contrôler et de filtrer les rejets éventuels en cas d'accident dans les bâtiments périphériques au bâtiment du réacteur.

De son examen d'une version de travail du rapport de sûreté de Flamanville 3, remise par EDF fin

2010, l'IRSN a conclu à la nécessité de compléter la démonstration de sûreté. Par ailleurs, l'IRSN devra se prononcer sur la sûreté de l'installation, telle qu'elle a été construite. Il doit donc, en parallèle de l'expertise de la conception détaillée, s'assurer que la construction est conforme aux règles de l'art. L'IRSN a maintenu en 2011 sa forte participation au programme d'inspections mis en place par l'Autorité de sûreté nucléaire. Les opérations de bétonnage de l'enceinte interne, des voiles des piscines du bâtiment du réacteur et du bâtiment d'entreposage du combustible, ainsi que les opérations de soudage des baches, importantes pour la sûreté, ont fait l'objet d'une attention particulière. Enfin, l'IRSN s'est prononcé sur l'étude d'impact et le rapport préliminaire de sûreté soumis par EDF à l'ASN dans le cadre d'une demande d'autorisation de création d'un réacteur EPR sur le site de Penly (Seine-Maritime). Dans ses avis, l'IRSN a mis en évidence de nombreuses insuffisances dans ces deux dossiers.

 www.irsnn.fr

■ Soutien à la démarche de sûreté ukrainienne

En juin 2011, des experts de l'IRSN ont présenté à l'autorité de sûreté ukrainienne (SNRIU) les conclusions de leur examen des rapports de sûreté et de leur évaluation des améliorations de sûreté des réacteurs VVER ukrainiens en exploitation en Ukraine. Ces travaux, démarrés en 2007, ont été financés par la Commission européenne dans le cadre de ses programmes d'assistance, et réalisés en collaboration avec des experts de la GRS au sein du GEIE Riskaudit. Par ailleurs, trois actions significatives ont été confiées à l'Institut :

- définir les exigences réglementaires associées au développement d'un projet de construction d'un réacteur de recherche ;
- fournir un avis définitif sur la mise à jour du programme global de modernisation des centrales ukrainiennes VVER, qui tiennent compte des recommandations de l'AIEA et des actions post-Fukushima envisagées par l'exploitant ;
- conseiller le SNRIU sur les options de sûreté à retenir pour un futur réacteur de puissance.

■ Évaluation de la stratégie d'EDF pour la déconstruction des centrales nucléaires

Afin de répondre aux demandes de l'Autorité de sûreté nucléaire formulées en 2004, EDF a transmis en 2009 une mise à jour du dossier présentant sa stratégie de déconstruction des centrales nucléaires de première génération. Au terme de son évaluation, l'IRSN a relevé que, bien que la stratégie présentée soit convenable, les échéanciers de démantèlement des réacteurs de la filière uranium naturel graphite gaz (UNGG) avaient subi des reports importants en raison de l'échec du processus de recherche d'un site

593

AVIS TECHNIQUES TRANSMIS À L'ASN (HORS ACTIVITÉS INTÉRESSANT LA DÉFENSE).
(658 EN 2010)

pour la création d'un stockage de déchets de graphite. Compte tenu de l'absence de visibilité concernant la date de création d'un tel stockage, l'IRSN recommande qu'EDF transmette une mise à jour de ce dossier pour présenter les options garantissant le

LA PAROLE À...



JOËL GARRON,

spécialiste en facteur organisationnel et humain, service d'étude des facteurs humains, IRSN

« L'IRSN a été sollicité par l'exploitant finlandais Fortum dans le cadre de son projet de modernisation de la salle de commande de la centrale nucléaire de Loviisa. Pour cette prestation, nous avons collaboré avec GRS.

La mission a consisté à analyser l'exhaustivité et la pertinence des normes internationales citées en référence du document de conception rédigé par Fortum. L'IRSN a examiné plus particulièrement les normes concernant l'aménagement des espaces, les postes de travail, les interfaces homme-machine, la prise en compte de l'utilisateur dans le processus de conception ou encore la validation sur maquette.

Cette mission visait également à enrichir les normes retenues, à partir du retour d'expérience des expertises menées par l'IRSN sur le parc français, et notamment sur les réacteurs de 1450 MWe et EPR. Cette prestation pour un exploitant étranger, qui constituait une première pour nous dans le domaine des facteurs humains, sera certainement suivie d'une deuxième phase destinée à s'assurer de la cohérence entre les normes retenues et les choix de conception. »

LA PAROLE À...



VÉRONIQUE ROUYER,

directrice adjointe chargée des projets scientifiques et techniques, direction de la stratégie, des développements et des partenariats, IRSN

« L'année 2011 a été marquée par l'achèvement des principaux travaux de rénovation du réacteur CABRI, et notamment par la résolution des problèmes techniques complexes soulevés par la tenue du réacteur au séisme et la mise en conformité du pont roulant. L'installation est entrée maintenant dans la phase d'essais préalable à son démarrage, déterminante pour le projet de rénovation. En parallèle, l'année 2011 a vu la concrétisation des discussions menées avec le CEA, maître d'ouvrage du projet de rénovation, pour définir plus clairement les responsabilités et engagements de chacun dans la bonne réalisation des travaux. En effet, ce réacteur d'essais est exploité par le CEA, et l'IRSN est en charge des programmes de recherche menés dans ce réacteur, qui concernent le comportement du combustible nucléaire en situation accidentelle. Aussi, l'IRSN a signé avec le CEA, le 7 octobre 2011, un nouveau contrat pour encadrer la fin des travaux de rénovation. Ce contrat fixe notamment un coût maximal et un délai d'au plus 24 mois entre l'instant où le cœur du réacteur pourra être chargé et l'envoi de la demande d'autorisation pour la réalisation des essais expérimentaux programmés dans le cadre du projet international CABRI-CIP ; l'autorisation correspondante, qui relève de l'Autorité de sûreté nucléaire, signifiera que l'installation est pleinement opérationnelle. »

démantèlement des installations selon l'échéancier prévu. Cette mise à jour devra également présenter les éléments justifiant le caractère acceptable des échéances retenues, eu égard à la sûreté des installations en attente de déconstruction.

■ Évaluations complémentaires de sûreté post-Fukushima

La catastrophe qui a touché le Japon le 11 mars 2011 et les événements survenus à la centrale de Fukushima-Daiichi ont conduit le Premier ministre à demander, le 23 mars, « un audit » des installations nucléaires

françaises. Le 25 mars, une déclaration du Conseil européen imposait la réalisation de « stress-tests » sur l'ensemble des réacteurs électrogènes d'Europe (cf. encadré p. 43). L'IRSN s'est largement impliqué tout au long de l'année dans ces deux actions.

Bien que les mois de mars et avril 2011 aient été principalement dédiés à la gestion de la crise, à l'information des pouvoirs publics et des médias, l'IRSN a été rapidement sollicité par l'ASN pour contribuer à la rédaction du cahier des charges des stress-tests européens, cahier des charges qui a également servi de canevas aux évaluations complémentaires de sûreté (ECS) réalisées en France. Les ECS ont pour objet d'évaluer le comportement des installations dans des situations extrêmes d'origine naturelle, et en cas de perte totale de sources de refroidissement ou d'alimentation électrique de longue durée pouvant affecter plusieurs installations d'un même site. Elles ont également pour objet d'évaluer la disponibilité de l'organisation et des moyens de gestion de crise dans ces situations. Pour mener ces travaux, l'IRSN a mis en place, dès le début du mois d'avril, une organisation rassemblant l'ensemble de ses directions opérationnelles, et assurant une vision transverse dans des domaines aussi variés que la caractérisation et l'impact des agressions, la gestion des situations de perte de fonctions de sûreté et la gestion des accidents graves et des situations de crise.

Cette organisation avait deux objectifs prioritaires :

- organiser les travaux de l'IRSN associés aux ECS et aux « stress-tests » ;
- mettre en place une structure adaptée pour mieux comprendre le déroulement de l'accident et ses causes, ces travaux pouvant conduire, si nécessaire, à faire évoluer la démarche de sûreté française.

Un groupe de travail « post-Fukushima » a été constitué ainsi que six sous-groupes, chacun en charge de sujets relevant directement du retour d'expérience de l'accident.

L'approche imposée dans les ECS consiste à considérer que des situations accidentelles graves sont possibles du fait d'une agression externe naturelle ou que, indépendamment de toute agression, elles peuvent présenter des caractéristiques (durée, nombre d'installations concernées, etc.) dépassant les exigences du référentiel actuel. À cette fin, les ECS doivent permettre d'identifier les fonctions de sûreté qui doivent être assurées dans les situations considérées (séisme, inondation, perte de sources de refroidissement, perte de sources électriques et accident grave) pour éviter la survenue de situations redoutées (fusion du cœur, dénoyage des assemblages entreposés dans une piscine, rejets importants, etc.). Cette démarche est menée dans l'objectif d'éviter des conséquences graves pour l'environnement et les populations pour une agression ou une situation accidentelle au-delà du référentiel. Dès le mois de

INSTALLATIONS PRIORITAIRES

2011 2012

Réacteur de puissance

Réacteur de puissance en déconstruction

Réacteur de recherche

Installation nucléaire de base

RISQUE SISMIQUE

Très faible
Faible
Modéré
Moyen

•—• Au titre des ECS, 79 installations civiles ont été examinées en 2011. Les exploitants des 24 autres devront remettre leur rapport le 15 septembre 2012 au plus tard.



Source : IRSN 2011

EN SAVOIR PLUS

LES « STRESS-TESTS » EUROPÉENS

Les 24 et 25 mars, le Conseil européen a demandé aux États membres de réaliser des « stress-tests » sur leurs installations nucléaires. Les « stress-tests » sont définis comme une réévaluation ciblée des marges des centrales nucléaires, à la lumière des événements qui ont eu lieu à Fukushima-Daiichi. Les scénarios considérés incluent les situations accidentelles pouvant survenir, éventuellement de façon simultanée, dans les réacteurs et dans les piscines d'entreposage du combustible usé d'un même site. Il appartient aux exploitants d'effectuer les réévaluations, et aux autorités de sûreté de se prononcer sur ces dernières. Le 15 septembre, l'ensemble des pays ont transmis à la Commission des rapports intermédiaires, concernant principalement la description des méthodes mises en œuvre par les exploitants pour réaliser les « stress-tests ». Le 9 décembre, une synthèse a été présentée au Conseil européen. Le 31 décembre, les rapports nationaux établis par les autorités de sûreté nationales, sur la base des rapports des exploitants et de l'analyse qui en a été faite, ont été remis à l'ENSREG (European Nuclear Safety Regulators Group). Ces rapports ont été examinés par des équipes d'évaluation lors de revues (peer reviews) européennes. Celles-ci se sont déroulées de janvier à avril 2012, et ont conduit à l'émission d'un rapport ENSREG, qui servira de base aux décisions du Conseil européen, prévu en juin 2012. La Commission européenne a toutefois demandé des investigations complémentaires d'ici novembre 2012. De plus, l'ENSREG mettra en place un plan d'action visant à la fois à suivre la prise en compte des recommandations émanant de la peer review et à couvrir certaines actions complémentaires.

mai, le groupe de travail s'est attaché à définir les éléments attendus dans les rapports des exploitants; ces travaux ont permis de préparer, en amont de la réception des dossiers présentant les démarches des exploitants, transmis le 1^{er} juin, la première étape de l'audit, à savoir l'analyse de la démarche mise en œuvre par les exploitants pour répondre au cahier des charges de l'ASN. Celle-ci a été présentée aux groupes permanents d'experts, pour les réacteurs et pour les laboratoires et usines, le 6 juillet 2011. Cette analyse a été suivie, avant la réception des dossiers des exploitants, par différentes études de préparation à leur analyse: études concernant le caractère « plausible » des séismes pour chaque site, recensement des dispositions de protection à l'égard des inondations, identification des écarts de conformité d'intérêt sur les réacteurs à eau sous pression, identification des matériels et systèmes utilisés dans les situations de perte totale des sources, éléments relatifs au déroulement d'un accident grave et risques induits par l'environnement industriel, etc. À partir de la réception des dossiers des exploitants, le 15 septembre, l'IRSN a travaillé par thématiques transverses: analyses relatives aux incendies, explosions, gestion des situations accidentelles, tenue mécanique des équipements et des structures, etc. L'ensemble de ces travaux a conduit à la rédaction d'un rapport dont les conclusions ont été présentées aux groupes permanents d'experts les 8, 9, et 10 novembre 2011. Trois grands constats ont été dégagés:

- quelques installations nucléaires présentent des écarts de conformité aux exigences de sûreté qui leur sont applicables. Des actions correctives sont en cours et seront accélérées;
- les évolutions des connaissances doivent conduire à réexaminer certaines exigences de manière anticipée. C'est particulièrement le cas de la prise en

03 / ACTIVITÉS / SÛRETÉ

GÉRER À LA FOIS L'URGENCE ET LE QUOTIDIEN

compte des séismes, pour lesquels les connaissances ont beaucoup progressé ces dernières années;

- la question du comportement des installations nucléaires en cas de phénomènes naturels extrêmes se pose.

Face à des scénarios exceptionnels, mais néanmoins envisageables, l'IRSN a recommandé l'adoption d'un « noyau dur ». Ce « noyau dur », qui regroupe un certain nombre de structures, systèmes et composants, répondrait à des exigences de sûreté renforcées. Il garantirait la pérennité des fonctions vitales des installations nucléaires le temps que des moyens externes au site puissent intervenir. Cet important travail d'analyse a été réalisé dans un délai très court, à la fois par les exploitants d'installations nucléaires (EDF, CEA et Areva, notamment) et par l'IRSN, qui a mobilisé sur ce sujet une centaine de ses experts pendant plusieurs mois.

 www.irsn.fr

SUIVI DES INSTALLATIONS DU CYCLE DU COMBUSTIBLE ET DES RÉACTEURS D'EXPÉRIMENTATION

L'expertise menée par l'IRSN vise à évaluer la sûreté des installations du cycle du combustible et des réacteurs d'expérimentation.

■ Sûreté des réacteurs de recherche ÉOLE et MINERVE

En 2011, l'IRSN a présenté au groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires son évaluation de la sûreté des réacteurs d'expérimentation ÉOLE et MINERVE, exploités par le CEA, sur le centre de Cadarache (Bouches-du-Rhône). Réalisée sur la base du dossier de réexamen de sûreté de ces réacteurs, cette évaluation a confirmé que l'exploitation de ces derniers pouvait être poursuivie, compte tenu de leurs caractéristiques et des spécifications d'exploitation en vigueur, notamment les vérifications à faire avant chaque expérimentation.

Dans le même cadre, l'IRSN a examiné la maîtrise des risques de criticité dans les entreposages et lors des transferts de matières fissiles mises en œuvre dans ces deux réacteurs. Les remarques formulées par l'IRSN au cours de l'instruction ont conduit le CEA à redéfinir son référentiel de criticité. Le CEA s'est, en outre, engagé à améliorer la fiabilité des ponts roulants de l'installation utilisés pour ces transferts. Enfin, l'analyse par l'IRSN de la tenue de l'installation au séisme a fait apparaître des besoins de renforcement des structures. Ce renforcement devrait être réalisé par le CEA en 2012.

■ Mise en service de l'installation MAGENTA

L'IRSN a examiné le rapport de sûreté, les règles générales d'exploitation, le plan de démantèlement et le programme des essais intéressant la sûreté, présen-



•• Le réacteur ÉOLE (comme le réacteur MINERVE) sert essentiellement aux études neutroniques des réseaux de combustibles thermiques.

LA PAROLE À...



ÉLODIE CAHEN,

ingénieur en charge de l'expertise de l'installation du réacteur Jules-Horowitz, IRSN

« Le réacteur Jules-Horowitz, en cours de construction sur le centre CEA de Cadarache, est destiné à la recherche sur le comportement des combustibles et des matériaux, ainsi qu'à la production de radioéléments pour la médecine nucléaire. L'évaluation de la sûreté du réacteur s'appuie sur l'examen de sa conception détaillée et le suivi de sa qualité de réalisation. En 2011, outre la participation à trois inspections pilotées par l'ASN, l'Institut a examiné les dossiers de conception/dimensionnement de l'enceinte de confinement et de la piscine du réacteur. Sur la base de l'expertise de l'IRSN et des engagements pris par le CEA au cours de l'instruction, les points d'arrêt associés à ces ouvrages et prescrits par l'ASN ont pu être levés, ce qui a permis au CEA d'engager leur construction.

En particulier, les réserves que l'IRSN a formulées sur la représentativité du chargement induit par un accident explosif de type Borax retenu pour dimensionner la piscine du réacteur ont amené le CEA à modifier la conception des mécanismes de contrôle de la réactivité, et à envisager la possibilité d'installer des absorbeurs de chocs en périphérie de la piscine. »

tés par le CEA, en vue de la mise en service de l'installation MAGENTA. Cette installation – implantée sur le site de Cadarache (Bouches-du-Rhône) du CEA –, est destinée à l'entreposage et à la caractérisation de matières fissiles non irradiées. Elle comporte des locaux d'entreposage ainsi que divers équipements – dont des boîtes à gants – permettant les opérations de reconditionnement et de caractérisation des matières. De l'examen effectué, l'IRSN a conclu que les dispositions de sûreté et de radioprotection présentées dans les documents transmis en vue de la mise en service de l'installation MAGENTA sont, compte tenu des engagements pris par le CEA au cours de l'instruction réalisée, convenables, sous réserve de quelques recommandations qui concernent en particulier la mise en service des boîtes à gants précitées et les risques d'accumulation d'eaux pluviales sur les toitures en cas de colmatage des évacuations.

 www.irsnn.fr

■ **Projet de construction d'un réacteur de recherche aux Pays-Bas**

L'IRSN a apporté en 2011 son appui technique au ministère néerlandais des affaires économiques, de l'agriculture et de l'innovation. Cette prestation consistait à proposer une liste d'exigences de sûreté pour le réacteur de recherche – d'une puissance thermique de quelques dizaines de mégawatts – que l'exploitant néerlandais NRG envisage de construire à Petten, localité située au nord d'Amsterdam. L'Institut a réalisé ce travail sur la base d'un recensement des exigences requises par les organismes internationaux compétents (AIEA, etc.), et des choix de conception adoptés pour les derniers réacteurs de recherche construits ou en cours de construction dans le monde. Ce travail alimentera le débat public sur la construction de ce nouveau réacteur de recherche.

CONFINEMENT ET INCENDIE

Le confinement est une fonction de sûreté majeure pour la maîtrise des rejets de substances radioactives dans l'environnement. À cet égard, l'IRSN mène des travaux de recherche visant à mieux comprendre les phénomènes liés au développement d'un feu dans un milieu confiné, afin d'apprécier les risques de dégradation de cette fonction.

■ **Publication du référentiel d'expertise pour l'analyse des risques d'incendie**

L'IRSN a achevé et publié en 2011 son référentiel d'expertise des risques d'incendie. Intégrant le retour d'expérience de l'Institut, il explicite l'état de l'art des pratiques en matière d'expertise dans ce domaine. Ce référentiel a été développé pour formaliser et diffuser des principes qui, selon l'Institut, devraient être appli-

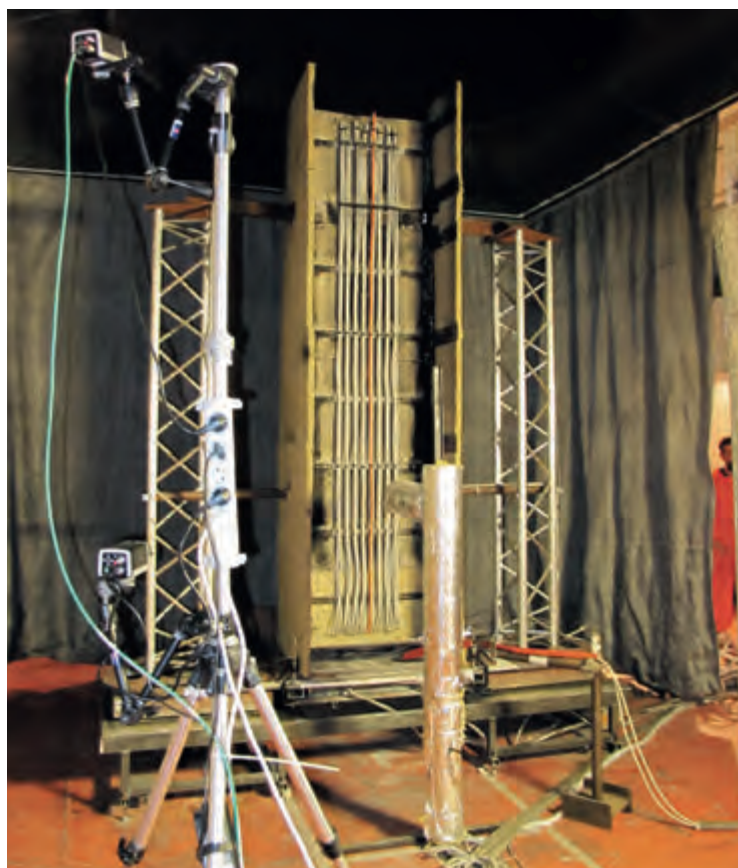
qués à la réalisation d'une analyse des risques d'incendie, précisant la marche à suivre et les éléments de démonstration attendus du point de vue de la sûreté nucléaire. Objet d'une large diffusion, le document a été présenté à l'ASN et à l'ASND, ainsi qu'à certains homologues étrangers, notamment lors d'une réunion organisée par l'OCDE à Toronto (Canada). Associé à ce référentiel, un premier document précise les exigences de validation et de vérification des méthodes et outils numériques utilisés pour l'estimation des effets d'un incendie dans le cadre d'une démonstration de sûreté; un second document précise les exigences relatives à la capacité et aux délais d'intervention.

 www.irsnn.fr

■ **Accroissement des prestations dans le domaine de la protection contre l'incendie**

Les prestations réalisées par l'IRSN dans le domaine de l'incendie se sont encore développées en 2011. Depuis plusieurs années, l'Institut utilise les compétences de ses équipes implantées à Cadarache (Bouches-du-Rhône) pour réaliser des prestations techniques (études de feux et d'agressions thermiques) et intellectuelles (analyse de données),

•→ Dispositif pour les feux de câbles (ITER).





••• Un grand nombre d'essais en soufflerie ont été menés sur une maquette de bâtiment représentative d'installations de référence équipées d'un réseau de ventilation permettant ainsi de mesurer les débits de fuite.

dans le cadre de la plate-forme partenariale régionale COPENIC, labellisée par le pôle de compétitivité risques. Parmi les prestations réalisées, on peut citer : des essais dans les conditions d'un incendie de soupapes brevetées par le CEA ; une analyse de données expérimentales pour la Direction générale de l'armement ; des essais sur des composants d'hélicoptère pour Eurocopter ; des essais sur des câbles électriques pour ITER. Au travers de ces prestations, l'Institut met son savoir-faire et ses connaissances au service d'entreprises implantées, notamment, dans la région Provence-Alpes-Côte-d'Azur, tout en enrichissant les compétences de ses équipes de recherche et développement.

 www.irsn.fr

■ Enseignements du programme d'intérêt commun sur les feux

En 2011 s'est achevé le programme d'intérêt commun, mené avec Areva, portant sur le comportement des équipements de confinement de la radioactivité dans les installations nucléaires, en cas d'incendie dans une armoire électrique. Ce programme de recherche a permis de développer et de qualifier, à différentes échelles, un modèle prédictif du colmatage des filtres à très haute efficacité par les aérosols de combustion. Ce modèle intègre des paramètres ayant une influence directe sur le colmatage (masse des aérosols déposés, taille des aérosols émis, teneur en condensats et vitesse de filtration). Une méthode a été élaborée dans le but d'accéder aux paramètres variables du modèle, propres à la taille des aérosols et à leur teneur en condensats. Par ailleurs, ce programme d'intérêt commun a simplifié la modélisation des réseaux de ventilation industriels applicable à l'étude de la conduite de la ventilation en cas d'incendie ; elle permet une réduction, d'un facteur pouvant atteindre 40,

du nombre de données aérauliques nécessaires, tout en conservant la pertinence des résultats.

■ Première version de la base de données BADIANE

Une première version de BADIANE, nouvelle base de données sur le comportement des équipements de confinement de la radioactivité et d'isolement des locaux en cas d'incendie, a été réalisée par l'IRSN, et mise à la disposition de ses unités d'expertise. Cette base de données capitalise les résultats des travaux de recherche selon trois domaines : les postes de tra-

EN SAVOIR PLUS

MÉTROLOGIE DES NANOPARTICULES

Dès l'émergence d'une nouvelle technologie, il convient d'étudier les questions de sécurité qui lui sont associées. À cet égard, un accord de collaboration a été signé en 2011 entre l'IRSN et le CEA au sujet des nanoparticules, et en particulier sur les risques associés aux nanotubes de carbone. Le CEA a sollicité l'IRSN pour son savoir-faire, car il souhaite développer une technique d'analyse permettant de détecter des nanotubes sous forme d'aérosols dans les atmosphères de travail des industries concernées. Cette technique très sensible permet d'obtenir la composition des particules en suspension dans l'air. L'apport de l'IRSN à ce projet concerne le développement d'un dispositif sécurisé de production d'aérosols de référence par la mise en suspension contrôlée de matériaux pulvérulents (alumine, carbone, etc.) et, *in fine*, de nanotubes de carbone. L'IRSN pourra, en retour, utiliser la technique d'analyse ainsi développée pour identifier, en temps quasi réel, les phases d'émission d'un contaminant spécifique au sein de suies produites lors de la dégradation thermique de matériaux utilisés dans l'industrie nucléaire.

vail, les équipements de «sectorisation incendie» et les dispositifs de filtration des réseaux de ventilation. Elle offre la possibilité de disposer, en quelques clics, de toutes les informations relatives à la détermination d'une grandeur caractéristique du comportement d'un équipement, lorsque ce dernier est testé dans des conditions normales, dégradées ou accidentelles.

■ Effets du vent sur le confinement de la radioactivité dans les installations nucléaires

Après une première phase portant sur la caractérisation du champ de pressions exercées par le vent sur une installation nucléaire, une deuxième étape importante du programme de recherche TIVANO a été achevée en 2011, grâce à l'avancement d'une thèse menée en collaboration avec le Centre scientifique et technique du bâtiment. Cette thèse concerne l'étude, par similitude, de l'influence du vent sur les écoulements aérauliques à l'intérieur d'une installation, en situation normale, ou dégradée, de fonctionnement de la ventilation. Un grand nombre d'essais ont été réalisés en soufflerie sur deux maquettes équipées d'un réseau de ventilation, pour différentes situations en régime permanent ou transitoire, en situation isotherme, et pour plusieurs incidences et vitesses de vent. Elles ont également mis en évidence que les effets du vent pourraient, dans certaines situations accidentelles, entraîner une perte partielle du confinement, c'est-à-dire conduire à des inversions des écoulements d'air entre les locaux et l'extérieur.

 www.irsn.fr

AGRESSIONS D'ORIGINE NATURELLE

Afin de mieux apprécier les risques et les conséquences des agressions d'origine naturelle sur une installation nucléaire, l'IRSN mène également des recherches sur les séismes, les agressions d'origine naturelle, les tempêtes et les inondations.

■ Référentiel pour l'évaluation des aléas sismiques

En 2011, l'IRSN a accompli un nouveau pas vers la constitution d'un référentiel de données complet, utilisables pour l'évaluation des aléas sismiques selon la méthode en vigueur autour des installations nucléaires de base (INB).

Issu de travaux de R&D entrepris depuis plusieurs années, ce référentiel est aujourd'hui constitué d'un zonage sismotectonique révisé de la France métropolitaine, d'un catalogue de paramètres sismiques (magnitude et profondeur) sur plus de 1000 ans d'histoire et d'une base de données des failles potentiellement actives. La version de la base de données produite en 2011 est limitée au quart sud-est de la France. Un travail complémentaire est en cours pour couvrir l'ensemble des zones situées autour des INB.

LA PAROLE À...



DAVIDE GUERRA,

ingénieur d'études, service d'études et de recherches en aérodispersion des polluants et en confinement, IRSN

« Nous avons, à l'IRSN, plus de 20 ans d'expérience dans la modélisation des réseaux de ventilation, destinée à permettre l'étude de leur comportement en situation incidentelle ou dégradée, afin de garantir le confinement des matières radioactives et, ainsi, d'éviter tout risque de rejet dans l'environnement. Nous mettons notre savoir-faire à la disposition des exploitants ou bureaux d'études, et réalisons des prestations pour des installations en exploitation, en démantèlement, ou en construction. Nous sommes notamment sollicités par le CEA et Areva pour faire des études de la ventilation de laboratoires ou d'usines en amont et en aval du cycle. Depuis près de deux ans, nous utilisons un logiciel nommé SYLVIA, qui a été développé par l'IRSN pour modéliser les réseaux de ventilation complexes. Pour les installations existantes, notre travail s'appuie sur des mesures de débit et de pression dans l'installation. Les simulations réalisées sont toujours confortées par des comparaisons avec des résultats de mesure dans un autre état de fonctionnement. Pour les projets neufs, nous travaillons à partir de valeurs théoriques et de plans de conception. »

 www.irsn.fr

L'ensemble de ces données de base permettra une meilleure évaluation des aléas sismiques par l'estimation du potentiel sismogénique de la croûte terrestre à l'échelle du territoire métropolitain. Cette évaluation est assortie d'une estimation des incertitudes sur les résultats obtenus, indispensable à la pertinence de l'expertise.

■ Prestation d'expertise aux Émirats arabes unis

En 2011, l'IRSN a débuté l'évaluation des caractéristiques du site envisagé pour l'implantation de la future centrale nucléaire de Brakka (Émirats arabes unis). Associé à la GRS au sein d'un consortium piloté par le GEIE Riskaudit, l'Institut, à l'issue d'un appel d'offres international, a été sélectionné par l'autorité de sûreté émiratie pour examiner une partie du rapport de sûreté

associé à la demande d'autorisation de construction de la centrale. L'IRSN est plus particulièrement chargé de passer en revue l'ensemble des hypothèses relatives aux conditions météorologiques extrêmes, aux aléas sismiques, à la disponibilité de la source froide et aux conditions géotechniques sur lesquelles est fondé le dimensionnement des futurs réacteurs. L'examen doit être achevé au premier trimestre 2012, mais pourrait être prolongé, notamment pour tirer les enseignements de l'accident de la centrale de Fukushima-Daiichi.

COMBUSTIBLES

L'IRSN mène des travaux de recherche sur le combustible nucléaire afin d'apprécier au mieux les limites de sûreté à retenir pour les nouvelles gestions de ce combustible dans les réacteurs de puissance à eau sous pression.

■ Analyse du comportement et de la gestion du combustible entre 2003 et 2009

Le 23 juin 2011, l'IRSN a présenté au groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires son analyse du retour d'expérience du comportement du combustible dans les réacteurs à eau sous pression de 2003 à 2009.

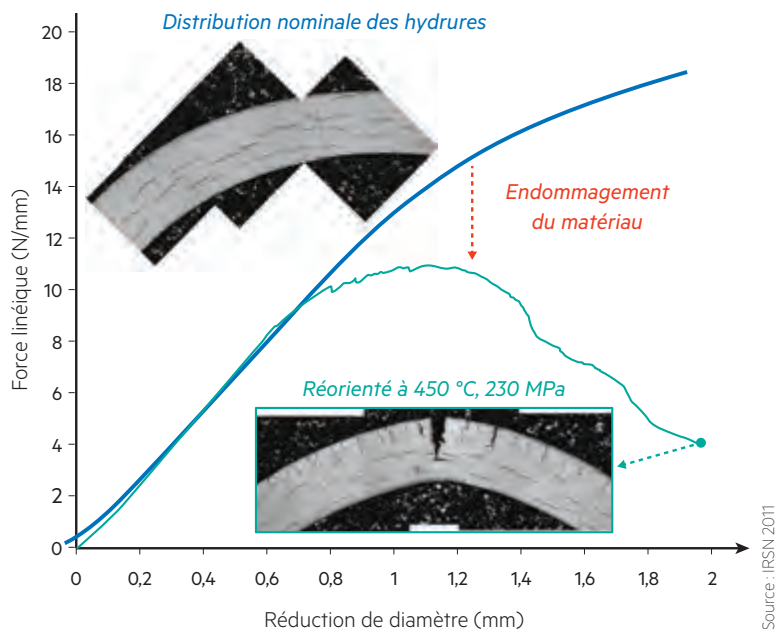
Cette analyse a mis en évidence des points nécessitant une vigilance particulière :

- l'oxydation importante du gainage en Zircaloy-4 ne permet pas de garantir l'absence de rupture de gaine dans certaines situations accidentelles. Par ailleurs, les gaines en alliage M5 ont connu des problèmes de fabrication qui ont conduit à des pertes d'étanchéité du combustible présent dans les réacteurs ;
- la cohabitation dans un même cœur d'assemblages combustibles de fournisseurs différents complique la démonstration de sûreté, notamment du fait de pertes de charge différentes ;
- des déformations importantes pouvant retarder, voire bloquer la chute de grappes ont été observées sur les réacteurs de 1450 MWe ;
- la variabilité de la composition des cœurs rechargés exige une adaptation du domaine couvert par les études de gestion du combustible.

 www.irsnn.fr

■ Étude de la fragilisation du combustible usé à l'issue de son transport

La gaine des crayons de combustible constitue la première des trois barrières destinées à prévenir tout rejet radioactif dans l'environnement. Cette gaine peut s'oxyder progressivement pendant le séjour du combustible dans le réacteur et se trouver ainsi fragilisée lors des opérations de transport du combustible usé vers les installations de retraitement. Il peut en résulter un risque de rupture et de



••• Effet de la contrainte thermomécanique sur l'orientation des hydrures.

fuite de matière nucléaire hors de la gaine.

La phénoménologie de cette fragilisation est schématiquement la suivante : l'hydrogène absorbé par les gaines au cours de l'utilisation du combustible en réacteur est présent en solution solide lors du transport des crayons vers l'usine de retraitement. Il précipite, à la température d'immersion en piscine d'entreposage, sous la forme de plaquettes d'hydrures orientées parallèlement aux parois de la gaine. Mais, au-delà d'un certain niveau de contrainte thermomécanique, ces hydrures précipitent selon une direction orthogonale aux parois de la gaine, dont l'épaisseur n'est que de quelques millimètres. Ces hydrures, dits « radiaux », fragilisent notablement celle-ci en cas d'amorce de fissures orthogonales.

Afin de caractériser les conditions de réorientation des hydrures dans une gaine de combustible sous l'effet d'une gamme étendue de contraintes, l'IRSN a développé en 2011 un protocole original d'expérimentations mécaniques permettant d'étudier les limites acceptables des contraintes pour la tenue des gaines de combustible usé soumises à la pression interne des crayons lors de leur immersion.

■ Comportement mécanique des gaines lors d'un accident de perte de réfrigérant primaire

Lors d'un accident de perte de réfrigérant primaire, les gaines de combustible seraient exposées à de hautes températures (jusqu'à 1200 °C), dans une atmosphère de vapeur d'eau, susceptibles d'entraîner leur rupture. Les effets d'une telle exposition sont généralement évalués à partir des résultats des essais réalisés avec

des gaines neuves. Pour déterminer l'apport de la couche de corrosion qui se forme en fonctionnement normal du réacteur, l'IRSN a réalisé en 2011 des essais thermomécaniques avec des gaines préalablement recouvertes d'une couche d'oxyde pour se rapprocher des conditions d'un réacteur. La couche formée se révèle jouer un rôle protecteur qui ralentit l'oxydation à haute température sous vapeur d'eau. Par contre, les résultats montrent qu'elle favorise l'incorporation d'hydrogène dans le métal sous l'oxyde, ce qui a un effet nocif sur la tenue mécanique du matériau. L'existence de ces deux phénomènes concurrents confirme la nécessité de disposer de résultats d'expérimentation proches des conditions réelles d'exploitation.

■ Caractérisation de l'azote impliqué dans la dégradation des gaines de combustible sous air

Des expériences mettant en œuvre des techniques par imagerie micro-RAMAN ont été menées en partenariat avec le Laboratoire d'électrochimie et de physicochimie des matériaux et des interfaces, à Grenoble (Isère), spécialiste de cette technique. Elles ont confirmé la présence d'azote, et identifié ses différentes phases physicochimiques dans les couches d'oxyde apparaissant sous air à haute température avec du Zircaloy-4, phénomène qui se produit lors du dénoyage accidentel d'un assemblage combustible. Ce résultat est particulièrement important, car l'azote joue un rôle d'accélérateur de la dégradation des gaines pendant ce type d'accident.

ACCIDENTS

En vue de mieux apprécier les conséquences possibles sur l'homme et l'environnement d'un accident avec fusion du cœur d'un réacteur à eau sous pression, l'IRSN a achevé, en 2011, plusieurs programmes de recherche destinés à mieux caractériser de tels accidents. De plus, l'Institut mutualise ses travaux

avec ses partenaires européens et internationaux dans une démarche globale d'échange.

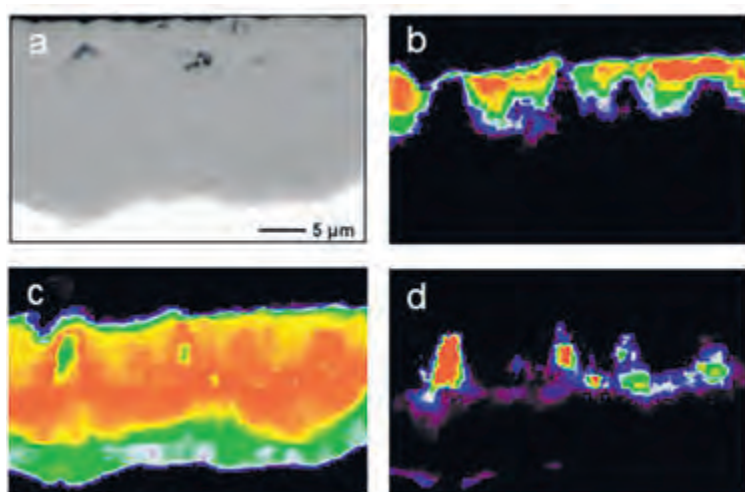
■ Clôture du projet ASAMPSA2

Le séminaire de clôture du projet ASAMPSA2 (méthodes avancées d'évaluation de sûreté : études probabilistes de sûreté de niveau 2) a marqué l'achèvement, en 2011, de la revue externe du guide des bonnes pratiques pour l'étude probabiliste de sûreté de niveau 2 (EPS2). Ce séminaire s'est tenu à Espoo (Finlande), du 7 au 9 mars 2011. Lancé en 2008 dans le cadre du 7^e PCRD, le projet ASAMPSA2 a réuni 21 partenaires : exploitants, concepteurs, autorités de sûreté, organismes techniques de sûreté. Coordonné par l'IRSN, ce projet a débouché sur la réalisation d'un guide européen de développement et d'utilisation des EPS2 pour les réacteurs nucléaires à eau de générations II et III et les réacteurs de génération IV en cours d'étude. Ce guide a été rendu public début 2012. Des sujets d'intérêt pour de futurs projets internationaux ont également été identifiés dans le domaine des études probabilistes.

🔗 www.asamposa2.eu

■ Rapport final du programme PHÉBUS PF

Le programme expérimental international PHÉBUS PF, lancé il y a 20 ans, s'est achevé en 2011 avec la diffusion du rapport final du dernier essai, dénommé PHÉBUS FPT3. Les expériences complexes qui ont été réalisées dans le cadre du programme PHÉBUS PF ont mis en jeu l'ensemble des phénomènes survenant lors d'un accident avec fusion du cœur d'un réacteur à eau sous pression avant la percée de la cuve ; elles ont fourni des milliers de données de grande valeur scientifique. Elles sont complétées, depuis, dans des conditions tout à fait représentatives, par les résultats d'essais à effets séparés réalisés pour approfondir certains phénomènes. L'ensemble permet de valider et d'améliorer



••• Imagerie RAMAN. (a) Image en microscopie optique d'une couche d'oxyde formée sous air à 800 °C sur Zircaloy-4 et cartographies en imagerie micro-RAMAN montrant dans cette couche les zones de présence des phases contenant de l'azote – (b) Zirconite cubique – (c) Oxynitride de zirconium – (d) Nitrure de zirconium. Ces phases ne sont jamais seules, la zirconite monoclinique étant partout présente et majoritaire.

les outils de calcul utilisés pour évaluer les rejets de produits radioactifs dans l'environnement lors d'un tel accident. Un enseignement majeur de ce programme a été la mise en évidence du relâchement dans l'enceinte de confinement d'une quantité d'iode gazeux bien supérieure aux prévisions des modèles, ce qui pourrait aggraver les conséquences du rejet dans l'environnement. Ces résultats expérimentaux sont partagés par la communauté internationale au travers d'interprétations croisées.

 www.irsn.fr

■ Mesures d'iode gazeux en situation accidentelle

L'IRSN a obtenu en 2011 des mesures d'iode gazeux dans des dispositifs expérimentaux qui permettent de simuler une brèche dans le circuit primaire d'un réacteur nucléaire en situation accidentelle, entraînant des rejets à l'intérieur de l'enceinte de confinement. Ces essais ont montré que la formation d'iode gazeux était faible en présence des éléments césium, iode, oxygène, hydrogène, et forte en présence de molybdène (autre élément chimique relâché lors d'un tel accident). Ces résultats sont utilisés pour valider les modèles de cinétique chimique du logiciel ASTEC dédié au calcul des accidents avec fusion de cœur pouvant survenir dans un réacteur nucléaire. Ils sont le fruit de six années de mise au point d'une boucle expérimentale complexe nommée CHIP LP (ligne phénoménologique) et des bancs expérimentaux simplifiés associés. La dernière phase a consisté à mettre au point des moyens de séparation de l'iode gazeux de l'iode sous forme d'aérosols. Ces études, décidées pour comprendre la fraction élevée d'iode gazeux mesurée dans l'enceinte lors des essais PHÉBUS PF, doivent se poursuivre afin d'évaluer l'influence d'éléments tels que le bore.

■ Évaluation de travaux du DOE et de la NRC

En 2011, le DOE et la NRC ont sollicité l'expertise de l'IRSN pour examiner leurs travaux récents d'actualisation du terme source de référence. L'évaluation de la quantité de produits radioactifs qui pourrait être libérée en cas d'accident dans l'environnement permet d'en estimer les conséquences sanitaires et environnementales. Concernant la NRC, l'expertise portait sur des travaux visant à réactualiser le terme source de référence pour les réacteurs à eau légère et à évaluer, dans le cadre du projet *State-of-the-Art Reactor Consequence Analyses* (SOARCA), les conséquences des accidents avec fusion de cœur. Concernant le DOE, l'objectif était d'apprécier les principaux phénomènes susceptibles de se produire lors de rejets accidentels des réacteurs à neutrons rapides refroidis au sodium. Au cours des échanges, l'IRSN a souligné la nécessité de prendre en compte

LA PAROLE À...



MICKAEL DUBREUIL,

chef du bureau d'analyse des accidents graves et des rejets radioactifs, IRSN

« Nous avons organisé en 2011 quatre sessions de formation pour les ingénieurs chinois de China Nuclear Power Engineering Co. Cette prestation était prévue dans le cadre d'un accord-cadre de coopération signé entre l'IRSN et cette entreprise en octobre 2010. Les formations ont permis de traiter deux sujets : l'un concernant les guides et moyens de gestion d'un accident avec fusion du cœur d'un réacteur ; l'autre concernant les EPS de niveaux 1 et 2. Nous avons constaté, au cours de ces sessions, une forte implication des ingénieurs chinois, avec des échanges très enrichissants et de nombreuses questions pertinentes. Malgré des différences culturelles et des différences d'approche des questions traitées, nous avons un objectif commun d'amélioration de la sûreté.

Outre la transmission des savoir-faire de l'Institut, ces rencontres ont été l'occasion de promouvoir à la fois l'approche de l'IRSN en matière de sûreté et les outils et méthodes développés par l'Institut. Aussi, le bilan que nous dressons de ces formations est plus que positif ! Une satisfaction partagée par l'entreprise chinoise, qui prévoit l'organisation d'autres sessions dans les années à venir. »

systématiquement les incertitudes ainsi que le besoin de considérer, par exemple, les défauts des tubes de générateurs de vapeur pour évaluer correctement les risques de rejets directs dans l'atmosphère. Les recommandations de l'IRSN ont été intégrées dans les rapports finals ouverts au public, ou feront l'objet de travaux complémentaires.

 www.nrc.gov

■ Faisabilité expérimentale du renoyage d'un lit de débris

L'IRSN a réalisé en 2011 des essais préliminaires qui constituent une première mondiale, et montrent la faisabilité du programme d'essais PEARL de renoyage à grande échelle d'un lit de débris que l'Institut engage en 2012. Lors d'un accident survenant dans un réacteur nucléaire conduisant à une perte du refroidissement

de celui-ci, l'évolution vers la fusion du cœur peut être ralentie – voire stoppée – par injection d'eau à l'aide de systèmes éventuellement réparés. Afin de mieux évaluer l'efficacité de l'envoi d'eau dans différentes configurations de cœur endommagé, l'IRSN conçoit des expériences de renoyage de lits de débris. Le principal défi technologique de ces expériences est l'obtention de hautes températures homogènes au sein du lit de particules simulant les débris, et le maintien de la puissance qui serait produite dans ce milieu du fait de la décroissance radioactive pendant les injections successives d'eau. Dans son installation à petite échelle PRÉLUDE (préliminaire sur le renoyage expérimental d'un lit de débris), l'Institut a mis au point une technologie de chauffage par induction qui permet d'atteindre les conditions représentatives d'un accident de fusion du cœur : une température proche de 900 °C et une puissance dans les particules de 300 W/kg, laquelle doit être évacuée pour assurer le renoyage. Les résultats obtenus vont contribuer à la validation du modèle de renoyage d'un lit de débris développé par l'IRSN. D'autres essais, réalisés en 2011, ont permis de porter un lit de débris de grandes dimensions (diamètre

500 mm, hauteur 500 mm) jusqu'à une température de 900 °C, avec une puissance de 220 W/kg.

 www.irsn.fr

■ Configuration EPR dans le simulateur SOFIA

L'IRSN dispose désormais d'une configuration représentative du réacteur EPR de Flamanville 3 dans le simulateur d'observation du fonctionnement incidentel et accidentel SOFIA, développé en collaboration avec Areva depuis 2005. Cette configuration vient compléter celle des réacteurs de 900, 1300 et 1450 MWe déjà disponible et représentative des diverses centrales nucléaires du parc français. Le domaine étendu de simulation thermohydraulique de SOFIA permettra de mener des études dans toutes les situations de fonctionnement, des états en puissance jusqu'aux états d'arrêt pour intervention, cuve du réacteur ouverte pour le déchargement du combustible. Par ailleurs, une configuration EPR intégrant le modèle de thermohydraulique CATHARE – la référence en France – est en cours de développement.

 www.irsn.fr

•—• Le simulateur SOFIA permet d'anticiper et d'améliorer la sûreté des réacteurs à eau sous pression.



À PROPOS DE LA DÉFENSE

ÉVALUER LA SÛRETÉ DES SYSTÈMES NUCLÉAIRES MILITAIRES, DES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES DE BASE ET DES TRANSPORTS INTÉRESSANT LA DÉFENSE

Les actions dans ce domaine sont menées par l'IRSN dans le cadre de l'appui technique au délégué à la sûreté nucléaire et à la radioprotection pour les installations et activités intéressant la défense (DSND), autorité placée sous la tutelle des ministres chargés de la défense et de l'industrie.



•• En 2011, l'IRSN a examiné le dossier de réexamen de sûreté de l'atelier de dégainage MAR 400 du CEA à Marcoule (Gard).

SÛRETÉ DES SOUS-MARINS, DU PORTE-AVIONS, ET DES INSTALLATIONS MILITAIRES OU CIVILES DE DÉFENSE

L'évaluation par l'Institut de la sûreté des installations exploitées par le ministère de la défense, le CEA, Areva, ou EADS porte sur toutes les phases de la vie de ces installations (conception, exploitation, déclasséement, démantèlement). Elle concerne également les transformations importantes que subissent ces installations, compte tenu des évolutions de leurs activités.

CONCEPTION ET CONSTRUCTION

Dans le domaine de la propulsion navale, l'IRSN a examiné :

- le dossier de demande d'autorisation provisoire d'exploiter la piscine d'entreposage de la base opérationnelle de l'Île Longue

(Finistère) à l'issue de la réalisation de travaux d'extension ;

- le dossier de sûreté des travaux et les études préliminaires de sûreté relatives à la refonte de la station de traitement des effluents de la base opérationnelle de l'Île Longue ;
- des études portant sur les alimentations électriques, la surveillance centralisée, le comportement sismique des installations, la surveillance des ouvrages de génie civil et le programme de qualification associés au dossier de demande d'autorisation provisoire d'exploiter les installations du bassin 8 du port de Brest, avec mise en œuvre de combustible ;
- l'étude des risques d'incendie dans les installations de Cachin du port de Cherbourg (Manche), dans le cadre des modifications associées au programme BARRACUDA.

L'IRSN a également poursuivi l'instruction du dossier de demande d'autorisation provisoire d'exploiter le réacteur d'essais (RES)

de l'installation nucléaire de base secrète (INBS) du centre de Cadarache (Bouches-du-Rhône).

En outre, l'IRSN a examiné la sûreté de plusieurs projets de nouvelles installations du centre CEA/DAM de Valduc (Côte-d'Or), à savoir :

- la future installation de recyclage du plutonium, en vue de l'autorisation de construction ;
- le futur bâtiment d'entreposage de déchets contaminés par des émetteurs alpha dans la perspective de l'autorisation de mise en service de ce bâtiment ;
- les projets de deux bâtiments d'entreposage, le premier conçu pour recevoir les matières nucléaires actuellement entreposées dans l'installation dédiée à la mission « plutonium », le second conçu pour accueillir de l'eau lourde tritiée.

L'Institut a examiné un complément au rapport préliminaire de sûreté du futur magasin d'entreposage de matières nucléaires de l'installation de fabrication des combustibles pour la propulsion nucléaire installée sur le centre CEA de Cadarache. Il a également analysé l'étude prospective de gestion des déchets nucléaires (EPDNM) du centre CEA de Marcoule (Gard).

EXPLOITATION

Concernant les nouveaux programmes de fabrication d'éléments d'armes nucléaires et de combustibles pour les navires à propulsion nucléaire, l'IRSN a examiné la sûreté d'équipements nouveaux ou rénovés des installations dédiées aux missions « tritium » et « plutonium » du centre CEA/DAM de Valduc, de l'installation de fabrication des combustibles de la propulsion nucléaire installée sur le centre CEA de Cadarache, ainsi que de l'installation d'étude et de réalisation de générateurs de neutrons d'EADS.

L'IRSN a également évalué des dossiers demandés aux exploitants à la suite des réexamens de sûreté de l'installation dédiée à la mission « tritium » du centre CEA/DAM de Valduc, des parcs d'entreposage pérennes de matières uranifères de l'établissement Areva NC de Pierrelatte (Drôme) et de l'Atelier de vitrification de Marcoule (AVM), réalisés entre 2006 et 2009.

Concernant le centre CEA de Marcoule, l'Institut a examiné en 2011 :

- le dossier de réexamen de sûreté de la station de traitement des effluents liquides (STEL) dans le but de se prononcer sur la poursuite de son exploitation, et le rapport préliminaire de sûreté des ateliers de dépotage et de cimentation, qui compléteront les ateliers actuels de la STEL ;
- le dossier de réexamen de sûreté de l'atelier de dégainage MAR 400.



**RAPPORTS DE L'IRSN EN SUPPORT DES RÉUNIONS
DES COMMISSIONS TECHNIQUES DE SÛRETÉ
« DÉFENSE ». (7 EN 2010)**

En outre, l'IRSN a examiné les référentiels de sûreté de plusieurs installations de traitement et d'entreposage de déchets contaminés par des radioéléments émetteurs alpha ou par du tritium du centre CEA/DAM de Valduc, dans la perspective de définir le cadrage de leur prochain réexamen de sûreté. Concernant l'établissement Areva NC de Pierrelatte, l'IRSN a examiné les réponses apportées par l'exploitant aux questions soulevées dans l'autorisation de construction de l'extension du parc d'entre-

LA PAROLE À...



BERNARD DUPRAZ,

délégué à la sûreté nucléaire et
à la radioprotection pour les activités et
les installations intéressant la défense

L'Autorité de sûreté nucléaire de défense (ASND) exerce le contrôle des installations et activités nucléaires intéressant la défense. Il s'agit notamment des installations de la propulsion nucléaire (chaufferies des sous-marins et du porte-avions et leurs infrastructures de soutien à terre) et des installations du CEA et d'Areva, chargée de la production des matières nucléaires, ainsi que de la fabrication des éléments d'armes et du combustible de la propulsion nucléaire. En 2011, ces installations se sont engagées dans un processus d'évaluations complémentaires de sûreté, analogue à celui du secteur civil. Dans ce cadre, l'IRSN a apporté son appui technique à l'ASND et poursuivra ces travaux en 2012. L'apport de l'IRSN, dans ce processus, réside notamment dans sa capacité à conjuguer les compétences des spécialistes du nucléaire de défense (au sein de la DEND) et celles des autres experts de l'Institut, qui effectuent l'analyse des ECS des installations civiles, par exemple en s'inspirant du « noyau dur » préconisé pour les centrales nucléaires, ou encore pour adapter aux besoins de la Marine nationale la « force d'action rapide » imaginée par EDF. L'IRSN contribue ainsi à éviter le risque d'un « ghetto nucléaire », tout en adaptant les exigences de sûreté nucléaire aux spécificités de la défense.

posage de matières uranifères P35, ainsi que des modifications du domaine de fonctionnement de cette installation. Par ailleurs, l'IRSN a examiné la nouvelle demande d'autorisation de rejets et de prélèvements d'eau (DARPE) du centre CEA de Marcoule, ainsi que la recevabilité du dossier transmis en support de la future DARPE du centre CEA/DAM de Valduc. Enfin, dans le cadre du suivi des installations, l'IRSN a examiné les circonstances et le traitement de plusieurs incidents survenus dans certaines installations du centre CEA de Cadarache, ainsi que dans des bâtiments nucléaires du centre CEA/DAM de Valduc, de l'établissement Areva NC de Pierrelatte et du centre CEA de Marcoule.

Pour ce qui est de la propulsion navale, l'IRSN a porté un effort particulier à l'achèvement de la revue de sûreté des SNA de type *Rubis*, et plus particulièrement pour ce qui concerne :

- les agressions internes au compartiment de la chaufferie nucléaire ;
- la fiabilité du contrôle-commande des fonctions de sécurité ;
- l'étude des risques d'incendie.

DÉMANTÈLEMENT

Concernant le centre CEA de Marcoule ont été examinés :

- le dossier de préparation au démantèlement de l'Atelier pilote de Marcoule (APM) ;
- le dossier de démantèlement d'emballages de transport anciens (Cendrillon).

TRANSPORTS DE MATIÈRES RADIOACTIVES

Les dossiers relatifs aux transports de matières radioactives intéressant la défense, et examinés par l'IRSN en 2011, ont notamment concerné :

- le nouveau modèle de colis FS 110, destiné à des transports sur site d'éléments combustibles neufs pour la propulsion navale ;
- les dossiers d'options de sûreté des nouveaux modèles de colis dédiés au transport de sources de démarrage pour la propulsion navale et au transport d'éléments d'armes ;
- le comportement mécanique des éléments combustibles pour la propulsion navale en cas de chute.

L'IRSN a également examiné plusieurs demandes d'extension d'agrément pour des transports effectués sur la voie publique, ainsi que des demandes d'autorisation pour des transports effectués sur les sites.

De plus, l'IRSN a participé aux réunions organisées par l'AIEA sur l'évolution du règlement de transport des matières radioactives.

PLANS D'URGENCE INTERNES ET EXERCICES

Des personnels de l'IRSN ont notamment participé à la préparation des scénarios d'exercices de crise concernant la base aérienne de Saint-Dizier (Haute-Marne), le site CEA de Valduc et la base opérationnelle de l'Île Longue. L'Institut a également participé en tant qu'acteur à ces exercices et a été invité à participer à deux exercices internes réalisés par la Marine nationale. Par ailleurs, l'IRSN a transmis au DSND des avis techniques relatifs à :



•• L'IRSN a réalisé la revue de sûreté des SNA de type Rubis.

- l'instruction interarmées relative à l'organisation du ministère de la défense, et à la conduite à tenir en cas de situation d'urgence radiologique ;
- les résultats de l'examen du caractère opérationnel des plans d'urgence internes (PUI) du bassin 8 et du site de Brest ;
- les résultats de l'examen du caractère opérationnel du PUI du centre CEA de Valduc ;
- la mise à jour du plan d'urgence interne du centre CEA de Marcoule.

95

AVIS TECHNIQUES TRANSMIS À L'AUTORITÉ
DE SÛRETÉ DÉFENSE. (84 EN 2010)



• Le projet SEALEX a été poursuivi en 2011 avec deux nouveaux essais dans la station expérimentale de Tournemire (Aveyron).

EXPERTISE DES INSTALLATIONS FUTURES

FUTURS STOCKAGES DE DÉCHETS

L'IRSN mène des travaux destinés à améliorer les connaissances relatives au stockage en formation géologique profonde de déchets radioactifs afin d'améliorer ses compétences et les outils nécessaires à l'expertise des stockages de ce type.

■ Étude des transferts de radionucléides et de la tenue des scellements

Plusieurs études associant des équipes du CNRS et de l'IRSN ont été achevées en 2011 dans le cadre du groupement national de recherche TRASSE, destiné à l'étude des transferts des radionucléides dans les sols, les sous-sols et vers les écosystèmes. C'est le cas des études destinées à caractériser les interactions physicochimiques entre l'argilite et le béton. Ces études sont menées dans la station expérimentale de l'IRSN, située à Tournemire (Aveyron), à partir de dispositifs analogues à ceux que l'on pourrait trouver au sein d'un centre de stockage. Les résultats représentatifs, obtenus pour des temps de contact entre argilite et béton de 5, 18 et 125 ans (le tunnel ferroviaire utilisé date de la fin du XIX^e siècle), permettent à l'IRSN de disposer de points de validation

solides pour la simulation de ces interactions. Par ailleurs, le projet SEALEX, mené dans la station de Tournemire, destiné à l'évaluation de la tenue dans le temps de scellements argileux dans un stockage de déchets de haute ou moyenne activité à vie longue (HA-MAVL), a été poursuivi en 2011, avec la mise en place de deux nouveaux essais *in situ*.

Après une phase de validation du dispositif d'étanchéité, la saturation forcée en eau des noyaux argileux est maintenant réalisée, et les données expérimentales (humidité relative, pression) sont en cours d'acquisition sur une durée de quatre à cinq ans. L'ouverture du projet SEALEX aux collaborations internationales a été concrétisée en 2011 avec la mise au point d'un accord spécifique avec la Commission canadienne de sûreté nucléaire.

■ Journée portes ouvertes à la station expérimentale de Tournemire

Le 19 juin 2011, la station expérimentale de Tournemire a ouvert ses portes au public pour la troisième fois. Les équipes de l'IRSN ont présenté les activités d'études et de recherche menées par l'Institut sur la sûreté du stockage de déchets radioactifs en formation géologique profonde. Les dispositifs expérimentaux mis en place dans la station ont permis d'aborder les principales questions scientifiques associées aux



•• Le public a manifesté un grand intérêt pour la sûreté du stockage géologique des déchets radioactifs, lors des portes ouvertes de la station expérimentale de Tournemire (Aveyron).

capacités de confinement d'une roche argileuse sur de très longues échelles de temps.

La participation de 800 visiteurs, dont certains ouvertement opposés au nucléaire, témoigne de l'intérêt manifesté par le grand public pour la sûreté du stockage des déchets radioactifs en formation géologique profonde, et pour la qualité des informations techniques apportées par l'Institut grâce à ses activités d'études et recherches.

RÉACTEURS DU FUTUR

Afin d'être en mesure d'évaluer la sûreté des futurs réacteurs et des installations du cycle associées, l'IRSN mène des travaux sur différentes filières.

■ Acquisition de connaissances sur les réacteurs à haute température

En 2011, l'IRSN a poursuivi ses activités d'acquisition de connaissances concernant certains aspects spécifiques de la sûreté du concept de réacteur de qua-

trième génération HTR (*High Temperature Reactor*). Ces activités ont été menées principalement dans le cadre de participations à des projets de recherche et développement financés par la Commission européenne.

Ainsi, l'Institut a étudié en 2011 la faisabilité, en termes de sûreté, de systèmes nucléaires de cogénération (production couplée d'électricité et de chaleur). Ces travaux, parmi d'autres réalisés pour le projet EUROPAIRS, ouvrent la voie à une plate-forme européenne dédiée au développement d'un HTR prototype.

Dans le cadre du projet ARCHER, l'IRSN étudie des aspects liés à l'évaluation des rejets radioactifs accidentels d'un HTR. L'Institut participe également à un projet de l'OCDE visant à évaluer la capacité des logiciels de simulation numérique à reproduire le comportement d'un réacteur HTR en cas d'accident de perte de refroidissement. Pour cela, un essai grandeur nature a été réalisé avec le réacteur japonais HTTR.

🔗 www.europairs.eu

■ Options de sûreté du projet de réacteur ATMEA1

Le réacteur ATMEA1 est un réacteur à eau sous pression de 1100 MWe, de troisième génération, proposé par la filiale ATMEA d'Areva et de Mitsubishi. En juillet 2010, un contrat portant sur la réalisation pour la fin 2011 d'un examen des options de sûreté a été signé entre ATMEA et un groupement ASN-IRSN. Dans la perspective d'une exportation possible de ce réacteur, l'examen de ses options de sûreté a comporté deux phases distinctes :

- un examen préliminaire;
- puis un examen détaillé, qui a donné lieu à cinq réunions du groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires, et une réunion du groupe permanent pour les équipements sous pression nucléaires; ceux-ci ont transmis leur avis à l'ASN en novembre 2011.

L'Institut a également examiné l'impact sur les options de sûreté des premiers enseignements tirés de l'accident de Fukushima-Daiichi.

■ Document de référence sur les accidents de réactivité de type Borax dans les « réacteurs piscines »

L'IRSN a achevé en 2011 la rédaction d'un « document de référence » relatif à la prise en compte des accidents de réactivité, appelés « Borax », pour la conception des ouvrages et structures participant au confinement des réacteurs de recherche de type piscine utilisant du combustible à base d'aluminium et d'uranium. L'accident, qui a affecté le 3 janvier 1961 le réacteur de recherche américain SL-1, ainsi que des essais réalisés notamment dans les réacteurs américains BORAX-1 et SPERT-1, ont montré que de tels réacteurs pouvaient être le siège, en cas d'accroissement soudain et important de réactivité dans le cœur, d'une explosion de vapeur pouvant entraîner leur destruction partielle ou totale.

Dans son document de référence, l'Institut passe en revue l'importance des différents paramètres techniques pour la maîtrise de ce risque. Ainsi sont examinés l'énergie thermique déposée dans le combustible, l'énergie transférée à l'eau de la piscine, le déclenchement de l'explosion de vapeur, les effets mécaniques induits sur les ouvrages et structures par les ondes de choc et la détente de la bulle de vapeur formée.

 www.irsan.fr

■ Lancement du projet JASMIN

La Commission européenne a accepté, en 2011, dans le cadre du 7^e PCRD, le projet JASMIN d'adaptation du système de logiciels ASTEC, développé conjointement par l'IRSN et la GRS, aux accidents graves avec fusion du cœur des réacteurs de quatrième génération à neutrons rapides refroidis au sodium (RNR-Na). Ce projet de quatre ans a pour objectif final de disposer

LA PAROLE À...



DANIEL BLANC,

responsable du projet SARGEN IV, IRSN

« La Commission européenne a accepté, en juin 2011, le projet SARGEN IV, proposé par l'IRSN dans le cadre du 7^e Programme-cadre de recherche et développement (PCRD). Ce projet vise à déterminer les besoins de recherche en sûreté pour les réacteurs à neutrons rapides refroidis au sodium, au gaz ou au plomb, en cours d'étude en Europe dans le cadre des réflexions sur les réacteurs de quatrième génération. L'objectif est d'aboutir à une démarche d'évaluation de sûreté commune pour l'ensemble des réacteurs concernés. Il nécessitera une relation forte avec les autres projets soutenus par la Commission européenne, et spécifiques à chaque type de réacteur. L'IRSN assure le pilotage du projet, qui regroupe 22 participants : organismes techniques de sûreté, concepteurs de réacteurs, centres de recherche et universités. Les travaux ont démarré début 2012 et s'étaleront sur une période de deux ans.

Pour l'IRSN, l'intérêt du projet SARGEN IV est de renforcer ses connaissances sur les réacteurs à neutrons rapides autres que ceux refroidis au sodium, et sur différentes approches d'évaluation de sûreté pour être en mesure d'engager un dialogue technique avec des industriels dans le cadre de la réalisation d'un réacteur de ce type. »

d'une version dénommée ASTEC-Na, qui contribuera aux études sur la sûreté des réacteurs de ce type. Il associe, aux côtés de l'IRSN, huit partenaires européens : Karlsruher Institut Für Technologie – KIT, GRS et l'université de Stuttgart – Allemagne, EDF et Areva NP – France, Ente per le Nuove tecnologie, l'Energia e l'Ambiente – ENEA – Italie, Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas – CIEMAT – Espagne – et le Joint Research Centre de la Commission européenne. Tous les partenaires contribueront à la validation du logiciel par comparaison avec des résultats d'essais et ceux obtenus par d'autres logiciels.

SÉCURITÉ ET NON-PROLIFÉRATION

RENFORCER LA PRÉVENTION EN FRANCE, ET DÉVELOPPER LA COOPÉRATION INTERNATIONALE

La Direction de l'expertise nucléaire de défense (DEND) de l'IRSN apporte une contribution très active, tant au plan national qu'au plan international, à la protection et au contrôle des matières nucléaires et sensibles, ainsi qu'à la protection contre les actions de malveillance. Outre ses activités fondamentales de concours et d'appui aux autorités nationales chargées de la sécurité nucléaire et de la non-prolifération en France, l'Institut s'est investi – sous l'égide de l'AIEA et dans le cadre de relations bilatérales – dans des actions de coopération visant à protéger les installations et matières nucléaires contre les actions de malveillance. L'Institut a, en outre, contribué à une mission de revue par des pairs menée fin novembre en France par l'AIEA, concernant l'organisation nationale de la sécurité nucléaire. Il a également poursuivi sa contribution à l'évolution des textes réglementaires dans ce domaine.

.....

PROTECTION CONTRE LES ACTIONS DE MALVEILLANCE

■ Évolution des textes réglementaires

En termes de réglementation, l'année 2011 a été marquée par la publication du nouveau référentiel réglementant les activités de protection et de contrôle des matières nucléaires. L'Institut a été impliqué tout au long du processus de rédaction des textes. La réglementation antérieure remontait aux années 80 pour ce qui concerne la protection des matières nucléaires à l'égard du vol, et à une ordonnance de 1958 pour ce qui concerne la protection des installations à l'égard du sabotage.

La première étape de la mise à jour a été l'introduction, en 2005, dans le code de la défense, des parties législative (article L. 1333-1 et suivants) et réglementaire (article R. 1333-1 et suivants) relatives à la protection et au contrôle des matières nucléaires. La deuxième étape a été la publication, le 17 septembre 2009, du décret n° 2009-1120 relatif à la protection et au contrôle des matières nucléaires, de leurs installations et de leur transport.

Enfin, la troisième et dernière étape, qui vient de s'achever, a été la rédaction des dix arrêtés d'application de ce décret, dont neuf ont été publiés en 2011 et un en 2010 : un arrêté s'applique aux détenteurs de matières nucléaires relevant du régime de déclaration, un arrêté concerne le fonctionnement des groupes d'experts, un arrêté précise les modalités relatives à la demande et à la forme de l'autorisation requise par le code de la défense, trois arrêtés visent spécifiquement les détenteurs de matières nucléaires relevant du régime d'autorisation (protection physique des installations, suivi physique et comptabilité des matières nucléaires, études de sécurité), et quatre arrêtés visent les transporteurs de matières nucléaires. Ces textes forment un

184

INSPECTIONS RELATIVES AU CONTRÔLE NATIONAL DES MATIÈRES NUCLÉAIRES DANS LES INSTALLATIONS SOUMISES À AUTORISATION. (152 EN 2010)

ensemble cohérent pour la protection et le contrôle des matières nucléaires non affectées à la mise en œuvre de la politique de dissuasion. De nombreux points font l'objet d'évolutions par rapport à la réglementation précédente, parmi lesquels peuvent être retenues l'extension du domaine de compétence des groupes d'experts, tant pour les installations que pour les transports, l'extension des études de sécurité au domaine du suivi physique et de la comptabilité des matières, et la prise en compte explicite au niveau réglementaire du risque de sabotage des installations et des transports de matières nucléaires.

ACTIVITÉS DES GROUPES D'EXPERTS

L'arrêté relatif à la composition et aux modalités de fonctionnement du groupe d'experts relatif à la protection des établissements et des installations abritant des matières nucléaires, et de celui relatif aux transports des matières nucléaires, a été signé le 28 avril 2011. La DEND est chargée du secrétariat de ces groupes, devant lesquels elle présente le résultat de ses analyses.

EXPERTISE ET CONTRÔLE DES INSTALLATIONS

■ Expertises

En 2011, l'IRSN a traité 274 demandes d'avis techniques sur la protection des matières et des installations nucléaires à l'égard des actions de malveillance. Cela a concerné l'analyse de dossiers de demande d'autorisation d'exercer une activité de détention, l'analyse des incidents ou dysfonctionnements déclarés par les opérateurs, ainsi que le retour d'expérience associé. Cette activité d'évaluation a conduit l'IRSN à organiser des réunions techniques avec les opérateurs et à consulter, en tant que de besoin, les spécialistes de sûreté de l'Institut.

■ Inspections

Par ailleurs, des salariés de l'Institut, assermentés et désignés par arrêté comme « inspecteurs des matières nucléaires », sont mandatés par le Haut fonctionnaire de défense et de sécurité du MEDDTL (HFDS) pour effectuer des missions de contrôle dans les installations détenant des matières nucléaires. Ces salariés ont répondu à 84 notifications et contrôles en inspectant 145 installations ou sites, dont quatre « réactives » à la suite d'événements intéressant la sécurité. Au cours de ces inspections, plusieurs mises en situation ont été réalisées, notamment de nuit, afin de contrôler la bonne mise en œuvre, par les forces locales de sécurité, des procédures et fiches réflexes établies par les opérateurs. Ces inspections sont soit annoncées à

6

INSPECTIONS NATIONALES RELATIVES AU CONTRÔLE DES MATIÈRES NUCLÉAIRES DANS LES INSTALLATIONS SOUMISES À DÉCLARATION. (8 EN 2010)

l'exploitant, soit inopinées, soit diligentées par l'autorité en réaction à des situations particulières comme des incidents ou des dysfonctionnements.

LA PAROLE À...



LAURENT DEMOLINS,

général de brigade, Haut fonctionnaire de défense et de sécurité adjoint, chef du service de défense, de sécurité et d'intelligence économique – ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement

« La mise en œuvre des dix arrêtés relatifs à la sécurité nucléaire, publiés entre septembre 2010 et novembre 2011 dans le cadre de l'application du décret du 17 septembre 2009 relatif à la protection et au contrôle des matières nucléaires, de leurs installations et de leur transport, le succès de la mission de l'International Physical Protection Advisory Service de l'AIEA au mois de novembre 2011, ainsi que les actions menées contre certains sites nucléaires civils en décembre 2011, sont autant d'éléments qui affectent sensiblement le contexte d'application de la sécurité nucléaire en France. Celui-ci conduit l'Autorité de sécurité nucléaire à renforcer son action et à demander à l'IRSN, son appui technique, de l'aider dans cette démarche en recherchant les pistes pour rendre un service toujours plus performant.

Le niveau d'expertise de l'IRSN, son expérience et la qualité reconnue de ses salariés contribueront ainsi au renforcement de la sécurité nucléaire, conformément aux attentes des plus hautes autorités de l'État et de la population. »

■ Comptabilité des matières nucléaires

Le contrôle des matières nucléaires s'appuie pour partie sur la comptabilité nationale, qui centralise tous les mouvements de ces matières. Sur ce sujet, l'année 2011 a connu une phase intensive de recette du nouveau logiciel de gestion Ar Men et le début de la mise en œuvre des nouveaux moyens informatiques utilisés, avant la mise en production prochaine de ce logiciel. Les pouvoirs publics ayant exprimé en 2010 la volonté de dissocier la comptabilité des matières de la dissuasion nucléaire de celle des autres matières nucléaires, l'Institut a mis en place en 2011 des conventions avec les différents partenaires pour que le transfert de responsabilité s'effectue sans perte du niveau de contrôle de ces matières. Les activités liées à la comptabilité nationale ont également permis d'identifier et de traiter des événements intéressant la sécurité nucléaire, tels qu'un gammagraphe volé il y a plus de 35 ans et retrouvé par une société de traitement de déchets métalliques.

La gestion de ces événements a été assurée de manière conjointe par l'ASN, le HFDS et l'IRSN.

■ Formation à la gestion des matières nucléaires

L'Institut a également contribué à des formations destinées aux personnels d'Areva dans le domaine du suivi physique et de la comptabilité des matières nucléaires. Ces formations sont l'occasion de préciser les enjeux en termes de sécurité avec les personnes les plus concernées chez les opérateurs et leur encadrement, et de contribuer ainsi à leur transmettre une culture de sécurité.

TRANSPORT DES MATIÈRES NUCLÉAIRES

En 2011, l'IRSN a traité 42 demandes d'avis techniques sur la protection physique des matières nucléaires en cours de transport. Cela a concerné l'analyse de plans de transport, l'analyse de dossiers de demande d'autorisation d'exercer une activité de transport ou de demande d'agrément de moyens de transport, ainsi que l'analyse du retour d'expérience des transports, des inspections et des contrôles effectués.

En 2011, l'IRSN a traité 1722 demandes d'exécution de transports et a suivi environ 1598 transports nationaux pour lesquels aucun événement notable n'est à signaler. L'IRSN a également suivi les transports internationaux, parfois médiatiquement sensibles, comme par exemple le retour en Allemagne de déchets vitrifiés conditionnés à La Hague (Manche), ou l'arrivée de combustibles irradiés depuis les Pays-Bas ou l'Italie.

Enfin, l'IRSN a, en 2011, réalisé 100 contrôles techniques des moyens agréés pour le transport de matières nucléaires et inspections en cours de trans-

port. Ces inspections concernent principalement les véhicules routiers, mais aussi les moyens de transport par voie ferroviaire, maritime et aérienne.

EXERCICES DE CRISE

À la demande des pouvoirs publics, l'IRSN organise régulièrement des exercices d'inventaire, en situation de crise, des matières nucléaires présentes dans une installation. Ces exercices ont pour but de tester les chaînes de décision ainsi que la coordination des différents intervenants (exploitants, pouvoirs publics, etc.). Ils consistent à effectuer un inventaire des matières nucléaires dans une ou plusieurs installations en quelques heures afin de confirmer ou d'infirmer l'existence d'une action de malveillance (vol ou détournement de matières nucléaires, acte de sabotage). Au cours de l'année 2011, l'Institut a organisé et réalisé deux exercices impliquant les installations MELOX de Marcoule (Gard) et FBFC, de Romans (Drôme). Seize exercices de ce type ont déjà eu lieu avec une fréquence quasi annuelle. Ils permettent de tester les procédures de crise applicables par les principaux exploitants nucléaires français.

SÉCURITÉ DES SOURCES RADIOACTIVES

L'activité de l'année 2011, relative à la sécurité des sources radioactives, a principalement vu le démarrage du projet ASTRA (*Assessing Tracking Systems for High-Risk Radiological Sources*), établi dans le cadre d'un contrat entre l'IRSN et la Commission européenne. De même, un contrat entre l'IRSN et le ministère de la défense, relatif à l'étude de la dangerosité des sources radioactives d'origine française

••• L'IRSN a suivi le retour en Allemagne de déchets vitrifiés conditionnés à la Hague.



LA PAROLE À...



YANN BILLARAND,

chef de l'unité d'expertise des sources, IRSN

« Chargé de l'inventaire national des sources radioactives dans son décret de création, l'IRSN appuie son travail sur différents documents fournis par les détenteurs et fournisseurs de sources radioactives : formulaires de mouvements, inventaires annuels, attestations de reprise de sources et bilans des fournisseurs. Ces derniers consistent en un état des livraisons ou des réceptions de sources établi trimestriellement. En réponse à la demande de l'ASN, qui considère l'exploitation de ces bilans comme prioritaire, nous avons engagé une action destinée à encourager l'envoi de ces documents et à exploiter systématiquement ces informations pour renforcer la robustesse de l'inventaire national des sources radioactives. Ce travail de longue haleine a consisté à la fois à définir un format type de bilan, et à inciter les fournisseurs à l'utiliser pour faciliter l'intégration des données dans la base SIGIS. Un guide d'accompagnement à destination des fournisseurs de sources radioactives publié sur le site Internet de l'IRSN vient compléter ces démarches. Enfin, des actions d'amélioration de l'outil sont en cours afin d'optimiser le temps et la qualité de traitement de ces documents. En 2011, 64 % des fournisseurs nous ont transmis au moins une fois dans l'année des données directement intégrables dans SIGIS, contre 57 % en 2010. »

47

MISSIONS D'ACCOMPAGNEMENT DES
INSPECTIONS RELATIVES AU CONTRÔLE
INTERNATIONAL DES MATIÈRES
NUCLÉAIRES. (52 EN 2010)

détenues à l'étranger, a été engagé en 2011.

L'Institut a également participé à un exercice de récupération de sources radioactives, qui s'est déroulé au Maroc dans le cadre du GICNT (*Global Initiative to Combat Nuclear Terrorism*).

À noter, enfin, la participation de l'IRSN à des formations à la demande de l'AIEA, à Islamabad (Pakistan) et à Obninsk (Fédération de Russie) pour de futurs formateurs en sécurité des sources.

ACTIVITÉS INTERNATIONALES

■ Relations avec l'AIEA

La France a reçu, en novembre 2011, une mission IPPAS (mission de conseil et d'assistance de l'AIEA dans le domaine de la sécurité nucléaire) pour la préparation et le suivi de laquelle l'IRSN a été fortement impliqué. Des experts de l'IRSN ont également participé à des missions IPPAS en Suède en mai, et au Royaume-Uni en octobre. De plus, l'IRSN est intervenu en 2011, à la demande de l'AIEA, dans des cours organisés en Biélorussie et au Niger sur le principe de détermination d'une menace de référence, aux Pays-Bas sur la prise en compte des actes de sabotage, et en Chine sur la menace interne. Deux missions ont été effectuées dans le cadre du groupe de travail de l'AIEA visant à développer une méthode d'autoévaluation d'un régime de sécurité nucléaire. L'Institut a participé au comité des programmes de la conférence internationale sur la sûreté et la sécurité des transports de matières radioactives organisée par l'AIEA, qui s'est déroulée à Vienne (Autriche), du 17 au 21 octobre 2011.

Cette conférence, la première à traiter de sûreté et de sécurité des transports, visait à préparer les travaux de l'Agence au cours des 50 prochaines années dans ces domaines. L'Institut a contribué au programme français de soutien aux garanties de l'AIEA, dans le domaine des logiciels servant à déterminer la composition isotopique du plutonium et l'enrichissement de l'uranium. L'Institut s'est aussi positionné sur une nouvelle action relative à l'identification à distance de matières nucléaires, et à la définition des exigences d'un système de suivi de ces matières.

■ Relations bilatérales et multilatérales

Dans le cadre de l'accord de coopération existant entre le DOE des États-Unis et l'IRSN dans le domaine de la protection et du contrôle des matières nucléaires, de nouvelles actions ont été proposées et discutées en 2011.

Il s'agit notamment de l'identification de matières nucléaires à l'aide de détecteurs portables, de la comparaison des réglementations applicables en France et aux États-Unis en matière de sécurité nucléaire, de la définition des spécifications de conception d'un

LA PAROLE À...



BRUNO QUAGLIA,

chef du comité technique Euratom

« En tant qu'appui technique du CTE, notamment pour le suivi des contrôles internationaux des matières nucléaires, l'IRSN est amené à accompagner de nombreuses inspections diligentées par l'AIEA ou la Commission européenne. L'Institut tient alors un rôle très important dans la mesure où il relaie les positions des autorités françaises et accompagne les opérateurs sur le terrain. Cette proximité avec le terrain est capitale, car elle permet à la fois de défendre les intérêts nationaux, mais aussi de veiller au respect des obligations internationales. L'action de l'IRSN est également essentielle pour le suivi des déclarations dues aux autorités internationales dans le respect des délais réglementaires. Au-delà de ces activités régulières, le CTE est également amené à solliciter les experts de l'Institut pour des analyses ponctuelles. Pour l'ensemble de ces missions, la réactivité et l'implication des équipes de l'IRSN sont réellement appréciables, de même que leurs compétences dans un domaine particulièrement complexe, comme celui des contrôles internationaux. C'est une collaboration efficace et cohérente qui va s'étendre, en 2012, au suivi des 24 accords bilatéraux que la France a signés avec des États tiers dans le domaine des utilisations pacifiques de l'énergie nucléaire. »

logiciel pour la protection contre la menace interne et d'un recensement des types d'exercices réalisés dans le domaine de la sécurité en France et aux États-Unis, dont le résultat pourrait servir de base à un document de la série « sécurité » de l'AIEA.

■ Relations avec la Commission européenne

L'IRSN a assuré le support technique des autorités françaises impliquées dans le Groupe *ad hoc* sur la sécurité nucléaire (GAHSN) créé en juillet 2011 par la Commission européenne. Ce groupe a pour mission d'identifier et d'échanger des bonnes pratiques en matière de sécurité nucléaire au sein des États membres de l'Union européenne et de proposer, le cas échéant, des pistes d'amélioration. Par ailleurs,

dans le cadre d'un contrat avec la Commission européenne, l'Institut a organisé en mai 2011 un séminaire au titre du projet *State response to a severe attack* (STAR). Le but était d'échanger avec ses homologues européens au sujet de la sécurité des installations nucléaires, et de présenter un outil de simulation de gestion d'actes de malveillance prenant en compte les volets sûreté et sécurité d'une telle crise.

CONTRÔLES INTERNATIONAUX DE NON-PROLIFÉRATION

■ Contrôles internationaux dans le domaine de la chimie

En 2011, l'IRSN a accompagné, pour le compte du ministre chargé de l'industrie, de l'énergie et de l'économie numérique auprès du ministre de l'économie, des finances et de l'industrie (Minéfi), six inspections diligentées par l'Organisation pour l'interdiction des armes chimiques (OIAC) sur des sites industriels français. Cet effort d'inspection est comparable à celui de l'année 2010. Au cours d'une de ces missions, l'OIAC a procédé à des prélèvements d'échantillons qui ont été analysés sur site dans l'unité laboratoire mobile (ULM) de l'IRSN. Ces inspections n'ont conduit à aucune recommandation. L'IRSN a élaboré la déclaration française des activités menées au cours de l'année 2010 par les 119 établissements industriels français assujettis à la Convention pour l'interdiction des armes chimiques (CIAC). Au deuxième semestre 2011, l'Institut a négocié avec le secrétariat technique de l'OIAC un accord permettant à cette dernière de mener des inspections séquentielles sur le territoire français à partir du second semestre 2012. On désigne par « inspections séquentielles » deux inspections qui se déroulent consécutivement dans une même semaine sur deux sites différents. Par ailleurs, l'IRSN a travaillé sur le dispositif juridique national concernant les inspections par mise en demeure (IMD), en participant avec le Minéfi à l'élaboration d'un modèle de saisine et de requête du juge. L'IMD est un mécanisme de vérification très puissant et intrusif qui

6

MISSIONS D'ACCOMPAGNEMENT
DES INSPECTIONS INTERNATIONALES
RELATIVES À L'INTERDICTION DES ARMES
CHIMIQUES. (7 EN 2010)

peut être déclenché, en tout point d'un territoire, à la demande d'un autre État partie à la Convention. L'IRSN a apporté un appui technique au Minefi pour la préparation de plusieurs évolutions réglementaires portant sur les IMD et sur la déclaration française ci-dessus mentionnée. Concernant les IMD, une révision du projet de décret permettant de simplifier certaines procédures et un projet de circulaire interministérielle ont été mis au point. Pour ce qui concerne les déclarations d'activité des industries relevant de la CIAC, l'IRSN a proposé au Minefi de réviser plusieurs articles du code de la défense afin de prendre en compte des décisions prises par l'OIAC. Ces évolutions visent notamment à modifier, voire à supprimer, certains seuils de déclaration. L'IRSN a mis en place une formation destinée aux industriels concernés par l'application de la CIAC. Cette formation présente le contexte réglementaire, détaille les obligations et les droits des industriels assujettis à cette convention, et explique le régime de vérification des sites industriels français basé sur des déclarations annuelles et sur l'accueil d'inspections inopinées menées par des fonctionnaires de l'OIAC. La première session, réalisée en juin 2011, a accueilli neuf stagiaires.

■ Contrôles internationaux dans le domaine du nucléaire

En 2011, le nombre des accompagnements d'inspections Euratom et AIEA réalisés par l'IRSN (47) pour le compte du Comité technique Euratom (CTE) a été similaire à celui de 2010. L'année a été marquée par un important travail d'analyse de documents et d'accords, réalisé par l'IRSN, visant à préparer les discussions entre les autorités françaises et la Commission européenne. À cet égard, il convient notamment de retenir les négociations sur le contenu des listes d'articles en stock, lors desquelles le CTE a opposé des arguments juridiques à la demande d'Euratom, la mise en place et le périmètre du groupe de travail conjoint Euratom-France portant sur la transmission de données de contrôle à Luxembourg, ou encore les échanges sur la mise en œuvre, souhaitée par Euratom, d'inspections inopinées concernant les réacteurs EDF.

À la demande du CTE, l'IRSN a produit de nombreuses analyses sur les opérations de transfert de matières nucléaires d'une activité soumise au contrôle de sécurité d'Euratom à une activité non soumise, et réciproquement, afin d'éclairer les discussions sur le projet de décret sur la gestion patrimoniale des matières nucléaires nécessaires à la défense, publié le 18 novembre 2011.

L'IRSN a également contribué, à la demande de la DGEC (Direction générale de l'énergie et du climat), à la mise à jour du rapport HCTISN sur le cycle du combustible en vérifiant les données transmises par les exploitants sur les importations et exportations



•• L'usine George-Besse II, à Pierrelatte (Drôme), a passé sa première inspection de type LFUA en août 2011.

de matières nucléaires en 2010. Du fait de l'évolution de la réglementation française sur le contrôle gouvernemental, l'IRSN a débuté, au second semestre 2011, des négociations avec le CEA/DAM et le CTE sur un protocole concernant la transmission des informations relatives à l'application des contrôles Euratom et AIEA dans les installations concernées.

Cette année a aussi vu l'optimisation des outils informatiques de production des déclarations de l'IRSN. Elle a notamment connu le démarrage du projet de déploiement du portail Internet PIMENT de déclaration des mouvements de matières nucléaires dans les CNPE d'EDF.

Au plan des inspections, l'usine George-Besse II, à Pierrelatte (Drôme), a accueilli en août 2011 sa première inspection de type LFUA (*Low Frequency Unannounced Access*), menée conjointement par l'Agence internationale de l'énergie atomique et la Commission européenne. Ce type d'inspection est un élément central de la stratégie de contrôle des usines d'enrichissement par centrifugation. Cette première inspection LFUA, qui devrait être suivie par une dizaine de ce type par an, avait fait l'objet d'un important travail préparatoire à l'IRSN en collaboration avec l'exploitant, et avait donné lieu à la réalisation d'un exercice.

RADIOPROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET DE L'HOMME

MESURER ET COMPRENDRE
POUR MIEUX PRÉVENIR

La radioprotection de l'homme et de l'environnement constitue un vaste domaine de recherche et d'expertise, dont les différents volets mobilisent d'importantes ressources humaines et techniques au sein de l'IRSN. À titre d'exemples d'avancées réalisées au cours de l'année 2011, l'Institut a engagé, dans le domaine de la surveillance de l'environnement, le déploiement d'une nouvelle génération de sondes Téléray ; dans celui du recensement des sites miniers ou de ceux pollués par des radioéléments, il a mené des missions de terrain telles que MIMAUSA ou l'opération radium ; dans celui de la radioécologie, il a lancé une première expérience mutualisée à l'échelle européenne d'étude des effets d'une exposition chronique aux rayonnements gamma des espèces non humaines. Dans le même esprit, l'IRSN a entrepris ou poursuivi différents programmes de recherche visant à évaluer les effets d'une exposition chronique de l'homme à de faibles doses de rayonnements ionisants – domaine encore mal connu. À cet égard, il anime la plateforme européenne MELODI, dans le but de mutualiser les moyens de recherche dans ce domaine, et contribue à des programmes nationaux tels que l'étude épidémiologique Elfe, portant sur 20 000 enfants. Enfin, l'Institut a progressé dans ses programmes de recherche destinés notamment à mieux comprendre la genèse des complications liées au traitement de patients par radiothérapie, et à protéger le personnel médical, par exemple en radiologie interventionnelle.

EXPOSITION DE
L'ENVIRONNEMENT
ET DES POPULATIONS

L'IRSN assure une surveillance générale et permanente de l'exposition de l'environnement aux rayonnements ionisants et améliore, dans cet objectif, ses outils et moyens de mesure.

SURVEILLANCE DE L'ENVIRONNEMENT

■ Déploiement des nouvelles sondes Téléray

En 2011, l'IRSN a commencé la modernisation et le redéploiement du réseau d'alerte Téléray afin de mieux le répartir sur le territoire français. Neuf sondes de nouvelle génération ont été installées autour de la centrale EDF de Fessenheim (Haut-Rhin) et onze sondes autour de celle de Cattenom (Moselle). Par ailleurs, 33 sondes existantes ont été remplacées par des sondes de nouvelle génération en région parisienne et dans le sud-est de la France. Enfin, ce déploiement comporte également l'installation de sondes de nouvelle génération dans les départements et collectivités d'outre-mer au moment de l'accident de Fukushima-Daiichi, installation rendue possible grâce à la collaboration active de la gendarmerie nationale.

MÉTROLOGIE

L'IRSN mène des travaux destinés à améliorer la mesure de différentes substances radioactives dans l'environnement.

■ Nouvelle technique de mesure
du tritium

En termes d'activité, le tritium est le principal radionucléide rejeté dans l'environnement continental et marin. Aujourd'hui, la stratégie de surveillance de la radioactivité de l'environnement et les études radioécologiques en cours doivent s'adapter à une aug-

226

BALISES (DONT 219 TÉLÉRAY)
CONSTITUENT LE RÉSEAU DE
TÉLÉSURVEILLANCE DU TERRITOIRE.
(171 EN 2010 DONT 164 TÉLÉRAY)



► Le déploiement des nouvelles sondes Téléray a commencé dans les départements, régions et collectivités d'outre-mer. Ci-dessus, la balise installée en mars 2011 à Saint-Claude (Guadeloupe) pour la surveillance de la radioactivité gamma de l'air ambiant.

mentation des analyses de tritium à très bas niveau, liée à la mise en exploitation des futurs réacteurs ainsi qu'à celle, à moyen terme, de l'installation ITER. Pour répondre à cette demande, l'IRSN a engagé le développement d'une nouvelle technique plus performante de mesure, par spectrométrie de masse, du tritium organiquement lié, par la mesure de son descendant, l'hélium 3. L'équipement correspondant, implanté dans un laboratoire de l'IRSN sur le site de l'université d'Orsay (Essonne), a été développé en 2011 en collaboration avec le Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement (CEA/CNRS/université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines).

■ Analyse des eaux d'adduction

L'IRSN a réalisé en 2011, en collaboration avec les Agences régionales de santé, une étude sur la potabilité des eaux, financée par la Direction générale de la santé. La méthode d'analyse radiologique des eaux potables repose sur un contrôle des activités alpha et bêta globales, dont les valeurs répondent aux exigences réglementaires lorsqu'elles sont respectivement inférieures à 0,1 et 1 Bq/l. 168 échantillons d'eau, sélectionnés pour leur teneur potentiellement élevée en radionucléides d'origine naturelle (plomb 210, radon 222 et uranium), ont été analysés. 22 % des échantillons comportaient des activités significatives de plomb 210. L'étude a ainsi confirmé que les techniques de mesure généralement utilisées pour l'analyse de l'activité bêta globale ne permettent pas de détecter la présence de plomb 210. Cette absence de détection induit un risque de sous-estimation des

doses intégrées du fait de la consommation de ces eaux. L'étude a mis en évidence le fait que ce risque concernait moins de 2 % des eaux analysées.

■ Radon : transposition des normes françaises en normes internationales

L'année 2011 a vu l'aboutissement du processus de transposition en normes internationales des normes françaises (AFNOR) relatives au mesurage du radon et de ses descendants dans l'air. Ce processus avait été initié en 2007 par l'IRSN lors d'une réunion du comité technique sur l'énergie nucléaire de l'Organisation internationale de normalisation (ISO – International Organization for Standardization). Par un vote des membres de l'ISO, les huit textes français ont été acceptés comme nouveau thème de travail, et discutés quatre années durant au sein d'un groupe de travail composé d'experts européens (Royaume-Uni, Allemagne, Espagne, Suisse, Pays-Bas, Norvège et France), américains (États-Unis et Canada) et asiatiques (Japon et Corée). Le consensus obtenu au sein de ce groupe permet d'envisager la publication officielle des normes ISO au début de 2012. L'IRSN a lancé un processus similaire pour la transposition des normes AFNOR relatives au mesurage du radon dans l'eau.

SITES ET SOLS POLLUÉS

En réponse aux demandes des industriels et des administrations, l'IRSN réalise des études d'impact des activités industrielles, présentes et passées, sur l'environnement et sur les populations.

■ Consolidation des données relatives aux anciennes mines d'uranium

Dans le cadre du programme MIMAUSA, réalisé à la demande des pouvoirs publics, et dont l'objectif est de constituer, tenir à jour et rendre publiques des informations complètes sur les anciennes mines d'uranium, l'IRSN a procédé en 2011 à des missions de contrôle dit de « second niveau » sur les anciens sites miniers d'uranium de Corrèze, Haute-Vienne, Nièvre et Saône-et-Loire.

Ces contrôles visent, d'une part, à confronter les informations de la base de données MIMAUSA à de nouvelles mesures et observations sur le terrain et, d'autre part, à vérifier les résultats et les informations des bilans environnementaux produits par Areva NC en application d'une circulaire du 23 juillet 2009. Au-delà des constats visuels, des mesures du débit de dose gamma sont réalisées sur les sites et leurs abords ainsi que des mesures sur des prélèvements d'eau et de sédiments qui pourraient être marqués par l'exploitation minière.

■ Premier bilan de l'opération radium

L'IRSN a poursuivi sa participation à l'opération nationale de « diagnostic radium », lancée en Île-de-France en octobre 2010. L'objectif est de détecter d'éven-

tuelles pollutions par le radium de sites ayant, dans la première moitié du XX^e siècle, abrité des activités médicales ou artisanales (fabrication horlogère) puis, le cas échéant, de réhabiliter les sites concernés. Sous l'égide de l'État, l'IRSN réalise des diagnostics sur des sites à usage d'habitation collective ou à usage professionnel. L'Institut est intervenu en 2011 dans dix immeubles situés à Paris pour établir le diagnostic de logements, de locaux commerciaux, de caves ainsi que dans deux pavillons en banlieue. Plus de 100 locaux ont été examinés. Six lieux se sont révélés pollués par le radium, la pollution des immeubles étant généralement limitée à un ou deux locaux. L'IRSN a établi et mis en œuvre un protocole de réalisation du contrôle final après travaux, permettant de vérifier que la pollution avait bien été éliminée. L'IRSN a également proposé des niveaux de référence en termes de rayonnement dans l'habitat en Île-de-France, permettant la définition des objectifs d'assainissement des locaux.

■ Décontamination de locaux du site de Feursmétal

Une intervention de l'IRSN et de Cegelec sur le site de la société Feursmétal (Loire) destinée à la mise en sécurité d'une source radioactive bloquée hors de l'enceinte

• Dans le cadre de STAR, la première expérience visant à comprendre les effets de l'irradiation chronique aux rayonnements gamma sur le nématode *C. elegans* a été réalisée en 2011.



de protection d'un gammagraphe a conduit, le 26 mai 2010, à la contamination légère de six personnes participant à l'opération ainsi qu'à celle de bâtiments.

À la suite de cet incident, le tribunal de grande instance de Paris a ordonné, à la demande de Feursmétal, une expertise destinée à déterminer les responsabilités respectives des trois parties, et les préjudices liés au sinistre.

Afin de mettre un terme définitif au contentieux et d'engager au plus tôt la décontamination du site pollué, un accord a été négocié en 2011 par les trois parties, sous l'égide de la Direction générale de la prévention des risques (DGPR) et du Comité interministériel de restructuration industrielle (CIRI), et a été signé le 27 septembre 2011.

Cet accord prévoit notamment la cession à l'IRSN de la partie du site industriel de Feursmétal qui a subi une pollution radioactive, et la décontamination de celle-ci par l'Institut. À l'issue de cette opération, qui sera engagée en 2012, la propriété du terrain sera restituée à Feursmétal.

RADIOÉCOLOGIE

L'IRSN mène des recherches afin d'améliorer la connaissance du comportement des radionucléides et de leurs mécanismes de transfert au sein des écosystèmes.

■ Première expérience pour STAR

Les partenaires du réseau STAR, qui regroupe huit organismes européens travaillant en commun sur la recherche en radioécologie, ont réalisé en 2011 leur première expérience pilote. Celle-ci, toujours en cours, est menée sur le nématode *C. elegans* afin de comprendre les effets d'une irradiation chronique par des rayonnements gamma sur ce modèle animal. L'objectif est de déterminer si une irradiation modifie la répartition de l'énergie nécessaire au métabolisme de base, à la croissance ou à la reproduction de ces organismes.

Durant l'étude, compétences, protocoles et analyses des résultats ont été mis en commun par les partenaires du réseau STAR. Réalisée dans les laboratoires de l'IRSN, l'étude montre la volonté d'intégration et de mutualisation des moyens des équipes de recherche à l'échelle européenne.

■ Bilan sur le site de la « forêt rousse » : migration des radionucléides après 25 ans

En 2011, l'IRSN, en collaboration avec ses partenaires ukrainiens (IGS, UIAR) et français (CNRS, universités), a fait le point sur les travaux menés depuis 1999 sur le site expérimental de la « forêt rousse », situé dans la zone d'exclusion de Tchernobyl (Ukraine). Ces travaux, relatifs à l'influence des conditions biophysicochimiques et au rôle majeur des végétaux sur la

900

POINTS DE MESURE DU DÉBIT DE DOSE
AMBIANT. (900 EN 2010)

LA PAROLE À...



PER STRAND,

directeur, direction de la préparation aux situations d'urgence et de la radioactivité environnementale, autorité norvégienne de radioprotection, NRPA

« Voici maintenant quelques années, huit organismes impliqués dans la recherche en radioécologie – dont l'autorité norvégienne de radioprotection – ont décidé de créer l'Alliance européenne de la radioécologie, dans le but de mieux coordonner leurs efforts de recherche et de donner à cette discipline une visibilité accrue. L'évolution du contexte mondial, marqué par la survenue d'un accident nucléaire majeur au Japon et le risque de menaces terroristes utilisant des matières radioactives, a incité les partenaires de l'Alliance à intégrer toujours plus fortement leurs activités et moyens au sein d'une plate-forme de recherche appelée STAR. Sa première mission fut la définition d'un agenda stratégique fondé sur de nouvelles approches telles que l'étude des multistresseurs, c'est-à-dire des effets d'une exposition chronique combinant, à de faibles doses, des stressseurs nucléaires et chimiques. L'année 2011 a vu notamment les premières expériences sur des nématodes et la conception de cours de radioécologie à l'intention de jeunes scientifiques au niveau master. Nous ne pouvons pas attendre un autre accident majeur pour maintenir et élargir nos connaissances en radioécologie. C'est pourquoi STAR joue un rôle de premier ordre pour garantir que les organismes scientifiques concernés disposent des bases scientifiques adaptées à leur mission d'appui aux équipes chargées de définir la réglementation destinée à protéger l'homme et l'environnement. »



• Les travaux menés sur le site expérimental de la « forêt rouge » (Ukraine) dans la tranchée 22 ont montré le développement, entre 1999 et 2008, d'un panache de strontium 90 sur une dizaine de mètres.

mobilisation et le devenir des radionucléides enfouis dans les tranchées de déchets, ont été réalisés sur une tranchée qui contient des particules de combustibles, des terres contaminées, des troncs d'arbre irradiés, etc. Ils ont montré le développement, entre 1999 et 2008, d'une traînée de strontium 90 sur une dizaine de mètres à partir de cette tranchée, dans le sens de l'écoulement de la nappe, ce qui atteste un phénomène de migration du radionucléide.

Vingt-cinq ans après l'accident, cette tranchée ne contient plus de particules solubles de type UO_{2+x} (oxydes d'uranium complexes), car celles-ci ont été dissoutes et ont relâché la majorité des radionucléides qu'elles contenaient, notamment du strontium et du plutonium (isotopes 239, 240, 241), dans la solution de l'eau du sol. Il ne reste plus que les particules

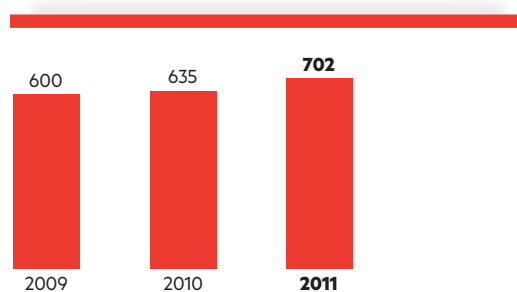
d' UO_2 (oxyde d'uranium simple) et de $ZrUyOx$ (zirconium complexe), dont la dissolution est très lente. Plusieurs publications ont été faites à ce sujet dans des revues internationales à comité de lecture.

RADIOPROTECTION DES TRAVAILLEURS

L'IRSN mène des études et des analyses destinées à prévenir et évaluer l'exposition des travailleurs aux rayonnements ionisants.

■ Surveillance du site contaminé de Saint-Maur-des-Fossés

Depuis le 5 novembre 2010, l'IRSN réalise des mesures de tritium sur des échantillons d'eau, d'air et de végétaux prélevés dans l'environnement du bâtiment de la société 2M Process, à Saint-Maur-des-Fossés (Val-de-Marne), accidentellement contaminé par la manipulation d'un tamis moléculaire, mis à disposition par le CEA, qui s'est révélé *a posteriori* contenir du tritium. Avec plus de 350 résultats acquis en 21 campagnes de prélèvement, l'Institut dispose d'une connaissance précise de l'évolution spatiale et temporelle de la concentration du tritium autour de ce site. La tendance générale à la baisse observée tout au long de l'année 2011 est corrélée aux opérations de décontamination menées par le CEA, qui ont permis d'alléger progressivement le programme de suivi. Fin 2011, le tritium n'était plus quantifiable qu'au plus près du bâtiment contaminé. L'Institut a, par ailleurs, procédé à des analyses de tritium dans les urines en vue d'identifier les personnes ayant été exposées lors de cette contamination accidentelle. Pour celles présentant des résultats positifs, il a évalué les doses de rayonnement reçues. Au total, 55 personnes ayant travaillé dans les locaux de la société 2M Process, ou les entreprises mitoyennes, et 79 riverains (dont des élèves et des professeurs du collège Pissarro, situé à



POINTS DE PRÉLÈVEMENT D'ÉCHANTILLONS POUR LA SURVEILLANCE DE LA RADIOACTIVITÉ SUR L'ENSEMBLE DU TERRITOIRE FRANÇAIS.

proximité) ont bénéficié d'analyses. Une évaluation de dose a été réalisée pour 44 travailleurs et sept riverains. Les dernières analyses réalisées en juin 2011 ont montré que plus aucune contamination n'était détectable.

 www.irsn.fr

■ Amélioration de la quantification des expositions chroniques à de faibles doses

L'IRSN mène des études épidémiologiques contribuant à l'évaluation des risques sanitaires associés à des expositions chroniques aux rayonnements ionisants. Une thèse, soutenue en 2011, a concerné la cohorte des travailleurs du CEA et d'Areva NC, dont près de 37 000 travailleurs suivis entre 1950 et 2004, dont l'exposition externe cumulée a été reconstituée. La mortalité de ces travailleurs apparaît globalement inférieure à celle de la population générale; ce résultat illustre la meilleure santé de la population active par rapport à la population générale. *A contrario*, des excès de cancers du poumon et de la peau ont été observés, sans corrélation avec les doses reçues par les travailleurs concernés. Aucune relation significative avec la dose n'a été mise en évidence pour les décès par cancer solide et les maladies cardiovasculaires. En revanche, pour les cas de décès par leucémie, une relation a été établie avec la dose reçue. Une étude élargie combinant la cohorte étudiée avec d'autres cohortes de travailleurs du nucléaire permettra de progresser dans la quantification plus précise des risques associés à de faibles doses reçues de façon chronique.

 www.irsn.fr

■ Risque de cataracte chez les cardiologues interventionnels

L'IRSN a publié en 2011 les résultats de son étude épidémiologique O'CLOC, qui vise à apprécier le risque d'opacité radio-induite du cristallin chez les cardiologues interventionnels, exposés aux rayons X. Sur la base du volontariat, une centaine de cardiologues interventionnels et un groupe témoin (non exposé) de salariés de l'IRSN ont été inclus dans l'étude entre octobre 2009 et avril 2011. Les résultats obtenus montrent une opacité cristallinienne au niveau sous-capsulaire postérieur près de quatre fois plus fréquente chez les cardiologues interventionnels qu'au sein du groupe témoin. Cet excès est préoccupant, même si les informations recueillies dans le questionnaire professionnel montrent que la protection individuelle des personnes examinées pour les besoins de l'étude n'a pas été optimale. Ces premiers résultats concordent avec ceux d'autres études réalisées en milieu médical, et conduisent à recommander fortement l'usage des moyens de protection contre les rayons X mis à disposition des cardiologues interventionnels, comme l'utilisation systématique de lunettes à verre au plomb, pour réduire ce risque.

18 806

ÉCHANTILLONS DE L'ENVIRONNEMENT
PRÉLEVÉS POUR DES MESURES
RADIOLOGIQUES. (20 414 EN 2010)

LA PAROLE À...



ISABELLE FITTON,
physicienne en radiologie et PCR à l'hôpital européen
Georges-Pompidou (Paris)

« Participer au groupe de travail sur l'amélioration de la structure et la présentation du rapport annuel sur la radioprotection des travailleurs a été une expérience enrichissante. En effet, nous avons eu l'occasion d'échanger entre professionnels sur nos pratiques et nos attentes, qui diffèrent selon le domaine dans lequel nous intervenons. Même si elle ne revêt pas encore la forme définitive que prendra le rapport, la version qui nous a été transmise en 2011 a déjà permis de clarifier la présentation du document et de simplifier l'accès aux informations qui nous intéressent. Une organisation plus structurée, davantage d'informations pratiques comme les études de postes sont autant d'avancées qui facilitent l'utilisation du rapport, par exemple dans les formations que nous dispensons aux professionnels.

Les fréquents échanges avec l'IRSN nous ont également amenés à participer aux ateliers de radioprotection organisés par l'Institut pour sensibiliser des lycéens de terminale à cette thématique. Ces rencontres ont, elles aussi, donné lieu à de nombreux échanges avec des jeunes motivés et intéressés ! »

■ Radioprotection du personnel médical : amélioration de la connaissance des doses

De 2008 à 2011, l'IRSN a participé au projet collaboratif européen ORAMED, dont l'objectif était de développer des méthodes permettant d'estimer plus finement l'exposition des personnels médicaux aux rayonnements ionisants. Ainsi, des dizaines de milliers de données concernant les doses reçues par les extrémités et par le cristallin des opérateurs ont été recueillies auprès

de plusieurs services de radiologie interventionnelle et de médecine nucléaire en Europe. Cette base de données renseigne sur la distribution des doses en fonction des pratiques, et sur la pertinence des moyens de protection. Par ailleurs, un nouveau dosimètre de l'exposition du cristallin a été développé et testé avec succès en situation de travail. Enfin, les performances de neuf dosimètres opérationnels ont été étudiées dans des conditions utilisées en radiologie interventionnelle (champ pulsé) pour en améliorer l'utilisation en situation réelle. L'ensemble des résultats et leur analyse ont été présentés lors d'une conférence, organisée par l'IRSN à Barcelone (Espagne), du 20 au 22 janvier 2011. Un rapport a été publié en novembre 2011 dans un numéro spécial de la revue scientifique *Radiation Measurements*.

🔗 www.upc.edu/inte/oramed/

EN SAVOIR PLUS

INTERCOMPARAISON DES INSTALLATIONS ANTHROPORADIOMÉTRIQUES D'EDF



●-● Fantôme anthropomorphe IGOR ayant servi à tester les installations d'EDF pour les mesures anthroporadiométriques.

L'arrêté du 6 décembre 2003 désigne l'IRSN comme organisateur d'exercices d'intercomparaison pour les mesures anthroporadiométriques sur les trois configurations généralement testées : le corps entier, les poumons et la thyroïde. En 2011, à la demande d'EDF, l'Institut a lancé une campagne d'intercomparaison pour les mesures « corps entier » et « thyroïde », étendue à l'ensemble des installations anthroporadiométriques des centrales d'EDF. Ces exercices d'intercomparaison permettent aux laboratoires participants d'évaluer leurs performances selon les critères définis dans la norme NF ISO 12790-1. En cas de non-respect de ces critères, des actions correctives sont mises en œuvre, comme le réexamen des étalonnages ou des protocoles de mesure. Toutes les installations d'EDF testées dans ces conditions se sont révélées conformes à la réglementation.

■ Mesures anthroporadiométriques plus réalistes pour les femmes

En 2011, des travaux de recherche menés à l'IRSN, dans le cadre d'une thèse cofinancée par Areva, ont débouché sur des améliorations de mesures anthroporadiométriques. Si l'anthroporadiométrie reste la technique idéale pour l'identification et la quantification rapide des radionucléides X et gamma présents dans l'organisme, elle présentait une limitation importante pour les travailleuses du nucléaire, compte tenu de l'utilisation de fantômes anthropomorphes définis à partir d'anatomies masculines. Afin d'améliorer la surveillance des travailleuses, des recherches de l'IRSN ont tout d'abord été menées pour développer une bibliothèque de modèles numériques permettant de représenter les thorax féminins en reproduisant les tailles et les morphologies les plus communes. Cette bibliothèque a été ensuite utilisée pour étalonner numériquement le système de comptage du secteur d'analyses médicales de l'établissement Areva NC La Hague. Par ailleurs, une série d'abaques établissant la variation de l'efficacité de comptage en fonction de l'énergie et de la morphologie a été proposée et validée. Elle est directement applicable par les équipes de santé au travail d'Areva NC.

■ Intercomparaison en métrologie des neutrons

En tant que laboratoire associé à l'Institut national de métrologie, l'IRSN détient les références nationales pour la fluence et les grandeurs dosimétriques dans les champs neutroniques. Ces références sont éprouvées régulièrement lors de comparaisons internationales entre les instituts nationaux de métrologie. En 2011, une nouvelle comparaison décennale (CCRI-K11²) portant sur la grandeur fluence pour quatre niveaux d'énergie de neutrons a impliqué l'Allemagne, le Royaume-Uni, la France, la Commission européenne, la Russie, la Chine et les États-Unis. Elle s'est déroulée dans l'installation

AMANDE, de l'IRSN, du 5 septembre 2011 au 27 janvier 2012, l'IRSN étant à la fois pilote, laboratoire d'accueil et participant. Les valeurs mesurées et leurs incertitudes sont déterminées indépendamment par chaque participant. Leur écart à la valeur moyenne sur l'ensemble des participants donne le degré d'équivalence des références nationales.

■ Événements et incidents de radioprotection : un recensement indispensable

L'IRSN a développé en 2011 une méthode d'analyse des événements et incidents de radioprotection, après avoir créé en 2010 une base de données permettant la centralisation des informations relatives à ces événements. Cette base permet l'établissement du bilan statistique nécessaire à l'évaluation de la qualité des dispositions de radioprotection mises en œuvre dans les différents domaines d'utilisation des rayonnements ionisants. L'objectif est de hiérarchiser les actions de radioprotection au regard du retour d'expérience. Testée sur 60 % des 400 événements dont l'Institut a eu connaissance en 2010, cette méthode est apparue robuste, compte tenu de la quantité et de la qualité des informations disponibles. Cette première analyse met en lumière l'intérêt que cette base aurait à être alimentée de manière plus systématique par les organismes en charge de la collecte des informations.

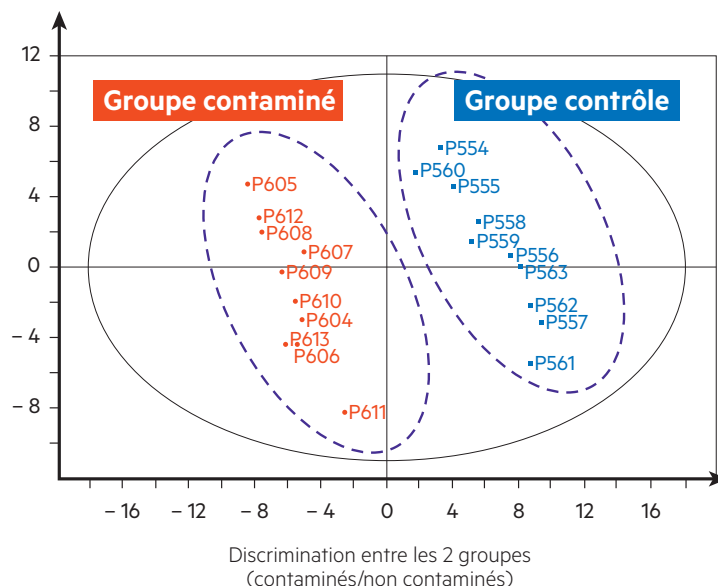
EFFETS DES EXPOSITIONS CHRONIQUES

■ Contribution à l'Étude longitudinale française depuis l'enfance

L'IRSN contribue à l'Étude longitudinale française depuis l'enfance (Elfe), coordonnée par une unité mixte Inserm-Ined, qui vise à identifier et analyser les effets des facteurs environnementaux (pollution de l'air, pollution de l'eau, UV, composés chimiques, rayonnements ionisants, etc.) et sociaux sur le développement, la santé et la socialisation des enfants. Il s'agit de la première étude généraliste en France d'une telle ampleur. La participation de l'Institut concerne l'exposition aux rayonnements ionisants de façon à mieux déterminer les doses reçues par les enfants. Après une phase pilote en 2007, l'étude Elfe a été généralisée en 2011 à une cohorte de 20 000 enfants, suivis de leur naissance jusqu'à leur majorité. Un questionnaire élaboré par l'Institut a été transmis aux parents pour recenser les différents examens radiologiques auxquels les enfants avaient été soumis au cours de leur vie. Pour cette cohorte d'enfants, recrutée d'avril à décembre 2011, et qui couvre l'ensemble du territoire métropolitain, une évaluation des risques de cancer sera réalisée.

 www.elfe-france.fr

Séparation statistique des animaux



© Laurent Stéfano.

→ Une approche métabolomique a été testée comme nouvel outil d'analyse au service de la radiotoxicologie. Ici, l'analyse statistique permet de discriminer les animaux contaminés par le césium de ceux non contaminés.

■ Conférence de consensus sur les effets non cancéreux des rayonnements ionisants

Dans le cadre du réseau d'excellence européen DoReMi, l'IRSN a organisé, du 19 au 23 septembre 2011, une conférence de consensus sur les opacités du cristallin pouvant être induites par des expositions professionnelles aux rayonnements ionisants. Sur la base d'un bilan des connaissances actuelles, 28 experts de 11 pays ont dégagé les pistes de recherche les plus prometteuses. Ainsi, cette conférence contribuera à la mise à jour de l'agenda stratégique de recherche sur les faibles doses. Cette même conférence suivait celle organisée en décembre 2010 sur les effets vasculaires radio-induits, et précède celle qui s'intéressera aux effets sur le système nerveux central, programmée au deuxième semestre 2012.

PROGRAMME ENVIRHOM

■ Empreinte métabolomique de la contamination par le césium 137

La métabolomique est une approche analytique globale en biologie qui permet d'identifier l'ensemble des métabolites (glucides, lipides, protéines, vitamines, etc.) produits par l'organisme soumis à un stimulus donné. Dans le cadre du programme ENVIRHOM, l'IRSN a entrepris une étude métabolomique chez le rat en s'adjoignant les compétences spécifiques d'une unité INRA/Inserm de l'université de la Méditerranée.

EN SAVOIR PLUS

ADOPTION DE L'AGENDA STRATÉGIQUE DE RECHERCHE SUR LES FAIBLES DOSES

L'association MELODI est une plate-forme européenne dédiée à l'étude des effets sur la santé d'une exposition chronique à de faibles doses de rayonnements ionisants. Lors de sa troisième conférence internationale, qui s'est tenue à Rome (Italie) en novembre 2011, elle a adopté son agenda stratégique de recherche sur les faibles doses. Cet agenda, préparé par un groupe d'experts piloté par l'Institut, a pour but d'orienter et de fédérer les programmes de R&D dans ce domaine au niveau international. Il fera l'objet d'une consultation de la communauté scientifique pour qu'elle puisse donner son avis. Les principales orientations comportent l'étude des pathologies non cancéreuses (maladies cardio-vasculaires, cataractes et affections neurologiques), des travaux relatifs à la radiosensibilité individuelle et des études épidémiologiques avancées intégrant le suivi de marqueurs biologiques de cancers.

🖱️ www.melodi-online.eu

Cette étude vise à détecter, dans le sang et les urines, la présence de marqueurs spécifiques associée à une ingestion chronique de césium 137. Les résultats de cette étude, publiés en 2011, sont très prometteurs puisqu'ils ont montré la possibilité d'identifier des animaux contaminés à de faibles doses de césium 137 sur la base des « empreintes métabolomiques » mesurées dans leurs urines. Dans les mêmes conditions de contamination, la mesure des taux sanguins de marqueurs biochimiques utilisés en clinique humaine ne permet pas cette distinction entre animaux contaminés et animaux non contaminés. Ce type d'approche ouvre donc une nouvelle voie en radiotoxicologie en facilitant la détection des effets sur l'organisme d'une contamination par le césium par rapport à des approches biochimiques plus traditionnelles.

■ Toxicité chimique de l'uranium

Les eaux de consommation présentent une teneur naturelle variable en uranium. Pour en étudier la toxicité chimique, l'IRSN a réalisé, dans le cadre de son programme ENVIRHOM, une étude expérimentale



••• La toxicité chimique de l'uranium est étudiée dans le cadre du programme ENVIRHOM de l'IRSN.

chez des rongeurs contaminés de façon chronique à l'uranium par de l'eau de boisson. Les résultats de ce travail, achevé en 2011, décrivent les effets obtenus avec une large gamme de teneurs en uranium dans l'eau de boisson (0,2 à 120 mg/l) sur plusieurs organes (foie, rein, cerveau, etc.). Cette étude a montré qu'aucun effet significatif – à la fois au niveau structural et au niveau fonctionnel – n'est observé, quel que soit l'organe, pour une teneur en uranium de 120 mg/l. Eu égard aux coefficients d'équivalence appliqués en pharmacologie, cela permet d'estimer qu'il n'y a pas d'effet chez l'homme pour des teneurs inférieures à 1,25 mg/l dans les eaux de boisson.

Ces nouvelles données expérimentales viennent compléter des données épidémiologiques de la littérature, et suggèrent que la toxicité chimique de l'uranium vis-à-vis des reins ne se manifesterait pas avant des valeurs au moins dix fois supérieures à la recommandation de l'OMS, fixée à 30 µg/l.

■ Effets du tritium

Outre les effets sur l'homme, il importe d'étudier l'impact des radioéléments sur les différents compartiments de l'environnement. Dans cet esprit, l'IRSN a lancé en 2011 des études pour acquérir de nouvelles données sur les effets du tritium chez les organismes non humains. Ces études se sont focalisées sur l'étude des dommages à l'ADN, et les conséquences induites par ces dommages sur le développement embryonnaire d'un poisson choisi comme modèle de vertébré. Ces recherches ont établi que l'exposition interne de poissons à de la thymidine tritiée (tritium organique) engendrait des dommages dans l'ADN, des malformations vertébrales et un retard d'éclosion à partir de 100 mGy par jour.

PROTECTION DANS LE DOMAINE MÉDICAL

■ Surexposition en radiologie au CHU d'Angers

Un accident de surexposition en radiologie interventionnelle concernant un patient hospitalisé au CHU d'Angers (Maine-et-Loire) a été déclaré à l'ASN en janvier 2011. À la demande de l'ASN, des experts de l'IRSN ont accompagné une visite réactive au CHU d'Angers afin de poser rapidement le diagnostic : une lésion cutanée sévère pour le patient. L'IRSN a ensuite procédé à la réalisation de mesures physiques de l'installation de radiologie et à l'estimation, par reconstitution, de la dose reçue par la peau, de l'ordre de 25 Gy. Il a fait des recommandations sur le suivi médical de ce patient. Enfin, pour éviter qu'un tel accident ne se reproduise, l'Institut a également formulé des recommandations concernant les matériels et les pratiques de radiologie interventionnelle à visée thérapeutique.

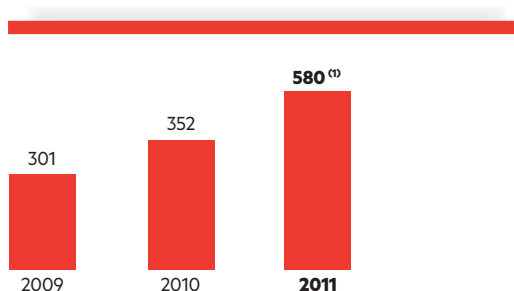
LA PAROLE À...



PR ÉRIC LARTIGAU,

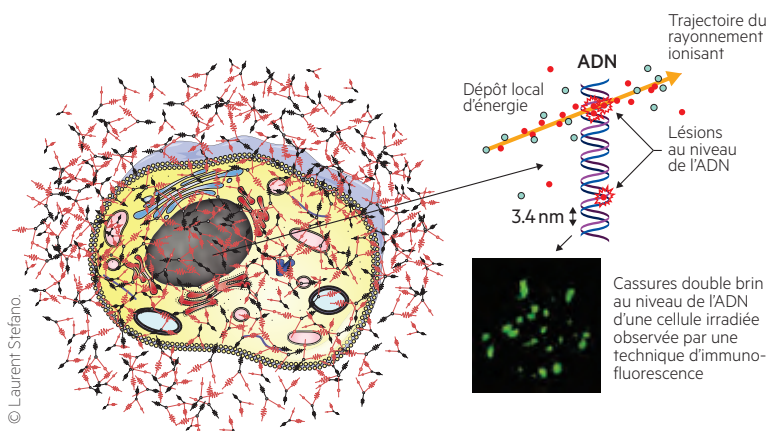
chef du département universitaire de radiothérapie du Centre Oscar-Lambret, à Lille, et président de la Société française de radiothérapie oncologique

« Le rapport réalisé par l'IRSN sur “les professionnels de la radiothérapie face à l'obligation d'améliorer la sécurité des traitements” est une analyse très pertinente de la situation que nous vivons depuis quelques années en réponse aux mesures gouvernementales prises pour améliorer la sécurité des traitements oncologiques. Les différents échanges avec l'Institut ont été particulièrement constructifs et ont abouti à un document qui, à partir d'un diagnostic juste, pointe une amélioration significative des traitements, au prix de fortes contraintes pour les professionnels et pour les établissements. Notre souhait est que ce rapport soit le point de départ d'un travail collaboratif avec nos principaux interlocuteurs que sont l'Autorité de sûreté nucléaire, la Haute autorité de santé et l'Institut national du cancer. L'IRSN y poursuivrait son aide méthodologique pour la mise en œuvre de ses préconisations. »



ANTHROPORADIOMÉTRIES RÉALISÉES POUR LE SUIVI DES TRAVAILLEURS.

(1) 104 avec des moyens mobiles.



••• L'existence d'un lien causal entre les effets précoces radio-induits et les conséquences tissulaires est l'hypothèse de travail du programme ROSIRIS.

■ Premiers résultats du programme de recherche ROSIRIS

Le programme de recherche expérimentale ROSIRIS de l'IRSN a pour objectif de mieux connaître les effets secondaires des radiothérapies en vue de réduire les risques pour les patients et d'optimiser les protocoles de traitement. L'un des axes du programme ROSIRIS vise à établir une relation entre des événements biophysiques précoces au niveau cellulaire et leurs conséquences plus tardives au niveau cellulaire ou tissulaire. Ainsi, les expérimentations achevées en 2011 ont permis de montrer qu'il existait un lien de cause à effet entre la topologie des dépôts d'énergie dans la cellule et l'atteinte de l'ADN. Les dépôts d'énergie ont été évalués par simulation numérique à l'aide de codes de transport des particules dans la matière, et les atteintes de l'ADN mises en évidence par des marqueurs des cassures de brins.

Un autre axe vise à déterminer des mécanismes biologiques à l'origine de la toxicité des traitements de radiothérapie pour les tissus sains. Ce travail, mené en collaboration avec des équipes de l'université d'Évry (Essonne), a permis de préciser le rôle joué par le système vasculaire. Avec l'utilisation de nouvelles techniques de biologie à large spectre (études protéomiques), les travaux de l'IRSN ont permis de décrire un premier réseau d'interactions moléculaires, spécifique de la réponse précoce de certains composants vasculaires à l'irradiation.

■ Bilan des travaux sur les brûlures radiologiques

Depuis trois ans, l'IRSN développe, avec le soutien financier d'EDF, des recherches visant à la fois à mieux prédire l'évolution des brûlures radiologiques, et à améliorer les traitements de ces lésions par thérapie cellulaire. La brûlure radiologique, d'origine accidentelle ou consécutive à un traitement par radiothérapie, constitue une préoccupation majeure dans le domaine de la radiopathologie. Au cours de ces dernières années, son diagnostic est devenu plus aisé grâce, notamment, aux outils de reconstruction dosimétrique et à une meilleure reconnaissance des signes cliniques, que l'Institut a pu apporter aux équipes médicales. Cependant, l'étendue et la sévérité des dommages susceptibles de se développer à long terme sont encore difficiles à pronostiquer. Des résultats des travaux de l'IRSN ont été publiés en 2011. Chez la souris, sur un modèle préclinique de brûlure radiologique, une analyse des protéines à grande échelle – par protéomique – a permis de pronostiquer la sévérité des dommages radio-induits avant même que la lésion initiale n'apparaisse. Par ailleurs, l'IRSN a démontré l'efficacité des progéniteurs de cellules souches endothéliales (EPC) pour le traitement des lésions radio-induites. En effet, ces cellules souches se concentrent au niveau de la lésion cutanée et accé-

LA PAROLE À...



VINCENT PLAGNOL,

radiophysicien et PCR chez SCM Coradix, Perpignan

« L'IRSN a mis en ligne en début d'année une nouvelle application destinée à enregistrer directement les données liées aux NRD pour les actes que nous réalisons.

J'ai assez rapidement ouvert un compte pour accéder en ligne à cette base de données NRD. Comme pour toute nouvelle application, j'ai été confronté à quelques difficultés que j'ai transmises à l'IRSN. J'ai apprécié la réactivité du service, qui a rapidement tenu compte de mes remarques et modifié l'utilisation de l'application. Aujourd'hui, je pense que des améliorations pourraient encore être apportées, par exemple dans la précision des informations écrites dans le mail de validation de l'enregistrement de nos données.

Pour l'IRSN, une telle application lui permet de pouvoir faire des statistiques plus facilement et à grande échelle. Pour nous, utilisateurs, il serait utile de pouvoir disposer, à moyen terme, d'une déclinaison locale et de l'analyse nationale faite par l'IRSN sur les NRD. »

lèrent le processus de cicatrisation après irradiation. Les résultats montrent que l'utilisation des EPC à visée thérapeutique est prometteuse dans le traitement des brûlures radiologiques, au même titre que les cellules souches mésenchymateuses.

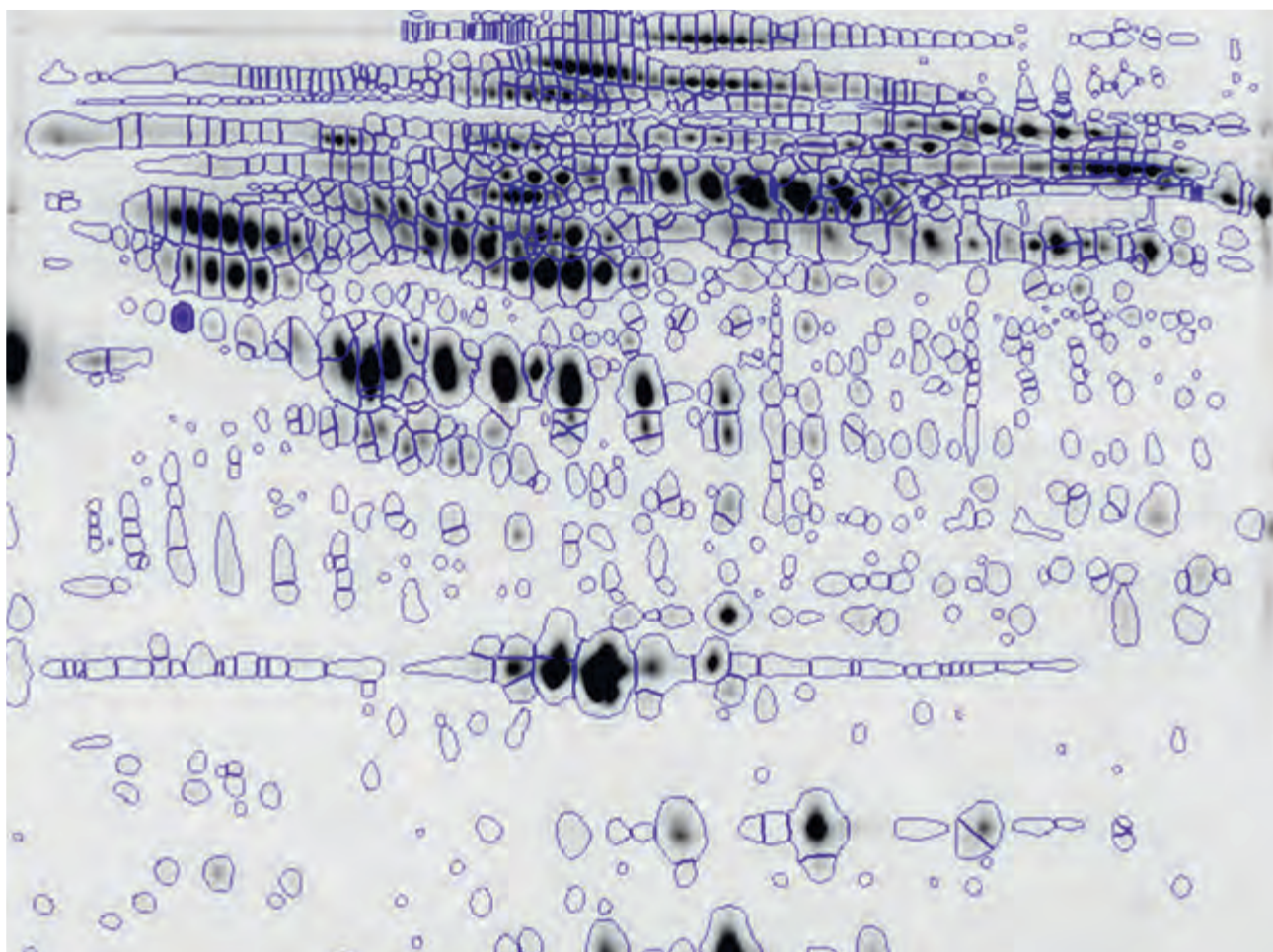
■ Collaboration avec l'Organisation mondiale de la santé

En juillet 2010, l'IRSN a été désigné comme centre collaborateur de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) pour la radioprotection, pour une durée de trois ans.

Dans ce cadre, l'OMS sollicite l'Institut pour être un support technique dans divers domaines de la radioprotection de l'homme, notamment ceux de la gestion d'un accident radiologique, de la dosimétrie biologique, de l'évaluation du risque et de la radioprotection médicale. Par ailleurs, l'OMS s'appuie sur l'IRSN pour enrichir et diffuser la culture de radioprotection dans la communauté médicale et scientifique. En 2011, l'IRSN a, à ce titre, mené trois actions majeures :

- à la suite de l'accident de Fukushima, l'OMS a fait appel à des experts de l'Institut pour définir la méthode d'évaluation des doses nécessaire à la mise en place d'une étude épidémiologique visant à évaluer les conséquences sanitaires de l'accident sur la population japonaise ;
- l'IRSN a participé au congrès du réseau REMPAN (*Radiation Emergency Medical Preparedness and Assistance Network*) de l'OMS, organisé à Nagasaki (Japon) du 16 au 18 février. C'est à cette occasion qu'un expert de l'IRSN en radiopathologie a été nommé président de l'association internationale de radiopathologie (IAR) ;
- participation au projet international BiODOSENET, de l'OMS. Ce projet vise à construire un réseau international de laboratoires de dosimétries biologique et physique opérationnel en cas d'accident radiologique impliquant un grand nombre de victimes. L'action de l'IRSN en tant que centre collaborateur marque sa reconnaissance internationale dans le domaine de la radioprotection.

••• La protéomique contribue à la recherche de biomarqueurs prédictifs de la sévérité des brûlures radiologiques. Ci-dessous, des protéines de sérum de souris irradiées visualisées sur un gel d'électrophorèse bidimensionnel.



CRISE ET SITUATIONS POSTACCIDENTELLES

AGIR VITE, ÊTRE PRÉCIS, INFORMER

Comme dans la plupart des situations accidentelles, l'action menée dans les premières heures suivant un accident nucléaire ou radiologique est déterminante pour la gestion de la crise et de ses conséquences pour l'homme et l'environnement. L'efficacité de cette action suppose une capacité de diagnostic rapide et précis de la nature de l'accident et de son impact radiologique, constituant pour les pouvoirs publics concernés une aide fiable à la prise de décision. En 2011, l'IRSN a démontré la validité d'une telle approche par son intervention, tant dans le cadre d'un accident d'irradiation survenu dans une installation industrielle bulgare que dans celui de l'explosion accidentelle d'un four de l'installation Centraco de Marcoule (Gard). Il a parallèlement poursuivi sa préparation aux situations d'urgence radiologique, notamment par la validation d'une méthode semi-automatisée de dosimétrie biologique permettant de différencier rapidement les individus exposés de ceux non exposés lors d'un d'accident radiologique de grande ampleur. Autre clé de la gestion des crises et des situations postaccidentelles : l'information. L'accident survenu à la centrale de Fukushima-Daiichi a conduit l'IRSN à mettre en œuvre, par exemple, son outil dénommé CRITER – centralisation en cas de crise des résultats de mesures effectuées en continu par les balises des réseaux de télésurveillance environnementale ; les résultats ont été diffusés en temps réel sur le site Internet de l'Institut.

3

GRÉEMENTS RÉELS DU CENTRE TECHNIQUE DE CRISE.

- 11 MARS : ACCIDENT DE FUKUSHIMA-DAIICHI.
- 12 SEPTEMBRE : EXPLOSION DANS L'INSTALLATION CENTRACO (GARD).
- 16 DÉCEMBRE : DÉCLENCHEMENT DU PUI SÛRETÉ ET INONDATION DE LA CENTRALE DE BLAYAIS (GIRONDE). (3 EN 2010)

INCIDENTS ET ACCIDENTS RADIOLOGIQUES

En cas d'accident ou d'incident radiologiques, l'IRSN est amené à intervenir afin d'en évaluer les conséquences pour les personnes irradiées et pour l'environnement, et permettre une prise en charge adaptée.

■ Accident radiologique en Bulgarie

Un accident d'irradiation a eu lieu le 14 juin 2011 en Bulgarie dans une installation industrielle, lors d'une opération de rechargement de sources de cobalt 60 de forte activité utilisées pour la stérilisation. L'IRSN, à la demande de l'AIEA, a envoyé deux experts en urgence en Bulgarie, un médecin et un radiopathologiste, pour une première évaluation des conséquences médicales. Les cinq victimes ont alors été rapidement transférées à l'Hôpital d'instruction des armées Percy, de Clamart (Hauts-de-Seine), dans le service d'hématologie. L'Institut a apporté une assistance à l'équipe médicale, en particulier pour l'évaluation des doses reçues par les victimes. Une dosimétrie biologique par dénombrement des aberrations chromosomiques dans le sang, une reconstitution dosimétrique par simulation avec un code Monte Carlo permettant de modéliser la victime dans son environnement et une dosimétrie rétrospective sur des échantillons d'émail dentaire, prélevés spécifiquement et analysés par résonance paramagnétique électronique, ont été réalisées. Les données dosimétriques obtenues ont été déterminantes pour orienter les choix thérapeutiques pour chacun des patients. Les plus sévèrement irradiés ont été traités avec succès par injection de facteurs de croissance, en application du consensus médical européen adopté aux Vaux-de-Cernay (Yvelines).

■ Explosion d'un four de fusion de métaux à Marcoule

À la suite de l'explosion d'un four de fusion de métaux très faiblement radioactifs à l'usine Socodei de Marcoule (Gard), le 12 septembre 2011, l'IRSN



•→ Le conteneur de stockage des sources de cobalt dans l'installation de stérilisation est à l'origine de l'accident de Bulgarie.

s'est rapidement mobilisé pour en évaluer les conséquences possibles sur l'environnement et sur la population. Le Centre technique de crise a été créé et a rapidement transmis un premier avis sur l'absence probable de risque pour la population. Une équipe de Cadarache (Bouches-du-Rhône) est venue consolider cet avis en effectuant des mesures directes dans l'environnement, et en quantifiant l'impact environnemental lié à cet événement à partir de prélèvements et d'analyses de végétaux. Transportés dans des laboratoires de métrologie, ces échantillons ont fait l'objet, le jour même, d'analyses plus poussées. Ainsi, dès le lendemain, l'Institut a pu confirmer que les activités rejetées n'étaient pas quantifiables, même par les moyens métrologiques les plus performants.

■ Rejet d'iode 131 en Hongrie

L'IRSN a eu connaissance, au début de novembre 2011, de la détection dans plusieurs pays d'Europe centrale de traces d'iode 131 dans l'air. Dès lors, l'Institut a engagé rapidement des analyses sur des prélèvements d'aérosols et d'iode sous forme gazeuse, afin d'y rechercher la présence éventuelle de ce radionucléide en France. Les résultats de ces analyses ont permis de détecter la présence d'iode 131, principalement entre le 5 et le 10 novembre, à des concentrations ne dépassant pas quelques $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$, proches des limites de détection des instruments de mesure, et sans risque pour la santé des populations. L'origine de cette pollution

radioactive étant un rejet provenant de l'Institut des isotopes situé à Budapest (Hongrie), l'IRSN a également réalisé une estimation des conséquences radiologiques dans un rayon de 20 km autour du site de cet institut; les doses ainsi estimées sont très faibles, même pour des « enfants d'un an sans aucune protection ». Les circonstances de ces rejets, qui auraient eu lieu entre le 8 septembre et le 16 novembre, selon les autorités hongroises, restent à déterminer.

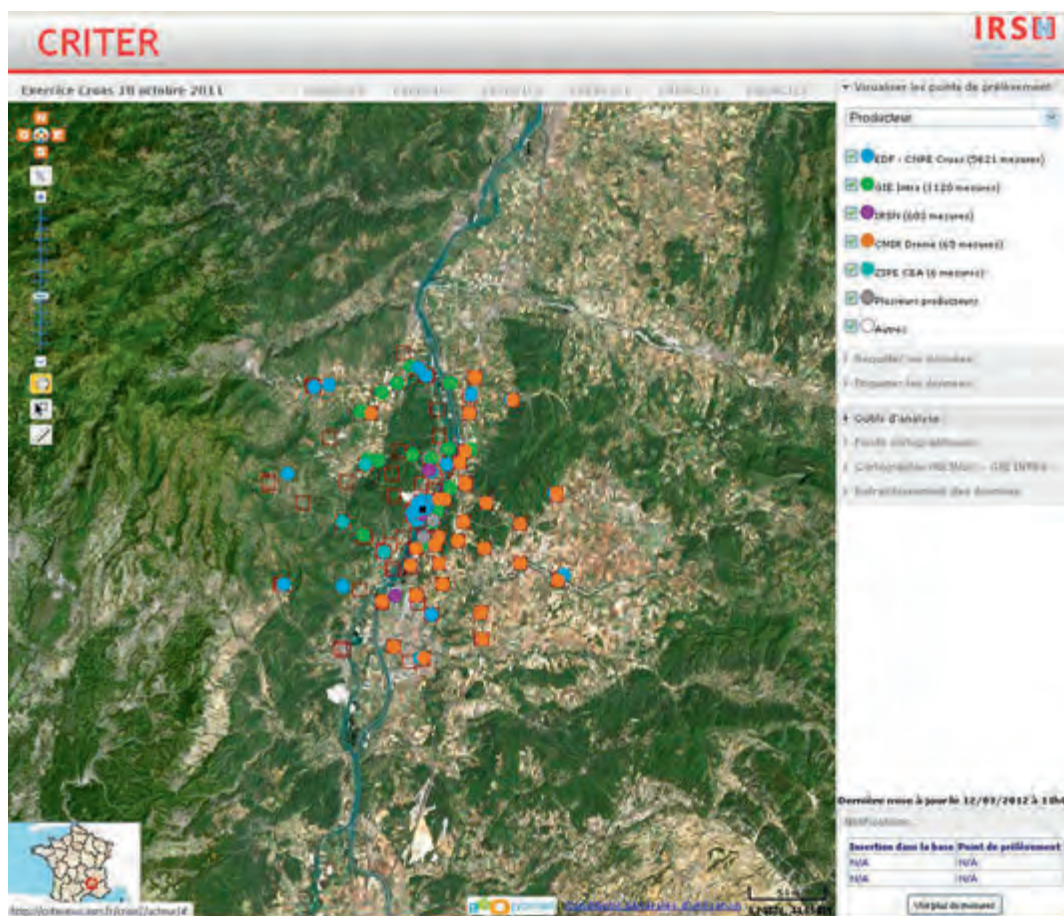
OUTILS ET MOYENS

Afin d'être en mesure de proposer la prise en charge la plus adaptée en situation de crise, l'IRSN mène des travaux destinés à améliorer ses outils de dosimétrie ainsi que ceux de centralisation et de restitution des données environnementales.

9

EXERCICES NATIONAUX DE CRISE
NUCLÉAIRE HORS ACTIVITÉS INTÉRESSANT
LA DÉFENSE. (5 EN 2010)

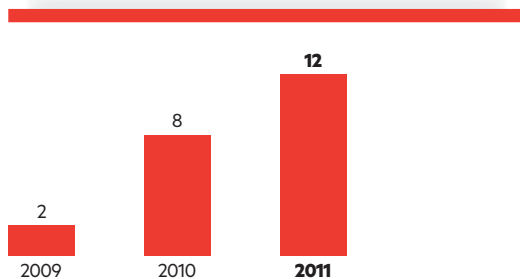
• Lors d'une crise, le système CRITER permet de mettre rapidement à disposition des décideurs sous forme cartographique les résultats des mesures environnementales de tous les organismes impliqués sur le terrain. Ci-contre, une représentation des mesures faites dans le cadre de l'exercice de Cruas.



■ Prise en compte des habitudes alimentaires dans les évaluations dosimétriques

L'IRSN a réalisé, en 2011, une enquête alimentaire aux alentours de la centrale nucléaire de Gravelines (Nord), avec l'appui de la Commission locale d'information (Cli), et en collaboration avec l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe). L'Institut souhaite en effet disposer de données sur les habitudes alimentaires des Français à l'échelle locale, afin

d'affiner ses évaluations dosimétriques autour des installations. Les connaissances actuellement disponibles au niveau national sont susceptibles d'être précisées par la prise en compte de spécificités locales. Par ailleurs, les enquêtes nationales récentes ne traitent pas de l'autoconsommation, élément essentiel pour de bonnes évaluations dosimétriques, car celle-ci pourrait concerner les denrées les plus contaminées. Après Tricastin (2004-2005), Chinon (2008) et Marcoule (2010), le terrain d'enquête 2011 portait pour la première fois sur un site en bord de mer.



ÉVALUATIONS DE DOSE D'EXPOSITION AUX RAYONNEMENTS IONISANTS PAR DOSIMÉTRIE BIOLOGIQUE.

■ Diminution du temps d'analyse en dosimétrie biologique

En 2011, l'IRSN a validé une méthode dosimétrique semi-automatisée afin d'être en mesure de différencier rapidement les personnes irradiées de celles qui ne le sont pas en cas d'accident radiologique susceptible d'avoir touché un grand nombre d'individus. Cette méthode optimise l'utilisation de la technique de référence actuelle de dosimétrie biologique fondée sur le dénombrement des aberrations chromosomiques. Ce développement permet de réduire d'un tiers le temps d'analyse des échantillons, tout en préservant la précision du résultat. Il est désormais possible d'estimer rétrospectivement la

dose d'irradiation reçue par une personne et d'évaluer l'hétérogénéité de son exposition de façon plus rapide. La capacité opérationnelle de cette nouvelle méthode sera prochainement testée sur un échantillon de 50 personnes au cours d'un exercice de crise.

■ Évaluation de l'outil CRITER

Destiné à fournir des informations aux acteurs d'une crise, l'outil CRITER de centralisation et de restitution des résultats de mesures environnementales a été évalué, dans son concept et ses fonctionnalités, tout au long de l'année 2011 au cours d'exercices. Il permet de diffuser en temps réel les résultats des mesures effectuées par les sondes IRSN du réseau Téléray ainsi que celles d'EDF ; les mesures de débit de dose des systèmes de la Marine nationale, du CEA, du GIE Intra (Groupe d'intervention robotique sur accidents) ou d'Areva ont permis d'enrichir l'outil au fur et à mesure des exercices de crise. Le développement de l'outil a également permis à l'IRSN de diffuser sur Internet, en temps réel, les résultats des mesures des réseaux de télésurveillance environnementale au moment où les masses d'air contaminées provenant de la centrale de Fukushima-Daiichi (Japon) passaient au-dessus du territoire français.

■ Nouvel outil d'aide à la décision en cas de pollution en Méditerranée

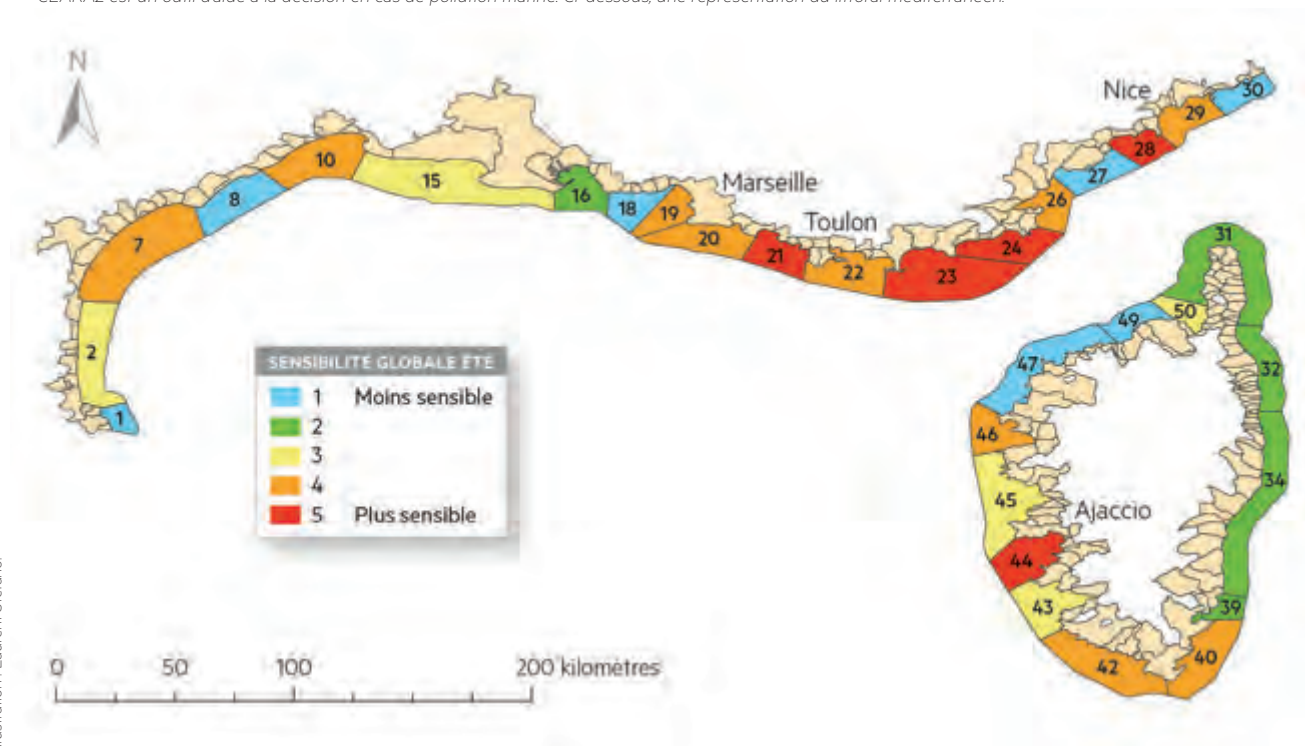
En 2011, l'IRSN a achevé le projet multipartenaires CLARA2, cofinancé par l'Agence nationale pour la

3

EXERCICES NATIONAUX DE CRISE NUCLÉAIRE CONCERNANT LES INSTALLATIONS INTÉRESSANT LA DÉFENSE. (6 EN 2010)

recherche (ANR), dont l'objectif était la réalisation d'un outil d'aide à la décision en cas de pollution marine. L'Institut a, entre autres, réalisé une cartographie de la sensibilité du littoral méditerranéen d'un point de vue écologique (zones ou espèces protégées, notamment), et d'un point de vue socio-économique (tourisme, aquaculture, pêche et autres activités directement ou indirectement liées à la qualité des eaux). Lors d'un accident, ces informations seraient croisées, à l'aide de l'outil opérationnel développé dans ce projet, avec les prévisions de dispersion des substances dangereuses pour déterminer rapidement les zones les plus vulnérables dont il faudrait alors se préoccuper en priorité.

→ CLARA2 est un outil d'aide à la décision en cas de pollution marine. Ci-dessous, une représentation du littoral méditerranéen.



04 /



SACLAY – ESSONNE (19 septembre)

**L'INSTITUT PARTICIPE À LA FÊTE
DE LA SCIENCE, EN OUVRANT
SES LABORATOIRES DE SACLAY,
EN COLLABORATION AVEC LE CEA.**

PILOTAGE ET FONCTIONNEMENT	P. 82
HYGIÈNE, SÉCURITÉ, PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET QUALITÉ	P. 83
RESSOURCES HUMAINES	P. 84

EFFICIENCE

DES MOYENS AU SERVICE DES MISSIONS DE L'INSTITUT

L'année 2011 a été marquée par des prises de décisions des tutelles de l'IRSN lui permettant d'assurer ses missions avec une efficacité renforcée. L'IRSN peut ainsi poursuivre sa démarche d'amélioration de la sûreté et de la radioprotection dans un contexte d'évolution du secteur nucléaire engagée depuis plusieurs années, et de prise en compte de l'accident de Fukushima-Daiichi.

■ Contribution annuelle des exploitants

Afin de faire face aux besoins croissants d'expertise, notamment sur de nouveaux projets nucléaires, le Parlement a voté la création d'une contribution forfaitaire annuelle acquittée par les exploitants d'installations nucléaires au profit de l'IRSN. Cette décision répond à l'engagement de l'Institut et de ses ministères de tutelle d'ajuster le niveau des ressources de l'IRSN à l'évolution des besoins de l'expertise, dans le cadre du contrat d'objectifs 2006-2009. D'un produit estimé à 30 M€ à sa création, cette contribution se substitue en 2011 à une part de la subvention versée à l'IRSN. Elle lui permettra à l'avenir de disposer d'un

financement évolutif fondé sur les besoins de l'expertise, tout en garantissant le maintien de son indépendance de fonctionnement et de jugement.

■ Accroissement des « Équivalents temps plein travaillé »

L'IRSN doit faire face depuis plusieurs années à un accroissement des attentes des pouvoirs publics en matière d'expertise. Dans ce contexte, et pour répondre aux besoins nouveaux issus des évaluations complémentaires de sûreté réalisées à la suite de l'accident de mars 2011 dans la centrale japonaise de Fukushima, les pouvoirs publics ont décidé en juin 2011 la création de 44 postes supplémentaires pour l'IRSN, dont 22 sont mis à la disposition de l'ASN.

EN SAVOIR PLUS

UNE NOUVELLE DIRECTION DE LA STRATÉGIE, DU DÉVELOPPEMENT ET DES PARTENARIATS

Créée en janvier 2011, la Direction de la stratégie, du développement et des partenariats (DSDP) résulte du rapprochement de la Direction scientifique (DS) et de la Direction de la stratégie, du développement et des relations extérieures (DSDRE). La nouvelle direction a pour mission de renforcer la dimension scientifique de la stratégie de l'IRSN et d'amplifier la programmation stratégique, ainsi que la coordination des projets d'expertise ou de recherche, tout en les adaptant aux réalités budgétaires. La DSDP est également chargée de structurer plus fortement les relations avec les partenaires, notamment ceux de la recherche et de l'enseignement supérieur, mais aussi de poursuivre la valorisation des compétences de l'Institut ainsi que le dialogue avec toutes les parties prenantes. L'évolution de l'organisation fonctionnelle de l'Institut est complétée par le positionnement du directeur scientifique auprès du directeur général ; il est chargé de l'évaluation scientifique, de l'animation de la filière experts et de la recherche exploratoire.

■ Arbitrage interministériel sur le projet immobilier

En interdisant aux Organismes divers d'administration centrale (Odac) de souscrire auprès d'un établissement de crédit un emprunt d'une durée supérieure à 12 mois, la loi de programmation des finances publiques pour 2011-2014 a remis en cause le principe du recours par l'IRSN à l'emprunt pour le financement de son projet immobilier. Après plusieurs mois de discussions, une réunion interministérielle a permis d'établir, le 16 juin 2011, un nouveau montage juridique et financier : la démolition et la reconstruction des deux bâtiments du site de Fontenay-aux-Roses (Hauts-de-Seine) par recours à un tiers investisseur (autorisation d'occupation temporaire avec location en retour), la reconstruction du bâtiment A du site du Vésinet (Yvelines) dans le cadre de la loi relative à la maîtrise d'ouvrage publique, l'affectation au financement d'une partie du produit de la cession de l'emprise de l'État au Vésinet. En parallèle, le régime domanial de chacun des sites de Fontenay-aux-Roses et du Vésinet a été régularisé fin 2011 par une convention d'utilisation établie entre l'État et l'IRSN.

UN ENGAGEMENT FORT EN FAVEUR DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

En 2011, des actions importantes ont été lancées en matière d'environnement, qu'il s'agisse de la signature de la Charte de développement durable, de l'action de dépollution du site du Vésinet ou d'évacuation de sources radioactives.

■ Signature de la Charte de développement durable

Le 8 avril 2011, Agnès Buzyn, présidente du conseil d'administration de l'IRSN, a signé la Charte de développement durable des entreprises et établissements publics, aux côtés de 20 autres entreprises et établissements publics. L'Institut marque ainsi sa volonté d'aller au-delà de ses obligations et responsabilités vis-à-vis de la société. Il s'engage, notamment, à mener une réflexion globale en matière de développement durable, à traduire celle-ci dans sa politique, ses projets et son management, à élaborer un document stratégique de développement durable, puis un plan d'action et à rendre compte, dans son rapport annuel, des conséquences sociales et environnementales de ses activités. L'Institut rejoint ainsi les 40 organismes du Club développement durable déjà signataires de la Charte.

■ Dépollution du site du Vésinet

L'IRSN a entrepris, en 2011, d'importants travaux de dépollution des sols du site du Vésinet (Yvelines). Cette pollution est due au déversement accidentel, en 2003, d'environ 7 000 l de fioul lors du remplissage de la cuve de la chaufferie. Après une première action de dépollution en 2005, une seconde opération a été nécessaire, compte tenu de la profondeur de la pollution (13 m) et de sa proximité avec un champ captant d'alimentation en eau potable. Les travaux menés en 2011 ont d'abord consisté à démolir et à remplacer la chaufferie, puis à mettre en œuvre des techniques de blindage complexes afin d'excaver 4 500 t de terres polluées. La dépollution a été confirmée par des analyses effectuées pendant et après le chantier, et qui seront poursuivies en 2012.

■ Évacuation des sources NUMEC

L'IRSN a procédé, en 2011, à l'évacuation de huit sources neutroniques plutonium-béryllium, entrepo-

EN SAVOIR PLUS

VERS UN SYSTÈME DE MANAGEMENT QUALITÉ-SÉCURITÉ-ENVIRONNEMENT UNIQUE

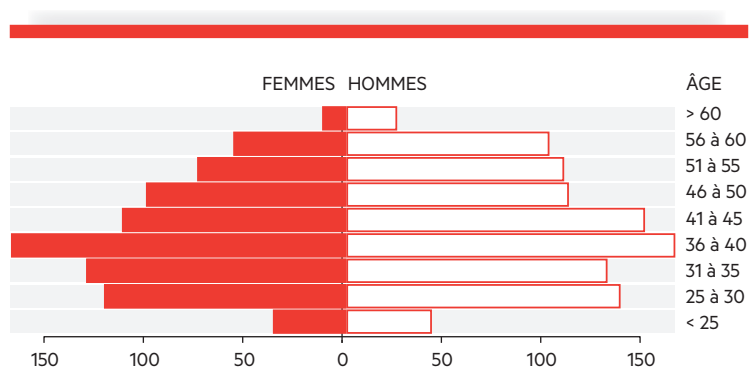
Afin de répondre à ses objectifs en matière de développement durable, tout en respectant les engagements pris dans le domaine de la sécurité et de la qualité, l'IRSN a décidé, en 2011, de construire un système de management unique pour la qualité, la sécurité et l'environnement, et certifié selon les normes ISO 9001, ISO 14001 et OHSAS 18001. Cette démarche aboutira, à terme, à une meilleure connaissance des risques pour l'homme et l'environnement des activités de l'Institut, lui permettant d'être plus efficace dans sa démarche d'amélioration continue.

sées dans des laboratoires de Fontenay-aux-Roses (Hauts-de-Seine) et de Cadarache (Bouches-du-Rhône). Ces sources avaient été livrées au CEA dans les années 60 par la société NUMEC, fournisseur américain qui a déposé son bilan depuis. Elles ont été attribuées à l'IRSN lors de sa création. Après avoir obtenu l'accord du gouvernement américain sur la reprise de ces sources, l'IRSN a, dans le cadre d'un projet commun avec le CEA, procédé à leur évacuation. Celle-ci s'est déroulée en deux phases : conditionnement des sources par du personnel du Los Alamos National Laboratory (LANL) dans des emballages de transport américains, puis transport par voies routière et maritime. Elles ont quitté le territoire national en juin 2011.

RESSOURCES HUMAINES

ANTICIPER LES BESOINS ET ASSURER LE DÉVELOPPEMENT DES COMPÉTENCES

En matière de gestion des ressources humaines, l'année 2011 a été caractérisée par l'analyse de dispositifs internes et d'outils de gestion des ressources humaines, dans l'objectif de les actualiser en les adaptant aux besoins actuels de l'IRSN, et par la mise en œuvre du plan d'action sur la qualité de vie au travail et la prévention des risques psychosociaux.



RÉPARTITION HOMMES/FEMMES PAR TRANCHE D'ÂGE.
(EN % PAR SEXE)

Dispositif de mobilité interne

L'Institut disposant depuis 2010 de référentiels en matière de compétences et métiers, portés à la connaissance de l'ensemble des salariés et explicités lors des entretiens annuels, il est apparu nécessaire de mieux les intégrer dans le dispositif d'organisation de la mobilité interne. En premier lieu, les salariés souhaitant une mobilité sont reçus à la Direction des ressources humaines (DRH) pour établir un diagnostic sur la nature de l'accompagnement dont ils auront besoin pour évoluer au sein de l'IRSN. En fonction de la maturité de leur réflexion, il leur est proposé un entretien d'orientation et de mobilité qui leur permet d'être guidés et soutenus, lors de leurs démarches auprès des unités ou d'un entretien d'étape professionnelle, plus approfondi, destiné à construire un nouveau projet de parcours professionnel. En 2011, 110 bilans d'orientation et de mobilité ont été menés et 20 bilans d'étape professionnelle ont été proposés. En parallèle, la procédure de mobilité interne a été revue. Elle fonctionne désormais comme celle du recrutement externe, c'est-à-dire que la sélection des postes à pourvoir est associée aux profils des collaborateurs candidats. Ainsi la DRH se trouve-t-elle impliquée de la même façon, quelle que soit la nature du recrutement : l'aptitude comportementale des candidats est validée, les unités sont conseillées en cas de pluralité de candidats, et les salariés sont orientés vers les postes disponibles qui correspondent le mieux à leurs compétences et à leurs souhaits.

1,34 M€

ALLOUÉS
AUX FRAIS
PÉDAGOGIQUES.
(1,67 EN 2010)

Retour d'expérience sur la mise en œuvre des grilles de classification et de rémunération

L'IRSN a réalisé, en 2011, un bilan de la mise en œuvre de la grille de rémunération des cadres sur trois ans, comme le prévoyait l'accord en la matière, signé en 2008. Ce travail a donné lieu à l'examen des situations des différentes populations de cadres : les débutants,

c'est-à-dire les personnes ayant moins de deux ans d'expérience professionnelle, et les cadres confirmés. Il a permis de comparer les nouvelles évolutions de carrière avec celles du dispositif appliqué avant 2008. Il ressort de cet examen que, globalement, le dispositif favorise une progression de rémunération plus régulière qu'auparavant. L'évolution est certes moins forte en début de carrière, mais elle est compensée par la revalorisation des diplômés à l'embauche actée dans l'accord. En outre, le positionnement projeté à dix ans situe les salariés en début de carrière légèrement au-dessus des rémunérations de l'ancien dispositif. Toutefois, il sera nécessaire de le revoir pour améliorer la continuité des fourchettes d'augmentation individuelle proposées pour chacune des tranches de rémunérations, pour revoir les pas de progression à l'intérieur des fourchettes, et pour repenser les appellations utilisées pour évaluer la contribution des collaborateurs. Ce bilan a été présenté en réunion extraordinaire de la Commission des carrières. Les partenaires sociaux ont accepté le principe d'une négociation en 2012 afin d'améliorer ce dispositif. L'Institut a, en parallèle, réalisé une première analyse du fonctionnement de la grille de classification et de rémunération des salariés non-cadres, un an après sa mise en place. Globalement satisfaisant, ce bilan fait ressortir une plus grande souplesse liée à l'annualisation des mesures individuelles pour tous les salariés.

■ Bilan de l'accord sur l'insertion des personnes en situation de handicap

Signé en février 2009, le premier accord en faveur de l'insertion des personnes en situation de handicap fixait des objectifs précis en matière d'emploi, d'aide à l'insertion professionnelle, de maintien dans l'emploi et de sensibilisation du personnel. Trois ans après, le bilan de cet accord est positif sur plusieurs points. Il a tout d'abord permis une sensibilisation du personnel : six sessions d'information ont été organisées au cours de la période 2009-2011. Cette sensibilisation peut être associée à la déclaration de 12 salariés en tant que travailleurs handicapés. En parallèle, l'Institut a largement atteint ses objectifs en matière de sous-traitance avec le secteur protégé. En effet, cet objectif était de cinq unités bénéficiaires à l'échéance de l'accord, et le premier recensement des prestations confiées au secteur protégé au 31 décembre 2011 indique un dépassement de ce chiffre (6,5 unités bénéficiaires). Ce résultat encourageant est dû notamment à la conclusion de deux contrats de prestation, l'un pour l'accueil téléphonique et l'autre pour des travaux d'impression. En revanche, des progrès sont possibles en matière de recrutement, puisque les objectifs ambitieux n'ont pas été atteints, notamment par manque de candidats correspondant aux profils recherchés. Au cours de la période d'application de l'accord, l'IRSN :

EN SAVOIR PLUS

PLAN D'ACTION SUR LA QUALITÉ DE VIE AU TRAVAIL ET LA PRÉVENTION DES RISQUES PSYCHOSOCIAUX

À la suite de la signature, en décembre 2010, du deuxième accord sur la prévention du stress et la qualité de vie au travail, et la mise en place d'un plan d'action en matière de prévention des risques psychosociaux à l'été 2010, un certain nombre d'actions ont été menées. On retiendra, tout particulièrement, le déploiement, sur les sites principaux de l'Institut, des premières actions de sensibilisation du personnel dont le contenu a été mis au point au sein d'un groupe de travail pluraliste. Cinq sessions de sensibilisation ont été organisées sur les sites de Fontenay-aux-Roses (Hauts-de-Seine), Cadarache (Bouches-du-Rhône) et Le Vésinet (Yvelines), permettant d'informer près de 250 collaborateurs. Le même groupe de travail a participé à l'élaboration de formations sur le même sujet destinées spécifiquement au management, aux personnels RH et médico-sociaux et aux délégués du personnel et membres des CHSCT. Deux sessions pilotes ont été organisées en 2011. En parallèle, le service de santé au travail de l'IRSN a réalisé un questionnaire spécifique pour ces risques, qui est utilisé par le médecin du travail lors des visites médicales. Proposé systématiquement aux salariés, ce questionnaire est anonyme, et les réponses confidentielles. Cet outil est notamment destiné à élaborer des analyses statistiques sur la qualité de vie au travail. Une cellule RPS a également été créée. Saisie par l'inspecteur général de l'IRSN, en cas de situation individuelle ou collective critique, elle réalise un diagnostic qu'elle transmet au directeur général : celui-ci décide alors d'un plan d'action, dont la mise en œuvre est accompagnée par la Direction des ressources humaines. Enfin, cette Direction a contribué à la conduite du changement en participant aux réflexions liées à la réorganisation opérationnelle de l'Institut. Elle a aussi participé à la préparation de ce projet d'envergure en veillant notamment à la bonne information de tout le personnel, et en étant à la disposition des collaborateurs qui souhaitaient s'exprimer sur le sujet en toute confidentialité.

- a recruté en 2009 une personne handicapée en contrat à durée déterminée pour une période de 13 mois ;
- a accueilli en 2009 et 2010 deux personnes intérimaires en situation de handicap sur des missions de saisie et d'archivage pour une durée de 13 et 15 mois ;
- a recruté en 2011 une personne handicapée en contrat d'alternance pour une durée d'un an.

Dans le cadre du maintien dans l'emploi des salariés handicapés au cours de la période 2009-2011, 12 réunions se sont tenues avec le service de santé au travail, et le service social pour la mise en place d'actions de prévention de l'inaptitude. La mission a participé à neuf études de poste, dont quatre avec l'appui d'un ergonome spécialisé, et collaboré à la réalisation de sept aménagements de postes de travail et accompagné sept salariés handicapés dans l'aménagement de leurs conditions d'emploi.

GLOSSAIRE

A

ABERRATION CHROMOSOMIQUE Anomalie portant sur le nombre ou la structure des chromosomes.

AERES Agence d'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur.

AFNOR Association française de normalisation.

AIEA Agence internationale de l'énergie atomique.

ALPHA (SYMBOLE α) Rayonnement composé de noyaux d'hélium 4, fortement ionisant mais très peu pénétrant. Une simple feuille de papier est suffisante pour arrêter sa propagation.

AMANDE Accélérateur pour la métrologie et les applications neutroniques en dosimétrie (Cadarache).

ANCCLI Association nationale des commissions et comités locaux d'information.

ANDRA Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs.

ANR Agence nationale pour la recherche.

ANSES Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail.

APRP Accident de perte de réfrigérant primaire.

ASAMPSA2 *Advanced Safety Assessment Methodologies – Level 2 Probabilistic Safety Assessment*.

ASN Autorité de sûreté nucléaire.

ASND Autorité de sûreté nucléaire défense.

ASSEMBLAGE COMBUSTIBLE Ensemble de crayons de combustibles reliés par une structure métallique, utilisé dans les réacteurs nucléaires.

B

BECQUEREL (Bq) Unité du système international utilisée pour la radioactivité. Le becquerel correspond à une désintégration par seconde.

BEL V Institut belge d'expertise nucléaire.

BÊTA (SYMBOLE β) Rayonnement composé d'électrons de charge négative ou positive.

Un écran de quelques mètres d'air ou une simple feuille d'aluminium suffisent à l'arrêter.

C

CABRI Réacteur d'essais du CEA utilisé par l'IRSN pour des expériences concernant la sûreté du combustible.

CAMARI Certificat d'aptitude à la

manipulation d'appareils de radiologie industrielle.

CIAC Convention pour l'interdiction des armes chimiques.

CIPR Commission internationale de protection radiologique.

CLI Commission locale d'information.

CNPE Centre nucléaire de production d'électricité.

CRITICITÉ (RISQUES DE) Risques associés aux réactions en chaîne non maîtrisées dans des matériaux fissiles.

CTE Comité technique Euratom.

D

DSND Délégué à la sûreté nucléaire et à la radioprotection pour les activités et installations intéressant la défense.

DOE/NNSA *Department of Energy/National Nuclear Security Administration* – Département de l'énergie / Administration nationale de la sécurité nucléaire aux États-Unis.

DOSE EFFICACE Grandeur physique utilisée en radioprotection, qui sert à évaluer l'impact sur les tissus biologiques d'une exposition à un rayonnement ionisant. Elle tient compte de la sensibilité des tissus affectés et de la nature des rayonnements. L'unité de « dose efficace » est le sievert (Sv).

DOSIMÉTRIE Détermination, par évaluation ou par mesure, de la dose de rayonnement (radioactivité) absorbée par une substance ou un individu.

DROM-COM Départements et régions d'outre-mer – collectivités d'outre-mer.

E

ECS Évaluation complémentaire de sûreté.

ENSREG *European Nuclear Safety Regulators Group* – Groupe des régulateurs européens dans le domaine de la sûreté nucléaire.

ENVIRHOM Programme de recherche visant à étudier les processus d'accumulation des radionucléides et les effets biologiques induits par cette accumulation dans les organismes vivants du monde végétal, du monde animal et de l'homme en situation d'exposition chronique.

ENSTTI *European Nuclear Safety Training and Tutoring Institute* – Institut européen de formation et de tutorat en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection.

EOLE Réacteur de recherche du CEA dédié aux recherches sur les propriétés physiques des cœurs des réacteurs nucléaires à eau légère. Il sert en particulier à étudier de

nouveaux concepts de cœurs de réacteurs.

EPR *European Pressurised water Reactor* – Réacteur européen à eau sous pression.

EPS Étude probabiliste de sûreté. Les études probabilistes de sûreté de niveau 2 (EPS2) quantifient les probabilités de rejets de produits de fission en cas d'accident grave.

ETSON *European Technical Safety Organizations Network* – réseau des organismes techniques de sûreté européens.

EURATOM Communauté européenne de l'énergie atomique.

F

FLUENCE Nombre de particules reçues par un détecteur, par unité de surface (particules/cm²).

G

GAMMA (SYMBOLE γ) Rayonnement électromagnétique, très pénétrant mais peu ionisant, émis lors de la désintégration de radionucléides. Des écrans de béton ou de plomb permettent de s'en protéger.

GEIE Groupement européen d'intérêt économique.

GRAPPES Ensemble de tiges solitaires mobiles contenant une matière absorbant les neutrons, qui s'insère dans le cœur d'un réacteur nucléaire, et qui, selon sa position, influe sur la réactivité du cœur.

GRS *Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit* – institut allemand d'expertise nucléaire.

GWj/t Unité usuelle de taux de combustion du combustible indiquant le niveau d'irradiation des assemblages combustibles, exprimé sous la forme de l'énergie extraite de l'assemblage en réacteur par tonne de matière fissile initiale.

H

HA-MAVL Déchets de haute et moyenne activités à vie longue.

HCTISN Haut comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire.

HDR Habilitation à diriger des recherches.

HFDS Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité du ministère en charge de l'énergie – autorité en charge de la protection et du contrôle des matières nucléaires en France.

HTTR *High temperature test reactor* – réacteur japonais d'essais à haute température.

I

IFSTTAR Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux.

IGS *Institute of Geological Sciences* – Institut des sciences géologiques (Ukraine).

INB Installation nucléaire de base.

INBS Installation nucléaire de base secrète.

INED Institut national d'études démographiques.

INERIS Institut national de l'environnement industriel et des risques.

INRA Institut national de la recherche agronomique.

INSERM Institut national de la santé et de la recherche médicale.

InVS Institut national de veille sanitaire.

IRSTEA (nouvelle dénomination du Cemagref) Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture.

ISOTOPES Éléments dont les atomes possèdent le même nombre d'électrons et de protons, mais un nombre différent de neutrons. Ils sont désignés par le même nom et possèdent les mêmes propriétés chimiques. On connaît actuellement environ 325 isotopes naturels et 1200 isotopes créés artificiellement.

ISTP *International SOURCE-TERM Program* – Programme international TERME SOURCE.

ITER *International Thermonuclear Experimental Reactor* – programme de recherche international destiné à démontrer la viabilité de la fusion comme nouvelle source énergétique.

J

JAEA *Japan Atomic Energy Agency* – agence japonaise de l'énergie atomique.

JNES *Japan Nuclear Energy Safety Organization* – organisme japonais de sûreté nucléaire.

K

KV Kilovolt.

M

M5 Type de gainage de combustible à eau sous pression.

MEDDTL Ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement.

MELODI *Multidisciplinary European Low Dose Initiative* – instrument de gouvernance européen destiné à structurer les recherches sur les risques liés aux expositions aux faibles doses.

mGy Milligray – unité du système international désignant la dose de rayonnement absorbée.

MIMAUSA Mémoire et impact des mines anciennes d'uranium : synthèse et archivage.

MINEFI Ministère de l'économie, des finances et de l'industrie.

MINERVE Réacteur d'expérimentation destiné aux études neutroniques sur des réseaux combustibles de différentes filières de réacteurs nucléaires, essentiellement pour l'amélioration de la connaissance des données nucléaires de base.

MOX Combustible à base d'oxydes mixtes d'uranium (naturel ou appauvri) et de plutonium.

mSv Millisievert – unité du système international désignant la dose efficace.

MWe Mégawatt électrique – unité de mesure de la puissance électrique produite. Dans un réacteur nucléaire à eau sous pression, la puissance thermique dégagée est environ trois fois supérieure à la puissance électrique.

N

NRC *Nuclear Regulatory Commission* (États-Unis) – commission de sûreté nucléaire américaine.

NRD Niveaux de référence diagnostique.

NRG *Nuclear Research and Consultancy Group* – fournisseur de services nucléaires aux Pays-Bas.

O

OCDE Organisation de coopération et de développement économiques.

OIAC Organisation pour l'interdiction des armes chimiques.

OMS Organisation mondiale de la santé.

ORAMED *Optimization of Radiation Protection of Medical Staff* (Optimisation de la Radioprotection du personnel MEDical).

P

PCR Personne compétente en radioprotection.

PCRD Programme-cadre pour la recherche et le développement technologique (Union européenne).

PUI Plan d'urgence interne.

R

RADIER Dalle de fondation en béton armé de forte épaisseur servant d'assise stable.

RADIOÉLÉMENT Élément radioactif naturel ou artificiel.

RADIONUCLÉIDE Isotope radioactif d'un élément.

RNR Réacteur à neutrons rapides.

S

SARNET *Severe Accident Research NETwork of excellence* – réseau d'excellence européen sur les accidents de réacteur à eau avec fusion du cœur.

SGDSN Secrétariat général de la défense et de la sécurité nationale.

SIGIS Système d'information et de gestion de l'inventaire national des sources de rayonnements ionisants.

SNA Sous-marin nucléaire d'attaque.

SNETP *Sustainable Nuclear Energy Technology Platform* – plate-forme technologique pour une énergie nucléaire durable.

SNRIU Autorité de sûreté ukrainienne.

SOFIA Simulateur d'observation du fonctionnement incidentel et accidentel.

STAR *Strategy for Allied Radioecology* – réseau d'excellence européen destiné à mutualiser la connaissance, les infrastructures et les efforts de recherche des différents partenaires dans le domaine de la radioécologie.

SYLVIA Système de couplage de codes de calcul en incendie et ventilation développé par l'IRSN.

T

TÉLÉRAY Réseau national automatisé de surveillance en continu du rayonnement gamma ambiant de l'air et d'alerte en cas d'élévation inhabituelle du débit de dose ambiant.

TERME SOURCE Rejets de produits radioactifs dans l'environnement en cas d'accident de fusion du cœur d'un réacteur à eau.

TRASSE Groupement national de recherche (IRSN-CNRS) sur le thème du transfert des radionucléides dans les sols, les sous-sols et vers les écosystèmes.

TSO *Technical Safety Organization* – organisme technique de sûreté.

TSN Loi relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire.

U

UIAR *Ukrainian Institute of Agricultural Radiology*.

V

VVER (OU WWER) *Vodo Vodiannoi Energititschesky Reactor ou Water Water Energetic Reactor* – réacteurs de conception russe, dont le principe de fonctionnement ressemble à celui des réacteurs à eau sous pression occidentaux.

W

WENRA Association des responsables d'autorités de sûreté nucléaire des pays d'Europe de l'Ouest.

Z

ZIRCALOY-4 Alliage à base de zirconium utilisé pour réaliser les tubes de gainage des pastilles de combustible en oxyde d'uranium.

Pour plus d'informations, vous pouvez également consulter le glossaire sur le site Internet de l'Institut :
 www.irsn.fr

COORDINATION ÉDITORIALE ET RÉALISATION

Direction de la stratégie, du développement et des partenariats

COMITÉ DE PILOTAGE

Valérie CHAMBRETTE
Valérie MARCHAL
Frédéric MÉNAGE
Emmanuelle MUR
Matthieu SCHULER
Sylvie SUPERVIL

COMITÉ ÉDITORIAL

Animation et coordination : Valérie MARCHAL

Marc-Gérard ALBERT	Bernard GOUDAL
Michel BAUDRY	Jean JALOUNEIX
Marie-Pierre BIGOT	Patrick LALOI
Stéphanie CLAVELLE	Pascale MONTI
Patrick COUSINOU	François ROLLINGER
Patrice DESCHAMPS	Véronique ROUYER
Aleth DELATTRE	Nathalie RUTSCHKOVSKY
Didier DEMEILLERS	Édouard SCOTT de MARTINVILLE
Agnès DUMAS	Christine THARAUD
Dominique FRANQUARD	Jean-Luc VERPEAUX

RÉDACTION

IRSN, avec le concours de Camille JAUNET (La Clé des mots) et de Jean-Christophe HÉDOUIN (HIME).

Ce rapport annuel a été approuvé par le conseil d'administration de l'IRSN le 27 mars 2012.

CONCEPTION GRAPHIQUE ET RÉALISATION

 meanings

TRADUCTION

Provence traduction

IMPRESSION

Fot

CRÉDITS PHOTO

Areva/Yves Meyssirel : p. 60 – Areva/Nicolas Petitot : p. 63 – Antoine Devouard/IRSN : p. 4, 25, 28 – Hervé Brouilly/IRSN : p. 26 – Luc Benevello : p. 6, 7, 9, 16 – IRSN : p. 10, 11, 12, 35, 45, 46, 47, 49, 50, 55, 70, 75, 77, 78 – Noak/Le bar Floréal/IRSN : p. 10, 12, 28, 39, 51 – Jean-Marc Bonzom/IRSN : p. 10, 66 – Grégoire Maisonneuve/IRSN : p. 10, 80 – Michel Choua/IRSN : p. 10 – Assemblée nationale : p. 11 – CEA : p. 11 – Olivier Seignette/Mikael Lafontan/IRSN : p. 12, 30, 31, 39, 41, 42, 44, 56, 57, 61 – Gendarmerie nationale : p. 65 – Laurent Stefano : p. 43, 48, 71, 74, 79 – T. Foulon/CEA : p. 44 – Bruno Valach/IRSN : p. 22 – P. Dumas/CEA : p. 27, 52 – Grégoire Maisonneuve/IRSN : p. 29, 32 – Jean-Pierre Copitet/IRSN : p. 35 – Yves Malenfer/Matignon : p. 36 – EDF/Alexis Morin : p. 40 – Marine nationale/Romain Veyrié : p. 54 – Caroline Simonucci/IRSN : p. 68 – Xavier Bellanger : p. 72 – **Supplément Fukushima** Luc Benevello : p. 2, 3 – Grégoire Maisonneuve/IRSN : p. 2, 3, 4, 5, 6, 7 – DigitalGlobe : p. 3, 4, 5 – Gettyimages/The Asahi Shimbun : p. 7 – Assemblée nationale : p. 6, 9 – Huma Rosentalski/IRSN : p. 8, 10 – IRSN : p. 8 – Magali Delporte/IRSN : p. 8 – Gettyimages/Ippei Naoi : p. 9 – Emma Foster/epa/Corbis : p. 9 – Guerre-Chaley Jean-François/IRSN : p. 10 – Antoine Devouard/IRSN : p. 10

**LOGO DD
PLACÉ PAR
L'IMPRIMEUR**

Rapport d'activité imprimé sur du papier issu de forêts gérées durablement et de sources contrôlées.

© IRSN

N° ISSN : 2104-8843

IRSN

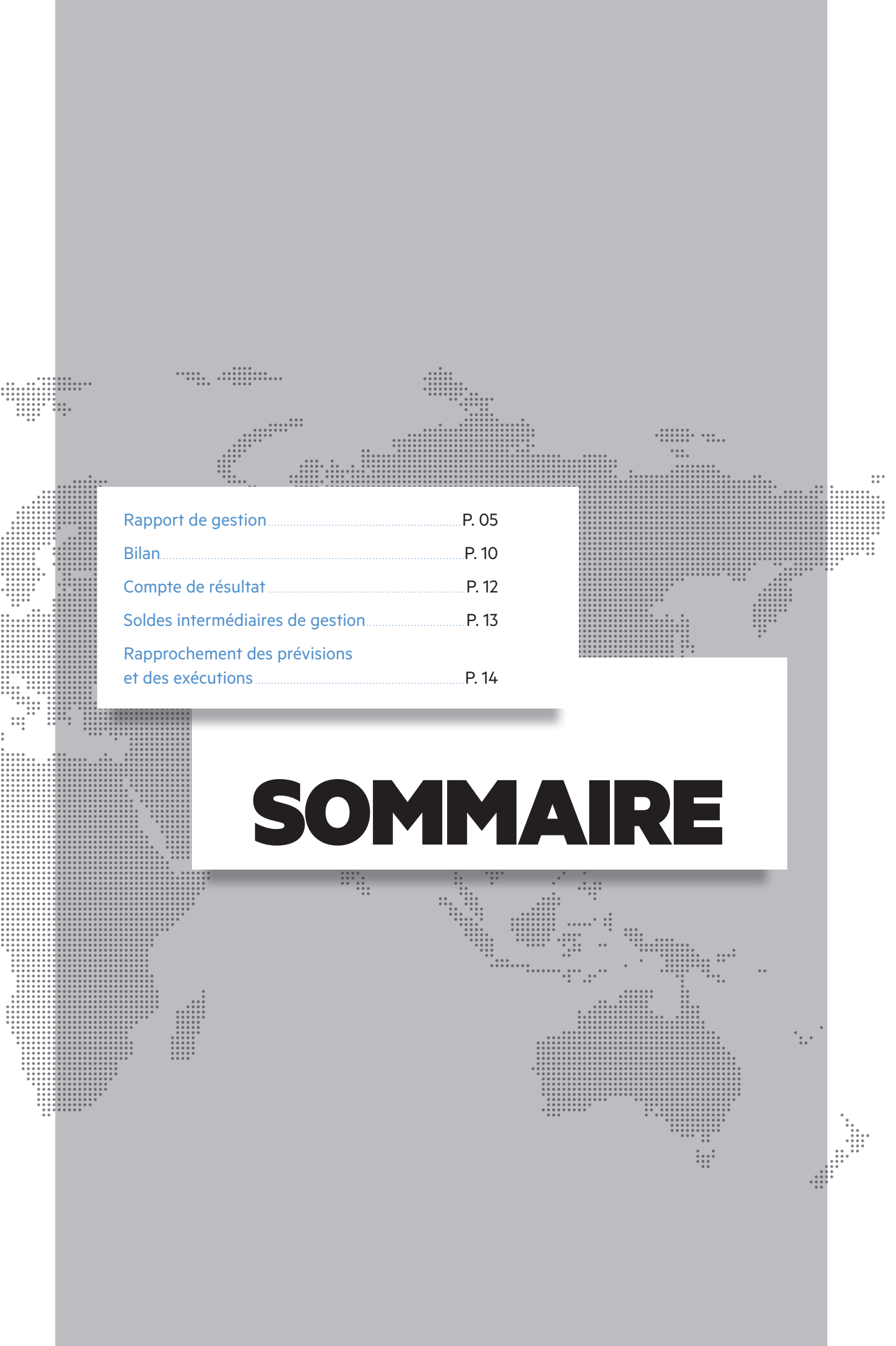
INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Faire avancer la sûreté nucléaire

CAHIER FINANCIER

2011





Rapport de gestion.....	P. 05
Bilan.....	P. 10
Compte de résultat	P. 12
Soldes intermédiaires de gestion.....	P. 13
Rapprochement des prévisions et des exécutions	P. 14

SOMMAIRE



RAPPORT DE GESTION

PERSPECTIVE D'ENSEMBLE

L'année 2011 a été marquée par :

■ l'accident de Fukushima, qui a motivé une levée de réserve sur le programme 190 de 5,5 millions d'euros pour soutenir l'action de l'Institut face à cette crise et contribuer au financement des évaluations complémentaires de sûreté (ECS) sur le parc électronucléaire français ;

■ la mesure d'économie appliquée en fin d'exercice, qui a réduit le niveau de la subvention de 1,4 million d'euros, à 210,8 millions d'euros ;

■ les ressources propres de l'Institut provenant des cofinancements des travaux de recherche, d'une part, des activités à caractère industriel et commercial, d'autre part, qui ont été pénalisées par l'affectation prioritaire des équipes sur les actions consécutives à l'accident japonais ;

■ la situation de plein emploi de 2010, qui s'est dégradée au cours de l'année, accusant un retard de 37 ETPT⁽¹⁾ ;

■ la résolution du litige consécutif à l'incident sur le site de l'entreprise Feursmétal, par la signature d'un accord transactionnel dont les conséquences financières sont intégrées dans les comptes de l'exercice 2011 sous la forme d'une provision de 11,1 millions d'euros et d'un paiement de 7,9 millions d'euros ;

■ la fin des travaux engagés en 2010 sur le site du Vésinet, à la suite d'un sinistre environnemental ;

■ le remboursement, par le fonds dédié au démantèlement, des travaux réalisés sur l'année 2010 pour un montant de 2,9 millions d'euros.

L'exécution budgétaire 2011 comprenait un vaste programme d'investissements d'un montant de 36 millions d'euros, après intégration des opérations reportées de l'année précédente, dont le projet immobilier de l'Institut. Ce montant a été augmenté en cours d'année par un transfert de 2,8 millions d'euros depuis le budget de fonctionnement, en raison d'une modification de la nature des dépenses relatives aux travaux de réhabilitation du restaurant appartenant au CEA.

La totalité de ces investissements n'a pu être réalisée sur l'exercice, et le report des opérations non terminées sera proposé dans la première révision (décision modificative n° 1) de l'état prévisionnel des recettes et des dépenses 2012 (EPRD), à hauteur de 21,7 millions d'euros.

Par ailleurs, des travaux financés sur l'enveloppe « fonctionnement » (CABRI) n'ont pas été réalisés à la hauteur initialement prévue et un report de ces dépenses de l'ordre de 8,2 millions d'euros sera également proposé.

(1) Équivalents temps plein travaillé.

ÉQUILIBRE BUDGÉTAIRE

Exécution (en M€)	2011	2010	Évolution 2011/2010
Total ressources	292,1	316,3	- 7,7 %
Total dépenses	282,0	312,8	- 9,9 %
SOLDE DE GESTION	+ 10,1	+ 3,5	+ 188,6 %

L'exécution 2011, comme celle des années précédentes, laisse apparaître une balance budgétaire optiquement amplifiée par le report d'investissements pour un montant de 19,7 millions d'euros. Un retraitement approprié fait apparaître la situation suivante :

Exécution retraitée (en M€)	2011	2010
Solde réel	+ 10,1	+ 3,5
Report 2009	-	+ 14,5
Report 2010	+ 19,2	- 19,2
Report 2011	- 29,9	
SOLDE DE GESTION RETRAITÉ	- 0,6	- 1,2

L'année 2011 présente les caractéristiques suivantes :

- le respect des équilibres de l'EPRD approuvé par le conseil d'administration ;
- un taux de réalisation du budget de 87,2 % (contre 93,4 % en 2010), soit un écart de 41,4 millions d'euros, dont 29,9 millions d'euros correspondent à des décalages dans la réalisation de certains investissements ou dépenses spécifiques. Hors décalage, le taux de réalisation des dépenses serait de 96,4 % contre 99,2 % en 2010. Le solde est à répartir entre une réduction des recettes (6,3 millions d'euros) et un abondement au fonds de roulement (5,2 millions d'euros).

ANALYSE DU COMPTE DE RÉSULTAT

PRODUITS

Exécution (en M€)	2011	2010	Évolution 2011/2010
Chiffre d'affaires	36,2	39,2	- 7,6 %
Subventions d'exploitation	198,9	230,6	- 13,7 %
Autres produits	48,0	8,1	493,0 %
S/T produits d'exploitation	283,1	277,9	1,9 %
Produits financiers	0,8	0,3	131,5 %
Produits exceptionnels	11,6	11,2	+ 22,1 %
TOTAL	295,5	289,4	2,1 %

Les produits d'exploitation sont en hausse de 5,2 millions d'euros par rapport à l'exercice précédent (+ 1,9 %) à 283,1 millions d'euros, avec :

- 194,0 millions d'euros au titre de la subvention pour charges de service public versée par le MEDDTL (ministère de l'écologie, du développement durable, du transport et du logement). La dotation totale perçue dans le cadre du programme 190 s'élève à 210,8 millions d'euros, dont 16,8 millions d'euros s'imputent en subvention d'investissement. La baisse affichée par cette subvention

se compense par la création de la contribution versée par les exploitants ;

- 3,4 millions d'euros au titre de la convention avec le ministère chargé de la défense dans le cadre du programme 212, stable par rapport à l'année précédente ;
- 1,5 million d'euros au titre d'autres subventions en provenance des collectivités locales, stables par rapport à 2010 ;
- 36,2 millions d'euros de ressources propres résultant des activités d'expertise, de cofinancements sur des programmes de recherche ou d'autres prestations de services, en baisse de 7,6 %.

Chiffre d'affaires (en M€)	2011	2010
Prestations catalogue	12,4	11,7
R&D et études cofinancées	9,6	11,7
Prestations et études non cofinancées	9,1	10,0
Autres prestations	5,1	5,8
TOTAL	36,2	39,2

Les ressources propres se décomposent en quatre principales catégories :

- les prestations catalogue à hauteur de 12,4 millions d'euros, dont 10 millions d'euros concernent les activités du Laboratoire de dosimétrie de l'IRSN,

0,9 million d'euros proviennent des analyses de radiotoxicologie et 0,9 million d'euros des formations ;

- les cofinancements de recherche à hauteur de 9,6 millions d'euros, dont les principaux partenaires sont EDF (4 millions d'euros), Areva (2,3 millions d'euros) et la Commission européenne (1 million d'euros) ;
- les prestations et études non cofinancées à hauteur de 9,1 millions d'euros, dont 2 millions d'euros de prestations réalisées pour le compte de Riskaudit, 0,9 million d'euros pour Areva, 1 million d'euros pour le CEA et 0,7 million d'euros pour EDF ;
- les autres prestations à hauteur de 5,1 millions d'euros, dont 96 %, soit 4,9 millions d'euros, concernent la refacturation de personnels mis à disposition.

– 48,0 millions d'euros de produits divers d'exploitation, contre 8,1 millions d'euros en 2010. Ces produits comprennent principalement le produit de la contribution versée par les exploitants d'un montant de 33,4 millions d'euros, les redevances liées à la propriété industrielle, en hausse à 1,1 million d'euros, ainsi que des reprises sur amortissements et provisions de 13,1 millions d'euros, en hausse par rapport à 2010.

Les produits financiers, qui s'élèvent à 0,8 million d'euros, sont en hausse par rapport à 2010 (+ 0,5 million d'euros).

Les produits exceptionnels sont stables à 11,6 millions d'euros, contre 11,2 millions d'euros en 2010. Ils se composent essentiellement des subventions d'investissement virées au compte de résultat pour 10,2 millions d'euros.

Globalement, le niveau des produits croît de 2,1%, soit 6,1 millions d'euros.

CHARGES

Exécution (en M€)	2011	2010	% Évolution 2011/2010
Achats	112,9	136,6	- 17,3 %
Personnel	125,9	124,2	1,4 %
Impôts et taxes	7,1	13,3	- 46,4 %
Amortissements et provisions	42,1	29,4	43,3 %
Autres charges	4,4	2,2	100,3 %
S/T charges d'exploitation	292,5	305,6	- 4,3 %
Charges financières	0,9	1,2	- 25,0 %
Charges exceptionnelles	8,4	0,5	1606,0 %
TOTAL	301,7	307,3	- 1,8 %

Les charges d'exploitation de l'exercice s'élèvent à 292,5 millions d'euros, en baisse de 13,1 M€, soit - 4,3%. Cette varia-

tion, qui se concentre principalement sur les postes des achats et des impôts et taxes, se décompose de la façon suivante:

- les charges de personnel augmentent de 1,4 % à 125,9 millions d'euros. L'effectif moyen réalisé sur l'année 2011 est de 1647 ETPT pour un budget de 1684 ETPT. À fin 2010, l'effectif réalisé était de 1677 ETP;
- les impôts et taxes, d'un montant total de 7,1 millions d'euros, sont en baisse de 6,2 millions d'euros, en raison essentiellement d'un alignement du mode de calcul de la taxe sur les salaires sur celui de la TVA;
- la dotation aux amortissements et aux provisions progresse, à 42,1 millions d'euros (+ 12,7 millions d'euros par rapport à 2010), principalement en raison de la constatation d'une provision de 11,1 millions d'euros au titre des charges à venir d'assainissement issues de l'accord signé dans le cadre de l'incident radiologique sur le site de la société Feursmétal. Par ailleurs, une provision a été constituée pour couvrir le risque lié au droit individuel à la formation (DIF) d'un montant de 6,6 millions d'euros;
- les achats de biens et services sont en baisse de 23,7 millions d'euros (- 17,3 %) à 112,9 millions d'euros, en raison, principalement, d'une diminution de la sous-traitance cœur de métier de 15,3 millions d'euros (dont 14,6 millions d'euros vis-à-vis du CEA), et d'une diminution de la sous-traitance générale de 3,1 millions d'euros. La baisse d'activité vis-à-vis du CEA s'explique en partie par le retard

d'exécution d'une partie des travaux sur le réacteur expérimental CABRI (- 8,2 millions d'euros), mais aussi par une baisse des budgets prévus (- 3,5 millions d'euros entre 2010 et 2011).

À noter, par ailleurs, une limitation des dépenses d'entretien/maintenance (- 1,6 million d'euros), du recours à l'intérim (- 1,4 million d'euros) et des frais de déplacement (- 0,9 million d'euros).

■ Le poste « Autres charges » représente 4,4 millions d'euros, contre 2,2 millions d'euros en 2010 et comprend en particulier les frais de redevance (2,7 millions d'euros).

Les charges financières accusent une baisse de 25 %, à 0,9 million d'euros. Elles correspondent essentiellement aux intérêts versés sur les emprunts contractés, qui concernent le financement du siège social, de la nouvelle technologie dosimétrique et du projet immobilier en cours.

Les charges exceptionnelles augmentent de 7,9 millions d'euros, correspondant aux paiements réalisés dans le cadre de l'accord mettant fin au litige avec Feursmétal.

RÉSULTAT ET FINANCEMENT

Résultat et financement (en M€)	2011	2010	Évolution 2011/2010
Bénéfice (+) / perte (-)	- 6,2	- 17,9	11,7
Capacité (+) / insuffisance (-) d'autofinancement	12,5	- 5,6	18,1
Apport (+) / prélèvement (-) au fonds de roulement	10,1	3,5	6,6

Le résultat de l'exercice 2011 est déficitaire de 6,2 millions d'euros, contre une perte de 17,9 millions d'euros en 2010 et une perte de 20,8 millions d'euros en 2009. L'écart entre la prévision budgétaire révisée lors de la décision modificative n° 2, à savoir un déficit de 14,8 millions d'euros, et les comptes arrêtés au 31 décembre 2011 est de 8,6 millions d'euros, qui s'expliquent par l'addition de:

- une hausse des produits estimés de 2,1 millions d'euros;
- une baisse des charges estimée de 6,5 millions d'euros;

- dont une baisse de 23,4 millions d'euros sur charges décaissables (achats, frais de personnel...);
- dont une augmentation de 16,9 millions d'euros sur charges non décaissables (dotations aux amortissements et provisions).

La capacité d'autofinancement de l'Institut, budgétée à - 5,3 millions d'euros dans la décision modificative n° 2, s'établit à + 12,5 millions d'euros, soit un écart de + 17,8 millions d'euros.

Cet écart par rapport à la décision modificative n° 2 s'explique par la diminution des charges décaissables de 23,4 millions d'euros, partiellement compensée par une diminution des recettes encaissables de 5,5 millions d'euros.

Cette capacité d'autofinancement se complète par le versement de la part sub-

vention d'investissement (16,8 millions d'euros) de la subvention pour charges de service public versée par le MEDDTL, et par un remboursement par le fonds dédié au démantèlement de 2,9 millions d'euros, inférieur à la prévision.

La ressource totale ainsi constituée finance les emplois et dégage un abon-

dement du fonds de roulement à hauteur de 10,1 millions d'euros, contre une prévision de prélèvement de 25,1 millions d'euros dans la décision modificative n° 2. Cette variation s'explique essentiellement par le report d'une partie du programme d'investissement de 21,7 millions d'euros et par le retard des travaux sur le projet CABRI à hauteur de 8,2 millions d'euros.

SOLDES DE GESTION

Le tableau ci-dessous présente l'évolution du fonds de roulement, de la trésorerie et du besoin en fonds de roulement :

En M€	Variation 2011/2010	Niveau 2011	Niveau 2010
Fonds de roulement	10,1	35,4	25,3
Besoin en fonds de roulement	6,1	- 53,6	- 59,7
Trésorerie	3,9	88,9	85,0

ÉVOLUTION DU FONDS DE ROULEMENT

L'évolution du fonds de roulement prévue lors de la décision modificative n° 2 de 2011 était un prélèvement de 25,1 millions d'euros, constitué des éléments suivants :

- reprise de la provision litige Feursmétal 3,5 M€
- reprise de la provision litige fuel 0,8 M€
- reports d'investissements 2010 19,2 M€
- reprise de la provision intéressement 2010 1,1 M€
- reprises de sources 0,5 M€

L'apport au fonds de roulement, réalisé à fin 2011, s'élève à 10,1 millions d'euros, soit un écart de + 35,2 millions d'euros par rapport à la décision modificative n° 2. Cet écart se compose des éléments suivants :

- investissements 2011 non terminés, proposés au report 2012 + 21,7 M€
- travaux CABRI 2011 non réalisés, proposés au report 2012 + 8,2 M€
- provision au titre de l'intéressement 2011 - 0,6 M€
- écart sur le financement par le fonds dédié - 0,6 M€
- autres économies de fonctionnement + 6,5 M€

Les dépenses d'investissement ou sur projets spécifiques non terminés en 2011 font l'objet d'une proposition de report en décision modificative n° 1 du budget 2012. Le financement des dépenses de démantèlement par le fonds dédié fait l'objet d'un décalage lié au mode de fonctionnement du fonds (remboursement *a posteriori* sur justificatifs).

Compte tenu de ces éléments, le niveau du fonds de roulement à fin 2011, prévu à 0,2 million d'euros en décision modificative n° 2, est réalisé à 35,4 millions d'euros.

ÉVOLUTION DE LA TRÉSORERIE

Le niveau de la trésorerie s'élève à 88,9 millions d'euros à fin 2011, pour une prévision dans la décision modificative n° 2 de 58,5 millions d'euros.

Il est stable par rapport à son niveau de fin 2010 (85,0 millions d'euros), sous les effets conjugués de la hausse du fonds de roulement (+ 10,1 millions d'euros) et de l'augmentation du besoin en fonds de roulement (+ 6,1 millions d'euros).

La trésorerie, comme le fonds de roulement, sont impactés par le décalage de remboursement des opérations d'essai-

nissement et de démantèlement par le fonds dédié : des dépenses d'un montant de 5,2 millions d'euros concernant les coûts de démantèlement de PHÉBUS ont été exécutées et seront remboursées par le fonds dédié sur justificatifs, lors de l'exécution 2012. La trésorerie et le fonds de roulement supportent donc le « préfinancement » des opérations de démantèlement, compte tenu du mode de fonctionnement du fonds dédié à l'assainissement et au démantèlement.

ÉVOLUTION DU BESOIN EN FONDS DE ROULEMENT

Le niveau du besoin en fonds de roulement s'élève à - 53,6 millions d'euros fin 2011, pour une prévision dans la décision modificative n° 2 de - 58,3 millions d'euros. L'évolution du besoin en fonds de roulement de + 6,1 millions d'euros par rapport à 2010 s'explique par un moindre décalage des opérations sur la fin de l'exercice 2011, se traduisant au bilan par une diminution de 13,2 millions d'euros des dettes fournisseurs et comptes rattachés à 61,9 millions d'euros.

ANALYSE DU BILAN

PASSIF

■ Avec un résultat de – 6,2 millions d’euros, la situation nette se réduit, à 31,3 millions d’euros contre 37,5 millions d’euros en 2010. La subvention d’investissement augmente de 6,6 millions d’euros, évoluant de 75,5 millions d’euros à 82,1 millions d’euros.

Par ailleurs, les provisions pour risques et charges augmentent de 6,6 millions d’euros, pour s’établir à 77,6 millions d’euros au 31 décembre 2011. Cette augmentation significative résulte d’une dotation de 19,7 millions d’euros relative, notamment, à la mise en place de provisions pour l’assainissement du site pollué de la société Feursmétal et pour les droits des salariés à la formation, d’une part, d’une utilisation de 13,0 millions d’euros, d’autre part. Les capitaux permanents

de l’Institut sont en hausse et s’élèvent à 191,0 millions d’euros contre 184,1 millions d’euros en 2010.

■ Les dettes diminuent à 123,7 millions d’euros contre 135,4 millions d’euros en 2010, sous l’effet conjugué de la baisse des dettes financières à long et moyen termes (– 4,0 millions d’euros) et surtout de celle des dettes aux fournisseurs à court terme (– 13,2 millions d’euros).

ACTIF

■ L’actif immobilisé net baisse à 175,9 millions d’euros, soit – 7,0 millions d’euros, les amortissements ayant progressé plus vite (+ 22,1 millions d’euros) que les acquisitions d’immobilisations (+ 15,1 millions d’euros) sur l’année.

■ L’actif circulant reste quasi stable à 138,9 millions d’euros contre 136,6 millions d’euros en 2010, avec une réduction des créances d’exploitation (– 1,9 million d’euros) au profit de la trésorerie, qui progresse à 88,9 millions d’euros au 31 décembre 2011 contre 84,9 millions d’euros au 31 décembre 2010.

CONCLUSION

Le budget 2011 a été exécuté dans le respect des équilibres présentés au conseil d’administration.

Le fonds de roulement, abondé de 10,1 millions d’euros, s’élève à la fin de

l’exercice 2011 à 35,4 millions d’euros. Il convient de rappeler que le montant des prélèvements différés sur l’exercice 2012 est de 33,9 millions d’euros au titre de l’intéressement des salariés, du report des investissements non terminés, du report

des dépenses relatives à CABRI et d’un financement en régularisation du fonds dédié au démantèlement.

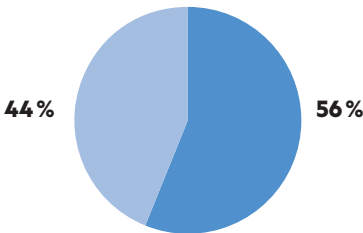
Le solde du fonds de roulement disponible est de 1,5 million d’euros.

BILAN

ACTIF

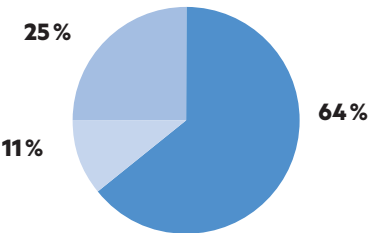
En €	Brut	Amortissements et provisions (à déduire)	Exercice 2011 Net	Exercice 2010 Net	Exercice 2009 Net
Immobilisations incorporelles	22 134 261	16 523 524	5 610 738	5 402 088	5 152 255
Immobilisations corporelles	315 577 347	151 706 343	163 871 004	168 230 969	166 660 722
Immobilisations financières	6 394 644	–	6 394 644	9 273 133	12 264 531
Actif immobilisé	344 106 251	168 229 867	175 876 385	182 906 190	184 077 508
Stocks et en-cours	–	–	–	–	–
Avances et acomptes versés sur commandes	179 280	–	179 280	128 585	626 922
Créances d'exploitation	49 800 117	51 996	49 748 121	51 477 077	43 650 600
<i>dont créances clients</i>	34 938 185	51 996	34 886 189	34 803 062	28 411 055
<i>dont autres créances</i>	14 861 932	–	14 861 932	16 674 015	15 239 544
Créances diverses	–	–	–	–	3 690
Valeurs mobilières de placement	77 416 860	–	77 416 860	76 706 174	77 925 874
Disponibilités	11 506 485	–	11 506 485	8 244 314	7 403 786
Charges constatées d'avance	–	–	–	–	–
Actif circulant	138 902 743	51 996	138 850 747	136 556 151	129 610 872
TOTAL GÉNÉRAL	483 008 994	168 281 862	314 727 132	319 462 340	313 688 380

Détail de l'actif



Actif immobilisé **175,9 M€**
Actif circulant **138,9 M€**

Actif circulant

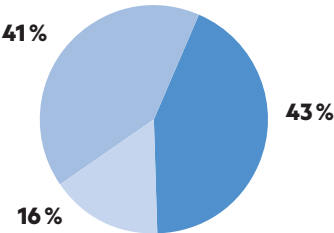


Trésorerie **88,9 M€**
Créances clients **34,9 M€**
Créances diverses **15,1 M€**

PASSIF

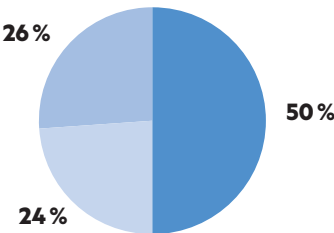
En €	Exercice 2011	Exercice 2010	Exercice 2009
Dotation	4 183 946	4 183 946	4 183 946
Réserves	90 783 098	90 783 098	90 783 098
Report à nouveau	- 57 454 515	- 39 524 210	- 18 724 288
Résultat de l'exercice (bénéfice ou perte)	- 6 237 293	- 17 930 305	- 20 799 922
Situation nette	31 275 237	37 512 529	55 442 834
Subventions d'investissement	82 111 360	75 534 368	67 282 861
Capitaux propres	113 386 596	113 046 898	122 725 695
Provisions pour risques	-	6 052 934	2 666 100
Provisions pour impôts	95 000	-	-
Provisions pour charges	77 552 646	64 951 818	69 321 702
Provisions pour risques et charges	77 647 646	71 004 752	71 987 802
Emprunts et dettes auprès des établissements de crédit	20 143 157	24 101 128	11 056 526
Emprunts et dettes financières divers	-	-	191
Avances et acomptes reçus sur commandes en cours	-	-	-
Dettes fournisseurs et comptes rattachés	61 930 294	75 129 357	71 948 637
Dettes fiscales et sociales	30 180 005	27 383 714	26 111 320
Autres dettes d'exploitation	105 393	-	-
Dettes sur immobilisations et comptes rattachés	5 556 600	4 650 730	6 045 394
Autres dettes	5 777 440	4 145 763	3 812 816
Produits constatés d'avance	-	-	-
Dettes	123 692 889	135 410 691	118 974 883
TOTAL GÉNÉRAL	314 727 132	319 462 340	313 688 380

Capitaux permanents



- Subvention d'investissement 82,1 M€
- Provisions 77,6 M€
- Situation nette 31,3 M€

Analyse des dettes



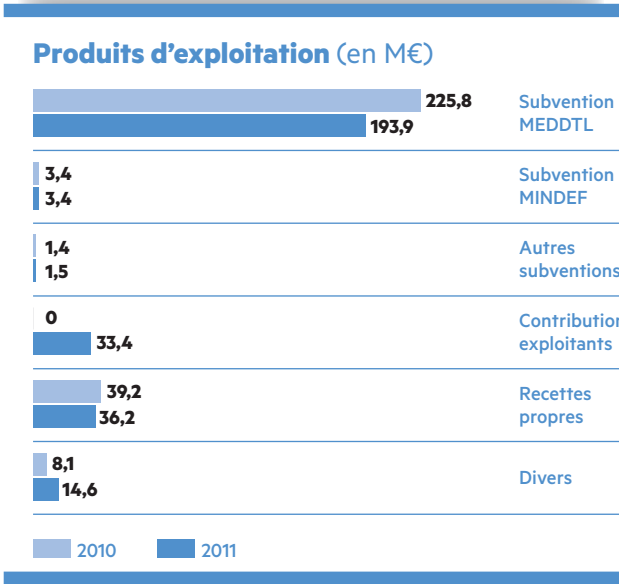
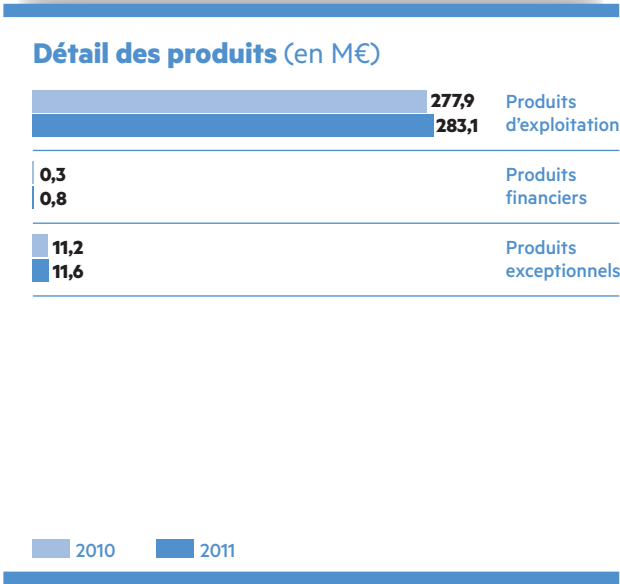
- Dettes fournisseurs 61,9 M€
- Dettes fiscales-sociales 30,2 M€
- Autres dettes 31,6 M€

COMPTE DE RÉSULTAT

En €	Exercice 2011	Exercice 2010	Exercice 2009
Travaux de recherche	9 648 996	11 743 489	13 569 471
Prestations de services	21 503 291	21 667 148	18 145 983
Autres prestations	5 080 365	5 797 320	5 996 864
Montant net du chiffre d'affaires	36 232 652	39 207 957	37 712 318
Subventions d'exploitation	198 903 976	230 576 638	216 500 738
Contribution des exploitants	33 375 000	-	-
Reprises sur amortissements et provisions	13 065 756	7 326 896	6 835 490
Subventions d'investissement virées au compte de résultat	10 249 909	9 748 492	7 928 750
Transferts de charges	204 125	98 756	147 682
Autres produits	1 336 405	665 373	596 142
Produits d'exploitation	257 135 170	248 416 156	232 008 803
Consommations de l'exercice en provenance de tiers	112 890 120	136 551 173	132 765 002
Impôts, taxes et versements assimilés	7 110 599	13 264 085	12 795 271
Charges de personnel	125 945 952	124 213 013	119 962 166
Dotations aux amortissements et aux provisions	42 097 667	29 385 527	25 143 506
Autres charges	4 421 370	2 205 995	1 582 253
Charges d'exploitation	292 465 707	305 619 793	292 248 199
RÉSULTAT D'EXPLOITATION	902 115	- 17 995 680	- 30 455 829
Produits de participation	-	-	-
Autres intérêts et produits assimilés	19 157	21 154	26 886
Différences positives de change	17 554	95 672	92 326
Produits nets sur cessions de valeurs mobilières de placement	717 159	208 779	124 394
Produits financiers	753 870	325 605	1 363 154
Intérêts et charges assimilées	861 160	882 065	471 602
Différences négatives de change	23 828	298 457	17 845
Charges nettes sur cessions de valeurs mobilières de placement	-	-	-
Charges financières	884 988	1 180 522	489 447
RÉSULTAT FINANCIER	- 131 118	- 854 917	873 706
RÉSULTAT COURANT	770 997	- 18 850 597	- 29 582 122
Produits des cessions d'éléments d'actif	12 788	73 041	-
Subventions d'investissement non étalées	67 598	-	-
Sur opérations de gestion	1304 183	1 339 208	1 211 821
Produits exceptionnels	1 384 569	1 412 249	1 211 821
Sur opérations de gestion	8 392 859	372 640	316 224
Sur opérations en capital	-	119 316	42 147
Charges exceptionnelles	8 392 859	491 956	358 370
RÉSULTAT EXCEPTIONNEL	- 7 008 289	920 292	8 782 200
Impôt sur les bénéfices	-	-	-
RÉSULTAT DE L'EXERCICE	- 6 237 293	- 17 930 305	- 20 799 922

SOLDES INTERMÉDIAIRES DE GESTION

En €	Exercice 2011	%	Exercice 2010	Exercice 2009
Chiffre d'affaires	36 232 652	13,49	39 207 957	37 712 318
+ Subventions d'exploitation	198 903 976	74,08	230 576 638	216 500 738
+ Contribution des exploitants	33 375 000	12,43	-	-
PRODUCTION DE L'EXERCICE	268 511 628	100,00	269 784 595	254 213 056
- Consommation en provenance des tiers	112 890 120	42,04	136 551 173	132 765 002
VALEUR AJOUTÉE	155 621 508	57,96	133 233 422	121 448 054
- Impôts et taxes	7 110 599	2,65	13 264 085	12 795 271
- Charges de personnel	125 945 952	46,91	124 213 013	119 962 166
EXCÉDENT BRUT D'EXPLOITATION	22 564 957	8,40	- 4 243 676	- 11 309 384
+ Reprises, transfert de charges	13 269 881	4,94	7 425 652	6 983 173
+ Autres produits	1 336 405	0,50	665 373	596 142
- Dotations amortissements, provisions	42 097 667	15,68	29 385 527	25 143 506
+ Reprise sur subventions d'équipement	10 249 909	3,82	9 748 492	7 845 143
- Autres charges	4 421 370	1,65	2 205 995	1 582 253
RÉSULTAT D'EXPLOITATION	902 115	0,34	- 17 995 680	- 22 610 686
+ Produits financiers	753 870	0,28	325 605	1 363 154
- Charges financières	884 988	0,33	1 180 522	489 447
RÉSULTAT COURANT AVANT IMPÔT	770 997	0,29	- 18 850 597	- 21 736 979
+ Produits exceptionnels	1 384 569	0,52	1 412 249	1 295 428
- Charges exceptionnelles	8 392 859	3,13	4 919 56	358 370
RÉSULTAT EXCEPTIONNEL	- 6 237 293	- 2,32	- 17 930 305	- 20 799 922
- Impôt sur les bénéfices	-	-	-	-
RÉSULTAT DE L'EXERCICE	- 6 237 293	- 2,32	- 17 930 305	- 20 799 922



RAPPROCHEMENT DES PRÉVISIONS ET DES EXÉCUTIONS

COMPTE DE RÉSULTAT (En €)	Budget 2011	Réel 2011
PRODUITS		
Ventes de prestations de services	44 436 390	36 232 652
Subventions publiques	199 393 570	198 903 976
Autres produits d'exploitation	33 875 000	37 107 584
Opérations internes	15 672 070	23 262 050
TOTAL DES PRODUITS	293 377 030	295 506 262
CHARGES		
Charges de personnel	141 795 600	125 945 952
Autres charges d'exploitation	141 231 560	133 699 935
Opérations internes	25 150 000	42 097 667
TOTAL DES CHARGES	308 177 160	301 743 554
RÉSULTAT (BÉNÉFICE)	-	-
RÉSULTAT (PERTE)	14 800 130	6 237 293
TOTAL ÉQUILIBRE DU COMPTE DE RÉSULTAT	308 177 160	301 743 554

TABLEAU DE PASSAGE DU RÉSULTAT À LA CAF (En €)	Budget 2011	Réel 2011
RÉSULTAT (PERTE)	14 800 130	6 237 293
+ Moins-values de cession d'éléments d'actif	-	-
+ Dotations aux amortissements et aux provisions	25 150 000	42 097 667
- Plus-values de cessions d'éléments d'actif	-	12 788
- Produits issus de la neutralisation des amortissements	-	-
- Quote-part des subventions virée au résultat	3 500 000	10 249 909
- Reprises sur amortissements et provisions	12 172 070	13 065 756
CAPACITÉ D'AUTOFINANCEMENT	- 5 322 200	12 531 923

TABLEAU DE FINANCEMENT ABRÉGÉ (En €)	Budget 2011	Réel 2011
CAPACITÉ D'AUTOFINANCEMENT	- 5 322 200	12 531 923
Subventions publiques d'investissement	16 826 900	16 826 900
Autres ressources (hors opérations internes)	200 000	3 013 806
Augmentation de dettes financières	3 513 000	105 393
TOTAL DES RESSOURCES	20 539 900	32 478 021
Acquisitions d'immobilisations corporelles et incorporelles	36 020 270	18 213 037
Immobilisations financières	100 000	122 529
Remboursement de dettes financières	4 220 000	4 063 363
TOTAL DES EMPLOIS	45 662 470	22 398 929
APPORT AU FONDS DE ROULEMENT	- 25 122 570	10 079 092

