

**IRSN**

INSTITUT  
DE RADIOPROTECTION  
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

*Faire avancer la sûreté nucléaire*

2010

RAPPORT ANNUEL

# 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

**1 768** <sup>(1)</sup>

collaborateurs parmi lesquels de nombreux spécialistes, ingénieurs, médecins, agronomes, vétérinaires, techniciens, experts et chercheurs dont 36 docteurs d'État ou personnes habilitées à diriger des recherches. L'IRSN accueille également les activités de :

- **85,5** <sup>(2)</sup> doctorants ;
- **28** <sup>(2)</sup> post-doctorants.

## BUDGET <sup>(3)</sup>

**296,4** M€

ont été dépensés en 2010 dont :

- **43,3 %** du budget consacrés à la recherche ;
- **47,9 %** du budget consacrés à l'appui technique et aux missions d'intérêt public.

(1) Cet effectif est constitué de 1 638 contrats à durée indéterminée et de 130 contrats à durée déterminée (il inclut 62 mises à disposition et n'inclut pas 24 détachements).

(2) Valeur exprimée en équivalents temps plein travaillé.

(3) Budget hors projet immobilier et fonds dédié. Pour plus de détails, se reporter au cahier financier.

# SOMMAIRE

+ 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 de déontologie	P. 21
+ Comité d'orientation de la recherche en sûreté nucléaire et en radioprotection	P. 21



## ORGANISATION 01

+ Avancées et principales actions conduites en 2010	P. 24
+ Politique de transparence et communication	P. 32
+ Diffusion de la culture de sûreté et de radioprotection	P. 34



## BILAN ET STRATÉGIE 02

# 03

## ACTIVITÉS

<b>SÛRETÉ</b>	P. 38
<b>SÛRETÉ DES INSTALLATIONS EXISTANTES</b>	P. 38
■ Suivi des réacteurs	P. 38
■ Suivi des usines, des installations du cycle du combustible et des transports de matières radioactives	P. 42
■ Sûreté du combustible	P. 45
■ Vieillessement des installations et prolongement de leur durée d'exploitation	P. 47
■ Incendies et confinement	P. 48
■ Accidents	P. 50
■ Agressions externes	P. 53
<b>+ À propos de la défense</b>	P. 54
<b>EXPERTISE DES INSTALLATIONS FUTURES</b>	P. 57
■ Réacteurs du futur	P. 57
■ Stockages profonds de déchets radioactifs	P. 58
<b>SÉCURITÉ – NON-PROLIFÉRATION</b>	P. 60
■ Protection et contrôle des matières nucléaires et sensibles	P. 60
■ Protection contre les actions de malveillance	P. 64
<b>RADIOPROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET DE L'HOMME</b>	P. 66
<b>EXPOSITION DE L'ENVIRONNEMENT ET DES POPULATIONS</b>	P. 66
■ Surveillance de l'environnement	P. 66
■ Étude de l'environnement	P. 67
■ Analyse d'incidents radiologiques	P. 69
■ Sites et sols pollués	P. 71
■ Radioécologie	P. 73
■ Radioprotection des travailleurs	P. 75
<b>EFFETS DES EXPOSITIONS CHRONIQUES</b>	P. 78
<b>PROTECTION DANS LE DOMAINE MÉDICAL</b>	P. 80
<b>CRISE ET SITUATIONS POSTACCIDENTELLES</b>	P. 82
■ Préparation aux exercices de crise	P. 82
■ Travaux du CODIR-PA	P. 83
■ Développement des outils	P. 84



# 04

## EFFICIENCE



+ Pilotage et fonctionnement	P. 88
+ Patrimoine immobilier	P. 89
+ Ressources humaines	P. 90
+ Hygiène, sécurité et protection de l'environnement	P. 92
+ Politique qualité	P. 93
+ Glossaire	P. 94
+ CAHIER FINANCIER EN FIN DE RAPPORT	
+ IMPLANTATIONS ET COORDONNÉES DES SITES SUR LE RABAT	



# +01

Première participation de l'IRSN à Atomexpo, manifestation de l'industrie nucléaire en Russie. L'IRSN a présenté ses offres de services en matière d'expertise, d'étude, de recherche et de formation à un public composé d'organismes russes, ainsi qu'indien, chinois et italien.



MOSCOU, RUSSIE | 7-11 JUIN 2010

# + ORGANISATION

+ 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 DE DÉONTOLOGIE .....	P. 20
+ COMITÉ D'ORIENTATION DE LA RECHERCHE EN SÛRETÉ NUCLÉAIRE ET EN RADIOPROTECTION .....	P. 21



L'IRSN a franchi en 2010 l'ensemble des étapes nécessaires pour conforter sa bonne gouvernance.

AGNÈS BUZYN, PRÉSIDENTE  
DU CONSEIL D'ADMINISTRATION

**En 2010, l'IRSN a rempli l'ensemble de ses missions d'expertise, de recherche et de formation,** et a poursuivi sa démarche d'ouverture à la société, d'information du public et de transparence, permettant d'asseoir sa crédibilité vis-à-vis des différents acteurs de la société française lors de la récente crise nucléaire japonaise. Ce rapport d'activité expose l'ensemble des actions menées, ainsi qu'un certain nombre de rapports transversaux dans le domaine de la radioprotection, de la sûreté ou de la surveillance de l'environnement, qui ont été finalisés et mis à la disposition des pouvoirs publics et du public.

**En parallèle de ses missions quotidiennes,** l'IRSN a également franchi en 2010 l'ensemble des étapes nécessaires pour conforter sa bonne gouvernance. L'Institut a ainsi obtenu, grâce à l'effort de tous les salariés, le renouvellement de la certification ISO 9001, gage de rigueur de fonctionnement et de qualité. Le contrat d'objectifs État-IRSN 2010-2013, outil stratégique majeur dans le dialogue de l'Institut avec l'État, a été finalisé et vient d'être signé avec les ministères de tutelle en ce début d'année 2011. De nouveaux indicateurs dans ce contrat d'objectifs, à la fois adaptés à la réalité du terrain mais aussi simplifiés, permettront de vérifier d'année en année l'efficacité de l'Institut par rapport à ses missions. Enfin, l'Institut a passé avec succès l'évaluation de sa recherche par l'AERES. Les recommandations faites à cette occasion ainsi que les restructurations en cours portant sur certains aspects

de son organisation interne devraient permettre à l'Institut de répondre aux grands défis de sûreté et de radioprotection qui s'ouvrent à lui.

**Par ailleurs, dans le but de réduire les déficits publics,** il a été demandé aux opérateurs de l'État de faire preuve d'une plus grande rigueur gestionnaire. Cette contrainte incite à poursuivre les efforts de planification des activités et de définition des priorités. Elle amène, en outre, à s'interroger sur les modalités de financement de certaines missions: ainsi, pour compenser la réduction de la subvention publique de l'Institut prévue pour 2011, l'État a-t-il décidé de créer une contribution annuelle spécifique des exploitants nucléaires au profit de l'IRSN, destinée notamment au financement d'une partie des travaux menés par l'Institut en appui à l'Autorité de sûreté nucléaire. Des discussions se poursuivent à propos du financement des grands programmes de recherche de l'Institut, impliquant, par exemple, le réacteur CABRI. Leur aboutissement est essentiel car la recherche de l'IRSN est l'un des piliers fondamentaux de sa crédibilité scientifique à long terme. À cet égard, rien n'est jamais définitivement acquis, et c'est pourquoi il faut ouvrir en permanence de nouvelles voies afin que la recherche de l'Institut participe au mieux à l'actualisation du corpus de connaissances nécessaires au renforcement de la sûreté nucléaire et de la radioprotection. Pour ce faire, l'IRSN peut et doit s'appuyer sur la récente évaluation de l'AERES et sur les avis du comité d'orientation de la recherche (COR). Ainsi, l'avis rendu sur l'allon-

gement de la durée d'exploitation des réacteurs, qui pose d'ores et déjà des questions nouvelles, parfois inattendues en termes de sûreté. De même, la récente crise nucléaire japonaise, en repoussant les limites et les marges auxquelles nous sommes préparés, nous oblige à répondre à des situations de crise plus complexes et à une réévaluation de nos installations. Au-delà des saisines régulières, notre expertise va donc être très sollicitée, tandis que notre recherche va devoir s'approprier de nouvelles problématiques. Pour faire face, l'Institut doit s'ouvrir et s'appuyer sur les structures de coopération et des partenariats existants ou en devenir, aux plans national et international. L'enjeu est de préserver dans le futur l'excellence scientifique et technique dont sont créditées les études de l'Institut et de faire que sa capacité reconnue d'expert public continue de reposer sur une recherche innovante et anticipatrice dans un monde de plus en plus compétitif et globalisé. C'est à cette condition que l'IRSN conservera sa compétence pour remplir ses missions de service public et gardera intactes ses valeurs d'excellence et d'indépendance. ■



## Faire avancer la sûreté nucléaire, en France et dans le monde, dans ses dimensions industrielle, scientifique, réglementaire et sociétale. ■■

■■ JACQUES REPUSSARD, DIRECTEUR GÉNÉRAL

**Le 9 mai 2001, la loi portant création de l'IRSN était promulguée**, à la suite des travaux parlementaires qui avaient conclu à la nécessité de consolider les institutions nationales en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection en créant un nouvel établissement public, indépendant du CEA et des opérateurs nucléaires, dont la mission serait de conduire des recherches pour faire avancer la sûreté nucléaire, et de fournir aux pouvoirs publics une capacité d'expertise indépendante de haut niveau en appui à la conduite des politiques de sûreté des installations nucléaires, de protection de l'environnement, de protection des travailleurs et de santé publique.

**En moins de dix ans, de l'avis général des observateurs qui se penchent régulièrement sur ses activités et ses résultats, l'IRSN a acquis une grande maturité** scientifique, technique et organisationnelle, et a pris sa place dans le paysage institutionnel et médiatique comme « l'expert public des risques nucléaires et radiologiques », dont les avis sont respectés car fondés à la fois sur une bonne maîtrise de l'état de l'art scientifique, et sur un capital considérable d'expérience technique accumulée sur une bonne trentaine d'années d'observation systématique du fonctionnement des installations nucléaires en France et dans le monde, de recherche et d'activités de terrain en matière de radioprotection.

**L'IRSN continue de progresser en suivant une stratégie claire**, validée par les ministres de tutelle, et en prenant

appui sur la mobilisation et le potentiel scientifique et technique de ses quelque 1800 salariés.

**Ces résultats encourageants, l'Institut les doit largement à la très forte mobilisation de ses salariés**, et au soutien des pouvoirs publics et du Parlement. La création par la loi de finance 2010 d'un mode de financement public complémentaire sous la forme d'une « contribution » mise à la charge des exploitants nucléaires illustre la perception politique de l'importance d'un financement à un niveau suffisant et pérenne de l'effort de recherche et d'expertise scientifique en matière de sécurité nucléaire au sens large.

**Mais bien sûr, l'IRSN ne travaille pas seul. Au plan national, des coopérations scientifiques exemplaires sont en plein essor.** La qualité de la relation scientifique établie avec Météo-France mérite une mention spéciale, car elle a notamment rendu possible l'établissement de prévisions de la diffusion dans l'atmosphère de l'hémisphère nord des rejets de la centrale nucléaire de Fukushima. De même, au-delà de la relation historique avec les chercheurs du CEA, plusieurs laboratoires communs avec des universités et le CNRS ont-ils été créés au cours de cette dernière année, promesses de programmes féconds croisant la recherche fondamentale et les préoccupations plus appliquées de la recherche de l'IRSN.

L'utilisation optimale des fonds publics significatifs qui sont mis à la disposition de l'IRSN s'appuie aussi sur une gestion

très rigoureuse, qui passe par plusieurs exigences :

- l'assurance de la qualité des processus de production, validée par une certification de conformité à la norme ISO 9001 ;
- l'optimisation permanente de la gestion des ressources humaines, avec une politique de recrutement exigeante et un suivi anticipatif des carrières conforme aux bonnes pratiques, essentiel dans un institut dont la moyenne d'âge est relativement jeune (moins de 42 ans), et dont les meilleurs experts sont légitimement la cible des recruteurs de l'industrie nucléaire ;
- le renforcement de la maîtrise des risques, qui se traduit notamment par une vigilance accrue vis-à-vis des risques d'origine interne, et par la définition d'un mode d'organisation spécifique en cas de crise, permettant d'accélérer les décisions. L'IRSN n'est en effet pas à l'abri de risques pouvant perturber ses propres activités et objectifs, comme l'ont montré l'incident survenu en mai 2010 à Feursmétal, ou encore les coûts et retards du programme de rénovation du réacteur CABRI exploité par le CEA pour le compte de l'IRSN.

**La sûreté nucléaire doit encore progresser pour aboutir à un degré très élevé**, aujourd'hui encore améliorable, d'assurance que des territoires plus ou moins vastes autour des sites nucléaires ne peuvent être gravement pollués à la suite d'un accident. Cette progression nécessite des efforts concertés dans les quatre dimensions qui en régissent ensemble la performance : les ■■■■

dimensions industrielle, scientifique, réglementaire, et sociétale. La catastrophe de Fukushima va sans nul doute contribuer à donner un caractère d'urgence à ces évolutions, à l'échelle internationale. C'est à cette échelle, et aussi au niveau européen, que l'IRSN doit continuer à agir. C'est en effet l'échelle continentale qui est souvent pertinente pour partager les efforts de recherche et de développement, mutualiser les connaissances et certains moyens d'intervention. L'IRSN s'est notamment attaché, en 2010, à faire progresser la coopération scientifique et technique entre les organismes d'expertise (les « TSO »), à travers la consolidation de l'association européenne ETSO qui les regroupe, et des réseaux de recherche comme SARNET, la référence dans le domaine des accidents de fusion du cœur de réacteurs nucléaires. Il a aussi œuvré à l'amélioration de la transmission des connaissances en fondant avec d'autres TSO l'institut européen de formation continue des experts en sûreté, l'ENSTTI, dont le président de la République avait annoncé la création lors de la conférence de Paris en avril 2010.

**L'accident de Fukushima, mais aussi des incidents de gravité heureusement négligeable au regard de cette catastrophe japonaise,** mais plus proches de nous comme l'incident de Saint-Maurdes-Fossés, qui a entraîné la dispersion de faibles quantités de tritium dans un environnement urbain, rappellent l'importance des enjeux économiques et sociétaux en matière de radioprotection : la capacité à modéliser de manière pré-

sionnelle les flux de radionucléides dans les milieux naturels, l'obtention rapide de résultats de mesure de terrain quantifiant la présence effective éventuelle de radionucléides additionnels dans l'environnement ou l'alimentation, l'évaluation rapide et complète des doses reçues par les personnes exposées sont en effet des paramètres essentiels d'une gestion réussie d'accidents ou d'incidents nucléaires ou radiologiques.

**L'IRSN fait partie du petit nombre d'organismes experts qui, à l'échelle internationale, disposent des moyens et compétences pour mener de telles opérations.** L'Institut a ainsi eu l'honneur d'être désigné organisme référent de l'Organisation mondiale de la santé, pour les questions de radioprotection. Mais il ne faut pas oublier qu'il reste de nombreux défis pour ces sciences de la radioprotection : ainsi beaucoup reste-t-il à faire pour développer des méthodes de mesure permettant d'obtenir très rapidement des résultats de qualité suffisante lorsque la situation l'exige, ou encore pour comprendre les effets de la radioactivité sur le vivant, à la suite d'expositions longues à des doses faibles mais supérieures à celles associées à la radioactivité naturelle ambiante. Là encore, la coopération internationale est la réponse la plus adaptée. En 2010, l'IRSN a contribué à la fondation d'une association internationale pour la recherche sur les effets des faibles doses, appelée MELODI, et a conduit un groupement d'organismes européens vers la création d'un réseau d'excellence en matière de recherche en radioécologie.

**« Faire avancer la sûreté nucléaire, en France et dans le monde »,** telle est la devise que s'est donnée l'IRSN, pour décrire sa contribution à l'effort collectif de tous les acteurs confrontés à ce défi. Une formule courte pour résumer des actions très nombreuses et variées sur le terrain, en appui à de multiples partenaires et clients, dont la satisfaction est notre plus grande satisfaction. ■





## Une organisation pour mener à bien les activités d'expertise relevant de la défense et de la sécurité.

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

**Huit ans après sa création effective**, il n'est pas inutile de rappeler quels sont les missions, les moyens et les activités de la Direction de l'expertise nucléaire de défense de l'IRSN. Cette direction a été spécifiée par le décret d'organisation de l'Institut pour mener à bien les activités concourant à l'application du code de la défense dans le domaine nucléaire civil ou militaire. Ces activités, qui prennent le plus souvent la forme d'expertises en appui ou en concours direct à l'action gouvernementale, doivent être conduites, quand c'est nécessaire, dans le respect du secret défense. Suivant leur nature, elles sont confiées à l'un des quatre services suivants.

■ **Le Service d'évaluation de la sûreté nucléaire de défense** comporte une vingtaine de chargés d'affaires connaissant parfaitement les installations et activités nucléaires intéressant la défense. Ceux-ci s'appuient sur les disciplines de l'Institut (génie civil, criticité, mécanique, séisme, radioprotection, etc.) pour analyser les dossiers présentés par les opérateurs militaires ou industriels et pour fournir à l'autorité de sûreté de défense un avis sur le respect des objectifs de sûreté et de radioprotection. Sans méconnaître la finalité des applications militaires, les méthodes et référentiels d'évaluation employés s'inspirent autant que possible de ceux utilisés pour l'analyse de la sûreté des applications civiles. L'IRSN répond ainsi chaque année à une centaine de saisines du DSND.

■ **Le Service de sécurité des installations nucléaires** comprend une

trentaine d'experts spécialisés dans la protection contre la malveillance des matières nucléaires, des installations, et des transports.

Ils ont deux types d'activité :

- l'évaluation des dossiers présentés par les opérateurs pour la protection physique, le suivi et la comptabilité des matières nucléaires dans leurs installations. Près de 400 dossiers sont ainsi analysés chaque année au profit de l'autorité compétente ;
- le concours au profit de cette même autorité sous la forme d'inspections dans les installations (une centaine par an).

■ **Le Service d'application des contrôles internationaux**, au sein duquel une vingtaine de spécialistes fournissent l'appui technique nécessaire aux autorités compétentes pour la mise en œuvre en France des accords internationaux et des engagements bilatéraux pris par le Gouvernement dans le domaine du contrôle des matières nucléaires, ainsi que dans le cadre de l'interdiction des armes chimiques et biologiques. Ces spécialistes préparent et accompagnent chaque année une cinquantaine d'inspections conduites par Euratom ou l'AIEA, et une dizaine d'inspections de l'OIAAC sur notre territoire.

■ **Le Service d'appui technique et d'études** emploie un peu plus de 30 personnes se consacrant aux activités suivantes :

- la comptabilité centralisée des matières nucléaires (hors dissuasion), activité inhérente au contrôle national de ces matières et à la fourniture par la France

des déclarations comptables requises au titre des accords internationaux de non-prolifération nucléaire ;

- l'évaluation des dossiers de sécurité des transports nucléaires et le suivi opérationnel de ces transports, ainsi que les inspections au profit de l'autorité compétente. L'IRSN assure le suivi d'environ 1 600 transports de matières nucléaires par an ;
- la recherche et les études en support des activités liées à la protection contre la malveillance des matières nucléaires, de leurs installations et de leurs transports.

Les activités de la Direction de l'expertise nucléaire de défense sont examinées plusieurs fois par an par un comité d'orientation composé des représentants des principales autorités civiles et militaires chargées de l'application du code de la défense dans le domaine nucléaire. Ce comité rapporte au conseil d'administration.

L'IRSN consacre ainsi près de 8 % de ses ressources à ces activités dédiées à l'application du code de la défense en France en matière de sûreté nucléaire, de sécurité et de non-prolifération. Les dispositions mises en place conformément au décret d'organisation de l'IRSN permettent de tenir compte de leur caractère spécifique, tout en bénéficiant des connaissances, des méthodes, et des doctrines acquises par l'ensemble de l'Institut. ■

# TEMPS FORTS



## 2 FÉVRIER

Lancement du site Internet du Réseau national de mesures (RNM) de la radioactivité de l'environnement. Accessible à l'adresse [www.mesure-radioactivite.fr](http://www.mesure-radioactivite.fr), ce site fournit au public l'ensemble des données de surveillance de la radioactivité de l'environnement produites par les différents acteurs concernés : services de l'État, établissements publics, opérateurs nucléaires, associations, etc.



française, visitent le Laboratoire d'étude et de suivi de l'environnement (LESE) de l'IRSN, implanté sur le site de l'Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (Ifremer) à Vairao (Tahiti), dans le cadre du développement d'un observatoire des polluants des lagons polynésiens (métaux, substances radioactives, hydrocarbures et composés organochlorés).



## 8 MARS

Annonce par Nicolas Sarkozy, président de la République, de la création de l'Institut européen de formation et de tutorat en sûreté nucléaire (ENSTTI), à l'occasion de son allocution d'ouverture de la Conférence internationale sur l'accès au nucléaire civil, qui s'est déroulée à l'OCDE (Paris).



## 21-22 JANVIER

Séminaire technique en Chine relatif aux questions liées à l'installation de centrales à l'intérieur des terres, organisé conjointement par l'IRSN et Huaneng, futur constructeur de l'AP 1000, sous l'égide de China Nuclear Energy Association (CNEA, équivalent de la Société française d'énergie nucléaire) et de Nuclear Safety Center (NSC, homologue chinois de l'Institut).

comme président de la commission d'évaluation du programme quadriennal de recherche et développement en sûreté nucléaire finlandais.



## 4 FÉVRIER

Marie-Luce Penchard, ministre chargée de l'outre-mer, Adolphe Colrat, Haut Commissaire de la République en Polynésie française, et Gaston Tong Sang, président de la Polynésie

## 16 MARS

Inauguration de deux laboratoires communs IRSN-CNRS : Cinétique chimique, combustion et réactivité (C3R) avec l'université Lille 1 et Étude de l'incendie en milieu confiné (ÉTIC) avec les universités d'Aix-Marseille I et II.

## 22 JANVIER

Nomination d'un expert de l'IRSN, Giovanni Bruna, par le ministère finlandais de l'économie et de l'emploi,



## 25 MARS

Signature par Pierre Moscovici, président du Pays de Montbéliard Agglomération (PMA), et Jacques Repussard, directeur général de l'IRSN, d'un protocole d'accord de coopération en matière de radio-

protection. D'une durée de trois ans, celui-ci prévoit notamment la mise en place d'un pôle de compétences en radioprotection et le développement d'une culture de radioprotection au sein de la PMA.



## 7 AVRIL

Première réunion de la commission de déontologie de l'IRSN.

## 9 AVRIL

Signature entre l'Agence nationale italienne pour les nouvelles technologies, l'énergie et le développement économique durable (ENEA) et l'IRSN d'un accord-cadre de coopération instaurant une collaboration étendue entre les deux

organismes sur de nombreux volets relatifs à la sûreté nucléaire. Les deux premiers domaines d'application de cet accord sont, d'une part, l'information du public en matière de sûreté des réacteurs nucléaires et, d'autre part, la formation et l'échange de personnel.

## 16 AVRIL

Visite à l'IRSN de Jean-Denis Combrexelle, directeur général du travail, à l'occasion de laquelle le directeur général de l'Institut a présenté les développements relatifs à la base informatique nationale SISERI de suivi de l'exposition des travailleurs ainsi que les techniques innovantes (calixarènes) mises au point pour améliorer l'évaluation dosimétrique après contamination interne ou accident radiologique.



## JUIN

Lancement de l'évaluation des unités de recherche de l'IRSN par l'Agence d'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur (AERES).

## 9 JUIN

Nomination de Denis Flory, jusqu'alors directeur des affaires internationales de l'IRSN, au poste de directeur général adjoint de l'AIEA – poste occupé pour la première fois par un Français – et de chef du département de la sûreté et de la sécurité nucléaires.



## 5 JUILLET

Création d'Aktis, le support multimédia d'information scientifique de l'IRSN dédié aux scientifiques de toutes disciplines. Cette publication trimestrielle est complétée par de nombreuses mises à jour en lien avec les sujets traités et accessibles sur le site Internet de l'Institut.

## 20 JUILLET

Signature avec l'ASN et ATMEA, filiale commune d'Areva et de Mitsubishi Heavy Industries (MHI), d'un contrat aux termes duquel l'ASN et l'IRSN vont engager un processus d'évaluation des options de sûreté du nouveau réacteur ATMEA1, d'une puissance de 1 100 MWe. ■■■



## 28 JUIN

Première visite à l'IRSN de Claire Cousins, présidente de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR). Au cours des échanges avec le directeur général de l'Institut a été discutée une évolution des relations entre la CIPR et les principaux organismes de recherche en matière de radioprotection.





## 15 SEPTEMBRE

Remise à Jean-Louis Borloo, ministre d'État, ministre chargé du développement durable, ainsi qu'à André-Claude Lacoste, président de l'Autorité de sûreté nucléaire, du rapport final du groupe d'expertise pluraliste (GEP) sur les mines d'uranium du Limousin, dont l'IRSN a inspiré la mise en place. Ce rapport conclut trois années d'un travail auquel ont collaboré une quinzaine de salariés de l'Institut, dans un objectif de protection des populations et de l'environnement sur le long terme.

## 22 SEPTEMBRE

Organisation par l'IRSN à Pierrelatte (Drôme), d'une réunion publique en présence d'environ 140 personnes (riverains, élus locaux, représentants d'Areva et associations) autour des résultats de son étude consacrée à l'origine du marquage en uranium de la nappe phréatique de la plaine du Tricastin menée avec le soutien d'un groupe de suivi pluraliste.



## 23 SEPTEMBRE

Visite à l'IRSN de Tatsuo Sato, nouveau vice-président de Japan Nuclear Energy Safety Organization (JNES), organisme technique de sûreté nucléaire (TSO) japonais, pour renouveler l'accord de coopération général entre les deux organismes et aborder les modalités de réalisation de prestations conjointes en soutien à des offres franco-japonaises à l'international.



## 25-29 OCTOBRE

Conférence internationale de l'AIEA consacrée aux défis auxquels sont confrontés les organismes techniques de sûreté nucléaire (TSO) dans le renforcement de la sûreté et de la sécurité nucléaires. La conférence était présidée par le directeur général de l'IRSN et organisée conjointement, à Tokyo, par l'AIEA et JNES, le TSO japonais. 220 participants venus de 57 pays ont souligné l'importance de la disponibilité de moyens scientifiques et techniques suffisants en soutien à la sûreté et à la sécurité nucléaires ainsi que le nécessaire renforcement de la coopération régionale et internationale entre les TSO, pour faire face au mieux aux besoins des États engagés dans d'ambitieux programmes électronucléaires.

## 7-8 NOV.

Forum EUROSAFE 2010 sur le thème de l'innovation dans les domaines de la sûreté et de la sécurité nucléaires, organisé à Cologne (Allemagne) par le TSO allemand GRS en collaboration avec ses homologues belge (Bel V) et français (IRSN). Le Forum a réuni plus de 400 participants en provenance d'une trentaine de pays.



## 15 NOVEMBRE

Visite à l'IRSN d'une délégation de la Commission de réglementation nucléaire américaine (US NRC) conduite par les deux nouveaux commissaires, George Apostolakis et William Ostendorff, nommés par le président Obama. Reçus à leur demande par le directeur général de l'Institut, les membres de la délégation se sont vu présenter les travaux de l'IRSN en matière de sûreté nucléaire, les échanges ayant principalement porté sur l'amélioration de la sûreté des réacteurs en exploitation à l'occasion de leur réexamen.



## 16 DÉCEMBRE

Organisation par l'IRSN de la première session d'examen du Certificat d'aptitude à manipuler les appareils de radiologie industrielle (Camari) au Maroc, en partenariat avec le Centre national marocain de l'énergie, des sciences et des techniques nucléaires (Cnesten) et l'association marocaine du soudage et des appareils à pression (AMS-AP). ■

## 21-24 SEPTEMBRE



Organisation des « Journées thèses IRSN » à Arles (Bouches-du-Rhône), au cours desquelles les doctorants et post-doctorants de l'IRSN ont présenté leurs travaux de recherche dans les domaines de la radioprotection et de la sûreté nucléaire.

En ouverture, une journée scientifique a donné la parole à des personnalités extérieures sur le thème de la recherche au service de l'évaluation des risques.

# PRINCIPAUX RAPPORTS

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

[www.irsn.fr](http://www.irsn.fr)

## RADIOPROTECTION DE L'HOMME

- Évaluation du risque sanitaire des scanners corporels à rayons X « *backscatter* ».
  - ↳ Publication : février 2010
- L'exposition de la population française aux rayonnements ionisants liée aux actes de diagnostic médical en 2007.
  - ↳ Publication : mars 2010
- Guide pratique pour la réalisation des études dosimétriques de postes de travail présentant un risque d'exposition aux rayonnements ionisants (version 2).
  - ↳ Publication : avril 2010
- Analyse des données relatives à la mise à jour des niveaux de référence diagnostiques en radiologie et en médecine nucléaire – Bilan 2007-2008.
  - ↳ Publication : octobre 2010
- Bilan 2009 des expositions professionnelles aux rayonnements ionisants.
  - ↳ Publication : octobre 2010

## SÛRETÉ NUCLÉAIRE

- Traduction du rapport *Enseignements tirés des incidents déclarés entre 2005 et 2008 dans les laboratoires et usines nucléaires et dans les installations nucléaires en démantèlement*.
  - ↳ Publication : mai 2010
- Sources de production et gestion du tritium produit par les installations nucléaires.
  - ↳ Publication : juillet 2010
- Guide d'analyse sur les risques de criticité et leur prévention dans les usines et les laboratoires.
  - ↳ Publication : 17 décembre 2010
- Le point de vue de l'IRSN sur la sûreté et la radioprotection du parc électro-nucléaire français en 2009.
  - ↳ Publication : janvier 2011

## SURVEILLANCE DE L'ENVIRONNEMENT

- Évaluations dosimétriques relatives aux options de gestion de l'environnement contaminé en carbone 14 autour de l'ancien laboratoire de la société Isotopchim, à Ganagobie.
  - ↳ Publication : mars 2010
- Étude d'impact radiologique dû au dragage des sédiments du port des Minimes, à La Rochelle.
  - ↳ Publication : avril 2010
- Le tritium dans l'environnement – Point de vue de l'IRSN sur les questions clés et les pistes de recherche et de développement.
  - ↳ Publication : juillet 2010
- Le tritium dans l'environnement – Synthèse de l'IRSN.
  - ↳ Publication : juillet 2010
- Étude sur l'origine du marquage par l'uranium dans la nappe alluviale de la plaine du Tricastin.
  - ↳ Publication : septembre 2010
- Rapport de gestion 2009 du Réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement (RNM) – IRSN/ASN.
  - ↳ Publication : novembre 2010
- Flux de radioactivité exportés par le Rhône en Méditerranée en 2008.
  - ↳ Publication : septembre 2010
- Bilan de la surveillance de la radioactivité en Polynésie française en 2009.
  - ↳ Publication : octobre 2010

### Dossier publié dans le cadre des travaux du groupe pluraliste d'expertise sur les mines d'uranium du Limousin

- Examen critique des informations relatives à l'impact écologique des sites miniers sur le bassin versant du Ritord et le lac de Saint-Pardoux.
  - ↳ Publication : septembre 2010 – Signature : 2 juin 2006
- Méthode d'évaluation du risque environnemental associé aux rejets de substances radioactives. Adaptation au cas des sites miniers de Haute-Vienne.
  - ↳ Publication : septembre 2010 – Signature : 20 décembre 2007
- Contribution à l'évaluation du risque environnemental associé aux rejets d'uranium dans le bassin versant du Ritord.
  - ↳ Publication : septembre 2010 – Signature : 6 août 2008
- Prise en compte de l'influence de la spéciation chimique de l'uranium dans l'analyse de ses effets écotoxiques en eau douce.
  - ↳ Publication : septembre 2010 – Signature : 12 novembre 2009
- Vers la proposition d'une norme de qualité environnementale pour l'uranium en eau douce.
  - ↳ Publication : septembre 2010 – Signature : 20 novembre 2009

## AUTRES

- Baromètre IRSN 2010: perception des risques.
  - ↳ Publication : juillet 2010
- Certificat d'aptitude à la manipulation des appareils de radiologie industrielle (Camari) – Rapport annuel 2009 : organisation, résultats et perspectives.
  - ↳ Publication : novembre 2010
- Formation à et par la recherche – Bilan 2009.
  - ↳ Publication : janvier 2011

Les synthèses des rapports d'expertise présentés aux groupes permanents en 2010 sont téléchargeables depuis :

[www.irsn.fr/rubrique Avis et rapports](http://www.irsn.fr/rubrique_Avis_et_rapports)

# ACTIVITÉ EN CHIFFRES

## RECHERCHE

**43,3%**

du budget<sup>(1)</sup> de l'IRSN  
consacrés à la recherche.  
(45 % en 2009)  
(1) Hors projet immobilier et fonds dédié.

**158** publications  
répertoriées dans le JCR  
(*Journal Citation Reports*).  
(157 en 2009)

**25** thèses soutenues.  
(28 en 2009)

**329** communications  
scientifiques dans des congrès.  
(318 en 2009)

## INTERNATIONAL



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

**34** pays concernés  
par ces accords. (36 en 2009)

**84** projets internationaux  
en cours. (93 dont 22 projets  
européens en 2009)

## APPUI TECHNIQUE AUX POUVOIRS PUBLICS ET AUX AUTORITÉS

**47,9%**  
du budget<sup>(1)</sup> de l'IRSN  
consacrés à l'appui  
technique et aux  
missions d'intérêt  
public. (47 % en 2009)  
(1) Hors projet immobilier  
et fonds dédié.

**84** avis techniques  
à l'autorité de sûreté  
nucléaire de défense.  
(93 en 2009)

**386** avis  
techniques à  
l'autorité de sécurité  
nucléaire.  
(402 en 2009)

**658** avis  
techniques à l'Autorité  
de sûreté nucléaire.  
(646 en 2009)

## PATRIMOINE INTELLECTUEL



Nombre de brevets  
français en vigueur.

**63** brevets  
en vigueur à l'étranger.  
(58 en 2009)

**2** logiciels et bases  
de données déposés à  
l'Agence pour la protection  
des programmes (APP).  
(11 en 2009)

## PRESTATIONS

**39,2M€**  
de chiffre d'affaires.  
(37,7 en 2009)

**24 304**  
clients de l'Institut.  
(23 063 en 2009)

## FORMATIONS

**2 153** personnes  
ayant suivi des sessions  
de formation de l'IRSN  
au cours de l'année.  
(3 271 en 2009)

**2 406** heures  
d'enseignement dispensées  
à l'extérieur (universités, écoles  
d'ingénieur, INSTN, etc.)  
(2 417 en 2009)

**1 372** heures  
d'enseignement dispensées  
au cours des 140 sessions de  
formation en radioprotection.  
(2 387 en 2009 dont 192 sessions)

**735** heures de  
formation dispensées  
dans les sessions en sûreté  
nucléaire dont 29 sessions).  
(786 en 2009 dont 21 sessions)

## RESSOURCES HUMAINES



Nombre de recrutements en CDI.

**60 471** heures de formation  
dispensées pour le maintien des  
compétences des ingénieurs et des experts.  
(61 293 en 2009)

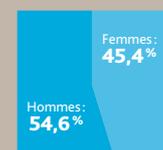
Âge moyen  
**41,1**  
ans pour les femmes.

**42,6**  
ans pour les hommes.

Répartition  
cadres/non-cadres



Répartition  
femmes/hommes



Répartition des effectifs

**Région nord: 1 314 personnes.**  
**Région sud-est: 324 personnes.**

## DIFFUSION DES CONNAISSANCES

**1 631 014**

pages consultées sur le site Internet de l'IRSN. (1 700 000 en 2009)

**41** avis et rapports publiés sur le site Internet de l'IRSN. (41 en 2009)

**12** interventions de l'IRSN dans les Commissions locales d'information. (16 en 2009)

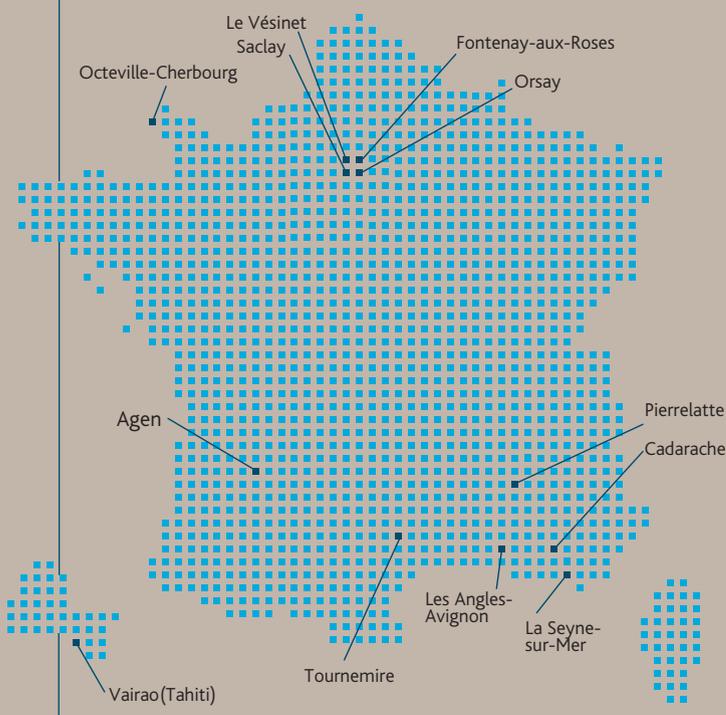
**204 000**

pages consultées dans la rubrique « La recherche » (anciennement « Site scientifique ») du site Internet de l'IRSN. (234 000 en 2009)

**25** sollicitations adressées à l'IRSN par les Commissions locales d'information. (30 en 2009)

**1** ouvrage publié par l'IRSN. (2 en 2009)

## IMPLANTATIONS au 31 décembre 2010



**316<sup>M€</sup>**

de recettes. (283 M€ en 2009)

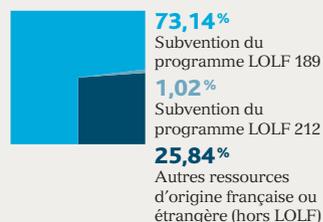
**313<sup>M€</sup>**

de dépenses dont 25 M€ d'investissement en équipements. (301 M€ dont 23 M€ en 2009)

Dépenses de fonctionnement et d'investissement



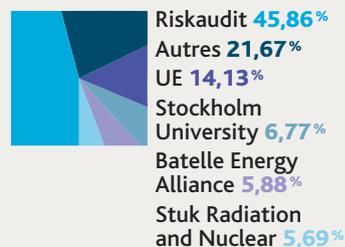
Origine du financement total



Origine du financement français (hors LOLF)



Origine du financement étranger



# BUDGET ET RÉPARTITION

# ORGANIGRAMME

## COMITÉ DE DIRECTION (au 30 avril 2011)

Le comité de direction de l'IRSN, présidé par le directeur général, est composé de vingt 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, de gauche à droite et de haut en bas :  
Didier Demeillers et Marc-Gérard Albert / Alain Cernès /  
Bruno Dufer et Jacques Repussard / Jean-Bernard Chérié  
et Marie-Pierre Bigot / Patrick Gourmelon / Daniel Quéniart  
et Jean-Luc Pasquier / Jérôme Joly / Michel Schwarz / Michel Brière /  
Patricia de la Morlais / Martial Jorel et Thierry Charles /  
Jean-Claude Micaelli / Didier Champion et Matthieu Schuler.

## ■ DIRECTION GÉNÉRALE

**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

**Jean-Luc PASQUIER**, directeur délégué

**Michel SCHWARZ**, directeur scientifique

**Alain CERNÈS**, inspecteur général

**Daniel QUÉNIART**, conseiller

## ■ CONSEIL D'ADMINISTRATION

**Agnès BUZYN**, présidente

## ■ DIRECTIONS OPÉRATIONNELLES

### DIRECTION DE L'EXPERTISE NUCLÉAIRE DE DÉFENSE

**Jérôme JOLY**, directeur

- > Sécurité 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

### DIRECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET DE L'INTERVENTION

**Didier CHAMPION**, directeur

- > Étude du comportement des radionucléides dans les écosystèmes
- > Étude et surveillance de la radioactivité dans l'environnement
- > Traitement des échantillons et métrologie pour l'environnement
- > Analyse des risques liés à la géosphère
- > Intervention et assistance en radioprotection
- > Situations d'urgence et organisation de crise

### DIRECTION DE LA PRÉVENTION DES ACCIDENTS MAJEURS

**Jean-Claude MICAELLI**, directeur

- > Étude expérimentale et modélisation du comportement du combustible et de ses matériaux constitutifs en situations accidentelles
- > Étude expérimentale et modélisation de l'incendie
- > Étude expérimentale et modélisation des accidents de fusion du cœur

### DIRECTION DE LA RADIOPROTECTION DE L'HOMME

**Patrick GOURMELON**, directeur

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

### DIRECTION DE LA SÛRETÉ DES RÉACTEURS

**Martial JOREL**, directeur

- > Réacteurs à eau sous pression
- > Réacteurs refroidis au gaz, à neutrons rapides et d'expérimentation
- > Matériels et structures
- > Systèmes et risques
- > Thermohydraulique, cœur et conduite des installations
- > Accidents graves et conséquences radiologiques
- > Facteurs humains

### DIRECTION DE LA SÛRETÉ DES USINES, DES LABORATOIRES, DES TRANSPORTS ET DES DÉCHETS

**Thierry CHARLES**, directeur

- > Transports et installations du cycle du combustible
- > Laboratoires, irradiateurs, accélérateurs et réacteurs à l'arrêt définitif
- > Déchets radioactifs
- > Risques industriels, incendie et confinement
- > Criticité
- > Aérodispersion des polluants

## ■ DIRECTIONS FONCTIONNELLES

### DIRECTION DE LA STRATÉGIE, DU DÉVELOPPEMENT ET DES PARTENARIATS

**Matthieu SCHULER**, directeur

- > Stratégie d'ensemble à fort contenu 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 SÛRETÉ, 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 (au 31 décembre 2010)

### 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. **Jocelyne BOUDOT**, 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. **Thomas BRANCHE**, sous-directeur de l'industrie nucléaire à la Direction générale de l'énergie et du climat, représentant le ministre chargé de l'industrie. **Laurence PIKETTY**, 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 COMBEXELLE**, directeur général du travail, représentant le ministre chargé du travail. **Mathieu DUFOIX**, chef de bureau énergie, participations, industrie et innovation à la Direction du budget, représentant le ministre chargé du budget. **Marcel JURIEU DE LA GRAVIÈRE**, délégué à la sûreté nucléaire et à la radioprotection pour les activités et installations intéressantes 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-Scherrer, 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**, 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 2010

- Définition du cadre de la réflexion sur l'avenir du projet CABRI boucle à eau.
- Révision de l'organisation et des règles générales de fonctionnement de l'IRSN.
- Lancement de la première phase du projet immobilier de restructuration du site de Fontenay-aux-Roses.

24  
membres

4  
réunions  
en 2010

5  
ans de  
mandat

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

## Composition (au 31 décembre 2010)

### 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.

**Marcel JURIE**n de la GRAVIÈRE, président du CODEND, délégué à la sûreté nucléaire et à la radioprotection pour les activités et installations intéressant la défense. **Laurent MANDARD**, capitaine de frégate, représentant le chef d'état-major des armées. **Patrick RENVOISÉ**, ingénieur général de l'armement, représentant le délégué général de l'armement. **Rony LOBJOIT**, colonel, représentant le secrétaire général pour l'administration du ministère de la défense. **Éric CHAPLET**, contre-amiral, inspecteur des armements nucléaires. **Mathieu DUFOIX**, représentant le directeur du budget. **Sabine SCIORTINO**, représentant le directeur des affaires stratégiques, de sécurité et du

désarmement du ministère des affaires étrangères et européennes. **Alain ROCCA**, chef du service de sécurité des infrastructures économiques et nucléaires, représentant le Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité du ministère de l'économie, des finances et de l'industrie. **Laurent DEMOLINS**, général de brigade, chef du service de défense, de sécurité et d'intelligence économique, représentant le 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 2010

- Examen sous l'angle « défense et sécurité » :
  - du bilan d'activité 2009 de la DEND et du rapport annuel 2009 de l'IRSN;
  - du plan à moyen et long termes (PMLT);
  - du programme d'activité 2011 de la DEND.

**11**  
membres

**2**  
réunions  
en 2010

**5**  
ans de  
mandat pour  
les deux  
personnalités  
qualifiées

## CONSEIL SCIENTIFIQUE

### Composition (au 31 décembre 2010)

#### 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 service 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 2010

- Achèvement et présentation de l'évaluation menée par le conseil scientifique sur l'évaluation des risques aux écosystèmes (novembre 2010).
- Évaluation en cours sur la stratégie de surveillance de l'environnement.
- Lancement, en novembre 2010, de deux nouvelles évaluations:
  - logiciels critiques;
  - études épidémiologiques.

12  
membres

2  
réunions  
en 2010

5  
ans de  
mandat

## COMMISSION DE DÉONTOLOGIE

### Composition (au 31 décembre 2010)

#### MISSIONS

La commission 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.

**Anne BERRIAT**, magistrate au Conseil d'État – a participé au pilotage de la stratégie nationale de dévelop-

pement durable (2003) et à la rédaction d'un rapport sur le renforcement et la structuration des polices de l'environnement.

**Éric VINDIMIAN**, ingénieur général du génie rural, des eaux et forêts, directeur régional à l'Institut de recherche en sciences et technologies pour l'environnement (Cemagref), spécialiste des impacts toxiques sur l'environnement et la santé, et de l'expertise dans les politiques publiques environnementales.

#### PRINCIPALES RÉALISATIONS 2010

- 7 avril 2010 : première réunion de la commission. Découverte des différentes missions et activités de l'IRSN, des règles et des devoirs que s'impose l'Institut pour les mener à bien.
- 7 juillet 2010 : visite du site de Fontenay-aux-Roses. La commission a pu suivre les différentes étapes d'évaluation d'un dossier d'exploitant nucléaire ou découvrir la construction d'un programme de recherche pour les besoins de l'expertise. Ces sujets ont été abordés de manière concrète par les équipes de l'IRSN avec également une visite du Laboratoire de dosimétrie biologique et du service de dosimétrie externe.

4  
membres

1  
réunion  
en 2010

4  
ans de  
mandat

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

## Composition (au 31 décembre 2010)

### 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:** **Laurence PIKETTY**, 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. **Didier HOUSSIN**, directeur général de la santé, représentant le ministre chargé de la santé. **Claire HUBERT**, chef du service de la recherche – Direction de la recherche et de l'innovation, représentant le ministre chargé de l'écologie. **Pascal QUENTEL**, chef de la division sécurité et expertise nucléaire – Délégation générale pour l'armement, représentant le ministre de la défense. **Thomas BRANCHE**, sous-directeur de l'industrie nucléaire à la Direction générale de l'énergie et du climat, représentant le ministre 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 ministre chargé du travail.

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

### ENTREPRISES ET ASSOCIATIONS PROFESSIONNELLES

**Philippe Garderet**, directeur scientifique – Areva. **Noël Camarcot**, délégué recherche et développement nucléaire – Direction production ingénierie – EDF. **Bruno Cahen**, 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. **Jean-Claude ÉTIENNE**, sénateur de la Marne.

**Représentant des Commissions locales d'information (Cli):** **Monique SENÉ**, vice-présidente de l'Anclci.

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

### PERSONNALITÉS QUALIFIÉES

**Jean-Claude DELALONDE**, président de l'Anclci. **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 YADIGAROGLU**, 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.

### PRINCIPALES RÉALISATIONS 2010

- 15 avril 2010: troisième réunion plénière du COR consacrée au positionnement de l'IRSN dans l'organisation française, européenne et internationale de la recherche. Rédaction d'un avis du COR pour définir les grands principes à la lumière desquels il faut évaluer la pertinence des activités de recherche de l'Institut.
- 30 septembre 2010: quatrième réunion plénière du COR. Création d'un groupe de travail, animé par Claude Leteurtre, député du Calvados.
- Par ailleurs, les groupes de travail dédiés respectivement à la question des effets des faibles doses de rayonnements ionisants sur l'homme et à la prolongation de la durée d'exploitation des réacteurs nucléaires en service ont poursuivi leur activité en vue de présenter un avis aux membres du COR courant 2011.

43  
membres

2  
réunions  
plénières  
en 2010

# +02

Dans le cadre de la visite en Inde du président de la République, Nicolas Sarkozy, le directeur général de l'IRSN, Jacques Repussard, a signé un accord-cadre de coopération dans le domaine de la sûreté nucléaire avec Shri Satinder Singh Bajaj, président de l'autorité indienne de sûreté nucléaire, appelée Atomic Energy Regulatory Board (AERB).



**NEW DELHI, INDE | 6 DÉCEMBRE 2010**

# + BILAN ET STRATÉGIE



AVANCÉES ET PRINCIPALES ACTIONS CONDUITES EN 2010 .....	<b>P. 24</b>
POLITIQUE DE TRANSPARENCE ET COMMUNICATION .....	<b>P. 32</b>
DIFFUSION DE LA CULTURE DE SÛRETÉ ET DE RADIOPROTECTION .....	<b>P. 34</b>

## AVANCÉES ET PRINCIPALES ACTIONS CONDUITES EN 2010

# L'IRSN s'appuie sur une gouvernance apte à répondre aux grands enjeux de la décennie 2010-2020

L'année 2010 a constitué une étape importante dans la mise en œuvre de la stratégie de l'IRSN, marquée notamment par la fin de l'élaboration du deuxième contrat d'objectifs État-IRSN (COB 2010-2013). Celui-ci s'inscrit dans la continuité stratégique du COB 2006-2009, dont il réaffirme les quatre axes principaux, et met en avant certains sujets scientifiques, techniques et sociétaux en matière de sûreté, de sécurité et de radioprotection. Le vieillissement des installations en service, la construction des réacteurs de génération III, les recherches sur la sûreté des réacteurs de génération IV, la protection des installations nucléaires contre les actes de malveillance ou le développement de la radioprotection dans le domaine médical occupent ainsi une place de plus en plus importante dans les activités de l'Institut. 2010 a également vu le renouvellement de la certification qualité ISO 9001 de l'IRSN, à l'issue d'une phase de structuration de ses modes de fonctionnement marquée par la mise en place d'outils et d'instances de gouvernance destinés à consolider et à faire évoluer la gestion des programmes et des ressources, tant humaines que financières, de l'Institut. Ce fonctionnement mature permet à l'IRSN de s'adapter aux priorités des pouvoirs publics, à l'heure où l'État réaffirme son souci d'efficacité des politiques publiques et de maîtrise de ses dépenses.

La stratégie suivie par l'IRSN vise à répondre à trois types de questions. Les premières ont trait aux évolutions du secteur nucléaire français caractérisées, d'une part, par le vieillissement des centrales nucléaires et des installations du cycle du combustible en exploitation depuis parfois plus de trois décennies, d'autre part par l'utilisation de technologies nouvelles dans le domaine des équipements et des installations, tels les nouveaux systèmes de contrôle-commande de centrales. Viennent ensuite les questions relatives aux perceptions par la société des risques associés au recours à l'énergie nucléaire comme les accidents majeurs, les impacts environnementaux et sanitaires, les rejets radioactifs des installations – et à la gestion des déchets nucléaires à vie longue. Ces questions reflètent la volonté croissante des citoyens d'être acteurs de la vigilance et de la maîtrise des risques. Enfin, l'évolution de l'industrie nucléaire dans le monde,

**90**  
hommes.an  
consacrés  
aux activités  
internationales.  
(90 en 2009)

tant pour ce qui concerne l'offre technologique des concepteurs et constructeurs d'installations que l'exploitation de capacités électronucléaires, pose des questions qui appellent, d'abord à l'échelle de l'Europe, une consolidation des processus d'harmonisation – voire d'intégration progressive – des pratiques de sûreté nucléaire, de sécurité et de protection radiologique de haut niveau, consolidation dans laquelle l'Institut entend être moteur.

### **Promouvoir la culture de sûreté nucléaire, en Europe et à l'international**

En 2010, l'IRSN a développé son action dans plusieurs directions complémentaires, à commencer par la contribution à la mise en place de la doctrine et du cadre réglementaire appropriés dans les pays désireux de se doter de capacités électronucléaires. Porteur de savoir-faire et de méthodes dans

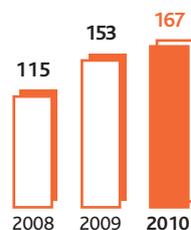


■ La deuxième conférence internationale de MELODI (Multidisciplinary European Low Dose Initiative) a réuni plus de 200 scientifiques et spécialistes des faibles doses à Paris, du 18 au 20 octobre 2010.

ce domaine, l'Institut a ainsi développé sa coopération avec des pays tels que l'Italie ou la Jordanie, à la recherche de partenariats leur permettant d'acquérir les compétences humaines nécessaires à la création d'autorités de sûreté et d'organismes d'appui technique capables d'exercer pleinement leurs responsabilités. Dans ce contexte, le directeur général de l'IRSN a présidé fin octobre, à Tokyo (Japon), la deuxième conférence internationale de l'AIEA consacrée aux défis à relever par les organismes techniques de sûreté (TSO) en matière de sûreté et de sécurité nucléaires. Cette conférence a abouti à un large consensus autour de la nécessité de disposer d'un réseau solide d'organismes techniques de sûreté et de renforcer leurs coopérations.

Reconnu comme un acteur majeur de la sûreté et de la sécurité nucléaires, l'IRSN a poursuivi ses actions d'appui aux organismes internationaux en contribuant, par exemple, à la rédaction pour l'AIEA de principes fondamentaux et de recommandations en matière de sécurité nucléaire et en organisant pour le compte de l'Agence, au mois de novembre, à Paris, une formation internationale à la culture de sécurité nucléaire.

Dans le même temps, l'IRSN a multiplié les initiatives en matière d'acquisition de



Participations de l'IRSN à des groupes d'experts internationaux.

connaissances nouvelles au sein de réseaux d'experts, dans des domaines tels que la sûreté des réacteurs nucléaires ou les effets sur la santé d'une exposition chronique à de faibles doses de rayonnements ionisants (MELODI). L'Institut, représentant les TSO au sein de la plate-forme européenne pour des technologies durables en matière d'énergie nucléaire (SNETP), a participé en 2010 à la sélection des priorités de recherche en sûreté pour les réacteurs de générations II et III. Il s'est engagé, par le biais d'un contrat avec la Commission européenne, à la valorisation du retour d'expérience de l'exploitation des principaux parcs électronucléaires européens. Parallèlement à ses activités de prévention des risques nucléaires, l'IRSN a participé à l'établissement de scénarios de réponse et de réhabilitation en cas de situations de crise nucléaire et radiologique, dans le cadre du réseau européen NERIS.

La transformation en 2010, avec le soutien de la Commission européenne, du réseau ETSO des organismes techniques de sûreté européens en entité juridique indépendante intégrant les différents domaines d'activité des TSO – recherche, expertise et formation – constitue une évolution majeure à mettre au crédit de la stratégie européenne de l'IRSN. Elle témoigne ■■■

du caractère abouti de la réponse conjointe de l'Institut et de ses homologues aux trois missions principales des organismes techniques de sûreté : le développement et l'harmonisation des pratiques de sûreté nucléaire au sein d'EUROSAFE, la conduite d'expertises techniques internationales, en particulier par Riskaudit, filiale commune à l'IRSN et à son homologue allemand GRS, ainsi que la formation pratique, dans le cadre de l'Institut européen de formation et de tutorat en sûreté nucléaire (ENSTTI), des ingénieurs dont les activités auront un impact sur la sûreté des instal-

lations nucléaires. La pertinence de cette approche trouve un écho au-delà des frontières de l'Union européenne, notamment auprès d'organismes japonais ou ukrainien, désireux de rejoindre ETSON en tant que membres associés.

### Renforcer la gouvernance de la recherche et son caractère partenarial

La recherche menée par l'IRSN est orientée vers la prévention des risques nucléaires et radiologiques. Elle vise à acquérir et à maintenir des compétences scientifiques

et techniques à un niveau suffisant pour alimenter un dialogue technique équilibré avec les exploitants lors de l'instruction de leurs dossiers de sûreté. Il s'agit également de contribuer au progrès des connaissances scientifiques dans les domaines de la sûreté et de la radioprotection et d'inciter les opérateurs à faire le meilleur usage possible des technologies disponibles afin de faire avancer la sûreté.

Au plan organisationnel, l'IRSN a connu en 2010 un processus de fusion de ses Directions scientifique et de la stratégie en une seule entité fonctionnelle, la Direction de la stratégie, du développement et des partenariats, mise en place au 1<sup>er</sup> janvier 2011. Ce rapprochement des directions dédiées respectivement à l'excellence scientifique et au pilotage de la stratégie montre la forte interaction de ces deux activités et la capacité de l'IRSN à simplifier son organisation pour la rendre plus efficace, dans un esprit d'optimisation de l'utilisation des ressources allouées par l'État. Un temps fort, pour l'Institut, en matière de recherche aura été l'audit mené par l'AERES, Agence d'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur (*voir encadré p. 30*). Parallèlement à cet audit et au renforcement de son organisation, l'IRSN a fait progresser ses travaux de recherche par différents moyens, à commencer par le renforcement des partenariats nationaux et internationaux, résultat de la capacité de dialogue de l'Institut avec d'autres entités de recherche et de sa volonté de contribuer à la Stratégie nationale de recherche et d'innovation (SNRI) ainsi qu'à la politique nationale de la recherche. L'IRSN est ainsi devenu membre de l'Alliance nationale de coordination de la recherche pour l'énergie (Ancre) et de l'Alliance pour l'environnement (AllEnvi), et a créé par ailleurs deux laboratoires communs avec le CNRS.

Le comité d'orientation de la recherche de l'IRSN a concrétisé la participation des parties prenantes à ses activités par le biais de groupes de travail consacrés, d'une part, aux effets sur la santé d'une exposition chronique à de faibles doses de rayonnements ionisants, d'autre part, aux programmes de recherche de l'Institut liés à la problématique d'extension de la durée d'exploitation des centrales nucléaires, souhaitée par les compagnies d'électricité.

À l'international, l'IRSN a contribué à la création de STAR, réseau d'excellence européen en radioécologie, et a poursuivi son activité au sein de réseaux tels que DoRéMi (recherche relative aux faibles doses de

### LA PAROLE À...

**Dominique Ristori**, directeur général  
du Centre commun de recherche, Commission européenne



« La Commission européenne a accompagné avec grand intérêt la naissance d'ETSON en 2006 et son développement. Reconnu à travers le monde, le réseau des TSO apporte une contribution précieuse à la sûreté et à la sécurité nucléaires par ses activités d'expertise, ses programmes de recherche et ses actions d'harmonisation des pratiques de sûreté nucléaire.

Le rôle moteur joué par l'IRSN dans cette dynamique s'est traduit par la nomination du directeur général de l'Institut à la présidence du réseau. Je salue le franchissement par ETSON d'un cap important

en 2010, avec le dépôt de statuts mieux adaptés à la diversité et à la montée en puissance de ses activités dans le cadre européen. Je compte sur son dynamisme afin de poursuivre, en liaison avec les régulateurs, l'harmonisation des pratiques de sûreté nucléaire par le biais de ses travaux relatifs à la définition des réacteurs de générations III et IV, de sa contribution tant à l'application homogène des directives de la Commission en matière de sûreté et de gestion des déchets qu'au partage de l'expertise entre les pays européens dans ces domaines. »

rayonnements ionisants) ou SARNET (accidents majeurs). Autre levier de progrès: la montée en puissance tant de la modélisation que de l'expérimentation, grâce notamment à la poursuite des investissements de l'Institut dans des installations de recherche et d'étude telles que la station expérimentale de Tournemire (Aveyron) ou l'accélérateur AMANDE, installation de production de neutrons mono-énergétiques. Soucieux de maintenir le haut niveau d'excellence scientifique qui contribue à la visibilité de sa recherche, l'IRSN a continué d'accueillir en 2010 un nombre significatif de doctorants et de post-doctorants à l'issue d'un examen sélectif des projets: au 1<sup>er</sup> novembre, 108 d'entre eux poursuivaient leur cursus au sein de l'Institut. Témoignant du renforcement des partenariats avec d'autres acteurs de la

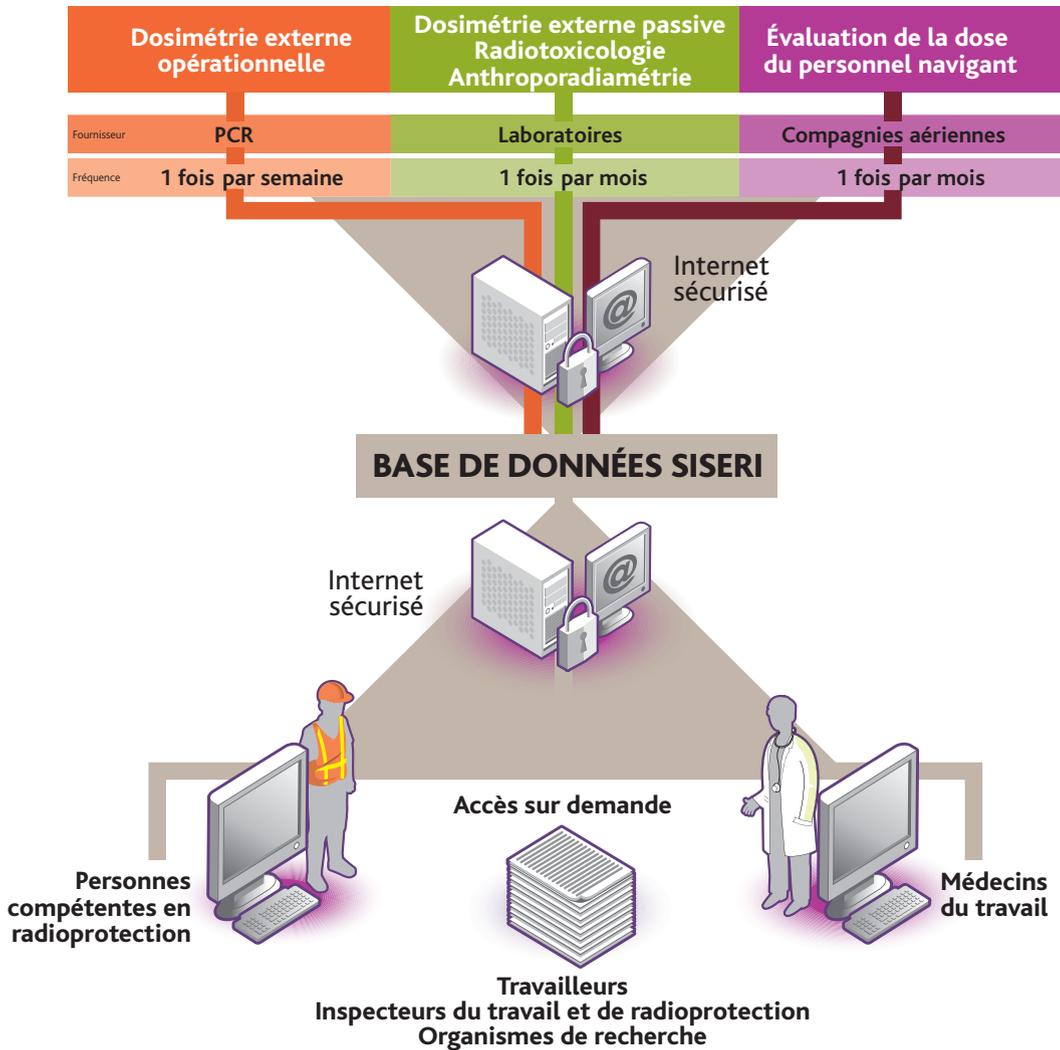
**12%**  
du financement  
des programmes  
de recherche  
proviennent des  
recettes externes.  
(11 % en 2009)

recherche (CNRS, universités, industriels, régions, etc.), 67 % des doctorants présents à l'IRSN bénéficiaient d'un cofinancement. L'Institut a établi une charte des doctorants destinée à renforcer leur intégration et l'encadrement de leurs activités.

Enfin, l'IRSN a valorisé ses travaux de recherche avec deux brevets français publiés en 2010. Le premier protège une formulation pharmaceutique qui permet de traiter en urgence des contaminations accidentelles de la peau par des actinides. Le second décrit un procédé de réalisation de passages étanches de câbles dans des enceintes de réacteur sous vide ou sous pression. En outre, 2010 a vu la création d'*Aktis*, support multimédia d'information scientifique, disponible notamment sous format numérique afin d'en assurer la diffusion la plus large possible. ■■■

■ L'IRSN renforce sa participation à différents réseaux d'excellence, notamment celui relatif aux effets des faibles doses de rayonnements ionisants.





■ Organisation et fonctionnement du Système d'information de la surveillance de l'exposition des travailleurs aux rayonnements ionisants (SISERI).

### Faire évoluer le pilotage des activités d'expertise

La stratégie de l'IRSN en matière d'expertise a pour objectif de lui permettre de mener l'ensemble de ses activités en prenant pleinement en compte la diversité des demandes des différents acteurs et en veillant au strict respect des règles de déontologie sur lesquelles repose son indépendance de jugement en tant qu'appui aux autorités de sûreté et aux pouvoirs publics. Les activités de l'IRSN en matière d'appui technique aux pouvoirs publics connaissent depuis plusieurs années une progression due, notamment, à la concomitance entre les activités liées au parc nucléaire existant et à ses évolutions, amenant l'Institut et ses ministères de tutelle à étudier des mécanismes de financement permettant

d'ajuster le niveau de ressources de l'IRSN à l'évolution des demandes. Les réflexions engagées ont conduit le Gouvernement à retenir la création d'une contribution annuelle au profit de l'IRSN, destinée notamment au financement d'une partie des travaux menés par l'Institut en appui à l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN). Créée par la loi de finances rectificative pour 2010 (adoptée le 29 décembre), elle s'inscrit dans le dispositif actuel de prévention et de gestion des risques nucléaires et radiologiques. Cette contribution, qui se substituera à une part de la subvention versée à l'IRSN, devrait lui permettre de disposer d'un financement évolutif, en fonction des expertises liées aux demandes des exploitants. Poursuivant la contractualisation de ses relations avec les pouvoirs publics et les

autorités afin de faire préciser les sujets à examiner en priorité et les modalités d'instruction associées, l'IRSN a mis l'accent en 2010 sur l'optimisation des moyens humains, matériels et budgétaires consacrés à ses activités d'expertise. Il a ainsi signé avec l'ASN un document-cadre dont l'objet est de définir les principes de fonctionnement adaptés à la réalisation des expertises effectuées par l'IRSN en appui de l'ASN. Ce document porte une vision partagée des relations entre les deux signataires; il s'appuie notamment sur la définition d'un référentiel commun des travaux effectués et des modalités associées, destiné à fluidifier les processus de saisine et d'instruction des dossiers. Parallèlement, l'IRSN a poursuivi en 2010 la conclusion ou le renouvellement tant de conventions que d'accords de partenariat avec la plupart des organismes publics auxquels il est en mesure d'apporter son expertise.

L'IRSN contribue à l'effort de mise en cohérence des stratégies des différentes agences publiques, au service des politiques générales du Gouvernement. Dans cet esprit, il a renforcé sa participation aux plans nationaux – plan national santé-environnement 2009-2013 (PNSE2), plan santé au travail 2010-2014 (PST), plan cancer 2009-2013, etc. – ainsi qu'aux réseaux mis en place par les pouvoirs publics en matière de santé et d'environnement: comité d'animation du système d'agences (Casa), réseau R31 piloté par l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses), etc. Dans le cadre du PST et en réponse aux objectifs des pouvoirs publics relatifs à la gestion de la santé au travail, l'Institut s'est vu confier une mission d'optimisation du Système d'information de la surveillance de l'exposition des travailleurs aux rayonnements ionisants (SISERI) afin qu'il permette de conduire des études épidémiologiques sur des populations ciblées de travailleurs (voir schéma page ci-contre). C'est également dans le domaine de l'épidémiologie que l'IRSN apporte sa contribution au plan cancer, dans le cadre d'une étude consacrée au risque de cancer radio-induit après exposition à un scanner dans l'enfance. Par ailleurs, de par des travaux qu'il mène dans le domaine de la protection de l'homme et de l'environnement contre les rayonnements ionisants, l'IRSN est impliqué dans plusieurs projets scientifiques et techniques identifiés dans le PNSE2. Ils ont trait, notamment, à la radioactivité dans l'environnement, à la radioprotec-

# 47,9%<sup>(1)</sup>

du budget<sup>(1)</sup> de l'IRSN consacrés à l'appui technique et aux missions d'intérêt public.

(47% en 2009)  
(1) Hors projet immobilier et fonds dédié.

tion des travailleurs ou encore à la qualité de l'air intérieur et de l'exposition au radon.

L'IRSN a fortement contribué en 2010 aux travaux d'élaboration, par l'ASN, de textes relatifs aux exigences applicables aux installations nucléaires de base (INB), tant en matière de sûreté que de protection des personnes et de l'environnement. Parmi les sujets traités, il convient de noter un projet d'arrêté sur les installations nucléaires de base et des projets de décisions de l'ASN relatifs aux conditions de fonctionnement de ces INB, aux réexamens de sûreté ou bien encore au contenu des règles générales d'exploitation des installations. ■■■

## LA PAROLE À...

**Jean-François Monteils**, secrétaire général et Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité (HFDS), ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement



« Fort de ses experts en matière nucléaire et de l'expérience acquise au cours des ans, l'IRSN est un élément clé du dispositif français de sécurité nucléaire. Le HFDS bénéficie de son appui technique, qui lui permet de remplir au mieux ses responsabilités dans ce domaine. Ainsi, la qualité du travail de la DEND, et notamment des chargés d'affaires ou des agents en charge du contrôle des matières, permet au HFDS d'apprécier au mieux les situations ainsi que les décisions qu'il convient de prendre. Par ailleurs, l'engagement

de cette direction dans le domaine des exercices participe aussi à l'amélioration de la sécurité des installations et des transports.

### Suite au sommet de Washington d'avril 2010,

la France a demandé à l'AIEA d'effectuer, fin 2011, une mission d'audit sur son dispositif de sécurité et certaines de ses installations. Pour répondre au mieux à cet enjeu important, je sais pouvoir compter à la fois sur l'expérience internationale de l'Institut, son expertise technique et son engagement sans faille. »

Enfin, confronté à des situations accidentelles ou incidentelles, comme ce fut le cas à la fin de l'année 2010 avec la contamination au tritium de locaux industriels situés à Saint-Maur-des-Fossés (Val-de-Marne), l'IRSN a également fait preuve d'une forte capacité de mobilisation en mettant à la disposition des autorités et des pouvoirs publics son expertise et ses moyens techniques d'intervention et de mesures.

### Associer les citoyens à l'évaluation et à la maîtrise des risques radiologiques et nucléaires

Dans un contexte où les citoyens et leurs représentants veulent de plus en plus être acteurs de la vigilance et de la maîtrise des risques technologiques et où la loi leur reconnaît ce droit, notamment par les responsabilités confiées aux Cli par la loi relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire, la diffusion des travaux de recherche et d'expertise menés par l'IRSN ainsi que l'information du public constituent deux aspects essentiels de la contribution de l'Institut aux progrès de la sûreté nucléaire et de la radioprotection. Construire avec les acteurs de la société une compréhension partagée des enjeux complexes de la maîtrise des risques radiologiques et nucléaires est un objectif qui fonde les engagements pris par l'Institut, tant dans son contrat d'objectifs 2010-2013 que dans sa charte d'ouverture à la société, rendue publique au mois d'avril

2009 : accroître la transparence de ses travaux et de leurs résultats ; partager ses connaissances et contribuer à l'information des professionnels et du public ; accompagner la montée en compétence des acteurs de la société et développer des actions participatives. En 2010, l'IRSN a dressé un premier bilan de la mise en œuvre de ces engagements externes ainsi que des engagements internes visant à renforcer la capacité de son personnel à dialoguer avec les acteurs de la société (*voir encadré p. 31*). L'année 2010 a vu l'aboutissement de plusieurs actions d'ouverture des travaux de l'Institut. Certaines d'entre elles ont été menées à bien en bénéficiant des préconisations de Georges Mercadal (ancien vice-président de la Commission nationale du débat public, CNDP) et de celles du comité de suivi mis en place pour accompagner la mise en œuvre de cas tests qu'il avait recommandés à l'issue d'une mission précédente, de manière à accroître l'ouverture des travaux de l'IRSN. L'un des points forts de ces tests a été de créer avec les Cli et l'Ancli, partenaires majeurs dans l'ouverture à la société de l'Institut, les conditions d'un dialogue technique sur un dossier de sûreté nucléaire. Le suivi des dossiers relatifs aux troisièmes visites décennales (VD3) des réacteurs nucléaires de 900 MWe du parc EDF a ainsi donné lieu à un groupe de travail commun en 2009 et 2010, qui a abouti à la tenue, le 9 novembre, d'un séminaire IRSN-Ancli consacré à l'implication des Cli sur ce sujet. Ce séminaire a permis à l'IRSN, d'une part, d'exposer les questions essentielles de sûreté figurant dans son rapport d'expertise relatif à ces VD3 et de l'autre, aux Cli d'exprimer leurs préoccupations, notamment dans le domaine du suivi des incidents, ainsi que leur expérience dans la mise en œuvre d'expertises indépendantes. Autre temps fort : la réunion publique organisée par l'IRSN à Pierrelatte (Drôme) le 22 septembre 2010, en concertation avec les conseils généraux concernés. Cent quarante personnes ont participé à cette réunion au cours de laquelle l'IRSN a présenté les résultats de l'étude sur la contamination par l'uranium de la nappe phréatique du Tricastin, menée avec le soutien d'un groupe de suivi pluraliste. Ce sont également les recommandations de Georges Mercadal qui ont conduit l'IRSN à mettre en œuvre un atelier citoyen consacré à la prévention du « risque radon » dans l'habitat privé. Dans leur avis, les citoyens proposent une stratégie d'actions mêlant information et accompagnement. Un cadrage par l'État est jugé nécessaire par

197

élèves ont participé aux Rencontres lycéennes de radioprotection.

(130 en 2009)

## RECHERCHE

### Première évaluation par l'AERES

**Organisme de recherche à part entière, l'IRSN a été évalué par l'AERES en 2010.** Cette évaluation a été précédée par une démarche d'auto-évaluation structurée notamment autour du bilan du contrat d'objectifs État-IRSN 2006-2009 et des objectifs en discussion pour le contrat d'objectifs 2010-2013. Menée en deux temps, l'évaluation de l'AERES s'est d'abord intéressée aux unités de recherche de l'IRSN, à la fin du premier semestre 2010, puis à l'établissement dans son ensemble, au cours de la seconde moitié de l'année.

**Fondée sur la qualité de la production scientifique** ainsi que sur différents critères tels que la participation active à des réseaux et programmes nationaux et internationaux, des partenariats avec d'autres établissements de recherche et d'enseignement supérieur, l'ouverture vers le monde de la demande sociale, la recherche appliquée ou l'expertise, l'évaluation de l'AERES débouchera sur des conclusions relatives à l'Institut qui seront rendues publiques en 2011.



■ Le séminaire Anccli-IRSN sur les troisièmes visites décennales des réacteurs nucléaires de 900 MWe s'est tenu le 9 novembre 2010 à Paris.

les citoyens, mais ceux-ci, considérant que l'impact du radon sur la santé peut être réduit par des gestes simples, n'estiment pas justifié d'imposer une réglementation dans l'immédiat. Ils soulignent par ailleurs l'importance des relais aux niveaux régional et local, et insistent sur le rôle d'acteurs privilégiés des médecins et des professionnels de l'habitat. Un autre aboutissement important fut la remise au ministre chargé de l'écologie et au président de l'ASN, le 15 septembre 2010, du rapport du groupe d'expertise pluraliste sur les mines du Limousin. Au plan international, l'action de l'IRSN en matière d'ouverture à la société a été principalement consacrée aux travaux européens et français relatifs à la mise en œuvre concrète de la convention d'Aarhus dans le domaine nucléaire. Signée le 25 juin 1998 par 39 États, celle-ci institue le droit à l'information et à la participation du public au processus décisionnel ainsi que l'accès à la justice en matière d'environnement. L'Institut a participé en 2010 à une réflexion sur ce sujet coordonnée par le Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire et l'Anccli, avec le soutien du ministère chargé de l'écologie. Par ailleurs, l'Institut a participé en octobre 2010 à un séminaire intitulé Corex, destiné à présenter et à consolider le retour d'expérience du programme international CORE, consacré à la restauration des conditions de vie dans les territoires biélorusses contaminés par les retombées de l'accident de Tchernobyl. ■

## OUVERTURE À LA SOCIÉTÉ

### Premier bilan de l'application de la charte IRSN

**Conformément à son engagement**, l'IRSN a dressé un premier bilan des avancées réalisées et des difficultés rencontrées, à l'issue d'une année de mise en œuvre de la charte d'ouverture à la société.

**À titre d'exemples, en matière de transparence des travaux menés par l'Institut**, on notera la mise en ligne des synthèses des rapports présentés aux groupes permanents d'experts placés auprès de l'ASN, ainsi que de rapports ponctuels ou périodiques (exposition des travailleurs aux rayonnements ionisants, exposition de la population française liée aux actes de diagnostic médical, etc.) ou de fiches explicatives thématiques (radon, uranium, etc.). Dans le domaine du partage des connaissances, il convient de souligner la troisième édition des rencontres lycéennes consacrée à la culture de la radioprotection.

Concernant la montée en compétence des acteurs de la société et le développement des actions participatives, l'application de la charte d'ouverture à la société s'est traduite notamment par le lancement de nouvelles initiatives dans le secteur médical, avec la mise en place d'un groupe de travail d'information des patients dans le domaine de la radioprotection liée aux actes de radiodiagnostic.

**Les engagements de la charte** ont également inspiré le lancement d'une action dans le domaine des situations postaccidentelles, laquelle a pour finalité de construire en commun avec l'Anccli un outil cartographique (OPAL) destiné à sensibiliser les acteurs locaux aux conséquences d'un accident nucléaire.

**En interne, la mise en œuvre de la charte s'est concrétisée notamment par un séminaire de sensibilisation** de l'ensemble du personnel de l'IRSN aux actions d'ouverture à la société. L'IRSN continuera à rendre compte périodiquement de l'application des engagements pris dans sa charte d'ouverture à la société.

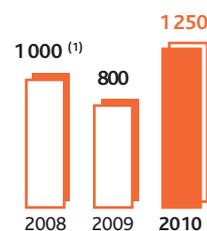
## POLITIQUE DE TRANSPARENCE ET COMMUNICATION

# Faire avancer la sûreté nucléaire, c'est aussi informer et communiquer

L'IRSN, qui s'est doté d'une signature institutionnelle, a poursuivi en 2010 l'enrichissement de son site Internet et lancé un nouveau support multimédia d'information scientifique.



■ Le support d'information multimédia *Aktis* est dédié aux résultats des recherches de l'Institut.



**Retombées de presse citant l'IRSN.**

(1) Incluant les nombreuses retombées dues à l'incident Socrati de l'été 2008.

Au plan symbolique, la volonté de l'IRSN de jouer pleinement son rôle d'expert public de référence en matière d'évaluation des risques nucléaires et radiologiques, au service de tous les acteurs concernés, s'est traduite en 2010 par l'adoption d'une signature qui va figurer sur les supports d'information et de communication de l'Institut : *Faire avancer la sûreté nucléaire* ou, en version anglaise, *Enhancing nuclear safety*. Elle incarne la mobilisation de tous – chercheurs, experts, ingénieurs, techniciens, etc. – au sein de l'Institut dans le but de tirer le meilleur parti des connaissances acquises et des compétences présentes.

### Information scientifique : lancement d'un nouveau périodique multimédia, *Aktis*

Afin de s'inscrire dans cette démarche de partage des connaissances, l'IRSN a décidé en 2010 de mieux mettre en valeur ses travaux de recherche et les résultats obtenus. Un nouveau support d'information multimédia trimestriel, dénommé *Aktis*, a été lancé à cette fin en juillet pour remplacer le rapport scientifique et technique annuel de l'Institut. Destiné aux scientifiques de toutes disciplines, *Aktis* est avant tout diffusé en format numérique par courrier électronique ou via un flux RSS, en vue de

favoriser la transmission de l'information à de nouveaux lecteurs. Le futur lecteur peut s'abonner gratuitement sur le site Web de l'Institut et y consulter les archives des premiers numéros.

### Poursuite de l'enrichissement du site Internet [www.irsn.fr](http://www.irsn.fr)

En 2010, l'IRSN a poursuivi sa politique de transparence, qui s'est traduite par la mise à disposition sur son site Internet de toujours plus d'informations relatives à la sûreté nucléaire et à la radioprotection. Ce sont ainsi quelque 65 actualités et communiqués de presse, 25 dossiers et articles de fond, 22 rapports d'expertise, de même que 19 avis aux autorités et synthèses de rapports présentés aux groupes permanents d'experts auprès de l'ASN qui ont été mis à disposition du grand public et des professionnels.

Dans un esprit de diffusion toujours plus large des résultats de ses travaux, l'Institut s'est particulièrement attaché à proposer des contenus pédagogiques sur les sujets ayant mobilisé son expertise technique. Parmi les thèmes traités, on notera les troisièmes visites décennales des réacteurs à eau sous pression (REP) de 900 MWe, le réacteur EPR, les générateurs de vapeur des REP, et l'incident de perte des sources de refroidissement d'un réacteur à la centrale de Cruas (Ardèche) en 2009.

L'IRSN s'est également attaché à répondre aux demandes d'informations de la société civile et des médias, souvent liées à l'actualité, via la mise à disposition de contenus pédagogiques sur la sécurité et la non-prolifération nucléaire, le séisme d'Haïti, les scanners corporels à rayons X *backscatter*, l'impact pour la France des feux de forêt en Russie ou encore la pollution au tritium à Saint-Maur-des-Fossés.

### Relations avec la presse : un écho grandissant

De plus en plus régulièrement sollicité par les médias, l'IRSN met à leur disposition communiqués et dossiers de presse, et organise des rencontres avec ses experts ainsi que des voyages de presse. Sur le thème de la gestion du stockage des déchets nucléaires en Europe du nord, le voyage 2010 a donné lieu à des visites en Suède, en Belgique et en Finlande, où les journalistes ont pu visiter également le chantier de l'EPR à Olkiluoto. Par ailleurs, deux événements ont particulièrement suscité l'intérêt médiatique en 2010 : tout d'abord, les incendies de forêt en Russie, qui ont généré près de 300 citations de l'IRSN dans la presse, et la pollution au

tritium d'une zone résidentielle de Saint-Maur-des-Fossés, fin 2010, qui a valu à l'Institut environ 150 citations dans la presse.

### Repères : une légitimité dans l'univers des périodiques professionnels

L'IRSN a mené en 2010 une enquête de lectorat relative à son magazine trimestriel, *Repères*, afin d'en faire évoluer la formule en 2011. Les lecteurs qualifient ce périodique d'informatif, de pédagogique, rendant accessibles des sujets complexes et sensibles. Ils apprécient d'y retrouver de façon équilibrée différentes rubriques comme la sûreté nucléaire ou la radioprotection de l'homme et de l'environnement.

### Expositions : une information et un dialogue de proximité

L'Institut a poursuivi en 2010 la tenue de trois expositions itinérantes, de formats différents et destinées à des publics distincts. Réalisée en collaboration avec l'Institut français des formateurs aux risques majeurs et à la protection de l'environnement, l'exposition *Gafforisk* vise à renforcer les actions menées par le ministère de l'éducation nationale auprès des jeunes et à soutenir les autorités locales dans l'in-



■ En 2010, l'exposition *Gafforisk* a été présentée dans plusieurs communes d'Île-de-France, dans le cadre de différentes actions – la Fête de la science à Palaiseau et à Leuville (Essonne), lors de l'exercice de crise de Saclay – et de formations, notamment d'enseignants de l'académie de Versailles.

formation du public, en particulier auprès des installations nucléaires. Autre exposition itinérante à laquelle contribue l'Institut, *Vous avez dit radioprotection ?* est passée en 2010 par les villes de Lausanne (Suisse) puis d'Helsinki (Finlande). Enfin, l'exposition *Nucléaire et société*, organisée conjointement avec l'ASN, a été présentée à Cherbourg, Épinal et Saint-Étienne. Toutefois, une baisse notable de fréquentation en 2010 a conduit l'IRSN et l'ASN à travailler sur un nouveau concept. ■

## EN SAVOIR PLUS

### Baromètre IRSN 2010 : une confiance dans le nucléaire fragilisée, une crédibilité de l'IRSN de plus en plus reconnue

Depuis 1988, le *Baromètre IRSN sur la perception des risques et de la sécurité* présente chaque année l'analyse des résultats d'une enquête de perception des risques, en particulier nucléaires et radiologiques, auxquels sont exposés les Français. Mis en ligne en 2010, les résultats de l'enquête réalisée en 2009 montrent que le risque nucléaire occupe toujours une place de second plan dans la hiérarchie des préoccupations des Français, mais que l'image de fiabilité et de sécurité des installations nucléaires – relativement positive dans l'opinion depuis de nombreuses années – s'est trouvée fragilisée par la succession d'incidents de l'été 2008 sur le site du Tricastin. À noter, également, la première place prise par les déchets nucléaires dans les arguments les plus cités en défaveur de l'énergie nucléaire, devant l'accident de Tchernobyl.

Par ailleurs, les résultats du *Baromètre IRSN 2010* confortent les efforts entrepris par l'Institut vers plus de transparence, de pédagogie et de partage de l'expertise. En effet, les sources d'information considérées comme les plus crédibles par les personnes interrogées demeurent celles en provenance du milieu associatif, mais la compétence technique des acteurs du nucléaire – dont l'IRSN pour 86 % des personnes sondées – est de plus en plus reconnue.

## DIFFUSION DE LA CULTURE DE SÛRETÉ ET DE RADIOPROTECTION

# Formation : un paysage en mutation

Dans le domaine de la formation à la sûreté et à la radioprotection, les activités à caractère réglementaire de l'IRSN ont enregistré en 2010 un ralentissement cyclique, relayées par des offres nouvelles.



■ Des sessions de formation de personnes compétentes en radioprotection sont régulièrement proposées par l'IRSN.

**2153**  
personnes ont bénéficié  
des formations de l'IRSN  
(dont 1774 dans le domaine  
de la radioprotection).  
(3271 en 2009)

### Former sur le terrain de futurs responsables de la sûreté nucléaire

L'actualité 2010 a été marquée par la première session en anglais organisée par l'Institut européen de formation et de tutorat en sûreté nucléaire (ENSTTI), créé au mois décembre 2009 par la signature d'un protocole d'accord entre l'IRSN et trois de ses partenaires au sein du réseau ETSO : GRS (Allemagne), LEI (Lituanie) et UJV (République tchèque). L'objectif de l'ENSTTI est de répondre aux besoins de formation des personnels de recherche et d'expertise en matière de sûreté et de

sécurité nucléaires en complétant la formation des nouveaux ingénieurs de sûreté par des présentations et des travaux dirigés en groupes ainsi que des visites techniques, sous la conduite d'experts dans les domaines concernés. Issus de 14 pays, les 37 participants à la première session de l'ENSTTI – qui s'est déroulée aux mois de juillet et de septembre en Allemagne, puis en France – ont estimé qu'ils avaient retiré des connaissances couvrant l'ensemble des domaines techniques utiles à un expert débutant en sûreté nucléaire. De surcroît, l'implication des formateurs dans la sûreté des installations existantes

a permis d'apporter des notions concrètes et réalistes aux participants des pays « nouveaux venus » dans l'électronucléaire civil. Quant aux formations à la sûreté nucléaire assurées par l'IRSN, le stage d'accueil des ingénieurs de sûreté (Sais) s'est ouvert en 2010 à de nouvelles typologies de participants extérieurs, provenant par exemple du Centre national d'études spatiales (CNES), notamment en raison de la mise en place d'un cadre réglementaire de sûreté dans le domaine spatial.

### Adapter l'offre de formations réglementaires en radioprotection

Dans le domaine de la radioprotection, les formations dispensées par l'IRSN répondent, pour une part d'entre elles, à des obligations réglementaires, et pour d'autres, à des demandes exprimées par des organismes ou des entreprises. En 2010, l'Institut a enregistré un recul sensible de ses activités de formation à caractère réglementaire, qui se sont malgré tout maintenues à un niveau comparable à celui de 2008. Cette diminution s'explique par le fait que la plupart des personnels concernés par ces formations ont été formés au cours des années précédentes, en particulier dans le domaine de la radioprotection des patients lors d'actes d'imagerie médicale ou de médecine nucléaire. Elle résulte également des contraintes budgétaires auxquelles sont astreints de nombreux organismes et entreprises, qui ont raréfié leurs sollicitations. D'autres types de formation ont continué à se développer, telle la formation des personnes compétentes en radioprotection proposée par l'IRSN, qui, depuis plusieurs années, accueille de plus en plus de stagiaires. C'est également le cas des formations relatives à la métrologie du radon en milieu professionnel, en réponse aux décisions prises en 2009 par l'ASN en matière d'agrément dans ce domaine.

### Répondre aux besoins de nouvelles catégories de professionnels

En 2010, l'IRSN a opéré une refonte complète des supports utilisés pour son cours sur la radioprotection des patients et engagé le développement de nouveaux modules de formation en radioprotection destinés notamment aux personnels de la médecine du travail, des blocs opératoires ainsi que des industriels et installateurs de matériel médical. Dans le domaine de la sécurité nucléaire, l'Institut a par ailleurs construit une offre à destination des entreprises – exploitants,

bureaux d'ingénierie, etc. – impliquées dans la surveillance et le contrôle des matières nucléaires. Il a renforcé sa communication en matière de formation au moyen de mailings, de pages de publicité dans des revues professionnelles et d'une participation accrue à des salons et congrès. Il mène aujourd'hui une réflexion sur les formations par Internet (*e-learning*).

### Progression de l'activité liée au Camari

Délivré depuis 2008 par l'IRSN, par délégation des pouvoirs publics, le Certificat d'aptitude à la manipulation d'appareils de

radiologie industrielle (Camari) est un certificat requis en France pour la pratique de la radiologie industrielle, utilisée notamment à des fins de contrôle non destructif. Il établit que son détenteur possède les acquis de radioprotection lui permettant d'assurer sa propre sécurité et celle d'autrui lors des opérations de radiologie qu'il réalise. En 2010, l'IRSN a enregistré une forte progression du nombre de candidats au Camari, en raison, notamment, du développement de l'option « accélérateur de particules à usage industriel », et a organisé une première session de cet examen au Maroc (*voir encadré ci-dessous*). ■

#### EN SAVOIR PLUS

### L'IRSN apporte un soutien au Maroc pour l'examen du Camari



#### À la suite de la signature avec l'Association marocaine du soudage et des appareils à pression (AMS-AP), au printemps 2010,

d'un contrat portant sur l'organisation au Maroc d'examens en vue de la délivrance du Camari, l'IRSN a organisé mi-décembre, à Rabat, les premières sessions correspondantes avec le concours du Cnesten, organisme marocain de recherche et de formation dans le domaine des applications nucléaires. Cette demande de l'AMS-AP répond à une décision de l'autorité de radioprotection marocaine, qui exige la présence d'au moins un titulaire du Camari français dans les sociétés de radiologie industrielle présentes au Maroc.

# 664

candidats à la formation Camari.

(584 en 2009)

# 341

cartes Camari délivrées<sup>(1)</sup>.

(140 en 2009)

(1) Dont 90 cartes délivrées à des candidats relevant de la défense nationale ayant subi l'examen auprès du Service de protection radiologique des armées (SPRA).

# + 03

Visite de la station expérimentale de l'IRSN à Tournemire par une délégation de l'institut russe de sûreté nucléaire, IBRAE, dans le cadre de la célébration de vingt années de coopération entre les deux instituts.



**TOURNEMIRE, AVEYRON, FRANCE | 15-17 SEPTEMBRE 2010**

# + ACTIVITÉS

**SÛRETÉ** ..... P. 38

SÛRETÉ DES INSTALLATIONS EXISTANTES ..... P. 38

EXPERTISE DES INSTALLATIONS FUTURES ..... P. 57

**SÉCURITÉ –  
NON-PROLIFÉRATION** ..... P. 60

**RADIOPROTECTION  
DE L'ENVIRONNEMENT  
ET DE L'HOMME** ..... P. 66

EXPOSITION DE L'ENVIRONNEMENT  
ET DES POPULATIONS ..... P. 66

EFFETS DES EXPOSITIONS CHRONIQUES ..... P. 78

PROTECTION DANS LE DOMAINE MÉDICAL .... P. 80

**CRISE ET SITUATIONS  
POSTACCIDENTELLES** ..... P. 82

## SÛRETÉ

# Un institut mobilisé sur tous les fronts de la sûreté nucléaire

La contribution de l'IRSN à la sûreté des installations nucléaires tant existantes que futures ainsi qu'à celle des transports et du stockage des matières radioactives couvre un large spectre d'activités. Celui-ci s'étend de l'examen des dossiers constitués par les exploitants à l'accompagnement de missions d'inspection, à l'aide à l'évolution de la réglementation aux plans national et international et à la recherche. Dans ces domaines, l'année 2010 a été marquée notamment par la préparation du réexamen de sûreté des 20 réacteurs EDF de 1 300 MWe, et par l'aboutissement d'importants programmes de modélisation et d'expérimentation relatifs à la prévention des accidents de criticité et des incendies ainsi qu'à la maîtrise des conséquences d'accidents majeurs pouvant entraîner la défaillance de la cuve d'un réacteur et des rejets d'iode radioactif. Ces programmes ont été généralement menés dans le cadre de coopérations internationales. Par ailleurs, un examen approfondi du fonctionnement prévu du cycle du combustible nucléaire en France sur la période 2007-2017 a été réalisé par l'IRSN.

## SÛRETÉ DES INSTALLATIONS EXISTANTES

### ■ Suivi des réacteurs

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

### Prévention du risque de rupture de tubes de générateurs de vapeur

En 2010, l'IRSN s'est prononcé favorablement sur les actions retenues par EDF afin de prévenir la rupture de tubes de générateurs de vapeur, après la découverte, en 2009, de fissures circumférentielles sur certains d'entre eux lors d'un contrôle périodique effectué dans le réacteur de Bugey 3. De tels défauts font l'objet d'une grande attention, car ils pourraient conduire à une rupture brutale d'un tube et à des rejets radioactifs dans l'atmosphère. À la suite de cette découverte, EDF a mis en œuvre un programme de contrôles exhaustif et a réalisé, pour la première fois, des contrôles

à l'aide d'une sonde plus performante. Les tubes présentant les dégradations les plus importantes ont été mis hors service par bouchage. L'Institut a appelé l'attention de l'exploitant sur le fait que la corrosion des tubes affectait leur étanchéité. EDF considérait pour sa part que le réacteur était apte au redémarrage et que les règles d'exploitation en vigueur étaient adaptées à la surveillance en service de l'étanchéité des tubes. Sur la base de l'expertise de l'IRSN et après consultation du groupe permanent d'experts pour les équipements nucléaires sous pression, l'ASN a demandé qu'une épreuve hydraulique soit réalisée en préalable à un éventuel redémarrage. EDF a finalement préféré anticiper le remplacement des générateurs de vapeur de Bugey 3.

[www.irsn.fr](http://www.irsn.fr)

### Conduite des réacteurs nucléaires en situation incidentelle

Dans la nuit du 1<sup>er</sup> au 2 décembre 2009, des débris végétaux ont obstrué l'entrée de la station de pompage de l'eau de refroidissement des réacteurs n° 3 et n° 4 de la cen-

trale de Cruas (Ardèche). Un événement dit de « perte de source froide » a été déclaré. Au-delà de la gestion de la situation de crise, rendue difficile par l'inadéquation des procédures de conduite, EDF a rapidement bâti un plan d'actions et corrigé ces procédures. En 2010, l'IRSN a analysé le dossier correctif transmis par EDF. L'Institut a conclu à l'acceptabilité des modifications proposées par EDF, mais a soulevé un certain nombre d'interrogations qui devront être instruites dans le cadre normal de l'instruction de l'évolution des procédures de conduite incidentelle et accidentelle du parc nucléaire.

[www.irsn.fr](http://www.irsn.fr)

### Préparation des troisièmes visites décennales des réacteurs à eau sous pression de 1 300 MWe

En 2010, l'IRSN a évalué la démarche, le périmètre et les objectifs des études générales proposées par EDF dans le cadre du réexamen de sûreté des réacteurs à eau sous pression de 1 300 MWe, associé aux troisièmes visites décennales (VD3). Conformément à la loi relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire

(dite « loi TSN »), un réexamen de sûreté des réacteurs est réalisé en France tous les dix ans. Il a pour objectif de dresser un bilan de leur état et aussi de réévaluer leur sûreté, en tenant compte de l'évolution des connaissances et des réalisations les plus récentes. En préalable au réexamen de sûreté de chaque réacteur, EDF doit proposer les études génériques qu'il entend mener pour élaborer le nouveau référentiel de sûreté et déterminer les modifications qu'il compte mettre en œuvre pour tous les réacteurs de même type. Dans le cadre de la préparation du réexamen de sûreté de ses 20 réacteurs de 1300 MWe, EDF a défini une vingtaine de sujets, portant notamment sur les études probabilistes de sûreté, les agressions climatiques et les accidents graves. À cet égard, l'Institut a proposé d'élargir le programme en incluant une revue de conception du système intégré de protection numérique, une étude des risques relatifs aux manutentions des emballages de transport des combustibles, ainsi qu'une étude des conséquences possibles d'une tornade sur la sûreté des réacteurs. Les installations de traitement des effluents des centrales seront également examinées à l'occasion des troisièmes visites décennales.

[www.irsrn.fr](http://www.irsrn.fr)

### Première version de l'EPS de niveau 2 des réacteurs de 1300 MWe

En 2010, l'IRSN a achevé la première version de son étude probabiliste de sûreté de

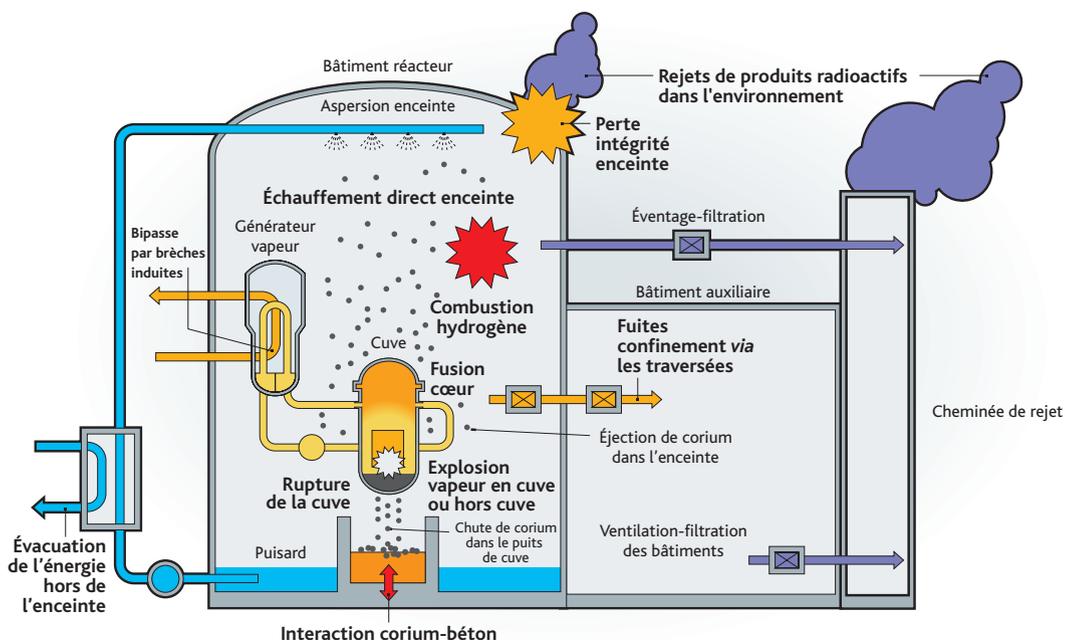


■ L'incident de perte de source froide de la centrale de Cruas (Ardèche) a été analysé par l'IRSN.

niveau 2 pour les réacteurs de 1300 MWe (EPS2 1300). Cette étude avait été engagée en 2007 en vue des troisièmes visites décennales de ces réacteurs. Les EPS de niveau 2 identifient de la manière la plus exhaustive possible les scénarios d'accident avec fusion du cœur conduisant à des rejets radioactifs et quantifient pour chacun d'eux la fréquence et les quantités prévisibles de radioactivité susceptibles d'être rejetées. Les EPS de niveau 2 développées par l'Institut fournissent en outre une estimation des conséquences radiologiques associées aux différents scénarios. Elles utilisent des logiciels de calcul et des méthodes développées au sein de l'IRSN et capitalisent les apports de la R&D dans le domaine des accidents de fusion du cœur. Elles ■■■■

**12** rapports réalisés en support des réunions des groupes permanents ou commissions d'experts réacteurs, usines et déchets.

(15 en 2009)



■ Phénomènes physiques envisageables lors d'un accident avec fusion du cœur.



■ SOFIA permet aux ingénieurs de l'IRSN de simuler le fonctionnement des réacteurs exploités en France.

permettent d'identifier et de hiérarchiser les contributions aux risques de rejets radioactifs et les voies d'amélioration possibles des installations. Elles contribuent ainsi, en complément des études déterministes, à l'évaluation de la sûreté des réacteurs. L'EPS2 1300 développée par l'IRSN permettra de porter un jugement pertinent sur les études du même type réalisées par l'exploitant dans le cadre du réexamen de sûreté associé aux troisièmes visites décennales de ces réacteurs.

### SOFIA : un nouveau simulateur en support aux études de sûreté

Avec le Simulateur d'observation du fonctionnement incidentel et accidentel (SOFIA), l'IRSN dispose, depuis le mois de novembre 2010, d'une plate-forme de modélisation représentative du fonctionnement des réacteurs de 900, de 1300 et de 1450 MWe. Celle-ci intègre le logiciel de thermohydraulique CATHARE, la référence en France.

Développé en collaboration avec Areva et le concepteur de simulateurs canadien L3-Mapps, SOFIA permet de simuler une gamme étendue de situations de fonctionnement, des états d'arrêt aux états en puissance. Afin de disposer en permanence de configurations représentatives de l'état réel des installations, son architecture informatique moderne et modulaire lui permet

d'intégrer les modifications introduites sur les réacteurs du parc nucléaire français. L'exploitation de SOFIA a commencé dès 2010 tant pour les besoins de formation des ingénieurs de l'Institut, en soutien à l'expertise des dossiers de sûreté, que pour la préparation d'exercices de crise ou l'analyse des incidents qui se sont produits sur le parc. À cet égard, l'IRSN a réalisé sur SOFIA une simulation de l'incident de la « perte de la source froide » survenu à Cruas en décembre 2009. Cette simulation a permis de comprendre son déroulement et d'évaluer la robustesse des parades adoptées par EDF.

### Réacteur EPR

En 2010, l'IRSN a poursuivi l'expertise de la conception détaillée du réacteur EPR. Parmi les principaux sujets abordés dans l'année figurent :

■ **le système de contrôle-commande :** l'IRSN a estimé qu'EDF n'avait pas apporté la démonstration complète de la conformité au cahier des charges initial du système d'automatisme de sûreté utilisé pour la conduite du réacteur après les phases initiales d'un accident, même si les éléments fournis sont estimés satisfaisants. L'Institut a, dès lors, recommandé la mise en œuvre de disposi-



■ Le chantier EPR de Flamanville 3 (Manche).

tions complémentaires visant à renforcer la robustesse du contrôle-commande du réacteur EPR;

■ **les systèmes de sûreté** : leur examen détaillé vise à évaluer leur conception au regard des objectifs de sûreté qu'ils doivent permettre d'atteindre. L'année 2010 a été consacrée à l'analyse des systèmes intervenant dans la fonction de confinement et à un premier examen des principaux systèmes de sûreté (systèmes de sauvegarde, systèmes électriques, source froide, etc.);

■ **les méthodes d'étude des accidents** : certaines études d'accident sont réalisées par EDF en utilisant de nouvelles méthodes. Un effort important a été consacré en 2010 à l'expertise de ces méthodes, conduisant à la transmission à l'ASN d'un premier avis portant sur quatre des cinq nouvelles méthodes. En parallèle, l'Institut a apporté son appui technique aux inspecteurs de l'ASN sur le chantier de l'EPR en construction à Flamanville (Manche) et chez les fournisseurs d'équipements. En particulier, les experts de l'Institut en génie civil et en montages mécaniques ont contribué à la préparation et à la réalisation des inspections ainsi qu'à l'analyse des anomalies constatées, comme, par exemple, le pourcentage élevé de défauts dans les soudures du liner de l'enceinte interne du bâtiment réacteur ou la déformation des gaines des câbles de précontrainte. Enfin, à l'international, l'IRSN met sa connaissance de la sûreté du réacteur EPR au service des autorités de sûreté de pays qui envisagent de s'équiper de réacteurs de ce type. Ainsi, l'Institut a participé à un séminaire en Inde et à des groupes de travail internationaux consacrés au réacteur EPR.

[www.irsn.fr](http://www.irsn.fr)

### Examen du management de la sûreté et de la radioprotection au CEA

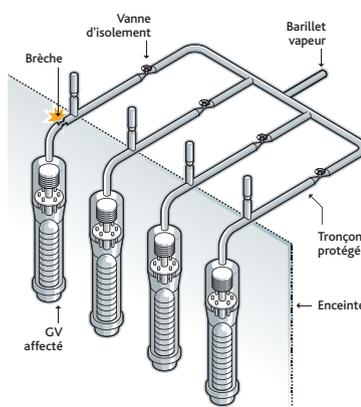
À la demande de l'ASN, l'IRSN a examiné le management de la sûreté et de la radioprotection au CEA de même que sa déclinaison opérationnelle dans les pratiques quotidiennes mises en œuvre dans les installations nucléaires de base du CEA. L'évaluation de l'IRSN s'est appuyée sur des documents du CEA et sur une centaine d'entretiens réalisés avec des acteurs de la sûreté et de la radioprotection du CEA travaillant dans les installations ou exerçant des fonctions transverses ou de supervision dans les centres d'études civils. Cette évaluation a été présentée au mois de novembre 2010 devant les groupes permanents compétents. Sur la base du rapport de l'IRSN, ceux-ci ont conclu à l'amélioration depuis 1999, date du

précédent examen de ces sujets, de l'organisation du CEA et des actions managériales en matière de sûreté et de radioprotection, conduisant à une situation globalement satisfaisante. Ils ont toutefois émis des recommandations relatives, notamment, aux changements d'organisation au sein du CEA, à la capitalisation des études en matière de facteurs humains et organisationnels, à la maîtrise de la sous-traitance et à celle de la sûreté et de la radioprotection au quotidien. La prise en compte de ces recommandations par le CEA devrait lui permettre de renforcer les performances de son système de management en matière de sûreté et de radioprotection et de l'inscrire davantage dans une dynamique d'amélioration continue. Les expertises de ce type menées par l'IRSN, décorrélées des processus réglementaires, contribuent à l'amélioration continue de la sûreté des installations.



#### EN SAVOIR PLUS

### HEMERA : une meilleure analyse des phénomènes accidentels



#### ■ Schématisation d'une rupture de tuyauterie vapeur.

#### L'IRSN s'est doté de la chaîne de calcul couplée 3D HEMERA,

opérationnelle et très performante, pour l'étude des accidents d'éjection d'une grappe de commande d'un réacteur nucléaire ou de rupture d'une tuyauterie de vapeur (RTV), accidents au cours desquels interagissent des effets neutroniques, thermohydrauliques et « système ». 3D HEMERA a été utilisée avec profit en 2010 pour expertiser la méthode de calcul totalement couplée 3D (MTC 3D) qu'EDF souhaite adopter pour l'étude de l'accident de RTV relative à EPR. La méthode proposée par EDF repose sur une

chaîne de calcul cinétique couplée, constituée en assemblant trois modules de calcul : neutronique 3D, thermohydraulique cœur 3D et thermohydraulique des circuits primaire et secondaire. La performance des modèles de 3D HEMERA et la qualité du schéma de couplage entre les modules mis en œuvre ont permis de faire apparaître des phénomènes importants pour la sûreté que la chaîne MTC 3D ne pouvait pas mettre en évidence. L'IRSN a mis notamment en évidence un risque d'arrêt de la circulation naturelle dans les boucles primaires non affectées par la RTV, en cas d'arrêt des pompes primaires. En s'appuyant sur ce constat, l'Institut a conclu que la méthode préconisée par EDF ne pouvait pas servir à la démonstration de sûreté d'EPR en l'absence d'améliorations substantielles de modélisation.

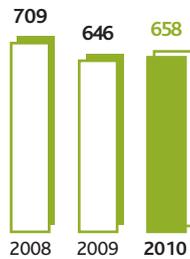
[www.irsn.fr](http://www.irsn.fr)

### Analyse du dossier de référence des plans d'urgence internes d'EDF

En août 2010, l'IRSN a transmis à l'ASN son avis sur le projet de dossier de référence établi par EDF pour l'élaboration des plans d'urgence internes de ses centrales. Ce document, qui définit l'organisation à mettre en place par les responsables des centrales nucléaires en cas d'urgence, sera décliné sur chacun des sites.

L'Institut a examiné la faisabilité et la cohérence du projet, portant une attention particulière au traitement des situations accidentelles susceptibles de conduire à des risques pour les populations.

Au terme de son examen, l'IRSN a estimé que le projet proposé par EDF devrait permettre d'améliorer la cohérence, la robustesse et la précision de l'organisation de crise mise en œuvre dans ses centrales. L'Institut a également formulé des recommandations en vue d'améliorer le caractère opérationnel de l'organisation de crise décrite dans le document. ■



Nombre d'avis techniques transmis à l'ASN (hors activités intéressant la défense).

### ■ Suivi des usines, des installations du cycle du combustible et des transports de matières radioactives

L'IRSN intègre et mobilise l'ensemble de ses compétences pour évaluer de façon cohérente la sûreté d'installations et d'activités de natures diverses.

#### Réexamen de sûreté de l'usine CIS bio International

L'IRSN a présenté, le 7 juillet 2010, devant le groupe permanent compétent placé auprès de l'ASN, les conclusions de son évaluation du réexamen de sûreté de l'usine de production de radioéléments artificiels située à Saclay (Essonne), exploitée par la société CIS bio International.

L'Institut a relevé en particulier que d'importants travaux de rénovation de l'installation avaient été entrepris depuis 2005. Ces travaux visent principalement à améliorer la maîtrise des risques d'incendie et de dissémination de matières radioactives. Néanmoins, des compléments d'études sont apparus nécessaires afin d'évaluer le comportement des structures en cas d'incident (incendie, chute de charge, explosion d'origine externe, etc.) et de statuer sur la suffisance des dispositions retenues par l'exploitant à l'égard des différents risques.

En outre, l'IRSN a identifié des axes d'amélioration, relatifs notamment à la maîtrise des risques de dissémination de matières radioactives et d'incendie dans l'installation, ainsi qu'aux dispositions organisationnelles permettant de limiter les risques liés aux activités sensibles qui y sont réalisées.

Dans l'attente des études complémentaires relatives à ces sujets, qui feront l'objet d'un nouvel examen en 2011, l'Institut a recommandé que des dispositions soient d'ores et déjà prises par l'exploitant pour réduire les quantités d'iode radioactif susceptibles d'être rejetées en cas d'accident.

#### Règlement international des transports de matières radioactives

En 2010, l'IRSN a participé, en appui de l'ASN, aux réunions organisées par l'AIEA en vue d'aboutir à un consensus entre les pays membres et les organisations internationales sur la publication d'une nouvelle édition du règlement international de transport des matières radioactives. La décision de publier une nouvelle édition (la plus ancienne remonte à 1961) a été prise au cours d'un cycle de révision engagé dès

### LA PAROLE À...

**Didier Wattrelos**, chef du projet technique Clearinghouse pour l'IRSN



« En participant au projet européen Clearinghouse, qui vise à partager entre pays européens l'expérience acquise dans le domaine de l'exploitation des réacteurs à eau sous pression, l'IRSN met à profit ses connaissances et ses bases de données pour réaliser des analyses. Les constats en cours concernent les agressions externes et l'approvisionnement

en pièces de rechange mais aussi une analyse plus globale de la typologie des incidents contenus dans la base de données d'incidents de l'Institut. En réalisant ces études, l'Institut contribue à faire progresser la sûreté au plan européen dans la mesure où la Clearinghouse constitue un mécanisme d'utilisation partagée de données qui permet à des pays disposant d'un petit nombre d'installations nucléaires de bénéficier d'une plus grande capacité d'analyse et d'un retour d'expérience plus important. »

 [www.irsn.fr](http://www.irsn.fr)

2008, auquel l'Institut a contribué de façon active en proposant des évolutions destinées à faire progresser le niveau de sûreté des transports de matières radioactives. Au cours de l'année 2010, l'IRSN a notamment présenté la position française concernant les seuils d'exemption, les conditions de transport de matières radioactives d'origine naturelle ou encore les exigences associées aux matières fissiles exemptées d'une démonstration de prévention des risques de criticité. Le cycle de révision en cours arrivera à son terme en 2012. Avant d'entrer en vigueur sur le territoire français, cette nouvelle réglementation devra être transposée dans les différentes réglementations relatives aux transports routiers, ferroviaires, fluviaux, maritimes et aériens.



■ Le transport routier de combustibles irradiés est soumis au règlement international.



### ZOOM INTERNATIONAL

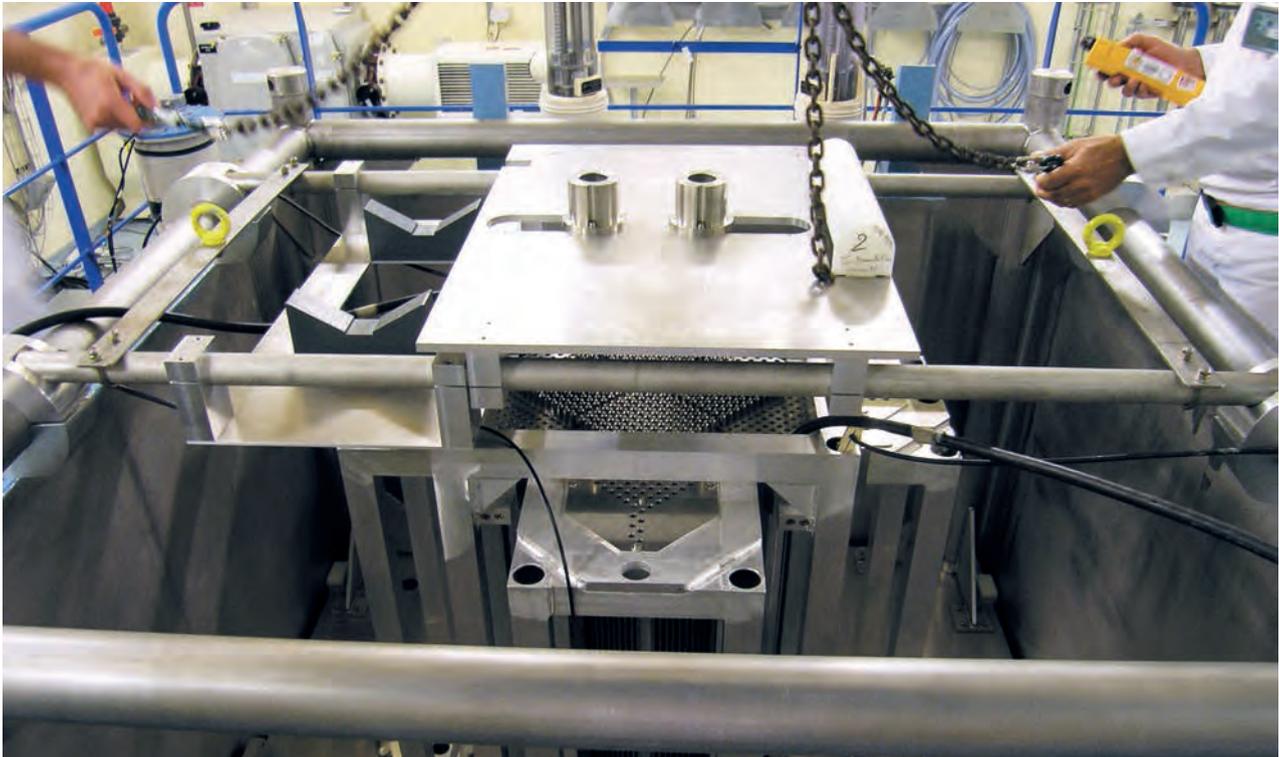
## Séminaire franco-chinois consacré à la sûreté des installations du cycle du combustible nucléaire

À l'initiative de son homologue chinois, le Nuclear Safety Center, l'IRSN a contribué à l'organisation à Pékin, en octobre 2010, d'un séminaire franco-chinois consacré à la sûreté des installations du cycle du combustible nucléaire, auquel participaient des représentants de l'autorité de sûreté chinoise, NNSA. Ce séminaire a été réalisé en partenariat avec Areva et China National Nuclear Corporation (CNNC), dans le cadre des projets de construction en Chine d'installations du cycle du combustible (usine de retraitement de combustibles usés, fabrication de combustibles MOX). Les présentations ont été centrées sur les démarches françaises et chinoises d'expertise de dossiers de sûreté d'installations du cycle et sur les bases techniques de ces expertises. L'IRSN a largement contribué à la diffusion de son savoir-faire dans ces divers domaines. Ce séminaire a mis en avant des préoccupations de sûreté partagées par tous et pouvant faire l'objet d'échanges futurs.



### Programme expérimental de criticité MIRTE

En juin 2010 s'est achevé comme prévu le programme MIRTE 1, réalisé dans l'installation de criticité du CEA située à Valduc (Côte-d'Or) sous la maîtrise d'ouvrage de l'IRSN et cofinancé par le département de l'Énergie des États-Unis (DOE), Areva et l'Andra. Ce programme a comporté 43 expériences mettant en œuvre un ou plusieurs assemblages combustibles, entourés ou séparés par différents écrans. Il a eu pour principal objectif de contribuer à la qualification des formulaires de calcul de criticité pour divers matériaux de structure susceptibles d'être utilisés dans les emballages de transport et les installations du cycle du combustible. Les premières exploitations des résultats expérimentaux ont déjà permis à l'IRSN d'obtenir des données fondamentales concernant les caractéristiques neutroniques des matériaux testés (cuivre, nickel, titane, fer, aluminium, zircaloy, plomb et verre). L'effet de la teneur en eau du béton, paramètre important dans les études de risque de criticité, a également été étudié. La conduite à terme du programme MIRTE 1 a souligné tant le professionnalisme que la complémentarité des équipes de l'IRSN et du CEA pour la réalisation d'un programme expérimental d'envergure internationale. Convaincus de l'intérêt de la poursuite de telles expériences, Areva, l'Andra et le DOE ont donc pris des engagements pour la réalisation d'une deuxième phase du programme: MIRTE 2. Celle-ci a pour objectif, d'une part, d'apporter des compléments aux résultats du programme MIRTE 1 et, ■■■



■ Installation du dispositif faible épaisseur avec un écran de cuivre de 5 mm dans la piscine de l'appareillage B de l'installation de criticité du CEA Valduc (Côte-d'Or).

d'autre part, de tester de nouveaux matériaux. La conception détaillée du dispositif de MIRTE 2 fait actuellement l'objet d'une étroite collaboration entre les partenaires.

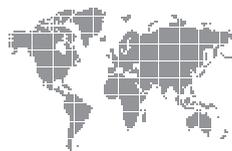
### Fonctionnement du cycle du combustible nucléaire

Au mois de juin 2010, l'IRSN a présenté aux groupes permanents compétents les conclusions de son expertise relative au fonctionnement prévu du cycle du combustible nucléaire en France au cours de la période 2007-2017, sous l'angle de la sûreté et de la radioprotection. Cette analyse, fondée sur un dossier élaboré par les opérateurs concernés (EDF, Areva, Andra), sous la responsabilité globale d'EDF, a notamment porté sur les opérations et moyens logistiques nécessaires à l'exploitation des réacteurs nucléaires d'EDF et à la gestion du combustible usé.

De manière à conforter les données relatives aux flux et stocks de matières nucléaires, l'IRSN a réalisé, pour son évaluation, des simulations du fonctionnement du cycle du combustible, en tenant compte des fonctionnements passés et à venir des réacteurs nucléaires. Ce type de simulation a également été utilisé pour en étudier des évolutions, dans l'hypothèse du déploiement d'une nouvelle génération de réacteurs nucléaires. L'IRSN a conclu en particulier

que les capacités d'entreposage d'uranium de retraitement et de combustibles irradiés pourraient se révéler insuffisantes à court et moyen termes. Sur la base de ces conclusions, les groupes permanents compétents ont recommandé qu'EDF présente une ana-

lyse détaillée des capacités disponibles dans les années à venir, en tenant compte, pour les combustibles irradiés, de difficultés susceptibles d'affecter ses projets d'augmentation des capacités d'entreposage. ■



### ZOOM INTERNATIONAL

## Criticité : des collaborations inscrites dans la durée

Depuis 1995, l'IRSN contribue à la constitution d'un *handbook* international d'expériences critiques servant à la validation des formulaires de calcul de criticité. Il s'agit du projet ICSBEP de l'OCDE. Plusieurs collaborations approfondies – établies avec les équipes de criticité de l'agence japonaise JAEA, du DOE et de l'Institut de physique russe IPPE – ont trouvé des prolongements dans la réalisation de programmes expérimentaux communs : projet ISTC MOX, conduit par IPPE en collaboration avec l'IRSN et le DOE, programmes de l'IRSN MIRTE 1 et 2 associant le DOE, Areva et l'Andra. Ces collaborations portent également sur l'évaluation des connaissances manquantes et des programmes expérimentaux destinés à les acquérir. À ce titre, l'IRSN a été invité par le DOE à contribuer à la définition du futur programme TEX, qui sera mené aux États-Unis à partir de 2014.

## ■ Sûreté du combustible

Les recherches menées par l'IRSN dans le domaine de la sûreté du combustible visent à mieux apprécier les limites de sûreté à associer aux nouvelles gestions du combustible nucléaire envisagées par les exploitants.

### Référentiel d'étude d'accidents de perte de réfrigérant primaire

En 2010, l'IRSN a présenté au groupe permanent pour les réacteurs nucléaires son évaluation, en termes de garantie du refroidissement du cœur du réacteur, des modifications envisagées par EDF concernant le référentiel d'étude d'accidents de perte de réfrigérant du circuit primaire (APRP). Parmi les orientations proposées, celles retenues par le groupe permanent devront être approfondies dans les années à venir. Elles concernent la taille des brèches à considérer et la tenue du combustible lors de la trempe, avec des chargements mécaniques à évaluer, ainsi que la prise en compte de phénomènes physiques tels que les mouvements de morceaux de pastilles de combustible dans les gaines des

crayons. Une nouvelle réunion du groupe permanent est envisagée sur ces sujets à l'horizon 2013.

### Apports importants et concrets pour la simulation de l'APRP

En 2010, le Laboratoire de micromécanique et d'intégrité des structures, laboratoire commun créé entre l'IRSN, le CNRS et l'université Montpellier 2, a réalisé des avancées importantes dans la simulation des APRP. Il a fortement contribué à la validation des modèles du logiciel DRACCAR, développé par l'IRSN pour la simulation du comportement d'un groupe de crayons combustibles lors d'un APRP. Ce laboratoire a également proposé un modèle simplifié pour évaluer les déplacements de pastilles de combustible fragmentées au sein des gaines lors d'un tel accident. La modélisation de ce phénomène, appelé relocalisation, est l'une des clés du comportement du combustible lors d'un APRP. Il fait l'objet de nombreuses études et expérimentations, en particulier en vue de la révision des critères de sûreté associés à un APRP. ■■■

#### EN SAVOIR PLUS

## Accidents de perte de réfrigérant primaire (APRP)

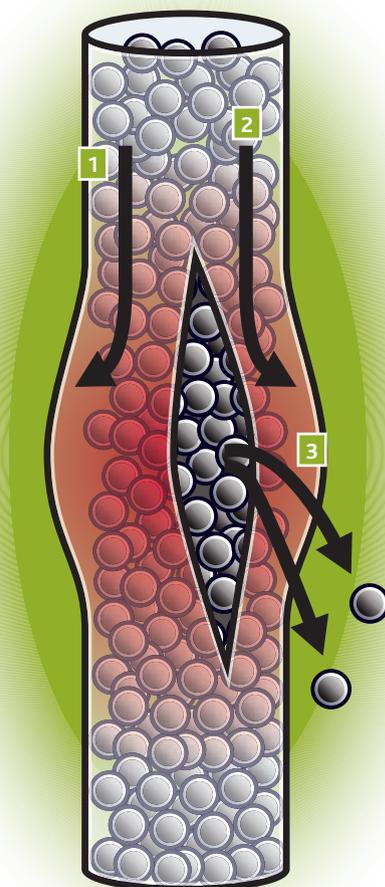
**Les accidents de perte de réfrigérant primaire sont pris en compte à la conception des réacteurs à eau sous pression afin de dimensionner certains systèmes et composants**

importants pour la sûreté, notamment le système d'injection d'eau de sécurité (RIS), les composants mécaniques du circuit primaire et l'enceinte de confinement. L'ouverture accidentelle d'une brèche dans le circuit primaire génère une onde de décompression qui se propage dans ce circuit et soumet ses composants, ainsi que les structures internes de la cuve et les assemblages combustibles, à des efforts hydrauliques importants. Du point de vue de la sûreté, les contraintes mécaniques imposées aux structures internes de la cuve et aux assemblages combustibles doivent rester limitées, de telle sorte que la géométrie du cœur et des assemblages permette toujours leur refroidissement. Par ailleurs, l'APRP conduit à un dénoyage du cœur du réacteur, qui a pour conséquence un échauffement des gaines des crayons combustibles pouvant conduire à leur rupture. L'eau injectée par le RIS rétablit une circulation d'eau qui met fin à cet échauffement. L'arrivée de cette eau froide peut toutefois conduire à la rupture de gaines surchauffées et oxydées, et donc à une dissémination supplémentaire de substances radioactives dans le circuit primaire.

 [www.irsn.fr](http://www.irsn.fr)

■ Schéma illustrant le phénomène de relocalisation du combustible et de son éjection en cas de ballonnement et de fissuration de la gaine d'un crayon combustible.

1. Gaine de combustible.
2. Fragments de combustible (illustrés par des sphères).
3. Ballonnement et fissuration d'un gainage sous l'effet de la pression des gaz de fission contenus dans le combustible.





■ La cuve du réacteur CABRI a été mise en eau le 30 novembre 2010.

Plus généralement, le laboratoire développe, depuis 2007, des outils théoriques et numériques dédiés à la sûreté nucléaire en support aux analyses de sûreté de l'Institut. Ses recherches contribuent à faire progresser la compréhension des mécanismes essentiels à l'œuvre lors d'accidents dans les réacteurs à eau sous pression, concernant le comportement du combustible (fragmentation, évolution des propriétés avec le temps de séjour en réacteur, etc.), celui des gaines (évolution des propriétés, modes de rupture, gonflements transitoires, etc.) ainsi que les interactions entre gaines et combustible fracturé.

### Avancement des travaux de rénovation du réacteur CABRI

En 2010 ont été franchis des jalons importants dans la rénovation du réacteur CABRI. Ces travaux, financés par l'IRSN, concernent, d'une part, la réalisation d'une boucle à eau sous pression où sont reproduites les conditions rencontrées dans un réacteur à eau sous pression, et d'autre part, la mise à niveau de l'installation en matière de sûreté et de sécurité. Le réacteur d'essais CABRI,

exploité par le CEA sur le site de Cadarache (Bouches-du-Rhône), est utilisé par l'IRSN pour ses recherches sur le comportement du combustible nucléaire en situation accidentelle. Les opérations réalisées en 2010 ont concerné la fin des travaux de renforcement sismique du bâtiment du réacteur et des bâtiments annexes, la mise en service de la nouvelle ventilation nucléaire du bâtiment du réacteur, la rénovation des deux réservoirs extérieurs et des tuyauteries d'eau du cœur, les essais fonctionnels des circuits d'effluents actifs et le remontage des structures internes de la cuve avant sa mise en eau, effectuée en fin d'année.

Par ailleurs, une campagne de caractérisation des capteurs de l'hodoscope, dispositif qui permet de détecter les mouvements du combustible dans le crayon testé en conditions accidentelles dans CABRI, a été menée à bien grâce à des essais dans le réacteur SILENE du CEA.

### Déploiement interne et externe du logiciel SCANAIR

Parvenu aujourd'hui à maturité, le logiciel SCANAIR a été utilisé par l'IRSN pour

l'identification des différents phénomènes à prendre en compte pour la définition de critères de sûreté relatifs aux accidents d'insertion de réactivité (RIA) dans un réacteur à eau sous pression. Dans le cadre des activités de recherche de l'Institut sur le RIA, le logiciel SCANAIR a permis la poursuite de la définition des essais du programme CIP (CABRI *International Program*).

Au plan national, le logiciel est également largement utilisé par EDF pour la réalisation de dossiers de sûreté et par le CEA pour les études relatives à la sûreté du cœur de CABRI.

L'année 2010 a également été marquée par la poursuite de la diffusion internationale du logiciel SCANAIR, notamment auprès de l'organisme de support technique finlandais (VTT), de l'autorité de sûreté espagnole (CSN) ainsi que de l'agence japonaise de l'énergie atomique (JAEA), ce qui permet de réaliser une validation indépendante du logiciel et plus généralement de contribuer à la reconnaissance internationale de l'Institut. ■

## ■ Vieillesse des installations et prolongement de leur durée d'exploitation

L'IRSN fournit aux pouvoirs publics, en toute indépendance, les évaluations techniques indispensables à leur prise de décisions concernant la poursuite de l'exploitation des réacteurs à court et moyen termes.

### ■ Analyse de la tenue des cuves

L'IRSN a examiné en 2010 la capacité des cuves des réacteurs de 900 MWe à fonctionner pendant quarante ans. Primordiale pour la sûreté, l'intégrité des cuves est réexaminée tous les dix ans afin d'intégrer les conséquences de leur vieillissement et des conditions réelles d'exploitation.

À la demande de l'ASN, l'IRSN a instruit le dossier transmis par EDF, qui vise en particulier à démontrer l'absence de risque de rupture en cas de choc froid dû à une injection d'eau de sécurité.

Les conclusions de l'IRSN et de la Direction des équipements sous pression de l'ASN ont été présentées au groupe permanent compétent les 16 et 30 juin 2010. Ce dernier s'est prononcé en faveur de la poursuite de l'exploitation des cuves de l'ensemble des réacteurs de 900 MWe jusqu'à leur quatrième visite décennale, sous réserve – pour le réacteur de Saint-Laurent B1 (Loir-et-Cher) – d'augmenter la température de l'eau utilisée pour l'injection de sécurité.

[www.irsn.fr](http://www.irsn.fr)

### ■ Réexamen de sûreté du premier réacteur de 900 MWe dans le cadre de sa troisième visite décennale (VD3)

Faisant suite au réexamen de sûreté générique VD3 des réacteurs de 900 MWe et s'appuyant sur une analyse critique des conclusions du réexamen de sûreté élaboré par EDF, l'IRSN a examiné en 2010 la pertinence des modifications réalisées et les résultats des contrôles menés au titre de l'examen de conformité du réacteur de Tricastin 1 (Drôme) dans le cadre de sa troisième visite décennale.

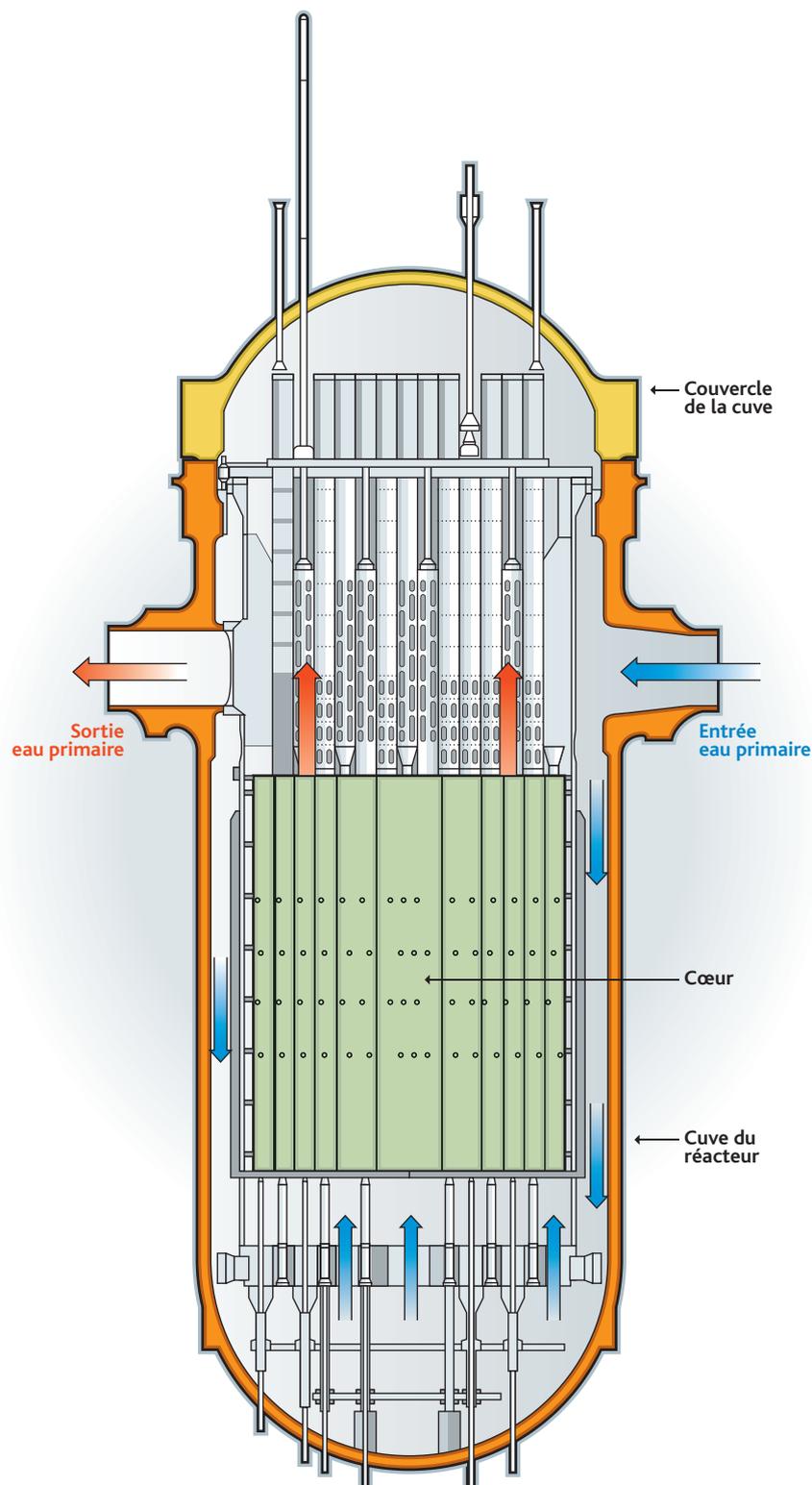
L'Institut a également examiné le dossier d'aptitude à la poursuite de son exploitation. Ce dossier vise à démontrer que la gestion du vieillissement de ce réacteur permet son exploitation dans des conditions de sûreté satisfaisantes pendant au moins dix ans.

L'IRSN a estimé que, malgré certaines réserves concernant les études génériques, aucun élément n'était de nature à mettre

en cause la poursuite de l'exploitation de Tricastin 1. Ce réacteur a été le premier des 58 réacteurs français à être soumis à un réexamen de sûreté dans le nouveau cadre renforcé issu de la loi TSN. Les travaux de l'IRSN ont rendu possible la publi-

cation par l'ASN en 2010 – avec un niveau sans précédent d'informations portées à la connaissance du public – des fondements techniques de sa décision relative à la poursuite de l'exploitation de ce réacteur.

[www.irsn.fr](http://www.irsn.fr)



■ Coupe de la cuve d'un réacteur à eau sous pression de 900 MWe.

## Extension de la durée de fonctionnement des réacteurs

Dans le cadre des réflexions relatives à l'extension éventuelle, au-delà de quarante ans, de la durée d'exploitation des réacteurs du parc EDF, l'IRSN a identifié deux sujets majeurs à examiner :

- la maîtrise par EDF du vieillissement et de l'obsolescence des structures, systèmes et matériels importants pour la sûreté (IPS) après quarante ans et, corrélativement, la suffisance de sa capacité d'anticipation du remplacement des composants IPS qui le nécessiteraient, au moment le plus approprié ;
- la définition et la mise en œuvre de modifications permettant de réduire de manière très sensible la probabilité ou les conséquences des accidents.

De premières discussions ont eu lieu en 2010 avec EDF sur ces sujets, dans le cadre de la préparation d'une réunion du groupe permanent compétent consacrée à l'examen des orientations d'EDF, réunion programmée en 2011. ■

■ L'installation SATURNE (hotte calorimétrique) permet d'étudier le comportement d'un foyer en milieu ouvert.



## LA PAROLE À...

**Lounes Tadrst**, directeur de l'Institut universitaire des systèmes thermiques industriels – IUSTI (CNRS, universités Aix-Marseille I et II – UMR 6595)



« La création en janvier 2010 du Laboratoire de recherche commun ÉTIC (Étude incendie confiné) résulte de la volonté conjointe de l'IRSN et de l'IUSTI de renforcer une collaboration engagée de longue date. Pour l'IUSTI, cette collaboration est l'occasion d'élargir son champ d'action à l'incendie en milieu confiné et ventilé, une question importante pour la sûreté nucléaire. Elle nous permettra de valoriser des compétences développées depuis plus de quinze ans dans le domaine des recherches relatives aux incendies

en milieu urbain, industriel et naturel.

La recherche finalisée menée par l'IRSN bénéficiera, via l'ÉTIC, d'un adossement à une recherche amont qui consolidera ses avancées dans la connaissance et la simulation numérique d'incendies dans des installations nucléaires. L'ÉTIC est un laboratoire "sans murs", qui prévoit la mise en commun de compétences et d'outils autour de quatre axes de recherche que nous avons définis ensemble : propagation des fumées, combustion en condition d'incendie, développement d'une instrumentation dédiée aux interactions incendie-paroi, développement de modèles à champ. Pour chacun d'entre eux, une feuille de route identifie les verrous scientifiques à lever et fixe des objectifs de résultats d'ici quatre ans. »

## Incendies et confinement

Les travaux de recherche menés par l'IRSN dans le domaine de la protection contre l'incendie visent à mieux connaître et apprécier le développement d'un feu dans un milieu confiné et les risques associés de rejet de substances radioactives dans l'environnement.

### Étudier les incendies susceptibles de survenir dans des installations nucléaires

En 2010, l'IRSN a analysé les résultats des trois essais du programme PICSEL-S, réalisés en 2009 dans le cadre d'un programme d'intérêt commun avec Areva NC, en partenariat avec l'organisme de support technique japonais JNES. Ces essais, menés dans l'installation DIVA, à échelle réelle, concernent les effets des éléments de sectorisation (tels que les clapets coupe-feu) sur la combustion d'un foyer et sur la propagation des fumées dans une installation nucléaire de type laboratoire ou usine. Le foyer était constitué par une armoire électrotechnique similaire à celles mises en place dans les installations nucléaires, dont la porte était ouverte. L'analyse a conduit à distinguer trois phases de combustion : d'abord, une propagation lente du feu, puis une combustion vive au cours de laquelle la flamme se propage à toute la surface de l'armoire ; enfin, une phase relativement longue de ralentissement du feu

jusqu'à son extinction. Il apparaît que seule la dernière phase de combustion est influencée par la sectorisation du local incendié, les ouvertures ou fermetures de clapets coupe-feu modifiant la durée du feu et les transferts de fumées vers les locaux adjacents.

### Comprendre le rôle et les modes de transfert des fumées

En 2010, l'IRSN a mené dans l'installation DIVA la dernière campagne d'essais du projet PRISME. Ces six essais ont mis en jeu des foyers tels que des feux de nappe de solvant ou des incendies d'armoires électriques et de câbles de puissance.

Le projet PRISME avait pour objectif d'étudier les différents modes de transfert des fumées lors d'un incendie dans un réacteur nucléaire et d'en estimer les conséquences possibles sur des éléments de l'installation (câbles électriques, notamment). Il implique 22 partenaires de 12 pays (Allemagne, Belgique, Corée du Sud, États-Unis, Finlande, Japon, etc.) et s'est déroulé de 2006 à 2010.

Parallèlement, un groupe de travail a réalisé des intercomparaisons destinées à évaluer les capacités de différents logiciels à simuler les essais du programme. Ces travaux, qui s'appuient sur la base de données expérimentales obtenues par le programme PRISME, ont permis de mieux prendre en compte les transferts de fumées dans la modélisation des feux en milieu confiné et ventilé ainsi que les méthodes de validation des logiciels correspondants.

### Brevets pour la minimisation des émissions d'aérosols engendrées par les découpes au laser

En 2010, des travaux menés en commun avec le Laboratoire des technologies d'assemblage du CEA, à Saclay, ont conduit au dépôt de deux demandes de brevet pour la minimisation des émissions d'aérosols générées lors de découpes au laser. Ce procédé de découpe pourrait être utilisé pour le démantèlement d'installations nucléaires. Dans l'installation DÉLIA (DÉcoupe Laser Immergée et en Air), des plaques en acier

d'une épaisseur atteignant 80 mm ont été découpées dans l'air à l'aide d'un laser continu YAG 8 kW. La concentration et la granulométrie de l'aérosol émis lors de ces découpes ont été mesurées en fonction des paramètres (diamètre de buse, distance entre la plaque et le col du faisceau, puissance du laser, vitesse de découpe) et de l'épaisseur de la plaque. Le procédé a été validé et l'exploitation des mesures réalisées a permis de déterminer les conditions optimales pour minimiser les émissions d'aérosols. ■



■ Les travaux menés en commun avec le Laboratoire des technologies d'assemblage du CEA, à Saclay, ont été réalisés à l'aide du laser continu YAG 8 kW de l'installation DÉLIA (DÉcoupe Laser Immergée et en Air). 1. Tête de découpe du laser. 2. Plaque d'acier. 3. Cellule immergeable.

## ■ Accidents

Au-delà des actions importantes qu'il mène dans le domaine de la prévention des accidents de fusion du cœur d'un réacteur à eau sous pression, l'IRSN conduit des recherches relatives à la physique de tels accidents et à leurs conséquences potentielles sur l'homme et sur l'environnement.

### Études expérimentales sur la chimie de l'iode

Le 29<sup>e</sup> et dernier essai du programme EPICUR a été réalisé en septembre 2010 par l'IRSN. L'iode radioactif produit au sein des réacteurs nucléaires est un élément radiotoxique qui présente des formes volatiles. Il contribuerait de façon majeure aux conséquences radiologiques, en cas de rejets radioactifs dans l'environnement à la suite d'un accident de fusion du cœur d'un réacteur, notamment du fait de la présence d'iode gazeux organique, médiocrement retenu par les dispositifs de filtration.

Le programme EPICUR, engagé en 2005, visait à étudier le comportement de l'iode dans l'enceinte de confinement du réacteur. Il portait plus précisément sur l'étude de la quantité et de la forme de l'iode (aérosols, moléculaire ou organique) relâché à partir de l'eau recueillie au fond de l'enceinte de confinement.

Il s'intéressait également à l'étude de la production, sous irradiation, d'iode organique à partir de l'iode déposé sur les surfaces peintes de l'enceinte. Les effets du pH de l'eau présente au fond de l'enceinte, de la température, de la concentration en oxygène en phase gazeuse, de la pression de vapeur d'eau et de la quantité initiale d'iode déposée sur les peintures ont été examinés.

Les données expérimentales recueillies permettent d'améliorer les logiciels utilisés afin d'estimer les rejets d'iode radioactif et de réduire les incertitudes relatives aux résultats de calcul.

### Fin du programme expérimental BECARRE

L'IRSN a réalisé en mars 2010 le dernier essai du programme BECARRE, destiné à étudier les phénomènes de dégradation sous vapeur d'eau des absorbants neutroniques des barres de commande des réacteurs nucléaires en carbure de bore ( $B_4C$ ). Il prévoyait quatre volets relatifs à l'oxydation de pastilles de  $B_4C$ , à la déformation d'un tronçon de barre de commande en  $B_4C$  et à la modélisation des gaz carbonés émis, dans des conditions représentatives de scénarios accidentels. Les résultats obtenus ont permis d'établir les lois d'oxydation recherchées et d'identifier des phénomènes non pris en compte par les logiciels de calcul. Ils ont confirmé que la nature des matériaux constituant les barres de commande aurait un impact sur la dégradation des crayons combustibles, en cas d'accident avec fusion du cœur, et que la cinétique de cette dégradation pourrait être accélérée, dans le cas de barres en  $B_4C$ , par les projections et les coulées des mélanges formés. Les résultats du programme BECARRE ont également permis d'établir que de très faibles quantités de méthane étaient produites par l'oxydation du  $B_4C$ , ce qui limite la production d'iode organique volatil.

### LA PAROLE À...

**Dr Richard Y. Lee**, Bureau de la recherche nucléaire à caractère réglementaire – *Office of Nuclear Regulatory Research, US Nuclear Regulatory Commission*



« Je suis associé au programme PHÉBUS FP, qui s'est achevé en fin d'année dernière, depuis que la US NRC y participe, c'est-à-dire depuis 1989. Aux côtés de l'IRSN, nous avons pris part à cinq essais qui se sont révélés très utiles pour la NRC, car ils nous ont apporté les données nécessaires à l'actualisation et à la validation de nos codes de calcul, en particulier ceux relatifs aux accidents majeurs. C'est le cas de MELCOR, équivalent américain du code ASTEC

développé par l'Union européenne. Ils nous ont également fourni des informations quant à la pertinence des postulats utilisés pour développer le « terme source révisé », que nous avons publié en 1995 sous la forme du rapport NUREG-1465. PHÉBUS FP et le Programme international TERME SOURCE nous ont montré que bon nombre de nos hypothèses étaient justes, mais que certaines d'entre elles, concernant le comportement de l'iode dans l'enceinte de confinement, avaient besoin d'être revues. C'est ce qui est ressorti, notamment, des essais EPICUR. Ces résultats d'essais sont très importants non seulement pour concevoir des réacteurs plus sûrs, mais aussi pour maintenir et renforcer la sûreté des réacteurs en exploitation. »

### Lancement du projet ECOBA

En 2010, l'IRSN a reçu un soutien financier de l'Agence nationale pour la recherche pour le projet ECOBA, mené conjointement avec le laboratoire GeM (École centrale de Nantes, Université de Nantes), l'Université de Pau et des pays de l'Adour et l'École normale supérieure de Cachan. D'une durée de trois ans, ce projet concerne le confinement par des ouvrages en béton armé et comporte un volet expérimental visant à tester, à échelle réelle, le comportement d'une maquette représentant une paroi d'enceinte de confinement en béton armé, sous l'effet de la pression et de la température. En 2010, l'activité a porté sur le dimensionnement de la maquette et les différents dispositifs de mesure mis en place lors des essais. Les mesures des fuites de l'enceinte seront réalisées par l'IRSN. Les résultats des travaux de recherche effectués par des doctorants de l'Institut sur le comportement du béton au jeune âge et l'approche mésoscopique (modélisation à l'échelle des granulats) pour expliquer les phénomènes de fissuration seront utilisés pour définir ces mesures. Le projet ECOBA apportera des compléments pour l'appréciation du confinement des réacteurs à enceinte double, sujet d'une réunion du groupe permanent sur les réacteurs prévue fin 2012. ■■■

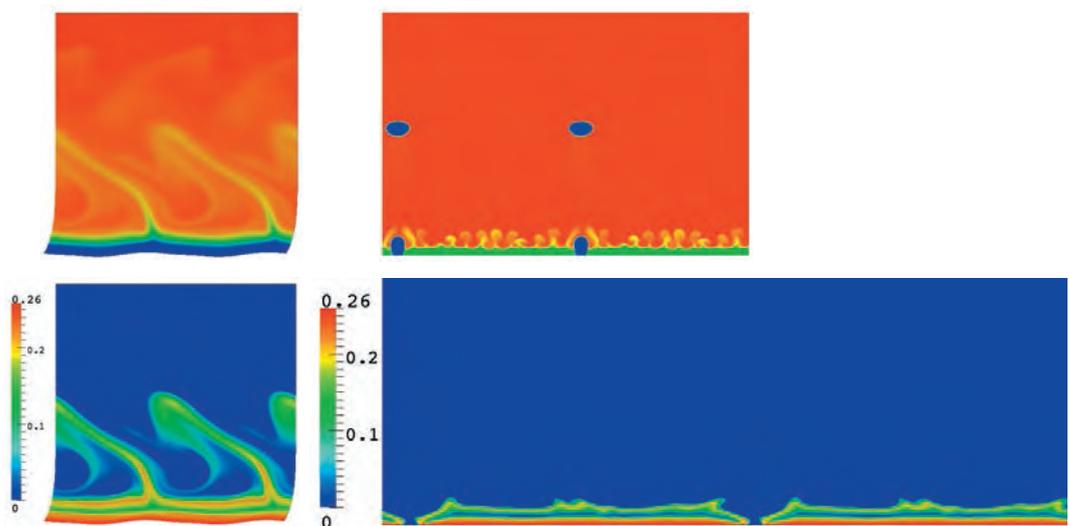
**EN SAVOIR PLUS**

## Simulation des interactions entre le corium et le béton

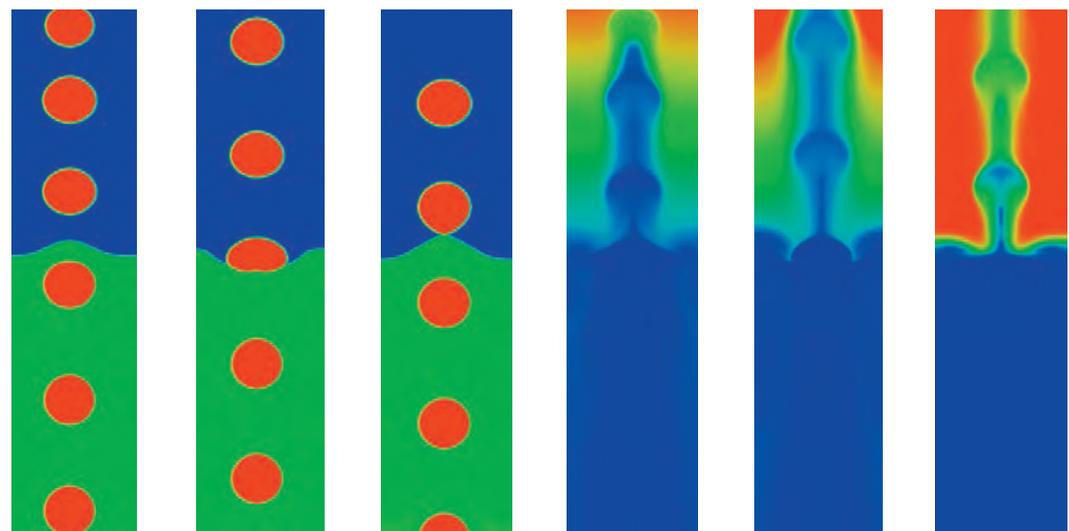
L'année 2010 a vu se concrétiser les travaux entrepris depuis 2002, notamment dans le cadre de thèses, sur la simulation détaillée de l'interface entre le corium (mélange de matériaux résultant de la fusion du cœur d'un réacteur) et le béton du radier situé sous la cuve du réacteur, par la détermination des transferts thermiques entre les différentes phases présentes. S'agissant de matériaux corrosifs et opaques à très haute température, la structure des

interfaces n'est pas accessible au plan expérimental. Or, elle conditionne de manière cruciale la vitesse à laquelle le béton est érodé par le corium. Du point de vue de la sûreté, l'enjeu est d'obtenir une meilleure estimation de la répartition de la chaleur dégagée par le corium à la surface en contact avec le béton du radier, répartition qui conditionne la vitesse d'érosion du radier. Le problème est d'autant plus complexe que l'interface entre le corium et le béton est traversée

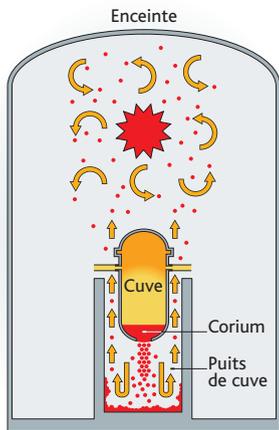
et agitée par les bulles de gaz ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ) relâchées par le béton en s'échauffant puis en fondant. La modélisation détaillée obtenue sera validée à l'aide d'essais analytiques menés en collaboration avec l'Institut de mécanique des fluides de Toulouse (dynamique des interfaces liquide/liquide traversées par un gaz) et d'essais réalisés dans le Laboratoire PROMES, du CNRS (dégradation thermique du béton dans un four solaire).



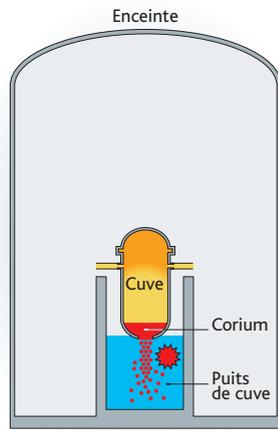
■ Visualisation de l'interface entre le corium et un béton siliceux sans relâchement de gaz (à gauche) et avec (à droite). Écart de densité en haut et écart de fraction solide en bas.



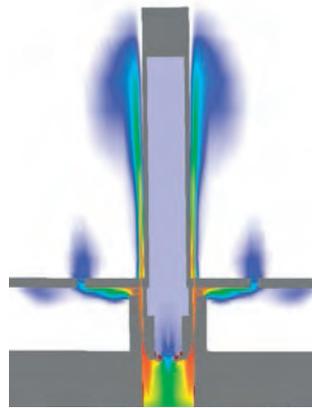
■ Évolution d'une interface au sein du corium entre une couche oxyde et une couche métallique traversée par un train de bulles de gaz relâchées par le béton. Écart de densité (à gauche) et champs de température (à droite) permettant de quantifier le transfert de chaleur.



1



2



3

1. L'éjection du corium sous pression peut provoquer l'échauffement de l'enceinte et sa mise en pression.
2. La chute du corium dans l'eau du puits de cuve peut provoquer une explosion de vapeur.
3. Visualisation d'un calcul MC3D de l'écoulement du corium dans l'eau du puits de cuve.

### Modélisation de phénomènes consécutifs à la défaillance de la cuve d'un réacteur en cas d'accident majeur

Développé par l'IRSN en partenariat avec EDF et le CEA, MC3D est un logiciel de thermohydraulique principalement utilisé pour l'évaluation de phénomènes pouvant survenir immédiatement après une défaillance hypothétique de la cuve du réacteur lors d'un accident avec fusion du cœur. En cas de présence d'eau dans le puits de cuve, le cœur fondu qui se déverse se fragmente et se mélange avec l'eau, pouvant entraîner une explosion de vapeur. Grâce à des améliorations récentes du logiciel MC3D, l'IRSN a pu procéder en 2010 à des évaluations 3D réalistes d'une explosion de vapeur, sur des géométries à l'échelle du réacteur. En l'absence d'eau dans le puits de cuve – si cette dernière est sous pression au moment de sa défaillance –, le com-

bustible fondu peut se disperser dans l'enceinte, conduisant à sa pressurisation par « échauffement direct ». Depuis quelques années, la dispersion du cœur fondu, dans un tel scénario, est également étudiée avec le logiciel MC3D, successivement pour les réacteurs de 1 300 MWe, pour l'EPR et pour les réacteurs de 900 MWe.

[www.irsn.fr](http://www.irsn.fr)

### Reconnaissance accrue du réseau SARNET

Le 4<sup>e</sup> colloque ERMSAR (*European Review Meeting on Severe Accident Research*), accueilli en mai 2010 par l'ENEA à Bologne (Italie), a rassemblé 98 participants de divers pays venus assister à des exposés sur les travaux réalisés en collaboration par les membres du réseau d'excellence européen SARNET, qui se consacre à la recherche relative aux accidents majeurs pouvant affecter les réacteurs nucléaires,

sous la coordination de l'IRSN. Les exposés et discussions ont mis en avant la capitalisation des connaissances issues du réseau dans le logiciel intégral ASTEC, codéveloppé par l'IRSN et son homologue allemand GRS afin de simuler le déroulement complet d'un accident majeur. De nouvelles demandes d'accès au logiciel ont été formulées par l'institut sud-coréen de sûreté nucléaire KINS et le centre finlandais de recherche technique VTT, ce qui confirme le positionnement d'ASTEC comme outil de référence au niveau international. En outre, de nouveaux partenaires ont rejoint – ou vont rejoindre – le réseau SARNET, tels KINS et le centre de recherche atomique BARC (Inde).

### Avancées du projet ASAMPSA2

Coordonné par l'IRSN, le projet ASAMPSA2 vise à établir un guide des meilleures pratiques pour les études probabilistes de sûreté de niveau 2 (EPS2). En 2010, une première version du guide a été achevée et transmise, pour avis, à plus d'une centaine d'organismes européens ainsi qu'à des partenaires de l'OCDE. Le guide devrait permettre une harmonisation de la mise en œuvre des EPS2 en Europe, aujourd'hui très disparate, et de l'utilisation des conclusions de ces études pour l'évaluation globale de la sûreté des centrales nucléaires. Il concerne d'abord les centrales exploitées en Europe, mais également les réacteurs de génération IV. Le projet ASAMPSA2 regroupe 21 organismes de 12 pays européens impliqués dans la sûreté des réacteurs nucléaires: exploitants, prestataires de services, autorités de sûreté, constructeurs, organismes de recherche. Il a démarré le 1<sup>er</sup> janvier 2008 pour une durée de trois ans et demi, dans le cadre du 7<sup>e</sup> PCRD de la Commission européenne. ■

[www.asamps2.eu](http://www.asamps2.eu)

### EN SAVOIR PLUS

## Retour vers la chimie théorique pour une compréhension plus fine

La chimie théorique, qui connaît un essor important depuis vingt ans, permet d'obtenir, par la détermination des propriétés électroniques des atomes, des molécules et de leurs interactions, des propriétés macroscopiques comme la réactivité, difficiles à obtenir expérimentalement. C'est aussi un bon outil d'aide à l'interprétation d'expériences complexes, qui permet d'optimiser *a priori* les matrices d'essais. En 2010, au sein du Laboratoire mixte C3R (IRSN-CNRS-université Lille I), ces techniques ont été utilisées avec succès pour calculer les constantes cinétiques de systèmes réactionnels impliquant de l'iode dans le circuit primaire d'un réacteur à eau sous pression, ainsi que pour déterminer la stabilité et la solubilité des oxydes d'iode. Elles participent aussi à l'interprétation des interactions entre l'iode et les peintures de l'enceinte de confinement.



■ L'IRSN étudie, en association avec l'Institut de physique du globe et l'École normale supérieure de Paris, les processus de déformation du rift de la région de Corinthe (Grèce).

### ■ Agressions externes

Les recherches menées par l'IRSN dans le domaine des agressions d'origine naturelle visent à mieux apprécier les risques et les conséquences, pour une installation nucléaire, d'événements tels que les séismes, canicules, tempêtes ou inondations.

### Mission post-sismique au Chili

Lors de séismes importants, l'IRSN est régulièrement appelé à participer à des missions post-sismiques qui lui permettent d'améliorer sa capacité d'expertise, dans le domaine de la sismologie et dans celui de la tenue des bâtiments. En 2010, l'IRSN a été sollicité dans le cadre d'une mission post-sismique organisée par le Laboratoire international Montessus, de Ballore, après le séisme de magnitude 8,8 qui a frappé le Chili le 27 février. Cette mission de deux semaines a permis de collecter des données sismologiques et géodésiques afin d'étudier la secousse principale et ses répliques. Les premières observations géologiques effectuées concernent les modifications du paysage engendrées par le séisme sur la côte (soulèvement ou affaissement du sol) et l'extension de la zone inondée par le tsunami.

[www.irsnn.fr](http://www.irsnn.fr)

### Recherches sur l'aléa sismique

En 2010, l'ANR a décidé de financer le projet de recherche SISCOR (Sismicité Corinthe), pour lequel l'IRSN est associé à l'Institut de physique du globe et à l'École normale supérieure de Paris. Les études prévues visent à observer et modéliser les processus de déformation du rift de la région de Corinthe (Grèce), zone la plus sismique d'Europe, dans sa partie ouest. Les études tectoniques et les réseaux sismologiques et géodésiques permanents mis en place depuis 2000 contribueront

à une meilleure compréhension du fonctionnement des failles actives et au développement de modèles de sismicité. En particulier, la comparaison des résultats des mesures géodésiques (sur dix ans) et les études paléosismologiques le long des failles (sur dix mille ans) permettront de quantifier les parts des déformations absorbées par chaque faille. Le rôle de la maturité des failles et celui de la présence

de fluides seront ensuite étudiés afin de comprendre leur influence possible dans la diversité des comportements sismiques observés. Les résultats de ces travaux serviront de base à l'élaboration d'une méthode permettant d'intégrer, dans les calculs de l'aléa sismique probabiliste, les contributions des failles actives en tenant compte de leur comportement mécanique et de leur histoire sismique. ■



### ZOOM INTERNATIONAL Prestations d'études de sites

Plusieurs pays souhaitant se doter d'un parc électronucléaire ont engagé un processus de sélection et de validation de sites, faisant appel à l'expertise de l'IRSN dans le domaine de la caractérisation des sites envisagés.

Aux Émirats arabes unis, l'Institut apporte ainsi son appui à l'autorité de sûreté nucléaire (FANR) en procédant à une expertise technique du chapitre du rapport préliminaire de sûreté consacré aux caractéristiques du site retenu. En Tunisie, il apporte, dans le cadre de l'Agence France nucléaire internationale (AFNI), un soutien à la Société tunisienne du gaz et de l'électricité (STEG) pour l'évaluation de certaines agressions d'origine naturelle. C'est également en lien avec l'AFNI que l'Institut a mené une étude pour l'autorité de sûreté koweïtienne (KNNEC), en vue de la présélection de sites d'implantation d'une centrale nucléaire. Il intervient également en Jordanie et en Égypte, dans le cadre de projets financés par la Commission européenne au profit des autorités de sûreté locales. Là encore, ses experts contribuent à l'acquisition de méthodes par ces autorités et à la mise en place d'exigences qui devront être respectées par les installations nucléaires qui pourraient voir le jour dans ces pays.

## 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, en particulier par sa Direction de l'expertise nucléaire de défense (DEND), dans le cadre de l'appui technique qu'il apporte 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.

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

Les évaluations effectuées par l'Institut concernant la sûreté des installations et équipements exploités par le ministère de la défense, le CEA et Areva, portent sur toutes les phases de la vie de ces installations et équipements : conception, construction, exploitation, démantèlement. Elles concernent également les transformations importantes que peuvent subir ces installations et équipements, compte tenu de l'évolution de leurs activités.

#### CONCEPTION ET CONSTRUCTION

En 2010, l'IRSN a examiné le dossier transmis par la Direction générale de l'armement à l'appui de la demande d'autorisation définitive d'exploitation du sous-marin nucléaire lanceur d'engins de nouvelle génération *Le Terrible*, dernier de la série, à l'issue de ses essais en mer.

L'Institut a, par ailleurs, évalué le dossier transmis en vue de la mise en exploitation de la nouvelle piscine d'entreposage de combustibles de la base opérationnelle de l'Île Longue (Finistère), ainsi que les études préliminaires à l'accueil, au port de Cherbourg (Manche), des futurs sous-marins d'attaque (SNA) du programme BARRACUDA.



■ L'IRSN a évalué le réexamen de sûreté des sous-marins nucléaires d'attaque de type *Rubis*.

L'IRSN a aussi 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) de Cadarache (Bouches-du-Rhône). Pour ce qui concerne les laboratoires et usines dédiés aux activités de défense situés sur le centre CEA de Cadarache, l'IRSN a évalué en particulier la sûreté du futur magasin d'entreposage de matières nucléaires de l'installation de fabrication des combustibles pour la propulsion nucléaire ainsi qu'un projet d'entreposage à sec de combustibles usés. En outre, l'Institut a entamé l'examen de la sûreté de la future installation de recyclage du plutonium du centre CEA/DAM de Valduc (Côte-d'Or) et du futur entreposage de déchets tritiés de ce même centre en vue des autorisations de construction de ces installations. L'IRSN a examiné le rapport de sûreté relatif à la construction de quatre nouveaux bâtiments d'entreposage de matières uranifères (P35) dans l'établissement Areva NC de Pierrelatte (Drôme). Pour le centre CEA de Marcoule (Gard), l'Institut a examiné le référentiel de sûreté de l'Unité de conditionnement des déchets alpha (UCDA) en vue de sa mise en service.

#### EXPLOITATION

L'effort de l'IRSN a porté en particulier sur le réexamen de sûreté des SNA de type *Rubis*, dont l'essentiel du dossier a été examiné en 2010, afin de donner un avis sur les modifications à mettre en œuvre pour la fin de leur exploitation dans l'attente des navires relevant du programme BARRACUDA. Comme chaque année, l'IRSN a procédé à l'examen des enseignements issus des événements ayant affecté l'exploitation des chaufferies nucléaires embarquées et celle de leurs installations de soutien à terre. S'agissant des bases navales en charge de la construction ou du soutien des navires à propulsion nucléaire, l'IRSN a également engagé l'examen des nouvelles demandes d'autorisation de rejets et de prélèvements d'eau (DARPE) de Cherbourg, Brest et Toulon. Pour le centre CEA de Marcoule, l'Institut a engagé l'expertise relative aux réexamens de sûreté de la Station de traitement des effluents liquides (STEL) et d'un atelier d'entreposage de déchets anciens (MAR 400), en vue de pouvoir se prononcer sur la poursuite de leur exploitation. L'IRSN a également examiné des dossiers transmis par l'exploitant à la suite du réexamen de sûreté, réalisé en 2009, de l'Atelier de vitrification de Marcoule (AVM). Dans le cadre du suivi des installations, l'Institut a examiné les causes et les enseignements tirés de plusieurs incidents survenus dans des installations de ce centre. Enfin, l'IRSN a engagé l'examen de la nouvelle DARPE. L'IRSN a analysé le dossier de réexamen de sûreté de l'installation de fabrication de combustibles pour la propulsion nucléaire du centre CEA de Cadarache, ainsi que plusieurs dossiers de demande d'autorisation de modifications (renforcements de génie civil, équipements de

production d'éléments combustibles). Dans le cadre du réexamen de sûreté des installations du centre CEA/DAM de Valduc, l'IRSN a examiné les référentiels de sûreté des installations dédiées à l'entreposage des produits recyclables pauvres contaminés par du plutonium et à l'entreposage de déchets (tritium, très faible activité alpha, etc.). Il a également examiné plusieurs dossiers de sûreté liés à l'amélioration de l'outil de production du centre de Valduc (nouvelle boîte à gants de traitement d'eau tritiée, modification des conditions d'entreposage d'un magasin de matières nucléaires, etc.). L'IRSN a évalué les comptes rendus de plusieurs incidents survenus dans des installations du centre CEA/DAM de Valduc et d'Areva NC de Pierrelatte et leur traitement par l'exploitant. En outre, la présentation générale de la sûreté du site du Tricastin a été examinée. L'IRSN a évalué les comptes rendus de plusieurs incidents survenus dans des installations du centre CEA/DAM de Valduc et d'Areva NC de Pierrelatte et leur traitement par l'exploitant. La présentation générale de la sûreté du site du Tricastin a été examinée. En outre, il a commencé l'examen des réponses des exploitants nucléaires de Valduc, Pierrelatte et Marcoule à la demande du DSND relative à la transposition du retour d'expérience des événements relatifs au risque de criticité survenus à l'atelier ATPu du centre CEA de Cadarache.

#### DÉMANTÈLEMENT

Concernant le centre CEA de Marcoule, l'IRSN a examiné les dossiers de sûreté relatifs au transfert des effluents résultant des opérations de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement de l'usine UP1 à l'Atelier de vitrification de Marcoule, ainsi qu'au démantèlement de certaines cellules de procédé de haute activité de l'Atelier pilote de Marcoule (APM).

#### TRANSPORTS DE MATIÈRES RADIOACTIVES

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

- des demandes d'extension d'agrément pour des transports effectués sur la voie publique ;

## 7 rapports de l'IRSN en support des réunions des commissions techniques de sûreté « défense ». (6 en 2009)

- des demandes d'autorisation de transport pour des transports effectués sur les sites ;
- les propositions d'évolution des recommandations de l'AIEA relatives aux transports de matières radioactives en vue de la publication d'une nouvelle version de ces recommandations en 2012 ;
- les plans d'urgence relatifs aux transports de matières radioactives.

Concernant ce dernier point, l'IRSN a proposé un canevas type pour l'établissement de ces plans d'urgence, ainsi que des principes de dimensionnement. Par ailleurs, l'IRSN a examiné les compléments de justification relatifs au modèle de colis 81 000 utilisé pour le transport d'éléments d'arme, transmis par le CEA en réponse aux recommandations formulées par la commission de sûreté des transports à la suite d'une réunion tenue en 2009. ■ ■ ■



■ L'IRSN examine régulièrement les colis utilisés pour le transport d'éléments d'arme.

#### EN SAVOIR PLUS

### Installation de fabrication de combustibles pour la propulsion nucléaire du centre CEA de Cadarache

**Cette installation a fait l'objet en 2010 d'une réunion conjointe de la commission de sûreté des laboratoires et usines et de la gestion des déchets et de la commission de sûreté-criticité,** réunion au cours de laquelle le dossier de réévaluation de la sûreté de cette installation a été examiné. Le processus de réexamen déployé par l'exploitant a permis d'aboutir à la définition d'actions qui contribueront à améliorer significativement la sûreté de l'installation.

Ainsi, compte tenu de la réévaluation des risques liés aux séismes, l'exploitant a engagé la réalisation d'un nouveau magasin d'entreposage de matières fissiles résistant aux séismes. À la suite de cet examen, le DSND a autorisé, d'une part, la poursuite de l'exploitation de l'installation existante et, d'autre part, la construction du nouveau magasin.



■ Base navale de Toulon (Var) où a eu lieu un exercice de crise.

**84** avis techniques transmis  
à l'autorité de sûreté de défense.  
(93 en 2009)

#### EN SAVOIR PLUS

### Réexamen de sûreté d'installations de Marcoule

En 2010, l'IRSN a évalué les dossiers du réexamen de sûreté de deux installations du centre de Marcoule (Gard). Compte tenu des améliorations envisagées et apportées par l'exploitant, le DSND a autorisé la poursuite de l'exploitation de l'installation de surveillance des assemblages irradiés (ISAI) pour les 10 prochaines années. L'IRSN a, en particulier, évalué les conditions d'exploitation de l'installation dite « atelier tritium » du centre CEA de Marcoule (ATM) jusqu'à son arrêt, prévu en 2012.

#### PLANS D'URGENCE INTERNES ET EXERCICES

En 2010, l'IRSN a participé à la préparation des scénarios des exercices de crise de la base aérienne d'Istres (Bouches-du-Rhône), du site CEA de Marcoule (Gard), du site Areva de Pierrelatte (Drôme), des bases navales de Toulon (Var) et de Cherbourg (Manche) ainsi que d'un transport. L'IRSN a également participé en tant qu'acteur à ces exercices ainsi qu'à un exercice interne de la Marine nationale.

Par ailleurs, l'IRSN a transmis au DSND des avis techniques concernant différents Plans d'urgence internes (PUI).

Ceux-ci ont couvert :

- le caractère opérationnel des PUI du centre CEA de Cadarache (Bouches-du-Rhône) et de la base aérienne de Saint-Dizier (Haute-Marne) ;
- les situations accidentelles du PUI du centre Areva de Pierrelatte ;
- le caractère opérationnel du plan d'urgence du CEA pour les transports.

#### SOURCES RADIOACTIVES

En 2010, l'IRSN a rendu un avis consécutif à une demande du DSND concernant l'utilisation d'une cinquantaine d'appareils électriques émetteurs de rayonnements ionisants du centre CEA de Gramat (Lot). ■

## EXPERTISE DES INSTALLATIONS FUTURES

### ■ Réacteurs du futur

Dans la perspective du développement de réacteurs de quatrième génération, l'IRSN enrichit ses connaissances afin d'être en mesure, le moment venu, d'évaluer la sûreté de tels réacteurs et celle des installations du cycle associées. L'Institut s'investit notamment dans les questions relatives à la filière des réacteurs à neutrons rapides refroidis au sodium.

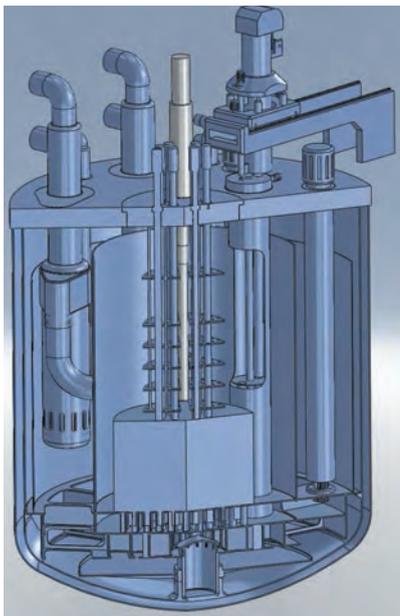
### Processus d'instruction relatif au projet ASTRID

En 2010, l'IRSN a poursuivi des échanges avec l'ASN et les différents industriels impliqués dans le projet ASTRID de démonstration industrielle de la technologie de réacteurs à neutrons rapides refroidis au sodium (RNR-Na).

À la lumière de son expérience d'expertise technique dans ce domaine, l'Institut a mené en 2010 une réflexion sur le processus d'instruction technique qu'il conviendrait d'adopter pour le projet ASTRID.

Cette réflexion a tenu compte de différents éléments, parmi lesquels :

- le nouveau contexte réglementaire (loi TSN) ;
- les enseignements tirés du retour d'expérience des processus d'autorisation et d'instruction technique suivis pour d'autres projets (EPR, réacteur Jules Horowitz) ;



■ Schéma de principe du réacteur ASTRID.



## ZOOM INTERNATIONAL

### Participation à des projets européens

L'IRSN s'est impliqué en 2010 dans plusieurs projets relatifs aux réacteurs de quatrième génération, mis en place dans le cadre du 7<sup>e</sup> PCRD de la Commission européenne :

- EUROPAIRS, qui vise à étudier le couplage d'un réacteur à haute température (V/HTR) à une usine de production d'hydrogène ;
- GoFastR, relatif aux études de conception et de sûreté pour un réacteur à neutrons rapides refroidi au gaz (RNR-Gaz) ;
- CP-ESFR, en vue du développement d'un réacteur nucléaire à neutrons rapides refroidi au sodium (RNR-Na) ;
- ADRIANA, qui recense les moyens d'essai existants ou à créer pour le développement de RNR refroidis au sodium, au gaz ou au plomb ;
- THINS, pour le développement et la validation d'outils de simulation de la thermohydraulique applicables aux différents concepts de réacteurs de quatrième génération.

- les spécificités liées au caractère prototype (et non « tête de série » pour un déploiement industriel) d'ASTRID ;
- la nécessité de conforter suffisamment en amont du projet les questions clés posées par la filière des réacteurs à neutrons rapides refroidis au sodium en matière de sûreté et de donner un avis sur les axes de la R&D retenus par les industriels porteurs du projet afin d'obtenir des avancées significatives sur des aspects de sûreté tels que les caractéristiques neutroniques du cœur, l'évacuation de la puissance résiduelle en mode passif et l'inspection en service.

Les conclusions de cette réflexion et des propositions ont été transmises à l'ASN.

### Stratégie de recherche de l'IRSN concernant la sûreté des réacteurs à neutrons rapides refroidis au sodium

L'IRSN a poursuivi en 2010 la reconstitution de ses compétences dans le domaine des RNR-Na, dans la perspective des expertises de sûreté qui seront associées au projet ASTRID. La réappropriation de l'expérience acquise dans le cadre des projets développés en France et à l'étranger dans les années 1970-1990 a conduit à l'élaboration de documents de synthèse. Ces travaux

ont permis une première identification des recherches, tant théoriques qu'expérimentales, à mener en liaison avec des projets internationaux : groupe de travail de l'OCDE sur les installations expérimentales pour les réacteurs avancés (TAREF) et projet dans le cadre du 7<sup>e</sup> PCRD (ADRIANA).

### État des lieux des logiciels de simulation

Parallèlement à la reconstitution de ses compétences en matière de RNR-Na, l'IRSN a procédé à la reprise des logiciels de simulation numérique utilisés dans le passé : GERMINAL pour l'état initial du combustible irradié ; SIMMER pour la fusion généralisée du cœur ; FEUMIX et PULSAR pour les feux de sodium. Leurs modèles sont en cours de validation sur la base des résultats de programmes expérimentaux récents. Une stratégie de développement, par l'IRSN, d'une nouvelle génération de logiciels est en cours de définition : elle s'appuie sur toutes les connaissances acquises sur les RNR-Na par l'exploitation, les études ainsi que la R&D et bénéficie également des logiciels développés pour les accidents dans les REP, en particulier pour l'évaluation de la nature et de la quantité de produits radioactifs susceptible d'être rejetée dans l'environnement en cas d'accident. ■

## ■ Stockage profond de déchets radioactifs

Les travaux menés par l'IRSN dans ce domaine visent à améliorer les connaissances et à disposer en temps voulu des compétences et des outils nécessaires à l'expertise des projets de stockage profond de déchets radioactifs.

### Évaluation d'une zone d'intérêt pour une reconnaissance approfondie

L'IRSN a examiné en 2010 les critères retenus par l'Andra pour sélectionner, à proximité de son laboratoire souterrain de Bure (Meuse/Haute-Marne), une zone d'intérêt pour une reconnaissance approfondie (Zira) de 30 km<sup>2</sup>. La zone ainsi déterminée est considérée par l'Andra comme particulièrement propice à l'implantation des installations souterraines d'un stockage géologique de déchets de haute et de moyenne activités à vie longue (HA-MAVL), tel que prévu par la loi du 28 juin 2006 relative à

la gestion durable des matières et déchets radioactifs. Des techniques de reconnaissance géologique approfondie seront mises en œuvre dans cette zone.

L'IRSN a estimé que les critères retenus par l'Andra étaient globalement pertinents du point de vue de la sûreté. Il a néanmoins mis l'accent sur le fait que l'endommagement de la roche hôte lors de son excavation risquait d'augmenter avec la profondeur qui est localement supérieure, dans la Zira, à celle du laboratoire souterrain. Le cas échéant, une adaptation de la conception des ouvrages de stockage pourrait être nécessaire pour tenir compte des effets d'une implantation à un niveau plus profond que celui étudié jusqu'à présent.

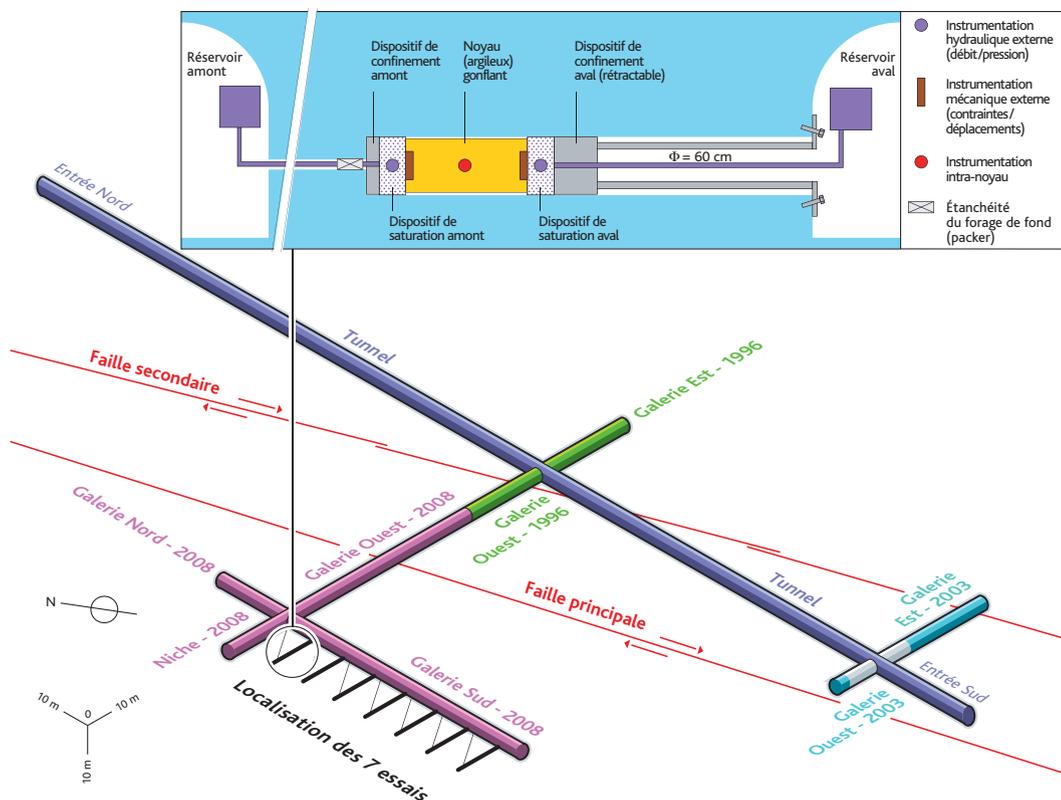
### Stockage géologique des déchets de haute et moyenne activités à vie longue

L'IRSN a présenté au groupe permanent compétent placé auprès de l'ASN, le 29 novembre 2010, son évaluation du

« dossier 2009 » de l'Andra, dossier d'étape du projet de stockage de déchets HA-MAVL avant les prochaines échéances prévues par la loi. Sur la base du rapport de l'IRSN, le groupe permanent a conclu que la démarche de sûreté adoptée par l'Andra était satisfaisante, mais que des aspects liés à la sûreté de l'exploitation du stockage devraient être davantage développés pour la demande d'autorisation de création. Il s'agit notamment des risques liés à la concomitance, dans le stockage, d'activités de construction et d'exploitation nucléaire, des dispositions de confinement des matières radioactives et des risques d'incendie. La nécessité de justifier les performances des scellements qui conditionnent l'étanchéité des grands ouvrages de stockage a également été soulignée. L'IRSN a, en outre, recommandé que l'Andra précise, dans l'hypothèse d'une réalisation progressive du stockage, les différentes phases de réalisation en préalable desquelles une actualisation de la démonstration de sûreté de l'installation sera transmise.



■ L'IRSN a examiné les critères retenus par l'Andra pour sélectionner, à proximité de son laboratoire souterrain de Bure (Meuse/Haute-Marne), une zone d'intérêt pour une reconnaissance approfondie.



### Premières expérimentations du projet SEALEX

Dans le cadre du projet SEALEX relatif aux performances des scellements argileux dans un stockage de déchets HA-MAVL, l'année 2010 a vu la mise en place d'un premier dispositif d'essais et le démarrage des études et recherches associées.

Engagé au début de l'année 2009 pour répondre aux besoins d'expertise de l'IRSN, le projet SEALEX prévoit des expérimentations *in situ* dans la station expérimentale de Tournemire (Aveyron), dans le but de quantifier les principaux facteurs qui contrôlent la performance hydraulique à long terme des scellements argileux.

Une thèse commencée en collaboration avec l'École des Ponts ParisTech porte ainsi sur la caractérisation du comportement à long terme des matériaux gonflants utilisés pour le scellement. Elle vise à améliorer la fiabilité et la pertinence des simulations qui seront nécessaires afin d'apprécier les performances à long terme de ces matériaux. Le premier des sept dispositifs d'essais *in situ* a été installé avec succès au cours du mois de décembre 2010, la mise en place des six autres étant prévue sur plusieurs années. ■

### EN SAVOIR PLUS

## Une délégation de la Commission nationale d'évaluation à Tournemire

**La Commission nationale d'évaluation a visité, au mois de juin 2010, la station expérimentale de l'IRSN à Tournemire**

(Aveyron). Dans le rapport d'évaluation qu'elle a publié à la suite de sa visite, elle indique : « [...] la Commission apprécie très favorablement l'activité scientifique et technique de la station expérimentale de Tournemire. Celle-ci contribue à la capacité d'expertise de l'IRSN. [...] ». La Commission souligne la qualité des activités menées pour la sûreté des stockages géologiques. En outre, les chercheurs de l'Institut ont également reçu à Tournemire la Commission locale d'information et de surveillance du laboratoire souterrain de l'Andra, à Bure (Meuse/Haute-Marne), dans le cadre de l'ouverture à la société de l'IRSN.



**■ L'IRSN étudie l'efficacité et la tenue dans le temps des scellements au sein du tunnel de la station expérimentale de l'IRSN de Tournemire (Aveyron).**

## SÉCURITÉ – NON-PROLIFÉRATION

# Au service de la sécurité nucléaire, en France et dans le monde

L'IRSN, en particulier sa Direction de l'expertise nucléaire de défense (DEND), contribue, dans un cadre national et international, au contrôle des matières nucléaires et sensibles ainsi qu'à la protection des installations contre les actions de malveillance. Dans ces deux domaines, l'Institut a participé en 2010 à l'évolution des textes réglementaires. Concernant plus particulièrement le contrôle des matières nucléaires et sensibles, il a poursuivi ses activités d'analyse de dossiers et d'accompagnement d'inspections. Quant à la protection contre les actions de malveillance, l'Institut a travaillé notamment à l'organisation d'exercices de crise permettant de mieux appréhender les interfaces entre sûreté et sécurité nucléaires ainsi qu'aux modalités d'organisation de formations à la sécurité nucléaire dans un cadre européen, voire international.



■ L'IRSN teste l'efficacité d'une barrière de détection de matières radioactives.

## ■ Protection et contrôle des matières nucléaires et sensibles

### Protection des matières nucléaires dans les installations

En 2010, l'IRSN a réalisé 242 analyses de dossiers, à la demande du Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité (HFDS) du ministère en charge de l'énergie, autorité en charge de la protection et du contrôle des matières nucléaires en France.

Par ailleurs, des experts de l'Institut, désignés

par arrêté comme « inspecteurs des matières nucléaires », sont mandatés par le HFDS pour des missions de contrôle dans les installations détenant des matières nucléaires. Ces experts chargés du contrôle ont effectué, en 2010, 96 inspections dans les installations, dont deux « réactives », la première dans la centrale du Tricastin (Drôme), la seconde dans celle de Gravelines (Nord).

Au cours de l'année 2010, l'effort d'inspection a porté plus particulièrement sur les dispositions de réception et d'expédition de matières nucléaires.

Les inspections ont également porté sur :

- les contrôles d'accès aux sites et aux matières nucléaires ;
- la télésurveillance et les essais périodiques des dispositifs de protection physique ;
- la mise en œuvre des dispositions relatives aux inventaires physiques annuels.

De plus, plusieurs exercices locaux ont été réalisés, notamment de nuit, en présence d'inspecteurs des matières nucléaires afin de contrôler la bonne mise en œuvre, par les forces locales de sécurité, des procédures et fiches réflexes établies par les exploitants.

En 2010, l'IRSN a par ailleurs acquis des matériels de protection physique en vue de les tester. Les essais ont porté sur des dispositifs de contrôle d'accès biométriques,



■ Suivi d'un transport par l'échelon opérationnel des transports au poste de commandement de la préfecture de Metz (Moselle).

des barrières de détection et des détecteurs infrarouges.

Des essais ont également été conduits sur un dispositif de numérisation par balayage laser. Ce dispositif permet de construire une image 3D d'une installation et, en comparant deux images prises à deux moments différents, de déterminer les modifications qui sont intervenues. Des essais ont été réalisés sur le site d'Areva NC à Pierrelatte (Drôme) au cours du mois d'octobre.

L'étude a visé à évaluer l'intérêt de ce type de dispositif pour le contrôle de stocks de matières nucléaires pour lesquels peu de mouvements sont réalisés.

### Protection des matières nucléaires en cours de transport

L'année 2010 a été marquée par la publication et la mise en application de l'arrêté du 18 août 2010 relatif à la protection et au contrôle des matières nucléaires (hors dissuasion) en cours de transport. Ce texte confie un rôle clé à l'IRSN, en la personne de son directeur général adjoint, qui dispose, dans le cas des transports nationaux, d'une délégation de pouvoir du ministre compétent. Avec l'aide de l'échelon opérationnel des transports (EOT) de l'Institut, il est chargé de la gestion et du traitement des demandes d'accord d'exécution des transports de matières nucléaires, du

suivi de ces transports et de la transmission aux autorités des alertes associées. Cet arrêté entre dans le cadre des travaux sur les textes réglementaires relatifs à la sécurité nucléaire dans lesquels l'IRSN est fortement impliqué.

En 2010, l'IRSN a traité 65 demandes d'avis techniques sur la protection physique des matières nucléaires en cours de transport. Cela a concerné l'analyse de plans de transport, de dossiers d'autorisation d'exercer une activité de transport et celle de demandes d'agrément de moyens de transport. L'IRSN a participé à la préparation et assuré le suivi d'environ 1 000 transports nationaux au cours de l'année 2010; aucun événement notable n'a été signalé. L'Institut a également suivi les transports internationaux, parfois médiatiquement sensibles, comme l'exportation de combustibles MOX ou le retour en Allemagne de déchets vitrifiés conditionnés à La Hague (Manche). Pour la première fois, une partie de l'EOT s'est délocalisée dans les postes de commandement (PC) créés dans les régions par les autorités afin de leur apporter son appui sur le positionnement géographique du transport en temps réel et d'assurer une meilleure liaison entre le PC des autorités et les moyens techniques de suivi disponibles de l'EOT à Fontenay-aux-Roses (Hauts-de-Seine). ■■■

# 152

inspections relatives au contrôle des matières nucléaires.

(171 en 2009)

## 8

inspections  
dans les  
installations  
soumises  
à déclaration.

(12 en 2009)

En 2010, 46 inspections concernant les matières nucléaires en cours de transport et 18 inspections concernant des matériels de transport agréés ont été réalisées. Ces inspections ont concerné principalement des véhicules routiers ainsi que des moyens de transport ferroviaire, maritime et aérien. L'IRSN a élaboré en 2010 un nouveau recueil d'itinéraires de transport routier de matières nucléaires comportant une description cartographique et des feuilles de route détaillées. Ce recueil a été adressé à l'ensemble des autorités et utilisateurs concernés par ces itinéraires. Enfin, un document méthodologique (contexte réglementaire, rôle des différents acteurs, demande de protection, etc.) est en cours de mise au point sur la protection des transports de matières nucléaires et de sources radioactives, en incluant la protection contre le vol et le sabotage. Une présentation en a été faite au symposium international PATRAM 2010.

## LA PAROLE À...

**Jacques Raharinaivo**, sous-directeur du contrôle des armements et de l'OSCE au ministère des affaires étrangères et européennes, en charge de l'application de la CIAC



« L'IRSN nous apporte son expertise pour l'application en France de la Convention sur l'interdiction des armes chimiques (CIAC).

Ses compétences nous sont nécessaires pour analyser les questions techniques relatives à la mise en application de cette Convention. Cela concerne les négociations d'ordre général mais aussi toutes les problématiques particulières, et notamment les inspections

des sites chimiques, qui constituent la manifestation concrète de la CIAC. Depuis mai 2010 et jusqu'en avril 2011, la France préside le Conseil exécutif de l'OIAC et devra, dans ce cadre, préparer la mise en œuvre de la destruction de toutes les armes chimiques, qui doit intervenir avant avril 2012. Cette échéance ne va pas sans poser de problèmes à certains pays. Dans ce contexte, il sera d'autant plus important de pouvoir s'appuyer sur un organisme comme l'IRSN dont l'expertise, la fiabilité et la disponibilité ont été largement démontrées. »

## Suivi et comptabilité des matières nucléaires

Pour ce qui concerne la comptabilité centralisée des matières nucléaires, l'IRSN a effectué en 2010 les travaux informatiques nécessaires à une évolution de la liaison télématique utilisée pour le transfert des opérations comptables déclarant les variations de stocks des matières nucléaires des grands opérateurs du nucléaire. Cette forte activité informatique s'est concrétisée également par la réalisation de tests grandeur nature du nouveau logiciel de gestion Ar Men, aujourd'hui dans sa dernière phase de recette.

En 2010, les pouvoirs publics ont décidé de dissocier la comptabilité des matières nucléaires relevant de la dissuasion nucléaire de celle des autres matières nucléaires.

L'Institut a analysé les avantages et les inconvénients associés à cette nouvelle organisation dans un document adressé aux autorités concernées et a contribué à la préparation des protocoles et des conventions relatifs à sa mise en œuvre.

## Inventaires de matières nucléaires en situation 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). Ils consistent à procéder à 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 2010, l'Institut a piloté un exercice impliquant les installations ATALANTE du CEA, à Marcoule (Gard), et LECA-STAR du CEA, à Cadarache (Bouches-du-Rhône), ainsi qu'un exercice de grèvement de la cellule de crise « matières nucléaires » au Centre technique de crise de l'IRSN. Quinze exercices de ce type ont déjà eu lieu à une fréquence quasi annuelle. Ils permettent de tester les procédures de crise applicables chez les principaux exploitants nucléaires français.

## Contrôles internationaux de non-prolifération

## Contrôles internationaux dans le domaine de la chimie

En 2010, l'IRSN a accompagné les sept inspections diligentées par l'Organisation pour l'interdiction des armes chimiques (OIAC)

dans l'industrie chimique française. Ces inspections ont conclu au respect par la France des dispositions de la Convention sur l'interdiction des armes chimiques (CIAC). Par ailleurs, l'Institut a élaboré les deux déclarations annuelles d'activités passées (pour 2009) et d'activités prévues (pour 2011), qui concernent plus de 120 sites chimiques français. Ces déclarations ont été transmises à l'OIAC dans les délais prévus par la CIAC. L'IRSN a effectué un travail très important de mise à jour des manuels de déclaration destinés aux industriels afin d'y intégrer les évolutions de certaines modalités de déclaration et la modification de certains seuils de déclaration. Cette mise à jour comporte également une description du fonctionnement du portail de déclaration en ligne IODA, utilisé par de très nombreux industriels.

L'Institut a apporté un appui technique au ministère chargé de l'industrie pour l'élaboration de textes réglementaires modificatifs tenant compte des décisions adoptées par l'OIAC et clarifiant certaines dispositions relatives aux inspections par mise en demeure. Pour ces dernières, l'IRSN a également transmis aux autorités françaises un ensemble de fiches réflexes détaillées qui ont été revues et validées par les ministères concernés et par un opérateur industriel en décembre 2010. Les négociations bilatérales engagées avec l'OIAC en 2009 sur



■ **Le manuel de déclaration des industriels a été remis à jour.**

l'utilisation par ses inspecteurs de clés USB cryptées ont été poursuivies en 2010 avec la participation de l'IRSN afin de définir des modalités permettant un contrôle des informations recueillies par les inspecteurs.

### Contrôles internationaux dans le domaine du nucléaire

En 2010, l'IRSN a accompagné 52 inspections internationales conduites par Euratom ou l'AIEA, soit un nombre sensiblement équivalent à celui de 2009. L'Institut a fourni un effort important pour l'accompagnement des inspections dans certaines installations en raison d'évolutions dans les redécoupages comptables et les modalités de contrôle les affectant.

L'IRSN a élaboré et mis à la disposition des exploitants et des ministères concernés une nouvelle version du manuel de notification des importations et des exportations de matières nucléaires. Cette version tient compte des dernières évolutions réglementaires et présente le fonctionnement du portail Internet Piment, qui permet de déclarer les transferts internationaux de matières nucléaires. Ce manuel a été présenté aux exploitants concernés en juin 2010. ■ ■ ■



■ **Échantillons de matières nucléaires pour le contrôle Euratom.**



■ L'IRSN, en France, accompagne les inspections de l'AIEA dont le siège est à Vienne (Autriche).

# 52

missions  
d'accompagnement  
des inspections  
relatives  
au contrôle  
international des  
matières nucléaires.

(54 en 2009)

# 7

missions  
d'accompagnement  
des inspections  
relatives à  
l'interdiction des  
armes chimiques.

(8 en 2009)

# 11200

mouvements de sources  
radioactives enregistrés.

(13500 en 2009)

En novembre 2010, l'IRSN a signé avec Areva un protocole encadrant les rôles et responsabilités des différents acteurs dans le cadre de la transmission par l'Institut à Euratom des rapports comptables élaborés par les responsables d'installations du groupe Areva.

L'Institut a apporté un appui technique aux autorités françaises dans le cadre d'un groupe de travail relatif à la transmission de données à Luxembourg et a également participé à un groupe de travail dans le cadre de l'*European Safeguards Research and Development Association* (ESARDA) sur les audits réalisés par Euratom, concernant les systèmes de comptabilité et de contrôle des matières nucléaires.

En préparation des inspections avec préavis de 24 heures dites « accès complémentaires » que l'AIEA pourrait diligenter sur le territoire national au titre du Protocole additionnel aux accords de garanties, l'IRSN a été impliqué dans un exercice de coordination et de traitement de la phase d'alerte mené par les autorités françaises. Il a par ailleurs veillé à maintenir opérationnelles les procédures mises en place, notamment par la réalisation d'un exercice (interne à l'IRSN) de notification d'un « accès complémentaire », et il a apporté ses conseils

à certains opérateurs qui pourraient être concernés par ce type d'inspections.

L'IRSN a en outre participé activement à la formation des exploitants Areva et CEA sur les contrôles internationaux de non-prolifération nucléaire. ■

## ■ Protection contre les actions de malveillance

### Évolution des textes réglementaires

En 2010, l'IRSN a poursuivi sa contribution aux travaux de révision de la réglementation française relative à la protection et au contrôle des matières nucléaires, dans les installations et en cours de transport. Cette action a mobilisé d'importantes ressources de l'Institut, tant pour les travaux de préparation des textes que pour la préparation des présentations aux opérateurs réalisées par l'Autorité.

Les principaux textes en question sont les suivants :

- un arrêté relatif aux modalités des demandes d'autorisation de détention de matières nucléaires ;
- un arrêté précisant les modalités de réalisation d'une étude de protection des matières nucléaires et de leurs installations ;

- un arrêté fixant les dispositions de protection physique à mettre en œuvre par le titulaire d'une autorisation;
- un arrêté relatif aux conditions d'agrément des moyens de transport de matières nucléaires.

### Évaluation de la protection des installations

L'IRSN a présenté, le 12 février 2010, son analyse de la prise en compte des actions de malveillance envisageables pour l'installation MAGENTA du centre CEA de Cadarache (Bouches-du-Rhône) lors d'une réunion avec le HFDS, l'ASN et l'exploitant.

### Organisation de l'IRSN en cas de crise radiologique d'origine malveillante

À la demande du HFDS, l'IRSN a organisé le quatrième « exercice de protection et d'évaluation en sécurité » (EPEES). Ce type d'exercice a pour objectif de tester la coordination entre les exploitants des installations nucléaires, en charge de la protection de leurs sites, et les pouvoirs publics (HFDS, préfet, procureur de la République, forces de l'ordre locales et nationales).

Les travaux de préparation de l'exercice avec les différentes entités impliquées ont été effectués tout au long de l'année dans le cadre de plusieurs groupes de travail animés par l'Institut. L'exercice proprement dit a eu lieu dans la nuit du 3 au 4 novembre 2010 et a concerné le centre CEA de Saclay (Essonne). Il a mobilisé de l'ordre de 300 personnes pendant environ sept heures. Plus d'une centaine d'observateurs et d'évaluateurs ont assisté au déroulement de l'exercice et ont pu constater le lien fort existant entre sûreté et sécurité nucléaires.

### Activités internationales

En 2010, à la demande de l'AIEA, l'IRSN est intervenu à l'occasion de cours organisés au Maroc sur la sécurité des sources radioactives et au Kazakhstan sur la prise en compte de la menace interne. L'Institut a également contribué à un cours sur la protection physique des installations nucléaires au Japon et à l'organisation d'un cours international de l'AIEA en France sur la culture de la sécurité. Par ailleurs, des experts en sécurité de l'IRSN sont intervenus dans le cadre d'une formation des futurs formateurs de l'AIEA en protection physique, qui s'est déroulée en Slovénie. En outre, l'Institut a participé à des groupes de travail organisés par l'AIEA concernant :

- le document précisant les principes fondamentaux de sécurité;

- la circulaire INFCIRC 225 (révision 5), qui contient les recommandations pour la protection des matières et des installations nucléaires;
- le document de recommandations relatif à la sécurité des sources radioactives;
- la structure des textes de recommandations de l'Agence;
- le document relatif à la récupération des matières radioactives « hors contrôle »;
- le document relatif au contrôle et à la comptabilité des matières nucléaires et radioactives;
- le développement d'une méthode d'identification et d'évaluation des risques qui doivent être couverts par la mise en œuvre de mesures réglementaires et organisationnelles relevant d'un « régime de sécurité nucléaire ».

Dans le cadre des relations de l'IRSN avec son homologue japonais JNES, une réunion

a eu lieu du 20 au 22 novembre à Tokyo sur la sécurité des matières et des installations nucléaires.

L'IRSN est également engagé dans deux actions au profit de la Commission européenne : SERAMA, contrat relatif à la sécurité des sources radioactives, et STAR, pour la gestion d'une crise nucléaire déclenchée par une agression malveillante sévère.

Par ailleurs, une communication a été présentée dans le cadre du Forum EUROSAFE 2010 à Cologne (Allemagne) concernant un exercice de crise « sûreté » simulant un événement résultant d'un acte de malveillance.

Il s'agit du premier exercice de ce type réalisé en France, qui s'est révélé très riche d'enseignements. ■

### EN SAVOIR PLUS

## Séminaire sur la culture de sécurité

**Du 16 au 18 novembre 2010, l'IRSN a organisé à Paris un « cours régional » de l'AIEA sur la culture de sécurité.**

Destiné aux Européens, ce cours a rassemblé 26 participants de 17 pays. Il a traité des rôles respectifs joués par l'État, les organisations impliquées (opérateurs du nucléaire), les systèmes de management et les individus, dans la mise en place d'une culture de sécurité ainsi que des différences et similitudes entre les cultures de sûreté et de sécurité.

Le cours rassemblait des représentants des autorités gouvernementales, des exploitants d'installations nucléaires et des représentants des forces de l'ordre. Les échanges ont mis en évidence une meilleure appropriation de cette notion par rapport aux premiers cours organisés par l'AIEA dans ce domaine il y a quelques années.



■ Les formateurs du cours sur la culture de sécurité.

## RADIOPROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET DE L'HOMME

# Mieux mesurer et mieux comprendre pour mieux protéger

En 2010, l'IRSN a engagé la rénovation de ses réseaux d'alerte radiologique, mené des études environnementales visant à expliquer la nature et l'origine de la radioactivité constatée dans certains territoires et lancé des constats radiologiques régionaux. L'IRSN a mené ces actions au titre de ses missions de surveillance radiologique de l'environnement et de protection tant des travailleurs que du public contre les rayonnements ionisants. L'Institut a également conduit des évaluations de l'exposition des travailleurs, des populations et de l'environnement lors d'incidents radiologiques, et franchi une étape dans le domaine de la radioécologie avec le soutien de la Commission européenne à un réseau d'excellence, STAR, dont il est un acteur majeur. Afin d'améliorer par ailleurs la compréhension des effets sur la santé des expositions chroniques à de faibles niveaux de radioactivité, l'Institut a pris en 2010 la présidence du consortium MELODI, qui réunit les principaux organismes européens de recherche en radioprotection. Enfin, dans le secteur médical, il a poursuivi ses recherches relatives aux nouvelles techniques de radiothérapie et à la collecte de données en vue d'optimiser l'exposition des patients.

## EXPOSITION DE L'ENVIRONNEMENT ET DES POPULATIONS

### ■ Surveillance de l'environnement

L'IRSN a pour mission d'assurer une surveillance radiologique du territoire. À cette fin, l'Institut dispose de réseaux de surveillance utilisant des moyens en cours de rénovation et des techniques performantes.

### Modernisation du réseau d'alerte radiologique Téléray

L'IRSN a engagé en 2010 la rénovation de ses réseaux d'alerte radiologique, et plus particulièrement de son réseau Téléray, en raison du vieillissement des technologies utilisées depuis vingt ans pour ces réseaux.

L'Institut a choisi un réseau de transmission de données de type ADSL sécurisé et privatif ainsi que l'opérateur chargé de les acheminer. Les premières sondes de nou-

velle génération ont été réceptionnées et testées, et le nouveau système SPARTE de supervision à distance des balises est entré en production de données. Ce système ajoute aux fonctionnalités précédemment disponibles la collecte en temps réel des

données fournies par les sondes d'EDF de mesure des rayonnements gamma. Conçu à partir d'un progiciel standard, SPARTE gère automatiquement les seuils d'alerte, vérifie l'intégrité des données, déclenche l'envoi de messages d'alerte et transmet ces données



■ Test d'une balise Téléray de nouvelle génération.

# 171

balises  
(dont 164  
Téléray)  
constituent  
le réseau de  
télésurveillance  
du territoire.

(191 en 2009)

aux acteurs de la crise, en France et en Europe. Le nouveau réseau Télecray couvrira de façon homogène le territoire national à raison d'une sonde par département. Des sondes supplémentaires seront installées pour densifier les points de mesure dans un rayon d'une trentaine de kilomètres autour des installations nucléaires, au-delà des 10 premiers kilomètres couverts par les dispositifs de l'exploitant. À l'horizon 2015, le réseau Télecray de l'IRSN devrait comporter environ 420 sondes, contre 163 en 2010.

### Formations liées à la mission de Laboratoire national de référence des radionucléides

En tant que Laboratoire national de référence (LNR) des radionucléides pour les laboratoires de la Direction générale de l'alimentation (DGAL) et de la Direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes (DGCCRF), l'IRSN leur propose des forma-

tions techniques destinées à renforcer leur compétence. L'Institut a ainsi mis en place en 2010 une formation à la mesure de la radioactivité dans les denrées alimentaires par spectrométrie gamma.

Cette formation comprend deux modules relatifs aux bases théoriques de la mesure par spectrométrie gamma, puis une mise en situation au cours de travaux pratiques. Elle permet aux stagiaires de dialoguer avec des experts en métrologie des rayonnements de l'Institut et de disposer d'outils pratiques, directement utilisables dans leurs laboratoires, susceptibles en outre d'être sollicités lors d'une situation accidentelle pour la mesure d'échantillons de l'environnement ou de produits alimentaires.

En parallèle, l'IRSN a également pour mission en tant que LNR d'organiser des essais interlaboratoires sur la mesure d'objets d'essai représentatifs d'échantillons de l'environnement ou de produits alimentaires. ■

### ■ Étude de l'environnement

L'IRSN mène des études approfondies visant à mieux apprécier et expliquer l'origine de la radioactivité constatée dans certains territoires.

### Lancement des constats radiologiques régionaux

L'IRSN a achevé en 2010 l'étude pilote du constat radiologique régional du Val-de-Loire. Les constats radiologiques régionaux visent à établir, chacun pour un territoire étendu comportant plusieurs installations nucléaires, des référentiels actualisés des niveaux de radioactivité dans une grande variété d'échantillons, en particulier les denrées alimentaires.

De telles informations peuvent en effet se révéler précieuses en cas de crise en fournissant des repères sur les niveaux d'activité présents avant l'accident. Le travail effectué dans le Val-de-Loire a permis de ■■■

## EN SAVOIR PLUS

### Mobilisation du réseau OPERA pour la surveillance de la radioactivité de l'air

En 2010, deux événements atypiques survenus à l'étranger ont conduit au rejet dans l'atmosphère de quantités considérables de particules contenant des traces de radioactivité : il s'agit des cendres rejetées par le volcan islandais Eyjafjöll (radioactivité naturelle) et de celles dispersées par les incendies de forêts

contaminées par les retombées de l'accident de Tchernobyl (radioactivité artificielle). À la demande des pouvoirs publics, l'IRSN a évalué l'impact environnemental en France de ces deux événements.

Grâce aux stations les plus performantes de son réseau de surveillance de la radioactivité de l'air (réseau OPERA-Air) et à ses installations de métrologie permettant de mesurer des niveaux très faibles de radioactivité, l'IRSN a pu démontrer l'absence d'évolution significative, imputable à ces événements, des niveaux de concentration des particules dans l'air, au niveau du sol, écartant tout risque radiologique pour l'environnement et *a fortiori* pour la santé des populations.

L'Institut s'est par ailleurs fortement mobilisé afin de répondre aux nombreuses questions de la presse et de contribuer à l'information du public sur ces deux événements.

[www.irsn.fr](http://www.irsn.fr)

■ Réseau OPERA-Air de l'IRSN : station de collecte d'aérosols à très grand débit (Côte-d'Or).



900

points de mesure  
de la dose  
ambiante.

(900 en 2009)

tester la faisabilité de cette approche, étendue, depuis, aux territoires de la Vallée du Rhône, du Grand-Est, du Sud-Ouest et de la Méditerranée.

Décidés dans le cadre de la révision de la stratégie de surveillance de l'environnement de l'IRSN, les constats régionaux incluent la comparaison des résultats acquis antérieurement, complétés et actualisés par des collectes d'échantillons déterminés au vu des productions statistiquement les plus importantes au niveau régional, puis au niveau communal. Des contacts

locaux, notamment *via* les Cli, permettent d'ajuster le choix des denrées. À ces productions locales sont ensuite ajoutés des échantillons standard (feuilles d'arbre, lait, salades, poissons et algues, etc.) permettant des comparaisons avec les données nationales.

### Connaissance de la radioactivité autour du site de Bure

L'IRSN et l'Andra ont signé, le 5 octobre 2010, un accord de collaboration concernant l'étude de l'état radiologique de l'environnement de surface de la zone du laboratoire de recherche souterrain de Bure (Meuse/Haute-Marne) exploité par l'Andra. Cette étude vise à établir les origines et les concentrations des radionucléides observés, à partir d'une synthèse bibliographique et d'analyses d'échantillons prélevés dans toutes les composantes de l'environnement (air, eau de pluie, sols, matières en suspension et sédiments des cours d'eau, végétaux et animaux). Cette étude servira de référentiel pour la surveillance de l'environnement mise en œuvre lors de l'exploitation du site et, au-delà, sur une durée minimale d'un siècle. Pour l'Institut, l'environnement du site de Bure constitue une zone de recherches en radiécologie apportant des données qui seront utilisées pour le constat radiologique du grand quart nord-est, dont l'élaboration a débuté en 2010, dans le cadre de la surveillance de l'environnement effectuée par l'IRSN.



### ZOOM INTERNATIONAL

## Surveillance du Pacifique : l'IRSN devient membre du Grand observatoire

**L'IRSN est devenu, le 19 mars 2010, l'un des 14 organismes français membres du Grand observatoire de l'environnement et de la biodiversité terrestre et marine du Pacifique sud (GOPS).**

Cet observatoire est une structure fédératrice de recherche, de formation, d'expérimentation et de valorisation consacrée à l'observation et au suivi à long terme de l'environnement, des écosystèmes et de la biodiversité affectés tant par les changements environnementaux que par les activités humaines.

**Les résultats du réseau de surveillance de la radioactivité de l'environnement** obtenus par le laboratoire de l'IRSN installé à Tahiti alimenteront une base de données. De plus, le réseau d'observation de multipolluants (chimiques et radiologiques) dans les lagons des archipels de Polynésie française, développé par l'Institut avec l'Ifremer et le CNRS, a été retenu parmi les projets prioritaires du GOPS.



■ **L'IRSN exerce une surveillance de l'environnement en Polynésie française depuis cinquante ans et apportera au GOPS sa connaissance de l'état radiologique de ce territoire.**

### Étude de l'origine de l'uranium dans la nappe phréatique du Tricastin

De janvier 2009 à mai 2010, l'IRSN a mené, en partenariat avec les Agences régionales de santé du Vaucluse et de la Drôme ainsi qu'avec Areva, une étude destinée à expliquer l'origine des teneurs en uranium, localement élevées, observées dans la nappe phréatique autour du site nucléaire du Tricastin (Drôme/Vaucluse). L'étude a mobilisé les compétences (géologie, hydrogéologie, géochimie, métrologie des éléments stables et radioactifs, etc.) de plusieurs services de l'Institut. Son contenu et son avancement ont été discutés avec les membres de la Commission locale d'information du site (Cligeet). Les résultats ont fait l'objet de plusieurs échanges avec cette commission et ont été restitués à l'occasion d'une réunion publique organisée à Pierrelatte (Drôme) le 22 septembre 2010. L'étude permet de disposer aujourd'hui d'une meilleure connaissance du comportement de la nappe phréatique et d'une cartographie détaillée de sa teneur



■ L'IRSN étudie les causes des teneurs, localement élevées, en uranium dans la nappe phréatique au sud du site du Tricastin (Drôme/Vaucluse).

en uranium. Moins de 1,5% des points de mesure présentent des teneurs supérieures à la valeur-guide fixée par l'OMS pour les eaux de boisson (15 µg/l). Les points où la teneur est supérieure à 5 µg/l se répartissent en deux zones: au sud du site du Tricastin, sur la commune de Bollène, et au sud-ouest, sur celle de Lapalud. Trois hypothèses ont été envisagées pour expliquer l'origine des concentrations élevées: la présence d'une formation géologique plus particulièrement riche en uranium, la conséquence d'activités humaines non liées au site nucléaire (utilisation de cendres, de mâchefers et d'engrais) et les activités passées ou actuelles du site nucléaire du Tricastin. Un consensus s'est dégagé en faveur d'une origine géologique pour la zone sud-ouest. Pour la zone sud, l'IRSN considère, sur la base d'une modélisation hydrogéologique, que les pollutions chroniques et des pollutions anciennes associées aux activités nucléaires en constituent l'origine la plus probable. ■

[www.irsn.fr](http://www.irsn.fr)

## RADON

### Carte du « potentiel radon » des sols

Après deux ans d'un travail fondé sur l'exploitation des données géologiques disponibles, l'IRSN a transmis à l'ASN des cartes départementales et régionales (échelle

1/1 000 000) couvrant la France métropolitaine et distinguant trois niveaux (faible, moyen et élevé) de potentiel radon à partir des formations géologiques. Cette nouvelle cartographie apporte des informations sur les zones les plus susceptibles de présenter un risque de concentrations élevées de radon dans les bâtiments et permet de préciser les lieux où des investigations et des mesures *in situ* seraient les plus opportunes. La réglementation relative au « risque radon » impose le dépistage de ce gaz dans certains établissements ouverts au public et certains lieux de travail implantés dans des zones dites « prioritaires ». Le contour de ces zones est actuellement fondé sur des limites départementales. En pratique, 31 départements sont jugés prioritaires, mais cette définition n'apparaissant pas pleinement satisfaisante, l'ASN a demandé à l'IRSN de cartographier plus finement le « potentiel radon » des sols. La méthode retenue a consisté à déterminer la capacité des formations géologiques à produire du radon et à faciliter son transfert vers la surface. Les cartes obtenues permettent de disposer d'une tendance générale relative au « potentiel radon » des zones concernées et de guider ainsi la politique de gestion du risque radon. Ces cartes n'ont en revanche aucune valeur prédictive et ne peuvent en aucun cas remplacer une estimation des concentrations de radon basée sur la mesure. ■

### ■ Analyse d'incidents radiologiques

L'IRSN dispose de compétences permettant d'évaluer l'exposition des travailleurs, des populations et de l'environnement lors d'incidents radiologiques entraînant une dispersion de particules radioactives.

### Contaminations incidentelles par du tritium

La contamination d'un bâtiment et du personnel de la société 2M Process, située à Saint-Maur-des-Fossés (Val-de-Marne), et de l'environnement proche du site a été accidentellement provoquée par la manipulation d'un équipement (tamis moléculaire) mis à disposition par le CEA et qui s'est révélé *a posteriori* contenir du tritium. Cette contamination a eu pour conséquence la présence de tritium dans l'environnement proche de ce bâtiment.

À partir du 4 novembre 2010, l'IRSN est intervenu à plusieurs reprises, à la demande de l'ASN, pour caractériser la contamination des locaux de la société 2M Process, des bâtiments adjacents ainsi que de l'environnement du site. L'Institut a également évalué les doses reçues par les personnes ayant travaillé dans l'installation ainsi que par les riverains. Les investigations menées par l'IRSN ont permis de découvrir des traces de tritium sur un autre site, à Bondoufle (Essonne), où le tamis moléculaire contaminé avait fait l'objet ■■■

de tests semblables avant son transfert à Saint-Maur-des-Fossés (Val-de-Marne). En novembre et décembre, l'IRSN a effectué chaque semaine des prélèvements d'air, d'eau et de végétaux dans l'environnement du site de la société ZM Process, afin de cartographier l'étendue de la contamination par le tritium et d'en suivre l'évolution dans le temps. Huit notes d'information ont été publiées sur cette période et l'Institut a participé à trois réunions publiques organisées par la mairie de Saint-Maur-des-Fossés afin de restituer les résultats de mesure et d'expliquer les risques potentiels pour la population.

[www.irsn.fr](http://www.irsn.fr)

### Incident à l'usine Feursmétal

À la demande des entreprises Cegelec et Feursmétal, entreprise située à Feurs (Loire), l'IRSN a mené une opération visant à récupérer, au moyen d'équipements robotisés, une source de cobalt 60 de haute activité bloquée dans un gammagraphe utilisé dans un atelier de l'usine.

La source radioactive a été endommagée au cours de cette opération, entraînant une dispersion accidentelle de particules de cobalt 60. Il s'est ensuivi la contamination de l'atelier où se trouvait le gammagraphe et des six personnes présentes dans le local où était réalisée l'opération. Les doses reçues par les six personnes exposées sont toutefois faibles.

À la demande de l'entreprise Feursmétal, l'IRSN a évalué la dispersion de la radioactivité dans l'atelier où s'est produit l'incident ainsi que dans son environnement proche. L'Institut a également assisté Feursmétal pour la définition et la mise en œuvre d'un plan d'actions visant, d'une part, à mettre en sécurité les installations contaminées et, d'autre part, à décontaminer des équipements indispensables à l'activité industrielle.

[www.irsn.fr](http://www.irsn.fr)

### Incident de radiographie industrielle sur le site de Flamanville

En 2010, l'IRSN a analysé l'incident survenu sur le site de Flamanville (Manche) en 2009, au cours d'une opération de radiographie industrielle.

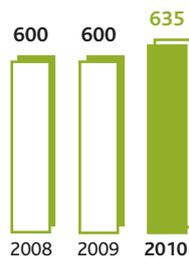
Du fait d'une interprétation erronée du geste d'un collègue, un intervenant radiologue a pénétré dans le local où était réalisée une opération de radiographie, alors que la source n'était pas en position de protection ; il a reçu en quelques secondes

le quart de la dose maximale annuelle réglementaire.

L'analyse de cet incident par l'IRSN montre que plusieurs lignes de défense ont été défaillantes. Le contexte de reprise d'une opération de radiographie, après une période de travail intense, à l'issue de cinq nuits de travail et au dernier jour du chantier, a conduit à une baisse de vigilance des radiologues ayant contribué à ne pas appliquer toutes les règles de sécurité liées à cette activité.

Par ailleurs, leur manque d'informations sur l'utilisation des matériels de détection a également contribué à la survenue de cet incident. L'IRSN considère que son analyse, porteuse d'enseignements importants, pourra contribuer à l'amélioration de la radioprotection lors des opérations de radiographie industrielle, y compris en dehors des centrales nucléaires. ■

[www.irsn.fr](http://www.irsn.fr)



Points de prélèvement d'échantillons pour la surveillance de la radioactivité sur l'ensemble du territoire français.



■ Toutes les opérations de radiographie industrielle nécessitent un balisage approprié.



■ Bâtiment principal de l'ancienne usine Orflam-Plast, à Pargny-sur-Saulx (Marne).



■ Cartographie de la pollution radioactive du site réalisée à partir de la mesure du rayonnement gamma.

## ■ Sites et sols pollués

L'IRSN réalise, à la demande des pouvoirs publics ou d'exploitants, des études visant à apprécier, sur certains sites, la pollution liée aux activités industrielles qui y sont menées.

### Gestion des sites pollués

À Pargny-sur-Saulx (Marne), l'IRSN a contrôlé en 2010 des zones de la peupleraie et de l'étang de la Grévière à la demande de la Commission nationale des aides dans le domaine radioactif. Ces contrôles font suite aux opérations d'assainissement, pilotées par l'Andra, menées après la découverte en 2009 de zones de pollution du sol par des éléments radioactifs de la famille du thorium 232 autour de l'ancienne usine de la société Orflam-Plast.

Sur l'Île-Saint-Denis (Seine-Saint-Denis), les investigations radiologiques conduites en 2009 ont révélé la présence de radon en concentrations significatives dans un bâtiment implanté sur un site mitoyen de celui de l'ancienne usine d'extraction de radium de la société Satchi. Dans ce contexte, l'IRSN a conduit en 2010 une étude commanditée par le responsable du site mitoyen, aboutissant à

une bonne compréhension des phénomènes d'entrée et de transfert de ce gaz radioactif dans le bâtiment.

Enfin, à Ganagobie (Alpes-de-Haute-Provence), l'IRSN a évalué à la demande de l'ASN les doses qui pourraient résulter – en cas d'incendie, d'incinération de bois de chauffage ou lors d'opérations de compostage, etc. – de la contamination, par du carbone 14 rejeté par la société Isotopchim de 1989 à 1997, des arbres proches de l'exploratoire de la société. Les résultats de cette expertise ont été présentés en réunion publique à Ganagobie en 2010. Ils reposent sur des scénarios tenant compte d'hypothèses pénalisantes. Il en résulte que le maintien sur place des arbres conduit en cas d'incendie à un risque radiologique infime pour les riverains du site.

[www.irsn.fr](http://www.irsn.fr)

### Participation de l'IRSN au diagnostic du radium

L'IRSN a participé, à la demande de l'ASN et du ministère chargé de l'environnement, à la préparation de l'opération nationale de diagnostic du radium et à sa réalisation en Île-de-France, dès son lancement effectif en

octobre 2010. L'objectif de cette opération est de rechercher et de traiter d'éventuelles pollutions par du radium sur des sites ayant, dans la première moitié du XX<sup>e</sup> siècle, abrité des activités médicales ou artisanales (fabrication horlogère) utilisant ce radioélément, et aujourd'hui reconvertis en sites à usage résidentiel ou professionnel. Lorsque les diagnostics, réalisés par l'IRSN, révèlent la présence de radium, un ensemble de mesures complémentaires est réalisé pour préciser l'importance de la contamination radioactive et évaluer l'exposition des occupants aux rayonnements ionisants.

L'Andra intervient ensuite pour définir, le cas échéant, un programme d'assainissement. L'IRSN est chargé du diagnostic final après les travaux, pour vérifier que la pollution a bien été éliminée.

Au cours du dernier trimestre de l'année 2010, l'Institut a effectué des diagnostics pour six sites différents (immeubles, pavillons, commerces, etc.), qui ont conduit à mettre en évidence la présence de radium, au moins dans certains locaux. Plus de 130 sites du territoire français, dont 84 en Île-de-France, sont concernés par cette opération, prévue sur trois ans. ■ ■ ■

# 20 414

échantillons de l'environnement  
prélevés pour des mesures  
radiologiques. (28000 en 2009)

## Anciens sites miniers : les recommandations du GEP Mines

Au terme de plus de trois ans d'un travail auquel l'IRSN a significativement contribué, le groupe d'expertise pluraliste (GEP) sur les sites miniers d'uranium du Limousin a remis son rapport final au ministre chargé du développement durable et au président de l'ASN en septembre 2010. Le travail comporte une démarche pluraliste d'ouverture à la société permettant de disposer *in fine* d'une appréciation d'ensemble de la situation laissée par l'exploitation des mines d'uranium en France. Ce travail a impliqué une trentaine d'experts de disciplines et d'origines diverses. La contribution

de l'Institut a porté sur les domaines du radon, des transferts de l'uranium et de ses descendants dans l'environnement ainsi que sur l'évaluation des risques pour l'homme et les écosystèmes. Il a conduit le GEP à formuler 15 recommandations visant à prolonger les actions déjà en cours, et à bâtir une stratégie de gestion à long terme. Le GEP a ainsi recommandé de définir les conditions d'un transfert de responsabilité des sites à l'État, d'optimiser la surveillance de l'environnement et de renforcer l'information et la participation des acteurs locaux. Il a également recommandé de mener des actions de recherche afin de pouvoir mieux prédire l'évolution des rejets des anciennes mines et des stockages de résidus, de mieux évaluer la toxicité pour les écosystèmes des substances rejetées ou de mieux comprendre les mécanismes à l'origine de l'accumulation d'uranium dans les sédiments.

 [www.irsn.fr](http://www.irsn.fr)

## LA PAROLE À...

**Pierre Barbey**, conseiller scientifique de l'Association pour le contrôle de la radioactivité dans l'ouest (ACRO), membre du groupe d'expertise pluraliste sur les mines d'uranium du Limousin



**« Comme pour tout travail collaboratif, la participation à un groupe d'expertise pluraliste implique de nombreuses confrontations liées à des visions ou à des motivations divergentes !**

Cela nécessite de longs échanges, parfois sur des termes simples, mais dont l'utilisation peut avoir des conséquences très différentes selon que l'on est exploitant ou association. Une autre difficulté de ce travail a porté sur le sujet même de l'étude : une radioactivité naturelle autour de ces mines,

à laquelle s'ajoute celle issue de l'exploitation des mines. Un débat long et difficile pour un sujet complexe. Mais ce travail a été constructif, et la confrontation nous a permis de progresser et de répondre en partie aux attentes des citoyens. Grâce au rassemblement de multiples compétences pluridisciplinaires et aux nombreux débats, nous avons pu dégager un certain consensus, même si chacun garde une totale liberté d'appréciation des recommandations émises par le groupe. Le rapport final représente une somme d'informations importantes qui ne pourront qu'être utiles aux tutelles pour la gestion durable des sites miniers du Limousin et de toute la France. »

## Mise en sécurité des mines d'uranium orphelines

En 2010, à la demande du ministère chargé de l'environnement, les Directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement (Dreal) ont recensé en France une quinzaine de mines d'uranium, dites « orphelines ». Certaines n'ont plus aujourd'hui de responsable ou celui-ci est défaillant. Aussi leur gestion revient-elle à l'État.

Dans ce cadre, l'IRSN, l'Andra, le BRGM et Geoderis ont été chargés d'examiner conjointement les risques miniers et radiologiques associés aux sites concernés. Une première étape a consisté à consolider la liste des sites à partir des connaissances détenues par chacun des organismes. Dans un deuxième temps, un diagnostic des 14 sites identifiés (neuf en Auvergne, cinq dans le Limousin) a été réalisé. Établi à partir d'investigations de terrain conduites par Geoderis et l'IRSN, avec le concours des Dreal, ce diagnostic a permis de déterminer les situations nécessitant une mise en sécurité. Sur la base de ces données, des propositions d'actions, accompagnées d'éléments de chiffrage des coûts et des échéanciers envisageables, ont été présentées au ministère chargé de l'environnement. ■

## ■ Radioécologie

L'IRSN mène des travaux de recherche en vue d'améliorer ses connaissances dans le domaine de la dispersion et du transfert des matières radioactives dans les milieux atmosphérique, terrestre et marin.

### Validation expérimentale des modèles de dispersion atmosphérique

Jusqu'à présent, la majorité des campagnes expérimentales sur la dispersion atmosphérique de polluants concernaient des rejets à faible hauteur sur des terrains de topographie simple, et les observations étaient effectuées en champ proche.

Afin de travailler dans des milieux plus proches de la réalité, l'Institut a développé des techniques expérimentales originales de traçage, de prélèvement et de mesure au sein des masses d'air. À ce titre, il a débuté, en 2010, des études expérimentales de dispersion atmosphérique de polluants pour répondre à des demandes d'Areva NC et de Total.

Les enseignements tirés de ces études soulignent que, si certains processus ou paramètres sont généralisables à tous les types de site, d'autres sont spécifiques au site lui-même.

Cela confirme que les modèles de prévision – à des fins opérationnelles ou de recherche – de la dispersion atmosphérique de polluants nécessitent une validation expérimentale sur les sites mêmes où ils seront utilisés, surtout si le site est « complexe » (présence de bâtiments, de relief et rejet en hauteur).

### Comportement du sélénium dans la « zone non saturée » des sols

Plusieurs années de travaux de l'IRSN, menés en collaboration avec l'Andra, sur le comportement du sélénium dans le système constitué de l'eau du sol, de la plante et de l'atmosphère ont permis de quantifier, en 2010, les principaux transferts à l'origine de la dispersion de cet élément dans les différentes composantes des sols de surface. Dans l'hypothèse d'une défaillance du confinement d'un stockage de déchets en formation géologique, une partie des radionucléides stockés pourrait rejoindre la biosphère et contribuer ainsi à l'impact dosimétrique du stockage.

Parmi les différents radionucléides relâchés dans certains scénarios étudiés, le sélénium 79 serait l'un de ceux qui participeraient le plus à cet impact.



■ Préparation du ballon captif de l'IRSN en vue de mesures du gaz traceur en altitude.

Ces études ont permis la construction d'un nouveau modèle de comportement du sélénium qui prend en compte les échanges entre le sélénium et les composantes du sol, en considérant des cinétiques plus ou moins lentes, permettant ainsi d'appréhender l'évolution du comportement du sélénium dans les sols à court et moyen termes.

L'année 2010 a été consacrée notamment à la détermination des principaux paramètres du modèle, en fonction des états d'oxydation du sélénium, de sa forme chimique, de la qualité minéralogique et organique des sols et de l'intensité des activités microbiologiques dans le sol.

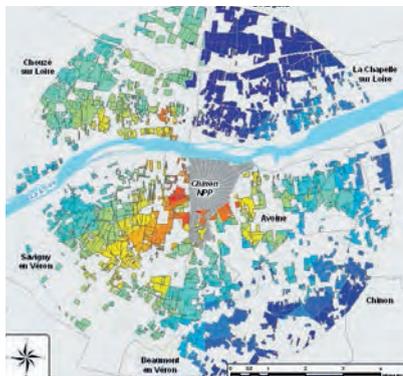
L'intégration de ce nouveau modèle, dans la plate-forme SYMBIOSE de modélisation des transferts de radionucléides au sein de

la biosphère, vise à améliorer les prévisions de la distribution du sélénium dans les sols à court et moyen termes.

### Outils de modélisation à l'essai pour l'étude d'un cas réel

En 2010, les outils de modélisation de l'IRSN ont été éprouvés au travers d'une évaluation de l'impact dosimétrique des rejets d'effluents radioactifs liquides et gazeux de la centrale de Chinon (Indre-et-Loire) en fonctionnement normal entre 2004 et 2008.

Ce travail, mené par l'IRSN avec sa plate-forme SYMBIOSE et en collaboration avec EDF, avait pour but de tester la faisabilité d'une étude en grandeur réelle, d'apprécier les limites opérationnelles de la plate-forme et d'en tirer des enseignements ■■■



■ **Simulation des contaminations par dépôts atmosphériques et irrigation: les activités en cobalt 60 simulées dans les céréales des parcelles en bleu foncé sont 30 fois inférieures à celles des parcelles en rouge.**

### LA PAROLE À...

**Thomas Hinton**, Service d'étude du comportement des radionucléides dans les écosystèmes de l'IRSN



« Le réseau d'excellence STAR fait partie de l'Alliance européenne en radioécologie, entité plus vaste créée par les dirigeants de huit organismes européens conscients de la nécessité de coordonner la recherche en radioécologie par le biais d'un agenda stratégique commun. Intégrer la recherche menée par différents organismes constitue à la fois une avancée extraordinaire et un défi de taille ! Nous n'en sommes qu'au début, mais on sent, au plus haut niveau, une incroyable volonté d'établir un agenda stratégique et une feuille de route, ce qui rend le projet

d'ordres méthodologique et calculatoire. Les calculs réalisés ont tenu compte des spécificités du paysage dans un rayon de cinq kilomètres autour de la centrale. Ils ont également fait appel à des données incluant des indications spécifiques du site: rejets radioactifs réels gazeux et liquides, chroniques météorologiques et hydrosédimentaires, pratiques agricoles, rations alimentaires et modes de vie des populations. La simulation de l'évolution spatio-temporelle de la radioactivité dans l'environnement a notamment permis d'estimer les doses et débits de dose reçus par une population adulte rurale par exposition externe (irradiation directe et par les dépôts) et interne (inhalation, ingestion).

particulièrement motivant. STAR va mettre en œuvre une approche très novatrice de la radioécologie, fondée sur la pluridisciplinarité. Ainsi les contaminants radioactifs, chimiques et biologiques ne vont-ils plus être étudiés de manière séparée, mais sous l'angle de leurs interactions, approche qui reflète bien mieux la réalité de l'exposition des organismes dans l'environnement. STAR va également contribuer à la diffusion des connaissances, la formation de jeunes scientifiques et la recherche collaborative. Ce programme va nous aider à cerner les principales questions à résoudre en radioécologie, pour les quinze à vingt ans qui viennent, et à promouvoir une recherche intégrée efficace, afin d'atteindre les objectifs fixés. »

### Étude du transfert de radionucléides aux végétaux en plein champ

En 2010, le projet FORTRESS a permis d'améliorer les connaissances sur les transferts des radionucléides des feuilles vers les parties consommées des plantes. Piloté par l'IRSN, et en collaboration avec l'Andra, il a pour objectif d'obtenir expérimentalement les facteurs de transfert (translocation) du chlore 36, de l'iode 129 et du sélénium 79 aux parties consommées par l'homme des principales catégories de plantes cultivées (céréales, légumes fruits, légumes racines et tubercules), après une contamination des feuilles due à une irrigation par aspersion. Les expérimentations sont réalisées en plein champ dans la zone d'exclusion de Tchernobyl par l'Institut ukrainien de radiologie agricole. L'année 2010 a été consacrée au troisième cycle cultural et au traitement des résultats obtenus en 2009. Ceux-ci montrent une faible translocation de l'iode (ne dépassant pas 2,1%), une translocation moyenne à forte du sélénium (ne dépassant pas 17%) et une très forte translocation du chlore 36 (ne dépassant pas 27%), les valeurs obtenues étant fonction de l'espèce végétale et du stade de développement de la plante lors de la contamination. Ces résultats seront intégrés dans les modèles de la plate-forme SYMBIOSE de modélisation des transferts de radionucléides au sein de la biosphère.

### Impacts environnemental et sanitaire des rejets de tritium

L'IRSN a publié en 2010 six rapports sur l'état de l'art des connaissances relatives au tritium, dans le cadre de l'élaboration d'un Livre blanc rendu public par l'ASN en juin 2010. Ces rapports, disponibles sur Internet, traitent des sources de production du tritium et de sa gestion par les installations nucléaires, des questions clés sur le comportement du tritium dans l'environnement, du risque sanitaire associé et, enfin, des limites de rejets et de l'impact du tritium, notamment en milieu marin. Au-delà de présenter un état de l'art des connaissances sur le tritium, les rapports de l'IRSN identifient les principales connaissances nouvelles qui seraient nécessaires pour mieux évaluer les impacts sanitaire et environnemental du tritium. Elles concernent essentiellement trois domaines :

- l'amélioration des techniques de mesure, afin de réduire les limites de détection du tritium dans l'environnement ;
- une meilleure compréhension du comportement du tritium sous ses diffé-

rentes formes, notamment le tritium lié aux molécules organiques au sein des écosystèmes;

- une évaluation, dans des conditions réalistes d'exposition, des effets biologiques et sanitaires du tritium sur les organismes vivants.

 [www.irsn.fr](http://www.irsn.fr)

### Calcul de l'impact sanitaire des rejets radioactifs en fonctionnement normal

En 2010, l'IRSN a développé un nouvel outil d'évaluation de l'impact sanitaire des rejets radioactifs des installations nucléaires en fonctionnement normal.

Cet outil, dénommé CONDOR, et mis en œuvre dans le cadre de ses expertises, remplace trois outils précédemment utilisés pour évaluer l'impact des rejets chroniques dans l'atmosphère, en rivière et en mer. Intégré et cohérent pour les trois types de milieu, CONDOR s'appuie sur des modélisations mises à jour, notamment pour l'impact des rejets de tritium, et sur une bibliothèque de radionucléides qui lui permet de couvrir les rejets de la grande majorité des installations nucléaires. Son point fort réside dans son ergonomie optimisée pour une utilisation quotidienne et facile par les experts. ■

### ■ Radioprotection des travailleurs

L'IRSN mène des études et des analyses afin de mieux apprécier l'exposition des travailleurs aux rayonnements ionisants.

#### Expertise concernant le port de La Rochelle

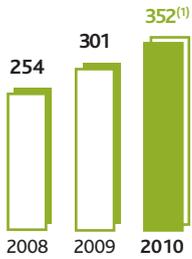
L'IRSN a été sollicité par la ville de La Rochelle (Charente-Maritime) pour évaluer l'impact radiologique sur les travailleurs et la population des travaux de dragage de sédiments envisagés, dans le cadre du projet d'extension du port des Minimes. Ces sédiments, qui représentent un million de mètres cubes, et dont l'immersion est prévue au large, sont marqués par d'anciens rejets industriels contenant des produits radioactifs tels que le thorium.

Une campagne de carottage des sédiments a été réalisée, dont les résultats ont été analysés par l'IRSN.

Sur la base de ces résultats, l'Institut a estimé les doses qui pourraient être reçues par les travailleurs chargés des opérations de dragage : la dose efficace maximale calculée est de 0,012 mSv. L'impact radiologique pour la population a également été estimé. La dose efficace calculée pour un groupe de population de pêcheurs ■ ■ ■

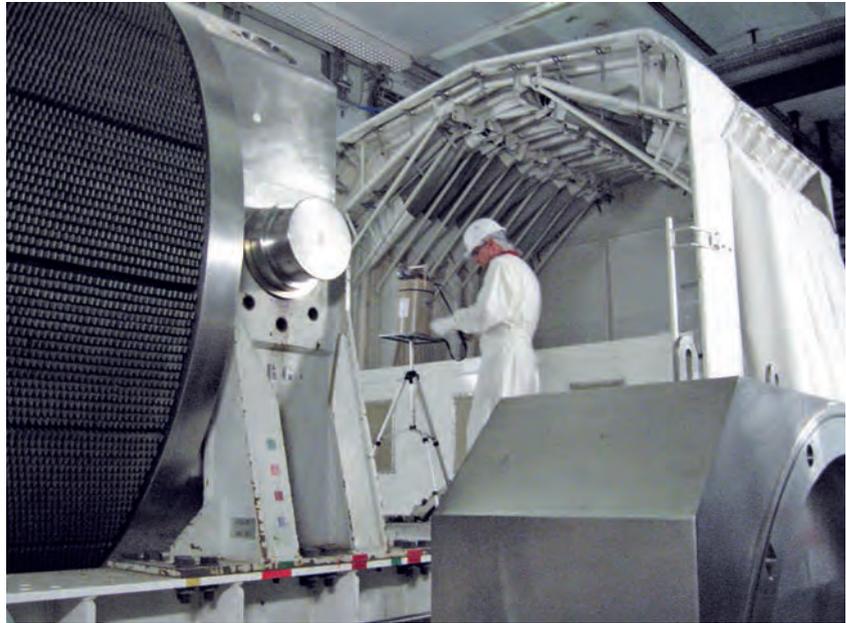


■ L'IRSN a mesuré l'impact radiologique sur les travailleurs et la population des travaux de dragage dans le port de La Rochelle.



**Anthropo-radiamétries réalisées pour le suivi des travailleurs.**

(1) 324 fixes et 28 avec les moyens mobiles.



■ Mesures réalisées par l'IRSN pour caractériser l'exposition neutronique à certains postes de travail dans une centrale d'EDF.

professionnels adultes, gros consommateurs de produits de la mer, est de 0,035 mSv par an. Ces doses sont faibles et très inférieures à la limite maximale d'exposition annuelle des populations, fixée par la réglementation à 1 mSv par an.

### Étude de postes à la centrale nucléaire du Blayais

À la demande d'EDF, une étude dosimétrique et spectrométrique a été menée par l'IRSN en 2010 sur le site de la centrale nucléaire du Blayais (Gironde). Elle visait à caractériser l'exposition neutronique des travailleurs aux postes de travail concernés lors de l'évacuation d'un assemblage combustible MOX irradié.

Une campagne de mesures d'une semaine a été effectuée en juin 2010 afin de déterminer la répartition en énergie des neutrons et de comparer les mesures effectuées avec différents dosimètres dans l'environnement des emballages de transport.

Les résultats de cette étude permettront à EDF d'améliorer la mise en œuvre de la dosimétrie individuelle des travailleurs à ces postes – en particulier pour les nouveaux dosimètres opérationnels, mesurant les neutrons, choisis par EDF –, et d'apporter un éclairage aux personnes en charge de la radioprotection à EDF afin d'interpréter les mesures réalisées avec différents systèmes dosimétriques.

### Optimisation de la surveillance des travailleurs du nucléaire

L'IRSN a mené des travaux de recherche cofinancés par Areva en vue d'optimiser les programmes de surveillance de la contamination interne des travailleurs, grâce à l'étude des incertitudes relatives à l'évaluation des doses correspondantes. Ces travaux ont débouché en 2010 sur la mise au point d'un logiciel de nature à aider les médecins du travail dans la mise en place et l'évaluation de leurs programmes de surveillance des personnels exposés. Ce logiciel permet notamment, outre le calcul des doses efficaces, de déterminer, pour un programme de surveillance donné, la dose minimale détectable avec un niveau de confiance donné. Celle-ci peut être utilisée afin de choisir le programme le plus adapté à l'exposition, par un compromis entre la sensibilité du programme et les coûts. Areva envisage une mise en application sur le terrain après une période de tests menés avec l'Institut.

### Intercomparaison des laboratoires de dosimétrie passive

L'IRSN a organisé, en octobre 2010, la quatrième intercomparaison réglementaire de dosimètres individuels passifs. Cet exercice s'est déroulé conformément aux dispositions de la réglementation précisant les conditions de délivrance de l'agrément

aux organismes en charge de la dosimétrie individuelle pour la surveillance de l'exposition des travailleurs aux rayonnements ionisants. Dans ce cadre, l'IRSN est chargé d'organiser, au moins tous les trois ans, une intercomparaison des résultats de chaque laboratoire participant, dans le but de vérifier la qualité des mesures d'exposition. Au total, 10 laboratoires de dosimétrie passive ont pris part à l'exercice, et plus de 300 dosimètres ont été irradiés dans les installations de référence de l'IRSN, à Fontenay-aux-Roses (Hauts-de-Seine) pour les photons et à Cadarache (Bouches-du-Rhône) pour les neutrons. Le bilan de cette intercomparaison a été diffusé au début de l'année 2011.

### Épidémiologie et radiotoxicologie pour mieux apprécier les effets de l'uranium

En 2010, les conclusions d'une étude épidémiologique menée par l'Institut ont permis de mettre en évidence un risque accru de cancer du poumon consécutif à une exposition à de l'uranium de retraitement sous forme insoluble. La toxicité de l'uranium résulte de la combinaison de ses propriétés chimiques (en tant que métal lourd) et de ses propriétés radiologiques (en tant qu'émetteur de rayonnements ionisants). Cette étude a ainsi permis d'évaluer la fréquence de cancer du poumon en fonction

# 1372 107

**dosimètres individuels commercialisés et analysés.** (1 461 614 en 2009)

de l'exposition des travailleurs à l'uranium sur une cohorte de 2 709 travailleurs du site Areva NC de Pierrelatte (Drôme), présents sur le site entre 1960 et 2005.

Pour cela, une première étape de reconstitution de l'exposition individuelle de ces travailleurs à six formes d'uranium, de solubilité et d'isotopie différentes, a été réalisée à l'aide d'une base de données nommée « matrice emploi-exposition ». Cette estimation rétrospective de l'exposition individuelle des travailleurs a ensuite été validée en la comparant avec des mesures radiotoxicologiques sur un échantillon de 30 travailleurs. Par ailleurs, un travail de thèse mené en collaboration avec l'Université de la Méditerranée a permis, en 2010, de mettre en évidence des marqueurs biologiques utilisables afin de déterminer, pour un mélange isotopique donné d'uranium, la part des effets sur l'ADN liée aux propriétés chimiotoxiques et celle liée aux propriétés radiotoxiques de l'uranium. Ces marqueurs potentiels devront être validés à l'aide de prélèvements sanguins réalisés sur des travailleurs exposés à l'uranium.

## Dosimétrie et métrologie des neutrons

L'IRSN a développé, notamment dans le cadre d'un travail de thèse qui s'est achevé en 2010, un spectromètre pour mesurer l'énergie des neutrons rencontrés dans les champs de rayonnement de haute énergie auprès d'accélérateurs de particules, par exemple dans le domaine médical en protonthérapie, ou en milieu atmosphérique naturel pour le rayonnement cosmique. Après une caractérisation de ce système auprès de champs de rayonnement neutronique de référence, des tests ont été réalisés en 2010, permettant de mettre au point l'ensemble de la chaîne de mesures. Des campagnes de mesures ont, ainsi, été réalisées en souterrain et en altitude, dans un laboratoire du CNRS (Laboratoire souterrain bas bruit) dans le cadre d'une collaboration. De plus, l'Onera a procédé à l'acquisition du même système, dans le cadre d'un contrat de collaboration avec l'IRSN, en vue d'équiper une plate-forme expérimentale dédiée à la mesure du rayonnement cosmique à la station de l'Observatoire Midi-Pyrénées, située à 2800 mètres sur le pic du Midi (Hautes-Pyrénées). ■

## LA PAROLE À...

**Juliette Feuardent**, ingénieur, Unité de suivi et d'analyse des expositions professionnelles de l'IRSN



« Chaque année, l'IRSN dresse un bilan de l'exposition des travailleurs aux rayonnements

ionisants. Pour l'année 2009, l'effectif surveillé par dosimétrie externe passive a atteint 319 091 travailleurs, soit 4,1% de plus qu'en 2008, avec une dose individuelle moyenne qui reste stable. En parallèle, et dans le cadre de l'action que mène l'Institut en matière d'ouverture à la société autour de ses travaux, nous avons constitué un groupe de travail d'expertise pluraliste en vue d'améliorer la structure et

la présentation du rapport annuel sur la radioprotection des travailleurs. Ce groupe rassemblait des représentants des salariés, des employeurs et d'une Cli, ainsi que des médecins du travail et des personnes compétentes en radioprotection. Il représentait les différents domaines d'activité concernés.

La réflexion du groupe a, entre autres, conduit à définir une présentation future des résultats par domaine d'activité, qui nécessite que les données collectées associent aux effectifs surveillés des informations sur l'activité des travailleurs, selon la nomenclature des secteurs d'activité définie par l'IRSN. »



■ Sphères de Bonner, avec des coquilles métalliques, utilisées dans le spectromètre pour la mesure des neutrons de haute énergie.

## EFFETS DES EXPOSITIONS CHRONIQUES

### Programme ENVIRHOM

Depuis 2001, le programme ENVIRHOM de l'IRSN contribue à approfondir ses connaissances quant aux effets des expositions chroniques aux rayonnements ionisants sur l'environnement et sur l'homme.

### Impact de radionucléides et de métaux sur l'ADN des poissons

L'IRSN a mené en 2010 des travaux destinés à connaître l'effet, sur l'ADN du poisson-zèbre (*Danio rerio*), d'une exposition aux rayonnements gamma et à des substances toxiques comme le cadmium, l'aluminium, le cuivre ou l'uranium. Le poisson-zèbre a été choisi comme modèle biologique en raison de la courte durée de son cycle de vie, et parce que son génome est totalement séquencé. L'étude a porté sur la caractérisation des cassures double brin d'ADN – nombre de cassures et délais de réparation – connues pour être particulièrement délétères pour la cellule.

Dans le cas de l'uranium, des cassures double brin de l'ADN et un dysfonctionnement de ses mécanismes de réparation ont été observés chez le poisson-zèbre *in vitro*, dans des cellules embryonnaires à partir d'une concentration interne d'ura-



■ Expérience en laboratoire visant à connaître l'impact d'une exposition chronique à l'uranium sur l'ADN du poisson-zèbre (*Danio rerio*).

nium de 6,8 µg/g, et *in vivo* à partir de concentrations internes comparables dans des gonades de poissons-zèbres exposés à 100 µg/l. Ces effets s'accompagnent d'une perturbation du développement de l'embryon. Par ailleurs, une étude sur l'exposition aux rayonnements gamma a comparé les effets d'une exposition aiguë à ceux d'une exposition chronique. La cinétique

de réparation de l'ADN au niveau de la cellule et le développement embryonnaire ont été étudiés dans chacune de ces situations d'exposition.

Des cassures double brin de l'ADN ont également été observées après une exposition à des métaux traces communs dans l'environnement (cadmium, aluminium).

Ces travaux sont menés avec le soutien de l'ANR (projet HEMI-Breaks), et en collaboration avec EDF. L'objectif est de pouvoir disposer à terme de biomarqueurs utilisables pour la surveillance des écosystèmes.



### ZOOM INTERNATIONAL

## Collaboration avec le Laboratoire international de radioécologie

**Quels sont les effets d'une exposition chronique à des radionucléides sur la biodiversité et le fonctionnement des écosystèmes naturels ?** Pour apporter des éléments de réponse à cette question, l'IRSN a lancé en 2010, en collaboration avec le Laboratoire international de radioécologie, implanté en Ukraine, trois nouvelles actions de R&D afin d'étudier l'influence sur les écosystèmes du niveau de contamination. Ces actions portent sur la décomposition des litières dans les rivières et les forêts, sur l'abondance et la diversité des communautés de vers de type nématodes, impliquées dans le processus de décomposition, ainsi que sur le transfert racinaire des radionucléides dans les plantes. Ces recherches ont commencé par une campagne de sélection de sites d'étude. Au total, 20 parcelles expérimentales présentant des niveaux de contamination différents ont été sélectionnées sur le site de Tchernobyl (Ukraine), et les dispositifs destinés à suivre la décomposition des litières ont été installés.

### Interactions entre l'exposition à l'uranium et les traitements médicamenteux

Un travail de thèse achevé en 2010 à l'IRSN a eu pour but de caractériser les effets de l'uranium appauvri sur deux organes cibles de l'uranium : le rein et le foie. L'une des fonctions physiologiques de ces organes permet la détoxification de l'organisme. L'effet de l'uranium appauvri a été étudié chez le rat soumis à des traitements médicamenteux, les médicaments pouvant devenir toxiques si le rein ou le foie assurent mal leurs fonctions de détoxification.

Les travaux réalisés *in vivo* ont montré qu'une contamination chronique, à une dose d'uranium appauvri du même ordre de grandeur que les niveaux d'uranium les plus élevés retrouvés dans l'environnement, ne provoquait pas de toxicité rénale, et n'exacerbait pas la toxicité rénale induite expérimentalement par un antibiotique, la

gentamicine. Concernant le foie, l'uranium appauvri modifie l'expression des gènes codants pour certaines enzymes impliquées dans le métabolisme des xénobiotiques. Ces modifications perturbent le métabolisme et l'élimination d'un médicament comme le paracétamol, mais uniquement lorsque ce dernier a été administré à une dose toxique pour le foie.

Les résultats obtenus *in vitro* ont montré que la localisation de l'uranium appauvri dans les cellules rénales ou hépatiques dépendait de sa concentration. Ainsi l'uranium appauvri se retrouve-t-il sous forme soluble dans le noyau, pour les plus faibles concentrations, et sous forme insoluble dans le cytoplasme, pour les plus fortes concentrations.

Ces résultats apportent de nouvelles connaissances tant sur les mécanismes de passage de l'uranium dans la cellule que sur ceux impliqués dans les systèmes de détoxification de l'organisme.

### EN SAVOIR PLUS

## Impact dosimétrique et risques sanitaires des scanners corporels dans les aéroports

**Le ministère chargé de l'environnement a demandé à l'IRSN d'évaluer l'impact dosimétrique et les risques sanitaires associés aux scanners à rayons X,**

dans le cadre du renforcement des mesures de sécurité dans les aéroports, notamment par le déploiement envisagé d'équipements utilisant des techniques d'imagerie plus performantes que les détecteurs de métaux en place.

La dose efficace délivrée par un contrôle par scanner à rayons X équivaut à une ou deux minutes d'exposition aux rayonnements cosmiques lors d'un vol à haute altitude, ou encore à environ vingt minutes d'exposition à la radioactivité naturelle en France.

Bien que la dose calculée soit très faible, l'IRSN recommande que les autorités privilégient le recours à d'autres techniques mettant en jeu des rayonnements non ionisants, dont les propriétés physiques et les effets biologiques sont moins agressifs.



■ Les effets d'une contamination chronique à l'uranium appauvri sont étudiés chez le rat sur des organes comme le foie et le rein.

### Coordination européenne de la recherche sur les faibles doses

L'IRSN a renforcé en 2010 son implication dans la mise en place d'une meilleure coordination européenne des activités de recherche relatives aux effets sur la santé des expositions à de faibles doses de rayonnements ionisants. L'année 2010 a vu ainsi la création de l'association MELODI, consortium rassemblant une quinzaine d'organismes européens de recherche en radioprotection, dont la présidence est assurée par le directeur général de l'Institut.

En outre, la deuxième conférence internationale MELODI a rassemblé à Paris, en octobre 2010, plus de 200 scientifiques du monde entier venus débattre des recherches futures sur les faibles doses. Cette conférence, conjointement organisée par l'IRSN et le CEA, a permis d'aboutir à la définition de la première version d'un agenda stratégique de recherche, donnant la priorité aux axes de recherche à mener dans une échéance de vingt à trente ans.

Enfin, dans le cadre du réseau d'excellence européen DoRéMi – dédié aux recherches sur les faibles doses et outil opérationnel de MELODI –, l'IRSN a organisé en décembre 2010 un séminaire scientifique à l'issue duquel 31 experts internationaux ont émis des recommandations sur la recherche future à mettre en œuvre pour une meilleure compréhension des effets vasculaires pouvant être observés après une exposition à de faibles doses de rayonnements ionisants. ■

 [www.irsn.fr](http://www.irsn.fr)



■ Prototypage de la ligne microfaisceau de MIRCOM développé par le Centre d'études nucléaires de Bordeaux-Gradignan (Gironde).

## PROTECTION DANS LE DOMAINE MÉDICAL

### Microfaisceau d'ions représentatif des rayonnements induits par les nouvelles techniques de radiothérapie

L'IRSN a décidé le développement, dans le cadre d'un partenariat avec le Centre d'études nucléaires de Bordeaux-Gradignan (Gironde), de l'installation MIRCOM, microfaisceau d'ions qu'il est prévu de coupler à l'installation AMANDE. Son originalité réside principalement dans la variété des ions disponibles (des protons à l'oxygène) et de leurs énergies (jusqu'à 10 MeV). L'installation MIRCOM permettra d'irradier, avec une précision micrométrique, des constituants cellulaires ou subcellulaires avec un nombre défini de particules chargées, représentatives des rayonnements induits par les nouvelles techniques de radiothérapie (protonthérapie ou hadronthérapie, par exemple). Dans le domaine de la radioprotection et des faibles doses, l'installation MIRCOM permettra l'étude, pour des rayonnements complexes, des phénomènes dits « de proximité » entre les cellules.

### Genèse de dommages intestinaux radio-induits

L'IRSN développe un programme de recherche dont l'objectif est d'identifier les mécanismes à l'origine des complications associées aux radiothérapies, afin de trouver des moyens d'actions thérapeutiques pour la prévention et le traitement de ces lésions. Deux thèses, finalisées en 2010,

ont permis de préciser le rôle de certains « acteurs » biologiques dans ces effets précoces et tardifs.

La première thèse a mis en évidence le rôle essentiel d'une protéine, nommée PAI-1, dans le déclenchement de complications intestinales radio-induites. Les résultats obtenus *in vivo* ont montré que la protéine PAI-1 était impliquée dans la mort radio-induite des cellules endothéliales, cellules constitutives des vaisseaux sanguins. Des études *in vitro* ont confirmé l'implication de la protéine PAI-1 dans la radiosensibilité des cellules endothéliales.

La deuxième thèse a mis en évidence, à partir de prélèvements tissulaires réalisés sur des patients traités par radiothérapie pour un cancer du rectum, que la sévérité des lésions

radio-induites était corrélée à une augmentation du nombre de certaines cellules immunitaires, les mastocytes. Par ailleurs, le rôle délétère des mastocytes et leur implication dans l'inflammation intestinale radio-induite ont été confirmés sur un modèle expérimental d'inflammation intestinale.

L'ensemble de ces travaux suggère que les dommages précoces de la vascularisation des tissus ainsi que la réponse inflammatoire du système vasculaire jouent un rôle central dans les lésions radio-induites, précoces et plus tardives, au niveau de l'intestin. Ces résultats ont contribué à centrer le programme de recherche sur un modèle biologique unique : la cellule endothéliale.

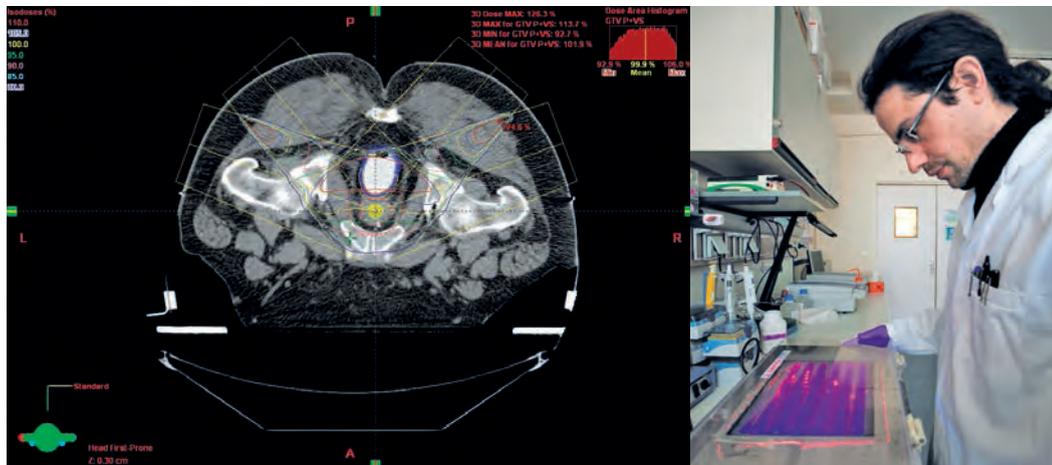
### Exposition aux scanners dans l'enfance

En 2010, l'IRSN a analysé les premières données recueillies dans le cadre d'une étude destinée à comparer l'incidence de l'exposition à des examens par scanner sur le développement de cancers et de leucémies au sein d'une cohorte d'enfants par rapport à celle des cancers et des leucémies dans la population générale. Les enfants concernés ont été exposés avant l'âge de 5 ans en raison d'une pathologie non cancéreuse nécessitant des examens par scanner. L'étude, menée en collaboration avec la Société francophone d'imagerie pédiatrique et prénatale, est soutenue par la Ligue contre le cancer.

L'apparition de cancers chez ces enfants est suivie grâce aux registres nationaux pédiatriques. Fin 2010, 19 centres hospitaliers universitaires français avaient transmis à l'IRSN des informations rela-



■ L'IRSN développe des recherches pour mieux comprendre les effets secondaires des traitements de radiothérapie.



■ Le projet EPOPA s'intéresse au suivi des patients surexposés lors de l'accident de radiothérapie d'Épinal (Vosges).

tives aux examens par scanner réalisés sur 30 000 enfants entre 2000 et 2006. Les premières données recueillies montrent que 42 % des enfants avaient moins de 1 an lors du premier examen et qu'ils ont reçu 1,5 examen en moyenne. C'est l'examen du crâne qui est le plus fréquemment réalisé, avec 63 % de l'ensemble des examens, puis l'examen du thorax (21 %), l'examen de l'abdomen et du pelvis (8 %), les autres localisations représentant 8 % des examens. La reconstitution dosimétrique réalisée par l'IRSN a mis en évidence le fait que les organes les plus exposés avaient été le cerveau et le cristallin.

### Suivi des patients surexposés

À la demande du ministère chargé de la santé, l'IRSN contribue, en collaboration avec l'Assistance publique-Hôpitaux de Paris (AP-HP), à l'étude baptisée EPOPA de suivi clinique et scientifique de 425 patients surexposés lors de l'accident de radiothérapie survenu au centre hospitalier d'Épinal (Vosges). En 2010, une base centralisée de données cliniques, élaborée après une évaluation standardisée de la sévérité des complications subies par ces patients, ainsi qu'une « banque » d'échantillons sanguins ont été mises en place pour l'étude EPOPA. Les premiers résultats indiquent qu'à la fin de l'année 2010, 82,5 % des patients ont développé des complications de grade supérieur à I (sur une échelle de quatre niveaux). Ainsi, plus de 60 patients souffrent encore, plusieurs années après la surexposition, d'une inflammation radio-induite sévère du rectum (rectite radique) de grade III/IV.

Actuellement, pour 133 patients, cette base de données est alimentée par l'Institut avec l'évaluation des doses réellement délivrées aux organes à risque.

En parallèle, deux études ont été lancées à partir des échantillons sanguins. La première est une analyse à large spectre (protéomique), qui vise à identifier de nouveaux marqueurs biologiques des rectites radiques pouvant être prédictifs de leur sévérité. La seconde vise à mesurer les variations du niveau d'expression de plus de 20 000 gènes, le but étant d'identifier un ou plusieurs gènes caractéristiques des patients les plus radiosensibles. Toutes les données collectées sur ces patients font l'objet d'une analyse statistique visant à mettre en évidence une éventuelle corrélation entre certains signes cliniques, les doses réelles délivrées aux patients et l'un des marqueurs biologiques identifiés.

### Renforcement de la démarche d'optimisation de l'exposition des patients

En octobre 2010, l'IRSN a publié un bilan des données dosimétriques d'actes d'imagerie diagnostique (radiologie, scanographie et médecine nucléaire), transmises par les professionnels de santé pour la période 2007-2008. Ce bilan est le deuxième réalisé depuis l'arrêt du 12 février 2004, qui a mis en place un système fixant, pour des actes de diagnostic représentatifs, des niveaux de référence diagnostique (NRD) nationaux. À l'issue de l'analyse des données recueillies depuis 2004, l'IRSN a identifié l'intérêt et la possibilité de faire progresser l'optimisation de l'exposition des patients en ajustant les NRD. En effet, les résultats présentés doivent permettre à l'Autorité de sûreté nucléaire de définir les besoins d'évolution de la réglementation. En particulier, l'analyse par l'IRSN des doses délivrées en radiologie et des activités administrées en médecine nucléaire aboutit à des propositions de mise à jour des valeurs de référence de certains types d'examen.

Bien qu'en progrès, le taux de déclaration des données des établissements de radiologie et de scanographie est encore largement perfectible. Cette absence de déclaration est dommageable, puisque les établissements restés en marge ne confrontent pas leurs pratiques aux références nationales. Afin d'encourager la démarche de déclaration, l'IRSN a développé une application facilitant, pour les professionnels de santé, l'enregistrement *via* Internet de leurs données dosimétriques, et la comparaison, en temps réel, avec les références nationales. Par ailleurs, dans le cadre du suivi de l'exposition médicale de la population française résultant d'examen d'imagerie à des fins de diagnostic (projet ExPRI), l'IRSN et l'InVS ont mené en 2009 une enquête auprès de 50 services de radiologie du secteur hospitalier public. En 2010, l'Institut a analysé les données dosimétriques ainsi collectées sur une semaine d'activité par chaque service, et pour tous les types d'examen radiologiques et scanographiques pratiqués par ces services. Il a été observé une grande dispersion des doses délivrées pour un même type d'examen et pour des patients de morphologie comparable. Les résultats ont également permis de comparer, d'un point de vue dosimétrique, les pratiques cliniques aux protocoles nationaux de référence. Par ailleurs, à partir des données recueillies, un indicateur de dose a été associé à chaque type d'examen réalisé chez l'adulte, et les doses moyennes délivrées aux organes lors de ce type d'examen ont été également déterminées. Les doses efficaces moyennes associées à ces examens ont été calculées afin de compléter et de mettre à jour les données relatives à l'exposition médicale utilisées dans le projet ExPRI, estimées jusqu'à présent à partir des protocoles de référence. ■

[www.irsn.fr](http://www.irsn.fr)

## CRISE ET SITUATIONS POSTACCIDENTELLES

# L'IRSN renforce sa capacité d'intervention en urgence et à long terme

L'IRSN s'attache, d'une part, à prévenir les accidents nucléaires et radiologiques et, d'autre part, à en limiter les conséquences potentielles pour l'homme et l'environnement. C'est dans le cadre de ce second volet que l'Institut renforce son organisation de gestion de crise – afin, notamment, de pouvoir réaliser dans l'urgence des mesures et des analyses fiables de contamination et d'exposition – et évalue des stratégies de prévention, par administration d'iode stable, du risque de cancer de la thyroïde. Par ailleurs, l'IRSN a participé en 2010, à la demande des pouvoirs publics, à l'élaboration de méthodes visant à évaluer de manière prédictive les conséquences radiologiques et dosimétriques d'éventuelles situations postaccidentelles et à quantifier la contamination des territoires et les doses qui seraient reçues par les personnes exposées. Enfin, l'Institut a poursuivi le développement d'outils de centralisation et de restitution des mesures environnementales effectuées en situation de crise et achevé la rénovation de ses moyens mobiles d'intervention.

## ■ Préparation aux situations de crise

Afin de mieux se préparer aux situations de crise nucléaire, l'IRSN poursuit la préparation de ses laboratoires à réaliser en urgence des mesures de radioactivité sur des échantillons ayant une contamination complexe et ouvre pour la première fois ses exercices d'entraînement à des laboratoires extérieurs. L'IRSN émet également des recommandations visant à harmoniser en Europe la prophylaxie par l'iode stable en cas d'accident d'un réacteur nucléaire.

### Ouverture des exercices à des laboratoires extérieurs

Pour la première fois, un laboratoire extérieur à l'IRSN, l'Institut pluridisciplinaire Hubert Curien, a participé en 2010 à un exercice de mesure organisé dans le cadre du réseau métrologie rassemblant les laboratoires de mesure de radioactivité de l'IRSN. À cet égard, le développement en 2010 d'un outil spécifique de simulation de spectres de rayonnement gamma correspondant à des scénarios réalistes d'accident a permis à l'IRSN de poursuivre

ses actions destinées à préparer l'ensemble de ses laboratoires de métrologie à une situation de crise ou postaccidentelle. Dans une telle situation, les échantillons prélevés sont à analyser dans des délais courts, les résultats des mesures étant principalement destinés à valider les hypothèses de niveau de contamination émises par les modèles de calcul de dispersion des radionucléides dans l'environnement. Chaque fois que possible, la spectrométrie gamma est la technique de mesure privilégiée.

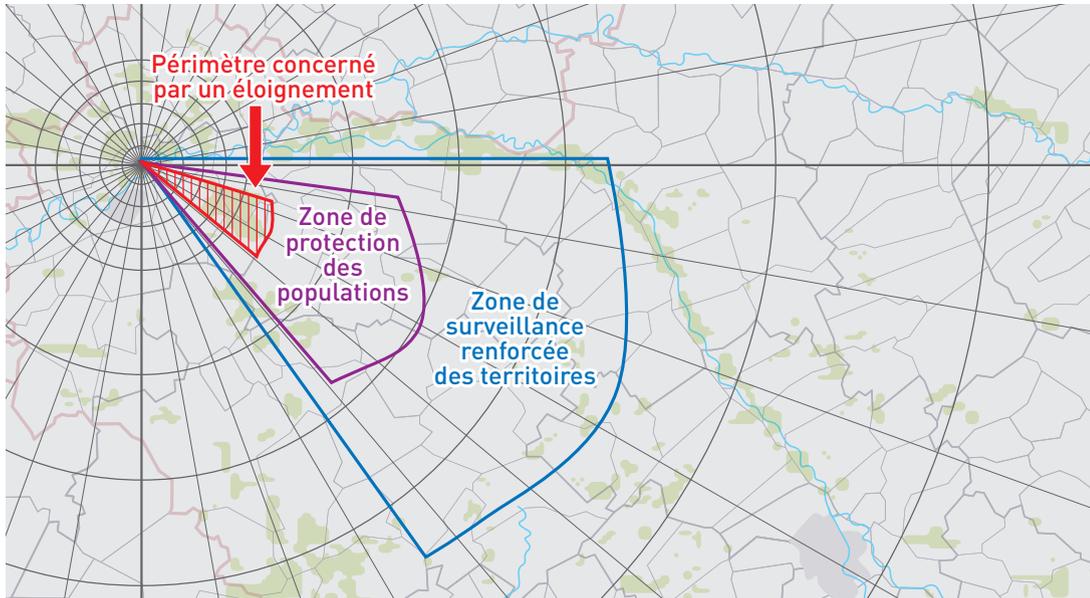
Ces exercices permettent de renforcer la compétence des laboratoires de l'IRSN dans l'analyse de spectres de rayonnement gamma complexes.

### Rapport sur la prophylaxie par l'iode stable

En réponse à un appel d'offres de la Commission européenne, l'IRSN a rédigé en 2010 un rapport présentant un état de l'art des connaissances relatives à l'administration, à titre préventif, d'iode stable, ainsi qu'un état des lieux des pratiques en vigueur au sein de l'Union européenne, des États-Unis et du Japon. En cas d'accident d'un réacteur

# 3

grèvements réels du Centre technique de crise.  
(4 en 2009)



■ Représentation schématique du zonage postaccidentel proposé par le CODIR-PA.

nucléaire, des isotopes radioactifs de l'iode peuvent être rejetés dans l'atmosphère, exposant les populations à un risque de cancer de la thyroïde en cas de dose reçue importante. Afin de minimiser ce risque, des comprimés d'iode stable peuvent être administrés de manière à saturer la thyroïde et empêcher ainsi la fixation d'iodures radioactifs dans cet organe.

Le rapport de l'IRSN s'appuie, pour la première partie, sur une revue bibliographique et, pour la deuxième, sur un questionnaire renseigné par les autorités nationales compétentes en radioprotection. Il émet des recommandations visant à harmoniser les différents aspects de la prophylaxie par l'iode stable : niveaux d'intervention, mode d'administration, posologie, information du public, communication entre pays frontaliers. ■

### ■ Travaux du CODIR-PA

L'IRSN est membre du Comité directeur postaccidentel (CODIR-PA), mis en place par les pouvoirs publics afin de préparer la gestion de la phase postaccidentelle d'un accident nucléaire.

### Conséquences radiologiques et dosimétriques d'une situation postaccidentelle

Dans le cadre du Comité directeur pour la gestion de la phase postaccidentelle d'un accident nucléaire ou d'une situation radiologique, deux groupes de travail animés par l'IRSN ont remis leur rapport définitif en 2010.

Le premier rapport propose des éléments de méthode en vue de la réalisation d'éva-

luations prédictives des conséquences radiologiques et dosimétriques en situation postaccidentelle nucléaire. Ces évaluations seraient en particulier destinées aux pouvoirs publics, chargés de décider et de mettre en œuvre des actions de protection des populations et de gestion des territoires contaminés. Le second rapport traite des méthodes d'évaluation et des ■■■

# 5

exercices nationaux de crise nucléaire hors activités intéressant la défense.

(5 en 2009)

### LA PAROLE À...

**Addil Sellam**, ingénieur en radioprotection, groupe RaMsEs, Institut pluridisciplinaire Hubert Curien, UMR 7178 CNRS-Université de Strasbourg



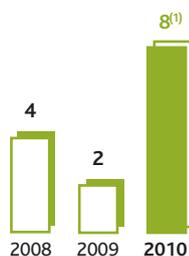
« Notre laboratoire a, pour la première fois, participé en juin 2010 à un exercice d'intercomparaison d'analyse d'un spectre gamma, organisé par l'IRSN. Cet exercice consistait à réaliser une interprétation, en un temps limité, d'un spectre de rayonnements gamma, qui a mobilisé trois spécialistes

en spectrométrie gamma du groupe. L'intérêt de tels exercices est double. Il nous permet de prendre conscience du fait que, dans l'urgence et sous la pression, des tâches parfois simples sont plus compliquées ! En parallèle, nous avons commencé à réfléchir au moyen d'accélérer le traitement des spectres, en développant un code ou un logiciel qui préparerait le travail. Pour nous, cette expérience est extrêmement positive, car elle nous permet de valider nos compétences et nous ouvre des perspectives pour améliorer nos techniques de traitement et d'analyse. »

## 6

exercices nationaux de crise nucléaire concernant les installations intéressant la défense.

(3 en 2009)



Évaluations de dose par dosimétrie biologique.

(1) Dont 6 pour l'incident de Feursmétal.

moyens de mesure de la radioactivité susceptibles d'être mis en œuvre, en situation postaccidentelle nucléaire, afin de quantifier la contamination des territoires et les doses reçues par les personnes exposées. Ces deux rapports s'ajoutent aux contributions d'autres groupes de travail auxquels l'IRSN a activement participé.

Le CODIR-PA poursuit maintenant la construction d'une doctrine nationale de gestion d'une situation postaccidentelle nucléaire, notamment en rédigeant des lignes directrices à l'intention des pouvoirs publics et des parties prenantes.

En complément de ces rapports, l'IRSN a réalisé :

- un projet de guide national de préparation à la sortie de la phase d'urgence, transmis à l'ASN. Ce projet de guide a été diffusé par l'ASN et la Direction de la sécurité civile à trois préfectures pilotes : le Haut-Rhin pour le site de Fessenheim, la Vienne pour le site de Civaux et la Drôme pour le site du Tricastin. Ces préfectures doivent en tester la déclinaison opérationnelle dans les plans particuliers d'intervention et faire part de leurs remarques en vue de la mise au point du guide ;
- un guide de bonnes pratiques des laboratoires de mesure pour effectuer des mesures *in vivo* de la radioactivité en situation postaccidentelle. Ce document est destiné à l'ensemble des laboratoires de mesure de la radioactivité susceptibles d'être sollicités en situation postaccidentelle.

Son objectif est de favoriser la production par ces laboratoires de résultats d'analyses fiables dans un délai adapté aux conditions d'une situation d'urgence. ■

[www.irsn.fr](http://www.irsn.fr)

## ■ Développement des outils

Pour être en mesure d'évaluer au mieux les conséquences d'un accident à caractère radiologique pour la population et l'environnement, l'IRSN développe des outils de modélisation qu'il met en œuvre dans son Centre technique de crise et renove ses moyens mobiles d'intervention.

## ■ Centralisation et restitution des mesures environnementales en cas de crise

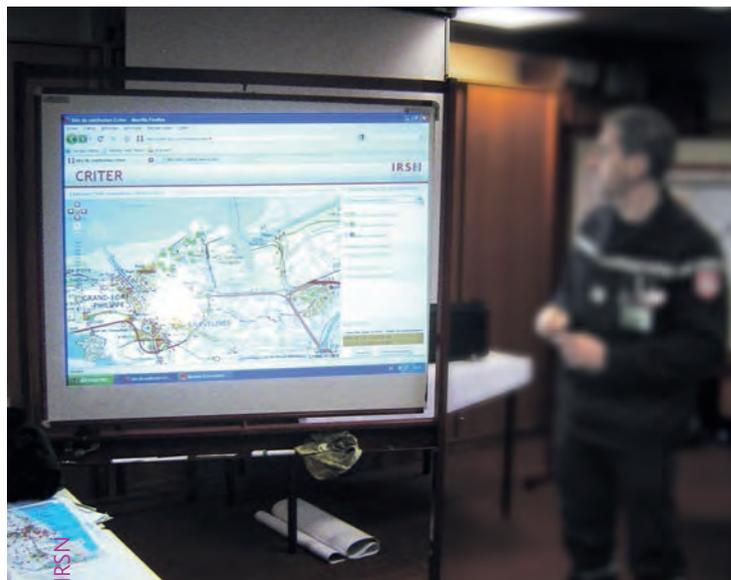
Un prototype du système CRITER a été testé pour la première fois lors de l'exercice de Cattenom (Moselle) en avril 2010. Développé par l'IRSN, ce système permettra de centraliser et de restituer les mesures environnementales effectuées en cas de crise. À ce titre, il reprend, dans un souci de cohérence et de mutualisation, les outils développés pour le Réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement.

Amélioré au cours de cinq exercices organisés en 2010, le système CRITER est désormais suffisamment consolidé pour pouvoir être utilisé en routine au Centre technique de crise de l'Institut. Il permet de répondre dans de bonnes conditions à la directive interministérielle du 29 novembre 2005 relative à la réalisation et au traitement des mesures de radioactivité dans l'environnement en cas d'événement entraînant une situation d'urgence radiologique. La directive confère à l'IRSN la mission de centraliser et d'exploiter l'ensemble des analyses ainsi que de définir le format et les modalités de transmission et de mise à disposition des résultats aux différents acteurs (pouvoirs publics, ASN, etc.). Par ailleurs, le système CRITER a été utilisé en 2010 pour la restitution cartographique des résultats des prélèvements effectués dans la nappe phréatique de la plaine du Tricastin (Drôme/Vaucluse).

[www.irsn.fr](http://www.irsn.fr)

## ■ Achèvement de la rénovation des moyens mobiles de l'IRSN

En 2010, l'IRSN s'est doté des deux premiers moyens lourds d'intervention, de type shelter, prévus dans le cadre de la rénovation de ses moyens mobiles d'intervention. Il s'agit de containers équipés de 10 postes



■ Utilisation de l'outil CRITER au poste de commandement opérationnel, lors d'un exercice de crise.



■ En 2010, des moyens lourds d'intervention ont complété la flotte des moyens mobiles de l'IRSN.

de mesure anthroporadiométrique et de moyens sécurisés de télécommunication par satellite. Ils viennent compléter le parc rénové des moyens mobiles de l'Institut dédiés à l'évaluation de la contamination interne en cas de crise, s'ajoutant aux quatre moyens d'intervention légers (véhicules utilitaires) et aux deux véhicules d'expertise qui peuvent être mobilisés en cas d'accident radiologique ou d'acte de malveillance mettant en œuvre des substances radioactives. Ces shelters sont transportables par route, par rail, par mer et par air pour pouvoir s'adapter à toute situation d'urgence. Les différents tests de qualification de ces deux équipements ont été réalisés avec succès. Ils ont permis d'améliorer ou de valider le fonctionnement de ces nouveaux moyens de mesure pour effectuer des mesures *in vivo*.

### EDF s'équipe de la plate-forme C<sup>3</sup>X de l'IRSN

L'IRSN a signé en 2010 un contrat avec EDF pour implanter dans les centres nationaux de crise de ce dernier la plate-forme opérationnelle de calcul des conséquences radiologiques (C<sup>3</sup>X) développée par l'Institut. La plate-forme C<sup>3</sup>X comprend plusieurs modules permettant d'évaluer rapidement, en cas d'accident conduisant à des rejets radioactifs, la dispersion atmosphérique des polluants, les dépôts sur les sols et les

conséquences pour l'homme et l'environnement. Un module cartographique permet de représenter les résultats obtenus. Dans le cadre de ce contrat, l'IRSN met à la disposition d'EDF les logiciels de la plate-forme C<sup>3</sup>X ainsi que le logiciel

ScenarX dédié à la préparation et à l'animation d'exercices de crise. Afin d'accompagner EDF dans la prise en main de cette plate-forme, l'IRSN forme les utilisateurs de ces outils et assure la maintenance de la plate-forme. ■

### EN SAVOIR PLUS

## OPAL, un outil cartographique de sensibilisation aux questions postaccidentelles

L'IRSN et le groupe permanent pour le postaccident de l'Anccli ont travaillé en 2010 à la définition d'un outil de sensibilisation des acteurs locaux à la gestion postaccidentelle après un rejet accidentel de matière radioactive.

Baptisé OPAL, cet outil permettra aux Cli, après avoir choisi un site, un type d'accident et certains paramètres environnementaux (météorologie, etc.), de disposer de cartes des conséquences postaccidentelles du rejet de substances radioactives. Pour cela, OPAL traitera des principaux types d'accidents susceptibles de se produire dans les installations nucléaires françaises.

Les données obtenues à l'aide de cet outil pourront être utilisées par un système d'information géographique et être, ainsi, croisées avec des informations concernant les territoires contaminés, détenues par les entités locales. Les Cli pourront alors établir des cartes permettant aux acteurs concernés de prendre conscience des questions posées par une éventuelle situation postaccidentelle dans leur région.

# +04

Organisation par l'IRSN et le CEA, à Paris, du deuxième séminaire international MELODI, qui a réuni plus de 200 scientifiques et spécialistes de l'exposition à de faibles doses de rayonnements ionisants, venus du monde entier dans l'objectif d'établir un consensus scientifique pluridisciplinaire sur les choix sous-tendant le futur agenda stratégique européen de recherche dans ce domaine.



PARIS, FRANCE | 18-20 OCTOBRE 2010

# + EFFICIENCE



PILOTAGE ET FONCTIONNEMENT .....	<b>P. 88</b>
PATRIMOINE IMMOBILIER .....	<b>P. 89</b>
RESSOURCES HUMAINES .....	<b>P. 90</b>
HYGIÈNE, SÉCURITÉ ET PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT .....	<b>P. 92</b>
POLITIQUE QUALITÉ .....	<b>P. 93</b>

## PILOTAGE ET FONCTIONNEMENT

# Renforcer l'efficacité

Après plusieurs années consacrées à la mise en place de ses outils de pilotage et de fonctionnement, l'IRSN a mené en 2010 des actions destinées à renforcer son efficacité, au service des engagements qu'il a pris envers l'État lors de la préparation de son contrat d'objectifs 2010-2013.

Afin de renforcer son efficacité par un management de ses ressources humaines et une gestion administrative exemplaires, l'IRSN a lancé un programme dénommé AMELIS d'optimisation de ses fonctions de support. Il s'agit, en particulier, de rendre les processus supports plus simples, plus fluides et plus lisibles, d'adapter les ressources humaines et financières aux objectifs visés et de faire évoluer les organisations en conséquence.

Six projets structurants ont ainsi été définis pour aboutir à des plans d'action sectoriels dans les domaines suivants : ressources humaines, systèmes d'information, achats, délais de paiement des fournisseurs, ventes et contrôle de gestion.

Ils ont par exemple abouti à la révision de l'organisation de la formation, ou encore à la création d'un comité d'investissement chargé de valider les projets d'investissement significatifs.

Enfin, la création d'une *business unit* (BU) « dosimétrie », en janvier 2010, a répondu à l'objectif d'adapter cette activité de vente de prestations au marché concurrentiel dans lequel elle est exercée. Cette BU constitue désormais un centre de profit autonome dont le pilotage stratégique est assuré par un conseil auquel participent la direction générale, la direction opérationnelle ainsi que les directions de support de l'IRSN concernées par l'activité. Elle s'est attachée en 2010 à améliorer l'efficacité des relations avec ses clients et la qualité du service rendu à ces derniers.

### Préparation du contrat d'objectifs 2010-2013

L'année 2010 a été consacrée à l'élaboration du contrat d'objectifs État-IRSN 2010-2013, qui définit pour quatre ans les engagements de l'Institut à l'égard de l'État. Ce deuxième contrat d'objectifs confirme la crédibilité de l'Institut et cadre l'action

qu'il mène aux plans national et international en vue de continuer à faire avancer la sûreté, la sécurité et la radioprotection.

Les engagements de l'IRSN sont structurés selon quatre axes stratégiques de progrès :

- la recherche et l'excellence scientifique ;
- l'apport aux pouvoirs publics et aux clients ;
- le renforcement de la transparence et l'ouverture à la société ;
- la contribution à la diffusion de la culture de sûreté, de radioprotection et de sécurité aux plans européen et international.

Ces axes sont déclinés en termes opérationnels dans les différents domaines de compétence de l'Institut et leur exécution s'appuie sur un pilotage renforcé de celui-ci :

- des orientations programmatiques et l'adaptation des ressources financières nécessaires au maintien d'un juste équilibre entre recherche et expertise ;
- une politique de ressources humaines attractive visant à assurer la disponibilité des compétences nécessaires à l'accomplissement des missions ;
- une gestion économique, financière et patrimoniale optimisée dans un contexte institutionnel contraint ;
- un mode de gouvernance maîtrisé et visible dans une perspective de progrès continu. ■

## PATRIMOINE IMMOBILIER

# Une gestion immobilière rationnelle, économique et sécurisante

Afin de planifier la gestion de son patrimoine immobilier, l'IRSN a réalisé un schéma pluriannuel de stratégie immobilière qui programme les actions à mettre en œuvre à court et moyen termes.



■ Vue du bâtiment nouvellement acquis par l'Institut à Fontenay-aux-Roses (Hauts-de-Seine).

Le schéma pluriannuel de stratégie immobilière élaboré par l'Institut, proposé à ses tutelles et à son conseil d'administration, visait un triple objectif : le renforcement de la sécurité de ses activités et de ses personnels, l'optimisation des implantations de l'IRSN ainsi que la réduction de ses coûts d'exploitation.

Défini en 2009, il envisageait notamment la réhabilitation et la mise en conformité de certains bâtiments, pour des raisons de sécurité. Le schéma immobilier prévoyait également l'acquisition et la construction de bâtiments afin de regrouper diffé-

rentes unités et de libérer des bâtiments, conformément à la politique immobilière de l'État. En 2010, l'IRSN a été amené à revoir son schéma pluriannuel de stratégie immobilière, afin de prendre en compte les décisions relatives au projet prises par ses tutelles en cours d'année :

- choix de scénario de démolition et de reconstruction de deux bâtiments situés à Fontenay-aux-Roses (Hauts-de-Seine), et financement du projet par recours à l'emprunt ;
- report des transferts des équipes du CEA et de l'IRSN sur leurs sites respectifs ;

- repli, sur le périmètre de l'ancien site historique de l'OPRI, des activités pratiquées par l'IRSN sur le site du Vésinet (Yvelines) de manière à libérer l'emprise permettant l'opération d'aménagement local prévue par la municipalité (projet de construction d'un « écoquartier »).

Le nouveau périmètre du schéma immobilier a conduit au lancement, en 2010, d'un nouveau « programme » cohérent avec les décisions indiquées. Ce dossier sera présenté au conseil d'administration de l'Institut vers le milieu de l'année 2011. ■

RESSOURCES HUMAINES

# Gérer les compétences et les carrières dans une situation de plein emploi pour l'Institut

La politique de gestion des ressources humaines de l'IRSN a pour objectif d'anticiper ses besoins en compétences afin qu'il soit à même de s'acquitter de ses missions. Elle entend également favoriser le développement des compétences individuelles et l'accompagnement des parcours professionnels avec la volonté d'améliorer les conditions de travail des salariés de l'Institut.

Pour la première fois depuis sa création, l'Institut a vu en 2010 l'ensemble des postes vacants pourvus et ses effectifs au complet après le recrutement, sur deux ans (2009-2010), de 180 personnes en contrat à durée indéterminée. Cette situation résulte notamment d'une politique très volontariste de recrutement menée depuis plusieurs années, qui s'est traduite en particulier par la participation de l'IRSN à différents forums de l'emploi et par le développement d'échanges avec l'enseignement supérieur

afin de promouvoir les missions et les réalisations de l'Institut. Elle est également le fruit d'un ensemble d'actions destinées à améliorer les conditions de travail à l'Institut et à fidéliser ainsi ses salariés, grâce à un statut social consolidé et des dispositifs de rémunération globale (plan d'épargne entreprise, intéressement, plan d'épargne collectif pour la retraite, etc.).

## Poursuite de la démarche de gestion prévisionnelle des emplois et des compétences

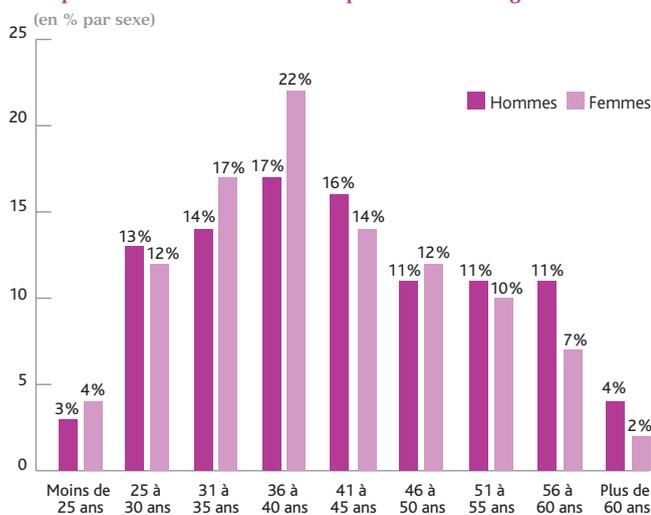
L'objectif de la démarche de gestion prévisionnelle des emplois et des compétences (GPEC) engagée par l'IRSN est double : il s'agit, d'une part, de pouvoir disposer d'outils permettant d'anticiper les besoins de compétences à moyen et long termes, et d'autre part, de proposer aux salariés des parcours professionnels clairement identifiés afin qu'ils appréhendent mieux les différentes possibilités d'évolution de carrière.

Dans ce cadre, l'année 2010 a été consacrée à l'achèvement de la cartographie des métiers et des compétences : plus de 150 métiers ont été décrits, un répertoire des compétences associées à ces métiers a été créé et les salariés ont été répartis dans les différents métiers. Désormais, l'Institut dispose d'une cartographie complète de ses emplois qu'il pourra mettre au service de sa stratégie et de ses priorités, telles que définies dans son contrat d'objectifs

**1,67<sup>M€</sup>**  
alloués aux frais pédagogiques.  
(1,99 en 2009)

**5547**  
participations à une formation.  
(4181 en 2009)

### Répartition hommes/femmes par tranche d'âge



2010-2013. Cette cartographie contribuera également à l'évolution du plan à moyen et long termes, en cohérence avec ce deuxième contrat d'objectifs.

### Deuxième édition du baromètre interne

En septembre 2010, l'IRSN a mené l'enquête relative à son deuxième baromètre interne. Adressée par courriel aux salariés de l'Institut, celle-ci comprenait davantage de questions liées aux conditions et à l'ambiance de travail que la première enquête de 2007. Avec un taux de participation de 57 % (contre 52 % lors de la précédente édition), les principaux résultats révèlent une évolution par rapport au baromètre précédent.

En effet, les points forts demeurent, notamment le management direct, les conditions de travail et la formation offerte. Des progrès sensibles apparaissent également dans la perception de la rémunération (47 % des personnes satisfaites contre 32 % en 2007), de la stratégie de l'IRSN, de son image externe, aux plans tant national qu'international, et dans la confiance des salariés en l'Institut. Des points d'insatisfaction demeurent, cependant, en matière de carrière et des interrogations persistent quant à l'organisation générale de l'Institut, concernant notamment la répartition des rôles entre la filière hiérarchique, la filière expert, les chefs de projet et les responsables de processus qualité.

### Accord sur la grille de classification de rémunération des non-cadres

Le 2 décembre 2010, un accord sur la grille de classification de rémunération des non-cadres a été signé avec l'ensemble des organisations syndicales. Cet accord permet notamment de mettre en cohérence les grilles de rémunération des cadres et des non-cadres. Il repose sur le principe d'une annualisation des mesures individuelles pour tous les salariés. Il prévoit par ailleurs de faire bénéficier les salariés d'un revenu mensuel plus important, grâce à la mensualisation du treizième mois, à l'intégration de la prime de productivité ainsi qu'à la mise en place de mesures transitoires dont l'effet est rétroactif au 1<sup>er</sup> janvier 2010. Enfin, des mesures particulières ont été prises afin d'améliorer la situation des salariés recrutés avant le mois de juin 2003 et dont le déroulement de carrière, du fait du dispositif alors en vigueur au CEA, était moins favorable que celui de l'accord d'entreprise de l'IRSN signé la même année.

### LA PAROLE À...

**Patricia de la Morlais,**  
directrice des ressources humaines de l'IRSN



#### « En matière de ressources humaines, nous avons débuté l'année 2010 avec des effectifs

au complet : cette situation de plein emploi, inédite pour un institut encore jeune, implique des évolutions en matière de gestion des ressources humaines. En effet, si notre principal objectif était jusqu'à présent de pourvoir les postes vacants par la mobilité tant externe qu'interne, nous devons désormais donner la priorité aux recrutements internes et intégrer pour chaque recrutement, qu'il soit interne ou externe, les perspectives d'évolution des programmes de l'Institut.

C'est à ce titre que notre politique de ressources humaines est partie prenante de la stratégie de l'IRSN, et c'est dans ce cadre que nous avons préfiguré le déploiement de la politique de gestion

prévisionnelle des emplois et des compétences. Par ailleurs, nous avons mené en 2010 un projet relatif à la création d'une université interne, dont le premier module, concernant l'analyse de sûreté, devrait être expérimenté en 2011. Dans le même temps, nous avons développé de nouveaux outils, qui seront disponibles début 2011. Il s'agit d'offrir aux salariés, à chaque étape de leur carrière, des entretiens adaptés. Ils pourront ainsi disposer d'un support de réflexion en fonction de leurs projets. Enfin, l'année 2010 s'est terminée par la signature unanime de deux accords importants, l'un visant à harmoniser les pratiques de l'Institut en matière de rémunération des cadres et des non-cadres, et l'autre jetant les bases d'un travail collectif autour du stress et de la qualité de vie au travail. Autant d'avancées qui permettent d'asseoir la politique de développement des ressources humaines de l'IRSN, de la faire vivre et d'imaginer déjà l'Institut de demain. »

### Accord sur la prévention du stress et la qualité de vie au travail

Le 3 décembre 2010, un deuxième accord portant sur la prévention du stress et la qualité de vie au travail a été unanimement signé. Il marque la volonté commune des représentants syndicaux de l'IRSN et de la Direction de travailler ensemble à la mise en place d'actions destinées à améliorer les conditions et l'organisation du travail. Parmi les actions engagées figurent l'éla-

boration d'une charte des bonnes relations au travail, la création d'un observatoire chargé de suivre, au travers d'indicateurs, l'évolution de la qualité de vie et du stress, et de proposer des actions de prévention individuelles ou collectives, des formations destinées aux managers, une sensibilisation du personnel et une enquête menée par le médecin du travail. Cet accord, signé pour trois ans, donnera lieu à un bilan permettant d'adapter, le cas échéant, les dispositifs mis en place. ■

## HYGIÈNE, SÉCURITÉ ET PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

# Consolider la sécurité et le développement durable

Dans le domaine de l'hygiène, de la sécurité et de la protection de l'environnement, l'année 2010 a été marquée par la formalisation de politiques en matière de protection de l'information, de sécurité des systèmes d'information et de développement durable.

### Protection de l'information et sécurité des systèmes d'information

Une grande partie des informations traitées par l'IRSN, qu'elles soient à caractère scientifique, technique ou personnel, sont des informations sensibles au sens où leur divulgation pourrait créer un préjudice important non seulement à l'Institut, mais aussi à ses partenaires. Afin de garantir la confidentialité de ces informations et l'intégrité des systèmes informatiques qui les supportent, l'IRSN a formalisé, au mois de février 2010, les pratiques déjà en place dans ce domaine par une politique de protection de l'information. Celle-ci précise les principes à respecter ainsi que les dispositions à mettre en œuvre pour ce qui concerne l'information des personnels amenés à détenir des informations sensibles. La politique de protection des informations de l'IRSN est déclinée suivant deux axes: d'une part, la protection des informations et, de l'autre, la sécurité des systèmes d'information. Chacun d'eux traite de manière spécifique la protection des informations et des systèmes sensibles, classés ou non au titre de la défense nationale. La déclinaison de la politique de sécurité des systèmes d'information a conduit à la rédaction de nouvelles procédures prévoyant notamment, pour tout nouveau projet informatique de l'IRSN, la réalisation d'analyses des risques relatifs à la sécurité ainsi qu'un dispositif d'homologation des systèmes traitant des informations classées pour des raisons de défense nationale. Chaque année, la protection des informations sensibles, classées pour des raisons de défense nationale ou non, fait l'objet de formations dispensées aux personnels nouvellement recrutés ainsi que de rappels aux personnels plus anciens (rappel



■ L'IRSN a renforcé sa politique de sécurité des systèmes d'information.

des menaces et des règles de protection). De même, dans le cadre d'une campagne de mise en cohérence de la culture de sécurité avec les dispositions prévues par la politique de sécurité des systèmes d'information (PSSI), l'IRSN a organisé, en 2010, 60 sessions de formation auprès de l'ensemble du personnel.

### Mise en place de la politique de développement durable

Après une année 2009 consacrée à la réalisation d'un diagnostic en matière de développement durable, l'année 2010 a vu l'élaboration et la formalisation d'une politique de l'Institut dans ce domaine. Un projet de politique a été rédigé par le groupe de réflexion sur le développement durable à partir des axes de travail déterminés dans le diagnostic: compétence, emploi,

formation; relation de l'homme au travail et participation, implication et motivation du personnel; environnement et pollution; politique d'achat.

Ce projet, soumis à l'avis du personnel, a recueilli 65% d'avis favorables. Quelques suggestions ont été formulées et prises en compte: plan de déplacements interentreprises; réduction des consommations énergétiques; préservation de la biodiversité; intégration de critères environnementaux et sociaux dans la politique d'achat.

Ce travail a abouti à un document de politique en faveur du développement durable, validé en décembre, qui décrit les responsabilités de l'IRSN engageant l'Institut ainsi que ses salariés en matière d'environnement et de maîtrise des risques, de responsabilité sociale, d'achats et de ventes responsables. ■

## POLITIQUE QUALITÉ

# Au service des missions de l'IRSN

Faciliter l'exercice des missions qui lui sont confiées comme l'atteinte des objectifs qu'il se fixe au moyen d'une démarche d'amélioration continue, telle est la finalité de la politique qualité de l'IRSN.

## Certification ISO 9001 renouvelée

Certifié en 2007 en référence à la norme ISO 9001, l'IRSN a fait l'objet en 2010 d'une évaluation en vue du renouvellement de cette certification. Au cours du mois de juin, les auditeurs de l'organisme certificateur LRQA ont rencontré les équipes IRSN de Cadarache (Bouches-du-Rhône), du Vésinet (Yvelines), de Saclay (Essonne) et de Fontenay-aux-Roses (Hauts-de-Seine) afin d'évaluer la conformité des processus du système de management par la qualité (SMQ) de l'Institut à la version 2008 du référentiel ISO 9001. Lors de cet audit, ils n'ont relevé aucune non-conformité et ont estimé en conclusion que « le système [est] fonctionnel. Il est utilisé comme un véritable outil de pilotage. Une nette progression a été observée dans l'appropriation du système par les personnes interviewées depuis 2007 ». Aussi la certification ISO 9001 de l'IRSN a-t-elle été renouvelée jusqu'en juillet 2013. Ce résultat a nécessité un long travail de préparation qui a mobilisé toutes les équipes de l'Institut, afin notamment de prendre en compte l'évolution du référentiel de la version 2000 à la version 2008.

## Système de management amélioré

Le 18 octobre 2010, lors d'une réunion de son comité de management par la qualité, l'IRSN a validé les axes de son nouveau « projet qualité ». La période 2010-2014 sera notamment mise à profit pour simplifier le système actuel et en accroître l'efficacité. L'objectif est de faire du SMQ un outil de gestion efficace des changements internes ou externes en cours ou à venir. Pour y parvenir, le projet 2010-2014 se décline en deux volets. Le premier, intitulé *Des processus au service des clients et de la performance de*

*l'Institut*, a donné lieu au lancement en 2010 du projet d'élaboration d'un dispositif global d'écoute des clients externes de l'Institut. Celui-ci doit permettre d'apprécier la satisfaction des clients à l'échelon de tout l'Institut et non plus des seules unités, afin, lorsque nécessaire, d'envisager de façon globale les améliorations à apporter à la situation existante. Le second volet vise l'évolution à moyen terme du système actuel vers un système de management « qualité, sécurité et environnement », en intégrant notamment le développement durable. Dans ce même esprit d'écoute et de prise en compte des attentes de ses clients, l'IRSN a mené, en mai et juin 2010, sa première enquête de satisfaction auprès de ses clients internes. Cette enquête, adressée par

courriel à 99 managers, portait sur les processus de support. 50 % des destinataires y ont répondu, avec un taux moyen de satisfaction de 83 %.

Les résultats de cette enquête ont permis de dégager des pistes d'amélioration destinées à être mises en œuvre dès 2011. ■

# 10

laboratoires  
accrédités selon  
la norme  
ISO 17025.

(10 en 2009)



■ La certification ISO 9001 a été renouvelée jusqu'en juillet 2013.

# GLOSSAIRE

## A

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

**AIEA** : Agence internationale de l'énergie atomique.

**Alpha (symbole  $\alpha$ )** : 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.

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

**ASN** : Autorité de sûreté nucléaire.

**Assemblage combustible** : ensemble de crayons de combustibles reliés par une structure métallique, utilisé dans les réacteurs nucléaires.

**ASTEC** : *Accident SOURCE-TERM Evaluation Code*.

**ASTRID** : *Advanced Sodium Technological Reactor for Industrial Demonstration* – projet de réacteur à neutrons rapides prototype refroidi au sodium (RNR-Na).

## B

**BECARRE** : essais de dégradation de barres de commande en carbure de bore et relâchements associés.

**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  $\beta$ )** : 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.

**BRGM** : Bureau de recherches géologiques et minières.

## C

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

**Cassure double brin** : cassure complète d'une molécule d'ADN.

**CATHARE** : code de calcul avancé de thermohydraulique pour l'étude du comportement des réacteurs à eau sous pression en situation accidentelle.

**CLIGEET** : Commission locale d'information auprès des grands équipements énergétiques du Tricastin.

**CIPR** : Commission internationale de protection radiologique.

**Cli** : Commission locale d'information.

**Corium** : amas de combustibles et d'éléments de structure du cœur d'un réacteur nucléaire fondus et mélangés, pouvant se former en cas d'accident majeur.

**Criticité (risques de)** : risques associés aux réactions en chaîne non maîtrisées dans des matériaux fissiles.

## D

**DSND** : délégué à la sûreté nucléaire et à la radioprotection pour les activités et installations intéressant la défense.

**DOE** : *Department of Energy* – ministère de l'énergie (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.

## E

**ENEA** : agence nationale italienne pour les nouvelles technologies, l'énergie et le développement économique durable.

**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.

**EPICUR** : étude physicochimique de l'iode confiné sous rayonnement.

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

**EPS** : étude probabiliste de sûreté.

**ERMSAR** : *European Review Meeting on Severe Accident Research*.

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

**EURATOM** : communauté européenne de l'énergie atomique.

**ExPRI** : exposition de la population aux rayonnements ionisants – système pérenne d'information sur l'exposition médicale des patients aux rayonnements ionisants.

## G

**Gamma (symbole  $\gamma$ )** : 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.

**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.

**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.

## I

**IFREMER**: Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer.

**InVS**: Institut national de veille sanitaire.

**IPPE**: *Institute for Physics and Power Engineering* (Russie).

**IRPhE**: *International Reactor Physics Experiments Evaluation*.

**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 1 200 isotopes créés artificiellement.

**ISTC**: *International Science and Technology Center* (Russie).

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

## 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

**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.

**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.

## N

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

**NRD**: niveaux de référence diagnostique.

**NSC**: *Nuclear Safety Center* – centre de sûreté nucléaire (Chine).

## O

**OCDE**: Organisation de coopération et de développement économiques.

**OMS**: Organisation mondiale de la santé.

**ONERA**: Office national d'études et recherches aérospatiales.

## P

**PCRD**: programme-cadre pour la recherche et le développement technologique (Union européenne).

**PICSEL**: propagation de l'incendie de combustibles solides dans un environnement laboratoires et usines.

**PRISME**: propagation de l'incendie lors de scénarios multilocaux élémentaires.

**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-Na**: réacteur à neutrons rapides refroidi au sodium.

## S

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

**SCANAIR**: système de calcul et d'analyse d'accident d'injection de réactivité, développé par l'IRSN.

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

**SYMBIOSE**: *System Approach for Modelling the Fate of Chemicals in Biosphere and Ecosystems* – plate-forme logicielle permettant de simuler l'impact sur l'homme d'une contamination radioactive dans l'environnement.

## 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.

**TSO**: *Technical Safety Organisation* – organisme technique de sûreté.

**TSN**: loi relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire.

## X

**Xénobiotique**: substance chimique étrangère à l'organisme et possédant des propriétés toxiques.

## Z

**ZIRA**: zone d'intérêt pour une reconnaissance profonde.

**Zone non saturée**: zone du sous-sol comprise entre la surface du sol et la surface d'une nappe libre.

Pour plus d'informations, vous pouvez également consulter le glossaire sur Internet: [www.irsn.fr](http://www.irsn.fr)

## COORDINATION ÉDITORIALE ET RÉALISATION

Direction de la stratégie, du développement et des partenariats,  
avec le soutien d'Anne-Marie GIRARDIN (Troiscube).

## COMITÉ DE PILOTAGE

Marc-Gérard ALBERT  
Michel BAUDRY  
Bernard CHAUMONT  
Patrice DESCHAMPS  
Emmanuelle MUR

François ROLLINGER  
Nathalie RUTSCHKOWSKY  
Édouard SCOTT de MARTINVILLE  
Véronique ROUYER  
Sylvie SUPERVIL

## COMITÉ ÉDITORIAL

**Animation et coordination : Valérie MARCHAL**

Jocelyne AIGUEPERSE  
Marie-Pierre BIGOT  
Françoise BRETHERAU  
Stéphanie CLAVELLE  
Patrick COUSINOU  
Véronique DELACOURT  
Aleth DELATTRE  
Didier DEMEILLERS  
Arielle DREYFUSS

Agnès DUMAS  
Dominique FRANQUARD  
Bernard GOUDAL  
Jean JALOUNEIX  
Pascale MONTI  
Jean-Luc PASQUIER  
Christine THARAUD  
Jean-Luc SCHWALLER

## 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 29 mars 2011.

## CONCEPTION GRAPHIQUE ET RÉALISATION

meanings

## TRADUCTION

Provence traduction

## IMPRESSION

Fot

## CRÉDITS PHOTO

Olivier Seignette/Mikael Lafontan : pages 11, 25, 48, 59, 60, 71, 77, 78, 80, 81, 85, 86, 91, 92 – Biosphoto/Michel Gunther : page 69 – Noak/le Bar Floréal : pages 12, 27, 40, 58, 89, 70 – Antoine Devouard : page 12 – Dean Calma/AIEA : page 64 – Stéphane Jungers : pages 28, 39, 41, 47, 52, 59 – Areva/Jean-Marie Taillat : page 63 – Istock : page 32 – Jean-Pierre Copitet/IRSN : page 34 – Ludivine Gilli/IRSN : page 31 – I. Duhamel/IRSN : page 44 – S. Fauvel/IRSN : page 49 – P. Briole/IRSN : page 53 – Gagan Singh/IRSN : page 22 – IBRAE : page 36 – Laurent Stefano : pages 45, 52, 59, 83 – Magali Delporte/IRSN : page 66 – Charlotte Mattéi/IRSN : page 4 – Marine Nationale : page 54 – Marine Nationale/Robert Dal Soglio : page 56 – C. Jandaureck/Cadam/CEA : page 55 – CEA : pages 46, 57 – Thinkstock : page 35 – EDF-Médiathèque/ Fabrice Arfaras : page 39 – EDF-Médiathèque/Alexis Morin : page 40 – Luc Benevello : pages 6, 7, 9, 16 – Cyrille Dupont : page 16 – RA Port Minimes Yves Ronzier : page 75 – IRSN : pages 10, 43, 61, 65, 67, 71, 73, 74, 76, 77, 80, 84 – TN International : page 43 – Tim Laman/Gettyimages : page 68 – Xavier Bellanger : page 79

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



**IRSN**

INSTITUT  
DE RADIOPROTECTION  
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

**Siège social**  
31, avenue de la Division Leclerc  
92260 Fontenay-aux-Roses  
RCS Nanterre B 440 546 018

**Téléphone**  
+33 (0)1 58 35 88 88

**Courrier**  
BP 17  
92262 Fontenay-aux-Roses Cedex

**Site Internet**  
[www.irsn.fr](http://www.irsn.fr)

**IRSN**

INSTITUT  
DE RADIOPROTECTION  
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

*Faire avancer la sûreté nucléaire*

2010

CAHIER FINANCIER



# SOMMAIRE

**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**





# Rapport de gestion

## PERSPECTIVE D'ENSEMBLE

L'année 2010 a été marquée par :

- l'augmentation de la subvention pour charges de service public versée par le ministère chargé de l'écologie (MEDDTL) au titre du programme 190, à hauteur de 7 millions d'euros. Cette augmentation répond à l'accroissement des besoins de financement des opérations de démantèlement pour 5,2 millions d'euros d'une part, à la dérive des coûts de rénovation du réacteur expérimental CABRI à hauteur de 1,8 million d'euros d'autre part ;

- l'augmentation conjoncturelle des ressources propres de l'Institut provenant essentiellement des activités à caractère industriel et commercial réalisées en France et à l'étranger ;

- l'atteinte d'une situation de plein emploi en matière d'effectifs, après plusieurs années où l'IRSN subissait une très forte concurrence de la part des opérateurs du secteur nucléaire ;

- la dérive importante sur le coût des travaux de l'installation CABRI, qui excède de 7,3 millions d'euros le montant budgété dans la révision du mois de juin 2010 (décision modificative n° 2), et la perte sur l'exercice de la recette d'EDF de 2 millions d'euros, compte tenu des retards dans la réalisation du projet ;

- l'incident survenu sur le site de l'entreprise Feursmétal, dont les conséquences financières peuvent être évaluées, à ce stade, à environ 15 millions d'euros, et dont une partie pourrait être imputée à l'Institut. Une provision de 5 millions d'euros figure dans l'arrêté des comptes 2010 à cet effet ;

- la condamnation de l'Institut à réaliser des travaux de dépollution sur son site du Vésinet, à la suite d'un sinistre environnemental dont le coût est évalué à 2,5 millions d'euros. Ces dépenses sont provisionnées dans les comptes depuis plusieurs années et la charge sur 2010 est de l'ordre de 1,5 million d'euros ;

- le remboursement, par le fonds dédié au démantèlement, des travaux réalisés sur les années 2007, 2008 et 2009 pour un montant de 9,1 millions d'euros.

L'exécution budgétaire 2010 comprenait un vaste programme d'investissements d'un montant de 46,7 millions d'euros, après intégration des opérations reportées de l'année précédente, avec, en particulier, la première tranche du projet immobilier de l'Institut, qui a fait l'objet d'un financement par voie d'emprunt à hauteur de 16,7 millions d'euros.

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 2011 (EPRD), à hauteur de 19,2 millions d'euros.

## ÉQUILIBRE BUDGÉTAIRE

Exécution (en M€)	2008 <sup>(1)</sup>	2009	2010	Évolution 2010/2009
Total ressources	255,2	283,0	316,4	+ 11,8 %
Total dépenses	281,2	301,8	312,9	+ 3,7 %
<b>SOLDE DE GESTION</b>	<b>- 26,0</b>	<b>- 18,8</b>	<b>3,5</b>	<b>- 118,7 %</b>

(1) L'exercice 2008 comporte une réduction exceptionnelle de 15 millions d'euros, correspondant à l'apurement de la régularisation de la TVA à hauteur de 20 millions d'euros, d'une part, et à un abondement spécifique sur le fonds dédié au démantèlement de 5 millions d'euros, d'autre part.

L'exécution 2010, comme celle des années précédentes, laisse apparaître une balance budgétaire optiquement amplifiée par le report d'investissements, pour un montant de 19,2 millions d'euros. Par ailleurs, l'intégration des reports d'investissements de l'année précédente minore l'exécution budgétaire propre à l'exercice. Un retraitement approprié fait apparaître la situation suivante :

Exécution retraitée (en M€)	2009	2010
Solde réel	- 18,8	3,5
Report 2008	10,2	-
Report 2009	- 14,5	14,5
Report 2010	-	- 19,2
<b>SOLDE DE GESTION RETRAITÉ</b>	<b>- 23,1</b>	<b>- 1,2</b>

L'année 2010 présente les caractéristiques suivantes :

- le respect des équilibres de l'EPRD approuvé par le conseil d'administration ;
- un taux de réalisation du budget de 93,5 % (contre 93,6 % en 2009), soit un écart de 21,6 millions d'euros, dont 19,2 millions d'euros correspondent à des décalages dans la réalisation de certains investissements. Hors décalage, le taux de réalisation des dépenses serait de 99,3 % contre 98,1 % en 2009.

## ANALYSE DU COMPTE DE RÉSULTAT

### Les produits

Exécution (en M€)	2008	2009	2010	Évolution 2010/2009
Chiffre d'affaires	31,8	37,7	39,2	+ 4,0 %
Subventions	195,5	216,5	230,6	+ 6,5 %
Autres produits d'exploitation	4,0	7,6	8,1	+ 6,8 %
S/T produits exploitation	231,2	261,8	277,9	+ 6,1 %
Produits financiers	3,7	1,4	0,3	- 76,1 %
Produits exceptionnels	6,4	9,1	11,2	+ 22,1 %
<b>TOTAL</b>	<b>241,3</b>	<b>272,3</b>	<b>289,4</b>	<b>+ 6,3 %</b>

Au cours de l'exercice, les produits enregistrés par l'Institut ont globalement progressé de 6,3 %.

- Les produits d'exploitation sont en hausse de 16,1 millions d'euros par rapport à l'exercice précédent (+ 6,1 %) avec :
  - 225,8 millions d'euros au titre de la subvention pour charges de service public versée par le MEDDTL. La dotation totale perçue dans le cadre du programme 190 s'élève à 243,8 millions d'euros, dont 18 millions d'euros s'imputent en subven-

tion d'investissement ;

- 3,4 millions d'euros au titre de la convention avec le ministère chargé de la défense dans le cadre du programme 212, en hausse de 0,3 million d'euros par rapport à 2009 ;
- 1,4 million d'euros au titre d'autres subventions en provenance des collectivités locales, en hausse de 0,5 million d'euros par rapport à 2009 ;
- 39,2 millions d'euros de ressources propres résultant d'activités d'expertise, de cofinancements sur des programmes de recherche ou d'autres prestations de services, en hausse de 4,0 %. Les principaux facteurs d'évolution entre

Exécution (en M€)	2008	2009	2010	Évolution 2010/2009
Prestations catalogue	9,5	10,9	11,7	+ 7,5 %
R&D et études cofinancées	10,0	13,6	11,7	- 13,5 %
Prestations et études non cofinancées	6,2	7,1	10,0	+ 40,4 %
Autres prestations	6,1	6,2	5,8	- 5,8 %
<b>TOTAL</b>	<b>31,8</b>	<b>37,7</b>	<b>39,2</b>	<b>4,0 %</b>

2009 et 2010 concernent :

- pour les prestations catalogue, l'activité de dosimétrie (+ 1 million d'euros à 9,3 millions d'euros en 2010) ;
- pour les études cofinancées, la contribution EDF sur le projet CABRI (- 2 millions d'euros à 3 millions d'euros en 2010) ;
- pour les prestations et études non cofinancées, les prestations internationales (+ 2,4 millions d'euros à 3,7 millions d'euros en 2010) ;
- pour les autres prestations, les refacturations de personnels mis à disposition (- 0,6 millions d'euros à 5,2 millions d'euros) ;
- 8,1 millions d'euros de produits divers d'exploitation, contre 7,6 millions d'euros en 2009. Ces produits comprennent principalement les redevances liées à la propriété industrielle de 0,1 million d'euros (stables), des produits divers de gestion courante de 0,6 million d'euros (stables) provenant de régularisations sur les exercices antérieurs, ainsi que des reprises sur amortissements et provisions de 7,3 millions d'euros, en hausse de 0,5 million d'euros par rapport à 2009.

■ Les produits financiers, qui s'élèvent à 0,3 million d'euros, sont en très forte baisse par rapport à 2009 (- 1,1 million d'euros) en raison de la chute des taux d'intérêt sur les marchés financiers.

■ Les produits exceptionnels sont en hausse à 11,2 millions d'euros, contre 9,1 millions d'euros en 2009. Ils se composent essentiellement des subventions d'investissement virées au compte de résultat pour 9,7 millions d'euros.

### Les charges

Exécution (en M€)	2008	2009	2010	Évolution 2010/2009
Achats	116,2	132,8	136,6	+ 2,9 %
Personnel	113,6	120,0	124,2	+ 3,5 %
Impôts et taxes	9,2	12,8	13,3	+ 3,7 %
Amortissements	17,5	22,8	23,1	+ 1,1 %
Provisions	1,4	2,3	6,3	+ 173,9 %
Autres charges d'exploitation	1,2	1,6	2,2	+ 38,6 %
<b>S/T charges d'exploitation</b>	<b>259,1</b>	<b>292,2</b>	<b>305,6</b>	<b>+ 4,6 %</b>
Charges financières	0,7	0,5	1,2	+ 141,2 %
Charges exceptionnelles	0,3	0,4	0,5	+ 37,3 %
<b>TOTAL</b>	<b>260,1</b>	<b>293,1</b>	<b>307,3</b>	<b>+ 4,8 %</b>

Sur l'année 2010, les charges ont progressé de 4,8 %, soit moins que les produits.

■ Les charges d'exploitation de l'exercice s'élèvent à 305,6 millions d'euros, en hausse de 13,4 millions d'euros (+ 4,6 %).

Cette variation, qui se concentre principalement sur les postes des achats et les provisions, se décompose de la façon suivante :

- les charges de personnel augmentent de 3,5 % à 124,2 millions d'euros. L'effectif moyen réalisé sur l'année 2010 est de 1 691 ETPT<sup>(1)</sup> pour un budget de 1 679,5. Le début de l'année 2010 a été marqué par un sureffectif temporaire, qui s'est progressivement résorbé de manière à atteindre un effectif de 1 676,3 ETP<sup>(2)</sup> en fin d'année, en deçà du plafond d'emplois ;
- les impôts et taxes, d'un montant total de 13,3 millions d'euros, sont en hausse de 0,5 million d'euros ;
- la dotation aux amortissements, égale à 23,1 millions d'euros, progresse peu (+ 0,3 million d'euros). La dotation aux provisions, égale à 6,3 millions d'euros, consacrée à l'intéressement des salariés et aux provisions pour risques, affiche une croissance de 4 millions d'euros par rapport à 2009, principalement en raison de la constitution d'une provision de 5 millions d'euros dans le cadre de l'incident survenu sur le site de l'entreprise Feursmétal ;
- les achats de biens et services sont égaux à 136,6 millions d'euros et en hausse de 3,8 millions d'euros (+ 2,9 %) en raison, pour l'essentiel, de la dérive du coût des travaux sur le réacteur expérimental CABRI ;
- le poste « Autres charges » représente 2,2 millions d'euros, contre 1,6 million d'euros en 2009, et comprend principalement les frais de redevance (1,4 million d'euros).

Détail des consommations (en M€)	2008	2009	2010	Évolution 2010/2009
Achats	63,0	72,0	74,8	+ 3,9 %
Services extérieurs	35,4	40,8	41,6	+ 1,8 %
Autres services extérieurs	17,8	20,0	20,2	+ 1,2 %
<b>TOTAL</b>	<b>116,2</b>	<b>132,8</b>	<b>136,6</b>	<b>+ 2,9 %</b>

Ce tableau détaille les consommations de l'exercice en provenance de tiers, qui s'élèvent à 136,6 millions d'euros. La hausse des postes « Achats », « Services extérieurs » et « Autres services extérieurs » est respectivement de + 3,9 %, + 1,8 % et + 1,2 %. Elle résulte en particulier de la croissance du niveau de l'activité (sous-traitance, personnels intérimaires, etc.).

■ Les charges financières accusent une forte hausse de + 141 % (+ 0,7 million d'euros), passant de 0,5 million d'euros à 1,2 million d'euros. Elles correspondent essentiellement aux intérêts versés sur les emprunts contractés. La croissance de ces charges est principalement imputable au nouvel emprunt contracté pour le financement du bâtiment Triangle, dont le versement des intérêts a débuté en 2010 (0,5 million d'euros). Les autres emprunts en cours concernent le financement du siège social et de la nouvelle technologie dosimétrique.

■ Les charges exceptionnelles augmentent de 0,1 million d'euros.

(1) Équivalents temps plein travaillé.  
(2) Équivalents temps plein.

## RÉSULTAT ET FINANCEMENT

Résultat et financement (en M€)	2008	2009	2010	Évolution 2010/2009
Bénéfice (+) / perte (-) comptable	- 18,7	- 20,8	- 17,9	- 13,8 %
Capacité (+) / insuffisance (-) d'auto-financement	- 9,3	- 10,2	- 5,6	- 45,6 %
Apport (+) / prélèvements au fonds de roulement (-)	- 26,0	- 18,8	+ 3,5	- 118,7 %

Les équilibres financiers à la clôture de l'exercice présentent les caractéristiques suivantes :

■ l'exercice 2010 se solde par un résultat déficitaire de 17,9 millions d'euros, proche de celui des années précédentes (perte de 20,8 millions d'euros en 2009 et perte de 18,7 millions d'euros en 2008). L'écart entre la prévision budgétaire révisée lors de la décision modificative n° 2, à savoir un déficit de 16,9 millions d'euros,

et les comptes arrêtés au 31 décembre 2010 est de 1 million d'euros. Cet écart s'explique principalement par une balance défavorable entre :

- une hausse des produits estimés de 3,4 millions d'euros ;
- une hausse des charges estimées de 4,6 millions d'euros.

■ L'insuffisance d'autofinancement de l'Institut, budgétée à - 4,2 millions d'euros dans la décision modificative n° 2,

s'établit à – 5,6 millions d'euros, en baisse de 1,7 million d'euros.

Cette insuffisance d'autofinancement se compense par le versement de la part subvention d'investissement (18 millions d'euros), de la subvention pour charges de service public versée par le MEDDTL, par un remboursement par le fonds

dédié au démantèlement supérieur à la prévision et par une augmentation des dettes financières de 16,7 millions d'euros destinés au financement de la première tranche du projet immobilier de l'Institut. Le tableau ci-dessous présente l'évolution du fonds de roulement, de la trésorerie et du besoin en fonds de roulement.

La ressource totale ainsi constituée finance les emplois et dégage un abondement du fonds de roulement à hauteur de 3,5 millions d'euros contre une prévision de prélèvement de 20,1 millions d'euros en juin 2010. Cette variation s'explique essentiellement par le report d'une partie du programme d'investissement à hauteur de 19,2 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€	Réalisé 2010	DM2 2010	Réalisé 2009
Apport ou prélèvement au fonds de roulement	3,5	- 20,1	- 18,8
Variation du besoin en fonds de roulement	3,9	- 7,9	- 19,0
Variation de la trésorerie	- 0,4	- 12,1	0,2
Niveau du fonds de roulement	25,3	1,7	21,8
Niveau du besoin en fonds de roulement	- 59,7	- 71,5	- 63,6
Niveau de la trésorerie	85,0	73,2	85,3
- Préfinancement du fonds dédié	3,4	-	8,6
- Niveau de trésorerie retraité	88,3	73,2	93,9

### Évolution du fonds de roulement

L'évolution du fonds de roulement prévue en juin 2010 était un prélèvement de 20,1 millions d'euros, constituée des éléments suivants :

- prélèvement au fonds de roulement CABRI..... 4,5 M€
- PHÉBUS..... 1,0 M€
- reports d'investissements 2009..... 12,2 M€
- reprise de la provision intéressement 2009..... 1,3 M€
- reprises de sources..... 1,1 M€

L'apport au fonds de roulement réalisé à fin 2010 s'élève à 3,7 millions d'euros, soit un écart de + 23,8 millions d'euros par rapport aux prévisions de juin 2010.

Cet écart se compose des éléments suivants :

- investissements 2010 non terminés, proposés au report 2011..... + 19,2 M€
- provision au titre de l'intéressement 2010..... + 1,1 M€

- écart sur le financement par le fonds dédié..... + 2,9 M€
- autres économies de fonctionnement..... + 0,4 M€

Les dépenses d'investissement ou sur projets spécifiques non terminés en 2010 font l'objet d'une proposition de report au budget 2011. 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 2010, prévu à 1,7 million d'euros dans la décision modificative n° 2, est réalisé à 25,3 millions d'euros.

### Évolution de la trésorerie

Le niveau de trésorerie s'élève à 85,0 millions d'euros à fin 2010, pour une prévision de 73,2 millions d'euros en juin 2010.

Il est quasi stable par rapport à son niveau

de fin 2009 (85,2 millions d'euros), sous les effets conjugués de la hausse du fonds de roulement et de la variation du besoin en fonds de roulement.

La trésorerie, comme le fonds de roulement, est impactée par le décalage de remboursement des opérations d'assainissement et de démantèlement par le fonds dédié. Ainsi, 6,2 millions d'euros de financements prévus en DM2 2010 concernaient les coûts de démantèlement de PHÉBUS, dont 3,4 millions d'euros de dépenses ont été exécutées alors qu'elles ne seront remboursées par le fonds dédié sur justificatifs que lors de l'exécution 2011. En conséquence, la trésorerie et le fonds de roulement de l'IRSN supportent le préfinancement des opérations de démantèlement, compte tenu de ce 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 – 59,5 millions d'euros à fin 2010, pour une prévision de – 71,5 millions d'euros. L'augmentation du besoin en fonds de roulement de 3,9 millions d'euros par rapport à 2009 s'explique par une augmentation des actifs d'exploitation (en particulier des créances d'exploitation) de 7,4 millions d'euros, plus rapide que l'augmentation des dettes d'exploitation (+ 3,4 millions d'euros).

## ANALYSE DU BILAN

### Le passif

■ Avec un résultat de – 17,9 millions d'euros, la situation nette se réduit, à 37,5 millions d'euros contre 55,4 millions d'euros en 2009. La subvention d'investissement augmente de 8,2 millions d'euros, évoluant de 67,3 millions d'euros à 75,5 millions d'euros. Par ailleurs, les provisions pour risques et charges diminuent de 1 million d'euros, pour s'établir à 71 millions d'euros au 31 décembre 2010. Cette baisse résulte de deux évolutions contraires : l'augmentation des provisions pour risques (+ 5 millions d'euros) en raison de la comptabilisation d'une provision pour couvrir le risque induit par l'incident survenu sur le site de l'entreprise Feursmétal ; la diminution des provisions pour charges (– 6 millions d'euros). Les capitaux permanents de l'Institut sont en baisse et

s'élèvent à 184,1 millions d'euros, contre 194,7 millions d'euros en 2009.

■ Les dettes augmentent significativement à 135,4 millions d'euros contre 119 millions d'euros en 2009, sous l'effet conjugué de la hausse des dettes à court terme et surtout de celle des dettes à long et moyen termes. Ces variations concernent les dettes aux fournisseurs (+ 3,2 millions d'euros), les dettes fiscales et sociales (+ 1,3 million d'euros), les autres dettes (– 1,1 million d'euros) et les dettes financières (+ 12,9 millions d'euros), qui consolident des remboursements de capital sur les emprunts en cours à hauteur de 3,7 millions d'euros et la mise en place d'un nouvel emprunt auprès du Crédit Agricole. Celui-ci, d'un montant de 16,7 millions d'euros sur une durée de vingt-cinq ans, est destiné au

financement des travaux immobiliers sur le site de Fontenay-aux-Roses et à l'acquisition du bâtiment Triangle.

### Actif

– L'actif immobilisé net baisse à 182,9 millions d'euros (– 1,2 million d'euros), les amortissements ayant progressé plus vite en 2010 (+ 22,9 millions d'euros) que les acquisitions d'immobilisations (+ 21,7 millions d'euros).

■ L'actif circulant progresse à 136,6 millions d'euros (129,6 millions d'euros en 2009), résultant essentiellement de la hausse du poste « Créances d'exploitation » pour 4,8 millions d'euros. Par ailleurs, le niveau des liquidités baisse très légèrement, de 85,2 millions d'euros au 31 décembre 2009 à 85 millions d'euros au 31 décembre 2010.

## CONCLUSION

Le budget 2010 a été exécuté dans le respect des équilibres présentés au conseil d'administration.

Le fonds de roulement, abondé de 3,5 millions d'euros, s'élève à 25,3 millions d'euros à la fin de l'exercice 2010.

Il convient de signaler que le montant des prélèvements 2011 prévu par l'EPRD

est de 0,6 million d'euros (reprises de sources), auxquels s'ajoutent des dépenses différées de 20,3 millions d'euros au titre de l'intéressement des salariés (1,1 million d'euros) et du report des investissements non terminés (19,2 millions d'euros). Le solde disponible de 4,5 millions d'euros permet de couvrir

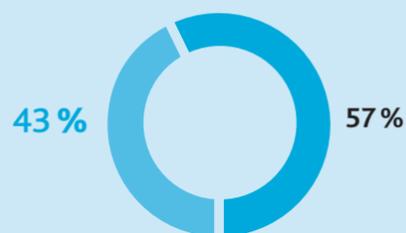
le premier recours à la provision constituée pour faire face aux conséquences de l'incident survenu sur le site de l'entreprise Feursmétal : à ce titre, 2,1 millions d'euros seront versés début 2011, à la suite de la décision du tribunal de grande instance de Paris du 25 janvier 2011.

# Bilan

## ACTIF

En euros	Brut	Amortissements et provisions (à déduire)	2010 Net	2009 Net	2008 Net
Immobilisations incorporelles	20 741 718,26	15 339 630,63	5 402 087,63	5 152 254,53	3 254 384,31
Immobilisations corporelles	299 015 905,44	130 784 936,07	168 230 969,37	166 660 722,33	127 259 750,21
Immobilisations financières	9 273 132,97	–	9 273 132,97	12 264 531,14	5 115 702,80
<b>Actif immobilisé</b>	<b>329 030 756,67</b>	<b>146 124 566,70</b>	<b>182 906 189,97</b>	<b>184 077 508,00</b>	<b>135 629 837,32</b>
Stocks et en-cours	–	–	–	–	–
Avances et acomptes versés sur commandes	128 584,85	–	128 584,85	626 921,85	431 094,07
Créances d'exploitation	51 504 408,85	27 331,59	51 477 077,26	43 650 599,73	46 709 534,13
<i>dont créances clients</i>	34 830 393,58	27 331,59	34 803 061,99	28 411 055,33	30 497 436,91
<i>dont autres créances</i>	16 674 015,27	–	16 674 015,27	15 239 544,40	16 212 097,22
Créances diverses	–	–	–	3 689,80	3 689,80
Valeurs mobilières de placement	76 706 174,36	–	76 706 174,36	77 925 874,35	75 854 958,53
Disponibilités	8 244 314,03	–	8 244 314,03	7 403 786,48	9 297 888,40
Charges constatées d'avance	–	–	–	–	–
<b>Actif circulant</b>	<b>136 583 482,09</b>	<b>27 331,59</b>	<b>136 556 150,50</b>	<b>129 610 872,21</b>	<b>132 297 164,93</b>
<b>TOTAL GÉNÉRAL</b>	<b>465 614 238,76</b>	<b>146 151 898,29</b>	<b>319 462 340,47</b>	<b>313 688 380,21</b>	<b>267 927 002,25</b>

### Détail de l'actif



Actif immobilisé **182,90 M€**  
Actif circulant **136,60 M€**

### Actif circulant

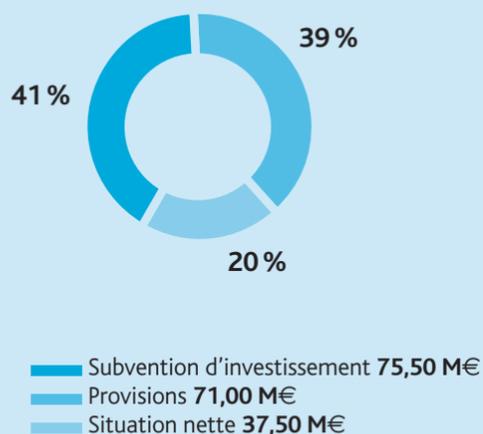


Trésorerie **84,90 M€**  
Créances clients **34,80 M€**  
Créances diverses **16,70 M€**

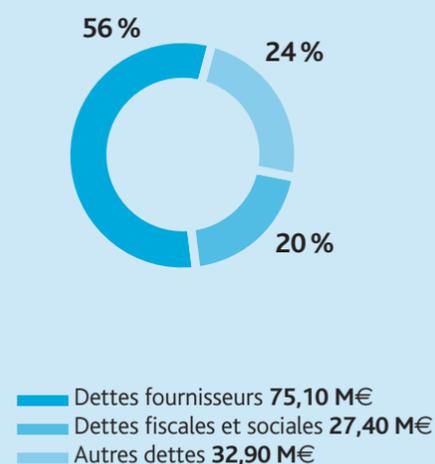
## PASSIF

En euros	2010	2009	2008
Dotations	4 183 945,65	4 183 945,65	4 183 945,65
Réserves	90 783 098,42	90 783 098,42	90 783 098,42
Report à nouveau	- 39 524 209,85	- 18 724 287,79	-
Résultat de l'exercice (bénéfice ou perte)	- 17 930 305,13	- 20 799 922,06	- 18 724 287,79
Situation nette	37 512 529,09	55 442 834,22	76 242 756,28
Subventions d'investissement	75 534 368,49	67 282 860,81	50 013 274,68
<b>Capitaux propres</b>	<b>113 046 897,58</b>	<b>122 725 695,03</b>	<b>126 256 030,96</b>
Provisions pour risques	6 052 933,75	2 666 100,00	1 978 000,00
Provisions pour impôts	-	-	177 000,00
Provisions pour charges	64 951 818,22	69 321 702,00	33 294 000,00
<b>Provisions pour risques et charges</b>	<b>71 004 751,97</b>	<b>71 987 802,00</b>	<b>35 449 000,00</b>
Emprunts et dettes auprès des établissements de crédit	24 101 127,54	11 056 525,76	14 429 135,32
Emprunts et dettes financières divers	-	190,50	190,50
Dettes fournisseurs et comptes rattachés	75 129 356,62	71 948 636,59	58 826 534,14
Dettes fiscales et sociales	27 383 713,64	26 111 320,17	24 015 522,27
Autres	-	-	-
Dettes sur immobilisations et comptes rattachés	4 650 730,31	6 045 394,01	7 197 842,14
Autres dettes	4 145 762,81	3 812 816,15	1 752 746,92
<b>Dettes</b>	<b>135 410 690,92</b>	<b>118 974 883,18</b>	<b>106 221 971,29</b>
<b>TOTAL GÉNÉRAL</b>	<b>319 462 340,47</b>	<b>313 688 380,21</b>	<b>267 927 002,25</b>

### Capitaux permanents



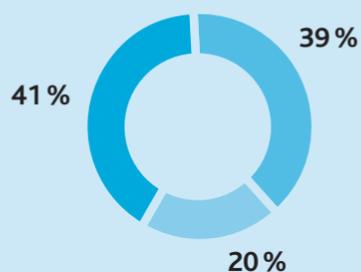
### Analyse des dettes



## PASSIF

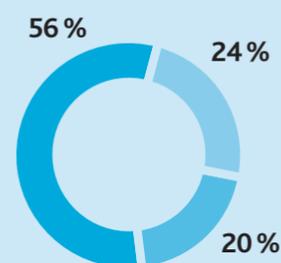
En euros	2010	2009	2008
Dotation	4 183 945,65	4 183 945,65	4 183 945,65
Réserves	90 783 098,42	90 783 098,42	90 783 098,42
Report à nouveau	- 39 524 209,85	- 18 724 287,79	-
Résultat de l'exercice (bénéfice ou perte)	- 17 930 305,13	- 20 799 922,06	- 18 724 287,79
Situation nette	37 512 529,09	55 442 834,22	76 242 756,28
Subventions d'investissement	75 534 368,49	67 282 860,81	50 013 274,68
<b>Capitaux propres</b>	<b>113 046 897,58</b>	<b>122 725 695,03</b>	<b>126 256 030,96</b>
Provisions pour risques	6 052 933,75	2 666 100,00	1 978 000,00
Provisions pour impôts	-	-	177 000,00
Provisions pour charges	64 951 818,22	69 321 702,00	33 294 000,00
<b>Provisions pour risques et charges</b>	<b>71 004 751,97</b>	<b>71 987 802,00</b>	<b>35 449 000,00</b>
Emprunts et dettes auprès des établissements de crédit	24 101 127,54	11 056 525,76	14 429 135,32
Emprunts et dettes financières divers	-	190,50	190,50
Dettes fournisseurs et comptes rattachés	75 129 356,62	71 948 636,59	58 826 534,14
Dettes fiscales et sociales	27 383 713,64	26 111 320,17	24 015 522,27
Autres	-	-	-
Dettes sur immobilisations et comptes rattachés	4 650 730,31	6 045 394,01	7 197 842,14
Autres dettes	4 145 762,81	3 812 816,15	1 752 746,92
<b>Dettes</b>	<b>135 410 690,92</b>	<b>118 974 883,18</b>	<b>106 221 971,29</b>
<b>TOTAL GÉNÉRAL</b>	<b>319 462 340,47</b>	<b>313 688 380,21</b>	<b>267 927 002,25</b>

### Capitaux permanents



■ Subvention d'investissement **75,50 M€**  
 ■ Provisions **71,00 M€**  
 ■ Situation nette **37,50 M€**

### Analyse des dettes



■ Dettes fournisseurs **75,10 M€**  
 ■ Dettes fiscales et sociales **27,40 M€**  
 ■ Autres dettes **32,90 M€**

# Compte de résultat

En euros	2010	2009	2008
Travaux de recherche	11 743 488,82	13 569 471,06	11 165 866,34
Prestations de services	21 667 148,27	18 145 983,08	14 937 300,43
Autres prestations	5 797 319,53	5 996 863,90	5 720 848,65
<b>Montant net du chiffre d'affaires</b>	<b>39 207 956,62</b>	<b>37 712 318,04</b>	<b>31 824 015,42</b>
Subventions d'exploitation	230 576 638,37	216 500 738,38	195 447 206,52
Reprises sur amortissements et provisions	7 326 896,29	6 835 490,36	3 270 980,62
Subventions d'investissement virées au compte de résultat de l'exercice	9 748 492,32	7 928 749,89	6 286 126,30
Transferts de charges	98 755,67	147 682,24	128 863,34
Autres produits	665 373,17	596 141,76	553 067,57
<b>Produits d'exploitation</b>	<b>287 624 112,44</b>	<b>261 792 370,78</b>	<b>231 224 133,47</b>
Consommations de l'exercice en provenance de tiers	136 551 172,79	132 765 002,38	116 148 653,80
Impôts, taxes et versements assimilés	13 264 085,43	12 795 271,46	12 373 634,74
Charges de personnel	124 213 013,06	119 962 166,29	110 426 772,00
Dotations aux amortissements et aux provisions	29 385 527,00	25 143 505,80	18 924 712,32
Autres charges	2 205 994,59	1 582 253,46	1 179 411,04
<b>Charges d'exploitation</b>	<b>305 619 792,87</b>	<b>292 248 199,39</b>	<b>259 053 183,90</b>
<b>RÉSULTAT D'EXPLOITATION</b>	<b>- 17 995 680,43</b>	<b>- 30 455 828,61</b>	<b>- 27 829 050,43</b>
Produits de participation	-	-	-
Autres intérêts et produits assimilés	21 153,87	26 886,07	24 566,87
Différences positives de change	95 672,34	92 325,73	38 754,50
Produits nets sur cessions de valeurs mobilières de placement	208 778,61	1 243 941,94	3 627 624,62
<b>Produits financiers</b>	<b>325 604,82</b>	<b>1 363 153,74</b>	<b>3 690 945,99</b>
Intérêts et charges assimilées	882 065,05	471 602,42	564 466,81
Différences négatives de change	298 456,82	17 844,88	153 739,95
Charges nettes sur cessions de valeurs mobilières de placement	-	-	-
<b>Charges financières</b>	<b>1 180 521,87</b>	<b>489 447,30</b>	<b>718 206,76</b>
<b>RÉSULTAT FINANCIER</b>	<b>- 854 917,05</b>	<b>873 706,44</b>	<b>2 972 739,23</b>
<b>RÉSULTAT COURANT</b>	<b>- 18 850 597,48</b>	<b>- 29 582 122,17</b>	<b>- 24 856 311,20</b>
Produits des cessions d'éléments d'actif	73 040,85	-	-
Subventions d'investissement non étalées	-	-	46 879,34
Sur opérations de gestion	1 339 207,75	1 211 820,71	88 447,78
<b>Produits exceptionnels</b>	<b>1 412 248,60</b>	<b>9 140 570,60</b>	<b>6 421 453,42</b>
Sur opérations de gestion	372 640,25	316 223,72	222 636,97
Sur opérations en capital	1 193 16,00	42 146,77	66 793,04
Dotations aux amortissements et aux provisions	-	-	-
<b>Charges exceptionnelles</b>	<b>491 956,25</b>	<b>358 370,49</b>	<b>289 430,01</b>
<b>RÉSULTAT EXCEPTIONNEL</b>	<b>920 292,35</b>	<b>8 782 200,11</b>	<b>6 132 023,41</b>
Impôt sur les bénéfices	-	-	-
<b>RÉSULTAT DE L'EXERCICE</b>	<b>- 17 930 305,13</b>	<b>- 20 799 922,06</b>	<b>- 18 724 287,79</b>

# Soldes intermédiaires de gestion

RUBRIQUES	31/12/2010	%	31/12/2009	31/12/2008
Chiffre d'affaires	39 207 956,62	14,53	37 712 318,04	31 824 015,42
+ Subventions d'exploitation	230 576 638,37	85,47	216 500 738,38	195 447 206,52
<b>PRODUCTION DE L'EXERCICE</b>	<b>269 784 594,99</b>	<b>100,00</b>	<b>254 213 056,42</b>	<b>227 271 221,94</b>
– Consommation en provenance des tiers	136 551 172,79	50,61	132 765 002,38	116 148 653,80
<b>VALEUR AJOUTÉE</b>	<b>133 233 422,20</b>	<b>49,39</b>	<b>121 448 054,04</b>	<b>111 122 568,14</b>
– Impôts et taxes	13 264 085,43	4,92	12 795 271,46	12 373 634,74
– Charges de personnel	124 213 013,06	46,04	119 962 166,29	110 426 772,00
<b>EXCÉDENT BRUT D'EXPLOITATION</b>	<b>– 4 243 676,29</b>	<b>– 1,57</b>	<b>– 11 309 383,71</b>	<b>– 11 677 838,60</b>
+ Reprises, transferts de charges	7 425 651,96	2,75	6 983 172,60	3 399 843,96
+ Autres produits	665 373,17	0,25	596 141,76	553 067,57
– Dotations amortissements, provisions	29 385 527,00	10,89	25 143 505,80	18 924 712,32
+ Reprise sur subventions d'équipement	9 748 492,32	3,61	7 845 142,87	6 286 126,30
– Autres charges	2 205 994,59	0,82	1 582 253,46	1 179 411,04
<b>RÉSULTAT D'EXPLOITATION</b>	<b>– 17 995 680,43</b>	<b>– 6,67</b>	<b>– 22 610 685,74</b>	<b>– 21 542 924,13</b>
+ Produits financiers	325 604,82	0,12	1 363 153,74	3 690 945,99
– Charges financières	1 180 521,87	0,44	489 447,30	718 206,76
<b>RÉSULTAT COURANT AVANT IMPÔT</b>	<b>– 18 850 597,48</b>	<b>– 6,99</b>	<b>– 21 736 979,30</b>	<b>– 18 570 184,90</b>
+ Produits exceptionnels	1 412 248,60	0,52	1 295 427,73	135 327,12
– Charges exceptionnelles	491 956,25	0,18	358 370,49	289 430,01
– Impôt sur les bénéfices	–	–	–	–
<b>RÉSULTAT DE L'EXERCICE</b>	<b>– 17 930 305,13</b>	<b>– 6,65</b>	<b>– 20 799 922,06</b>	<b>– 18 724 287,79</b>

## Détail des produits (en M€)



## Produits d'exploitation (en M€)



# Rapprochement des prévisions et des exécutions

COMPTE DE RÉSULTAT en euros	Budget 2010	Réel 2010
<b>PRODUITS</b>		
Ventes de prestations	43 663 010,00	39 207 956,62
Subventions publiques	228 322 660,00	230 576 638,37
Autres produits d'exploitation	1 500 000,00	2 562 941,41
Opérations internes	12 207 000,00	17 014 429,46
<b>TOTAL DES PRODUITS</b>	<b>285 692 670,00</b>	<b>289 361 965,86</b>
<b>CHARGES</b>		
Charges de personnel	137 953 127,00	124 213 013,06
Autres charges d'exploitation	139 684 628,00	153 574 414,93
Opérations internes	25 000 000,00	29 504 843,00
<b>TOTAL DES CHARGES</b>	<b>302 637 755,00</b>	<b>307 292 270,99</b>
<b>RÉSULTAT (BÉNÉFICE)</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>RÉSULTAT (PERTE)</b>	<b>16 945 085,00</b>	<b>17 930 305,13</b>
<b>TOTAL ÉQUILIBRE DU COMPTE DE RÉSULTAT</b>	<b>302 637 755,00</b>	<b>307 292 270,99</b>

TABLEAU DE PASSAGE DU RÉSULTAT À LA CAF en euros	Budget 2010	Réel 2010
<b>RÉSULTAT</b>	<b>- 16 945 085,00</b>	<b>- 17 930 305,13</b>
+ Moins-values de cessions d'actifs	-	46 275,15
+ Dotations aux amortissements et aux provisions	25 000 000,00	29 385 527,00
- Produits issus de la neutralisation des amortissements	-	-
- Quote-part des subventions virée au résultat	3 500 000,00	9 748 492,32
- Reprises sur amortissements et provisions	8 707 000,00	7 326 896,29
<b>CAPACITÉ D'AUTOFINANCEMENT</b>	<b>- 4 152 085,00</b>	<b>- 5 573 891,59</b>

TABLEAU DE FINANCEMENT ABRÉGÉ en euros	Budget 2010	Réel 2010
<b>CAPACITÉ D'AUTOFINANCEMENT</b>	<b>- 4 152 085,00</b>	<b>- 5 573 891,59</b>
Acquisitions d'immobilisations corporelles et incorporelles	46 721 442,00	25 013 439,26
Immobilisations financières	6 300 000,00	6 239 901,46
Remboursement de dettes financières	3 815 000,00	3 768 709,08
<b>TOTAL DES EMPLOIS</b>	<b>60 988 527,00</b>	<b>40 595 941,39</b>
Subventions publiques d'investissement	17 812 440,00	18 000 000,00
Autres ressources (hors opérations internes)	6 400 000,00	9 302 758,69
Augmentation de dettes financières	16 705 000,00	16 813 120,36
<b>TOTAL DES RESSOURCES</b>	<b>40 917 440,00</b>	<b>44 115 879,05</b>
<b>APPORT AU FONDS DE ROULEMENT</b>	<b>- 20 071 087,00</b>	<b>3 519 937,66</b>

**IRSN**

INSTITUT  
DE RADIOPROTECTION  
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Siège social

31, avenue de la Division Leclerc  
92260 Fontenay-aux-Roses  
RCS Nanterre B 440 546 018

Téléphone

+33 (0)1 58 35 88 88

Courrier

BP 17  
92262 Fontenay-aux-Roses Cedex

Site Internet

[www.irsn.fr](http://www.irsn.fr)