

IRSN

INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE



Rapport annuel
2009



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

1 786 ⁽¹⁾ collaborateurs exerçant des métiers variés : spécialiste, ingénieur, médecin, agronome, vétérinaire, technicien, expert et chercheur.

Parmi eux :

- **85,5** ⁽²⁾ doctorants ;
- **28** ⁽²⁾ post-doctorants ;
- **36** docteurs d'État ou personnes habilitées à diriger des recherches.

■ Budget

301 millions d'euros ont été dépensés par l'IRSN en 2009 ⁽³⁾, dont :

45 % consacrés à la recherche ainsi qu'aux missions réglementaires d'intérêt public ;

47 % aux missions d'appui aux pouvoirs publics comme aux autorités.

(1) Cet effectif est constitué de 1 644 contrats à durée indéterminée et de 142 contrats à durée déterminée (qui incluent 77 mises à disposition et n'incluent pas 24 détachements).

(2) Valeur exprimée en équivalents temps plein travaillé.

(3) Pour plus de détails, se reporter au cahier financier.

ORGANISATION

ÉDITORIAL D'AGNÈS BUZYN ET DE JACQUES REPUSSARD _____	06
ÉDITORIAL DE MICHEL BRIÈRE _____	09
LES TEMPS FORTS _____	10
LES PRINCIPAUX RAPPORTS _____	13
L'ACTIVITÉ EN CHIFFRES _____	14
L'ORGANIGRAMME _____	16
LE CONSEIL D'ADMINISTRATION _____	18
LE COMITÉ D'ORIENTATION AUPRÈS DE LA DIRECTION DE L'EXPERTISE NUCLÉAIRE DE DÉFENSE _____	19
LE CONSEIL SCIENTIFIQUE _____	20
LE COMITÉ D'ORIENTATION DE LA RECHERCHE EN SÛRETÉ NUCLÉAIRE ET EN RADIOPROTECTION _____	21

04



22



BILAN ET PERSPECTIVES

APPROCHE STRATÉGIQUE _____	24
CONTRAT D'OBJECTIFS ÉTAT-IRSN _____	30

ACTIVITÉS

DÉFI 1

SÛRETÉ DES INSTALLATIONS EXISTANTES _____	36
1 – Suivi des installations et des transports _____	36
2 – Sûreté du combustible _____	41
3 – Vieillesse et prolongation de la durée d'exploitation _____	42
4 – Incendies et confinement _____	44
5 – Accidents avec fusion du cœur d'un réacteur _____	46
6 – Agressions externes _____	50
À propos de la défense _____	51

DÉFI 2

EXPERTISE DES INSTALLATIONS FUTURES _____	54
1 – Réacteurs de quatrième génération et cycles du combustible _____	54
2 – Stockages de déchets nucléaires en formation géologique profonde _____	55

DÉFI 3

EXPOSITION DE L'ENVIRONNEMENT ET DES POPULATIONS	58
1 – Stratégie de la surveillance de l'environnement	58
2 – Études relatives à l'environnement des sites	59
3 – Accroissement et consolidation des connaissances en radioécologie	61
4 – Offre d'une métrologie de qualité	62
5 – Radioprotection des travailleurs	63

DÉFI 4

SÉCURITÉ DES INSTALLATIONS ET DES MATIÈRES NUCLÉAIRES	66
1 – Protection et contrôle des matières nucléaires et sensibles	66
2 – Protection contre les actes de malveillance	69

DÉFI 5

RÉPONSE À LA CRISE	72
1 – Organisation de crise	72
2 – Développement d'outils	73

DÉFI 6

EFFETS DES EXPOSITIONS CHRONIQUES	76
-----------------------------------	----

DÉFI 7

PROTECTION DANS LE DOMAINE MÉDICAL	79
1 – Radiopathologie	79
2 – Radioprotection des patients	79

82



ASSURER L'EFFICACITÉ

QUALITÉ	84
HYGIÈNE, SÉCURITÉ ET PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT	85
EXCELLENCE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE	86
RESSOURCES HUMAINES	88
COMMUNICATION	90
FORMATION	92
GLOSSAIRE	94
ANNEXE	96

34



CAHIER FINANCIER EN FIN DE RAPPORT
COORDONNÉES DES SITES SUR LE RABAT





La sûreté nucléaire et la radioprotection sont des sujets techniques complexes. Pour les appréhender, nous devons pouvoir compter sur un interlocuteur compétent, transparent et à notre écoute. »

JEAN-CLAUDE DELALONDE, PRÉSIDENT DE L'ANCCLI

ÉDITORIAL D'AGNÈS BUZYN
ET DE JACQUES REPUSSARD___ 06

ÉDITORIAL DE
MICHEL BRIÈRE _____ 09

LES TEMPS FORTS _____ 10

LES PRINCIPAUX
RAPPORTS _____ 13

L'ACTIVITÉ EN CHIFFRES _____ 14

L'ORGANIGRAMME _____ 16

LE CONSEIL
D'ADMINISTRATION _____ 18

LE COMITÉ D'ORIENTATION
AUPRÈS DE LA DIRECTION
DE L'EXPERTISE NUCLÉAIRE
DE DÉFENSE _____ 19

LE CONSEIL
SCIENTIFIQUE _____ 20

LE COMITÉ D'ORIENTATION
DE LA RECHERCHE EN SÛRETÉ
NUCLÉAIRE ET EN
RADIOPROTECTION _____ 21



ÉDITORIAL D'AGNÈS BUZYN
ET DE JACQUES REPUSSARD

Faire avancer la sûreté nucléaire : un défi international au long cours, piloté par la science et les attentes de la société.

Les défis de la sûreté et de la sécurité nucléaires ainsi que de la radioprotection seront à relever tout au long de ce siècle pour que l'énergie nucléaire puisse constituer une composante durable de l'offre énergétique d'un nombre croissant d'États.

L'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire, fort de ses quelque 1800 employés, chercheurs, ingénieurs et techniciens, est aujourd'hui un acteur majeur, en France et dans le monde, au service de l'amélioration de la sûreté. Il est désormais intégré dans le réseau européen et mondial des organismes techniques de sûreté (TSO – Technical Safety Organisations). Les défis de la sûreté sont en conséquence nos défis, et c'est la science, à la base des connaissances et des compétences des experts de l'IRSN, qui est notre principal moteur de progrès.

Le progrès scientifique et technologique est à la base du développement des nouvelles générations de réacteurs développées dans des structures qui dépassent de plus en plus les frontières des États. Si, aujourd'hui,

l'actualité quotidienne nous parle des réacteurs de troisième génération, les travaux pour mettre au point ceux de quatrième génération mobilisent les chercheurs à la pointe des questions de mécanique, de physique, de thermohydraulique, etc. ITER est ainsi à la frontière entre recherche fondamentale et projet énergétique. Ces développements technologiques sont le fait des grands organismes de recherche et des industriels, qui mettent leurs forces en commun au sein de vastes projets, souvent internationaux.

Mais qu'en est-il de la sûreté ? L'accident de Three Miles Island, en 1979, puis l'accident de Tchernobyl, en 1986, ont déclenché des travaux innombrables pour faire avancer la sûreté et la protection contre les effets des rayonnements ionisants. Le comportement en situation accidentelle du combustible nucléaire, des composants essentiels des circuits des réacteurs et de leur enceinte

ont mobilisé les chercheurs, et des moyens financiers considérables y ont été investis par les États et par les industriels. De nouveaux outils de crise et d'aide à la décision pour la gestion des situations post-accidentelles ont été mis au point ainsi que des techniques innovantes de dosimétrie et de thérapie pour faire face à des scénarios d'irradiation sévère.

Tirant parti de tous ces développements, de nouveaux types de réacteurs, que l'on appelle « génération III », comme l'EPR, ont été mis au point pour atteindre des objectifs plus ambitieux en termes de comportement en situation accidentelle, de génération de déchets et d'exposition des travailleurs aux rayonnements ionisants. Ces efforts, et les résultats tangibles obtenus, sont-ils pour autant suffisants pour que l'on considère qu'aujourd'hui, on peut tourner la page de la sûreté ? Rien ne serait plus risqué !

L'acceptation sociétale du nucléaire civil suppose implicitement qu'il n'y aura plus



d'accident grave sur une chaudière nucléaire nulle part dans le monde. Or, en matière de sûreté, qui n'avance pas recule. De nouveaux domaines de recherche s'ouvrent. Par exemple, la maîtrise des phénomènes de vieillissement, des matériaux de structure, bien sûr, mais aussi des autres matériaux dont la longévité est cruciale pour la sûreté d'une centrale (câbles électriques, béton...) reste un défi scientifique à gagner si l'on veut prolonger largement la durée d'exploitation des réacteurs existants. De même, l'optimisation des politiques de gestion des déchets nucléaires suppose des avancées nouvelles dans la compréhension des effets d'expositions chroniques à de très faibles doses de rayonnements ionisants.

Relever ces défis nécessite de disposer de capacités scientifiques, de recherche et d'expertise à la pointe du progrès, rassemblées au sein de pôles scientifiques et techniques multidisciplinaires. En France, c'est à l'IRSN qu'a été attribué ce rôle de pôle scientifique et technique dédié à la sûreté, à la sécurité et à la radioprotection.

Sur la base des connaissances et des compétences scientifiques acquises par le biais des recherches ou de l'analyse du retour d'expérience du fonctionnement des installations, l'Institut apprécie la pertinence et les limites des dispositions de sûreté, de sécurité, de santé ou de radioprotection envisagées par les exploitants.

Ce travail implique, bien sûr, un dialogue de qualité avec ceux-ci, premiers responsables de la sécurité de leurs installations, et nous nous félicitons que cet esprit de dialogue, qui a toujours marqué la sûreté nucléaire française, se perpétue entre l'IRSN et les exploitants nucléaires.

Les autorités publiques, responsables de la définition des politiques de sécurité nucléaire, peuvent alors pleinement assumer leur rôle régali en prenant appui sur les résultats des expertises de l'IRSN.

Enfin, à ces trois pôles – exploitants, autorités publiques, expert national des risques – s'ajoute depuis 2006 un quatrième, celui de la société civile qui, avec un droit renforcé à l'accès à l'information des parties prenantes, contribue activement à la vigilance sur les risques. Les Commissions locales d'information et le Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire sont désormais des acteurs à part entière du dispositif français.

Un pôle de compétences en maîtrise des risques nucléaires et radiologiques agissant en harmonie avec les attentes de la société.

La capacité d'action d'un organisme de sûreté scientifique et technique tel que l'IRSN est fondée sur des moyens humains et financiers importants, et sur une infrastructure technique, adossée à une base sociétale.

Le recrutement et la formation des experts sont une préoccupation que partagent aujourd'hui tous les organismes techniques de sûreté.

Pour attirer de jeunes talents, quel meilleur atout qu'offrir la possibilité de faire de la recherche ?

Mais il faut aussi former et perfectionner à l'expertise de nouvelles générations d'ingénieurs et de chercheurs. Avec nos collègues allemands de GRS, et deux autres TSO, nous avons décidé d'unir nos moyens et de créer un institut européen de formation et de tutorat en sûreté nucléaire – European Nuclear Safety Training and Tutoring Institute – ou ENSTTI. Dès 2010, cette formation, ouverte à nos partenaires en Europe et au-delà, permettra de donner une culture commune aux futurs experts. Cet institut a vocation à devenir, avec l'appui de la Commission européenne et de l'AIEA, l'un des centres mondiaux d'excellence pour la spécialisation d'experts en sécurité nucléaire, en aval des formations universitaires, et un vecteur d'harmonisation des pratiques de sûreté à travers le monde.

La recherche en sécurité nucléaire est coûteuse, mais les initiatives pour mutualiser les coûts se sont développées : le cadre européen permet de mutualiser la recherche sur les faibles doses de rayonnements avec la nouvelle plateforme MELODI ou la plate-forme SNE-TP en matière de technologies nucléaires et de sûreté. Il en va de même pour l'optimisation, à l'échelle européenne, de l'exploitation du retour d'expérience du fonctionnement des réacteurs nucléaires, avec le projet de *Clearinghouse*, qui va se

concrétiser au plan des moyens techniques d'investigation en 2010, avec un contrat de coopération entre la Commission européenne et Riskaudit, la filiale commune de GRS et de l'IRSN.

Les investissements pour les moyens expérimentaux de sûreté nucléaire et le développement de codes de calcul sophistiqués sont très lourds. Mais, là aussi, la mutualisation est de règle, en particulier grâce aux programmes coordonnés par l'agence nucléaire de l'OCDE.

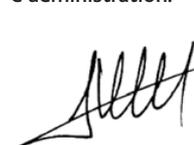
« Science sans conscience n'est que ruine de l'âme », disait Rabelais. À l'IRSN, notre conscience, qui garantit que les recherches que nous menons sont utiles, c'est précisément notre lien de responsabilité envers la société civile. Ce lien fort est illustré, notamment, au sein du comité d'orientation de la recherche (COR), mis en place en 2009 auprès du conseil d'administration de l'Institut, avec une composition pluraliste, à l'image des travaux du Grenelle de l'environnement.

Les États qui choisissent de développer l'énergie nucléaire s'y engagent de fait pour une longue durée, et doivent donc veiller, dans cette perspective de long terme, à asseoir la sûreté de leurs installations sur des compétences scientifiques et technologiques et sur une stratégie de dialogue entre chercheurs, experts, exploitants et autorités. C'est le sens du deuxième contrat d'objectifs en cours d'élaboration entre l'État et l'IRSN.

Cependant, aucun État n'est seul face à ce défi : la coopération entre les pays, et le développement des réseaux des organismes techniques de sûreté, les TSO, permettent de mutualiser les connaissances et les coûts de la recherche, et de progresser en commun vers une harmonisation des approches techniques de la sûreté. La prochaine conférence organisée par l'AIEA sur les organismes techniques de sûreté en octobre 2010, à Tokyo, permettra d'approfondir ces voies de progrès, et de renforcer l'harmonisation des approches et la mutualisation des efforts pour faire avancer la sûreté, au bénéfice de tous.

Agnès Buzyn,
présidente
du conseil
d'administration.

Jacques Repussard,
directeur général.






ÉDITORIAL DE MICHEL BRIÈRE

La sûreté et la sécurité, deux exigences complémentaires pour le développement de l'énergie nucléaire.

L'essor désormais prévisible de l'énergie nucléaire dans le monde s'accompagne d'une préoccupation internationale croissante en matière de sûreté et de sécurité nucléaires, qui visent toutes deux à prévenir les risques pouvant affecter les activités nucléaires.

Sous l'angle de la sûreté, les risques peuvent provenir d'événements externes d'origine naturelle ou industrielle ou bien d'événements internes induits par des défaillances matérielles ou humaines. La connaissance de ces risques, accessible par l'analyse systématique du retour d'expérience et, plus généralement, grâce aux progrès de la science, doit être partagée universellement pour développer la prévention au niveau international.

Sous l'angle de la sécurité, les risques résultent d'actes volontaires menés avec l'intention de nuire. Il s'agit d'actions intelligentes réalisées dans un but de vol ou de sabotage, capables de s'adapter aux paradigmes qui leur sont opposés. Ces actions ne peuvent donc qu'être présupposées par les services de l'État et, à défaut d'être épuisées par les dispositions préventives mises en place conjointement par l'État et

par l'opérateur, elles devront être traitées par la force publique.

Si les bases techniques et la finalité de ces deux approches se rejoignent, leurs problématiques sont suffisamment éloignées pour justifier des différences dans l'organisation réglementaire et dans les exigences de transparence nécessaires. C'est pourquoi, au sein de l'IRSN, les missions d'expertise des risques dans le champ de la sécurité sont confiées à sa Direction de l'expertise nucléaire de défense, qui travaille autant que nécessaire en lien avec les autres experts de la sûreté et de la radioprotection de l'Institut.

Au plan international, on assiste depuis quelques années à l'émergence d'un véritable régime de sécurité des activités nucléaires dans le monde, comme il en existe un depuis plus de trente ans pour la sûreté nucléaire. Dans ce contexte, la Direction de l'expertise nucléaire de défense de l'IRSN a largement contribué, notamment en 2009, à diffuser l'expertise française auprès de l'Agence internationale de l'énergie atomique, organisme de l'ONU chargé de préparer les recommandations et les guides de bonnes pratiques qui seront bientôt en vigueur dans le monde.

Au plan national, la rénovation du régime de sécurité des activités nucléaires s'est poursuivie cette année avec la mise en vigueur d'un nouveau décret sur la « protection des matières nucléaires, de leurs installations et de leur transport », qui renforce la prévention, en cohérence avec les dispositions adoptées en France en 2006 pour la protection des infrastructures d'importance vitale. La Direction de l'expertise nucléaire de l'IRSN a été largement engagée dans la préparation de ce décret puis, en 2009, dans l'élaboration de ses arrêtés d'application. Elle fournira son concours technique au Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité du ministère chargé de l'Énergie, qui est l'autorité compétente pour la mise en œuvre de cette réglementation, ainsi qu'au ministre de la Défense.

Michel Brière,
directeur général adjoint, délégué pour
les missions relevant de la défense.

Les temps forts



» 25 février

Signature d'un accord général de coopération en matière de sûreté et de radioprotection avec l'Ukraine par Jacques Repussard, directeur général de l'IRSN, et Olena Mykolaichuk, présidente de l'autorité de sûreté (SNRCU).

7 janvier

Signature entre l'IRSN et Météo France d'une convention-cadre de collaboration relative à la transmission et à l'échange de données climatologiques utilisées notamment pour la gestion des situations d'urgence ou pour le suivi opérationnel des transports de matières nucléaires.

26 mars

Mise en place du comité d'orientation de la recherche en sûreté et en radioprotection (COR) auprès du conseil d'administration de l'IRSN. Il est chargé de veiller à la pertinence des objectifs de recherche au regard des besoins exprimés par les pouvoirs publics, en tenant compte de l'expérience des autres pays.

3 avril

Lancement de SARNET2, programme d'activités du réseau d'excellence européen sur les accidents majeurs de réacteurs. Soutenu par l'Union européenne dans le cadre du 7^e PCRD, SARNET2 associe également des partenaires hors Union européenne tels que AECL (Canada), KAERI (Corée), NRC (États-Unis) et PSI (Suisse).

19 janvier

Lancement par l'IRSN d'une campagne institutionnelle de recrutement dans le *Monde économique*.



26 mars

Agrément par la Direction départementale du travail, de l'emploi et de la formation professionnelle (DDTEFP) des Hauts-de-Seine de l'accord handicap signé par la Direction de l'IRSN avec les organisations syndicales représentées à l'Institut.



» 9 avril

Visite à l'IRSN de Florence Mangin, ambassadrice, représentante permanente de la France auprès de l'Office des Nations unies et des organisations internationales à Vienne.

2 avril

Visite à l'IRSN de Peter B. Lyons, commissaire de l'autorité de sûreté américaine (US NRC).

10 avril

Présentation publique de la Charte d'ouverture à la société civile de l'IRSN, destinée à mieux partager avec les acteurs de la société l'évaluation des risques radiologiques et nucléaires.



» Du 5 au 10 juillet

Organisation à Cadarache (Bouches-du-Rhône) de la *Summer School* du réseau ETSO des organismes techniques de sûreté européens, opération destinée à contribuer à la formation de leurs jeunes ingénieurs.



» 22 juin

Signature par l'IRSN et le Groupe d'intervention de la gendarmerie nationale (GIGN) d'un protocole de collaboration destiné à mieux prendre en compte les menaces potentielles d'agressions sévères susceptibles d'affecter les installations et les transports nucléaires. À ce titre, les deux organismes bénéficieront mutuellement de leurs compétences et connaissances respectives en matière de protection à l'égard d'actes de malveillance.

16 avril

Signature d'un contrat de collaboration entre l'IRSN et l'Assistance publique-Hôpitaux de Paris (AP-HP), dans le cadre du protocole EPOPA de surveillance de patients surexposés au cours de traitements par radiothérapie.

10 et 11 juin

45^e réunion du Comité pour la sûreté des installations nucléaires (CSNI) de l'Agence pour l'énergie nucléaire (AEN) de l'OCDE, dont Jacques Repussard, directeur général, a pris au mois de décembre 2008 la présidence pour la période 2009-2011.

23 avril

Signature à Pékin (Chine) d'un accord de collaboration technique entre l'IRSN, représentée par Jacques Repussard, son directeur général, et M. Xing Ji, directeur général adjoint de China Nuclear Power Engineering Corporation (CNPE).

1^{er} septembre

Création par l'IRSN, le CNRS et l'université Lille 1 sciences et technologies du laboratoire *Cinétique chimique, combustion et réactivité (C3R)*, nouveau laboratoire commun d'étude de la cinétique chimique en phases gazeuse et hétérogène, de la radiochimie et de la combustion.



» 26-27 novembre

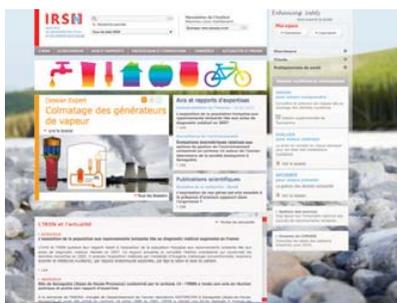
Séminaire commun entre l'IRSN et le Nuclear and Radiation Safety Center (NSC) chinois, organisé à Pékin à l'occasion du 20^e anniversaire du NSC.

23 et 29 septembre

Signature de deux conventions de partenariat entre, respectivement, l'IRSN et l'Institut national du cancer (INCa), l'IRSN et la Direction générale de la santé (DGS). Ces deux accords traduisent la montée en puissance de l'action de l'IRSN sur les sujets de radioprotection, notamment dans le domaine médical.

23 septembre

Participation de l'IRSN à un exercice conjoint AIEA-OMS de simulation d'une urgence radiologique. Celui-ci visait à tester les conditions de transport international d'échantillons de sang nécessaires à la dosimétrie biologique.



» 23 septembre

Mise en ligne du nouveau site Internet de l'IRSN, dont la refonte en profondeur vise à rendre pédagogiques les contenus diffusés par l'Institut.

7 octobre



Signature par l'IRSN et Areva NP d'un accord de développement en commun d'une configuration de simulateur correspondant au réacteur EPR de Flamanville 3. Attendue pour la fin de l'année 2010, cette configuration s'inscrit dans le cadre du projet de rénovation du simulateur, engagé en 2005 en collaboration entre les deux partenaires.

10 novembre

Signature avec le Laboratoire national de métrologie et d'essais (LNE) d'un accord de collaboration portant sur l'incendie et l'explosion.

17 novembre

Audition de l'IRSN par la commission des affaires économiques et la commission du développement durable et de l'aménagement du territoire de l'Assemblée nationale. Cette audition, relative à l'expertise de l'incident de sous-estimation des quantités de matières fissiles présentes dans des équipements à démanteler de l'atelier de technologie du plutonium (ATPu) Areva de Cadarache (Bouches-du-Rhône), s'inscrit dans le cadre du contrôle exercé par le Parlement.

Du 18 au 20 novembre

Élaboration par l'IRSN et son homologue japonais JNES, à l'occasion d'un séminaire commun, d'un nouveau cadre de collaboration dans le domaine des risques d'incendie dans les installations nucléaires.

Du 30 novembre au 2 décembre

Séminaire *Science et valeurs en radioprotection*, organisé à l'Abbaye des Vaux-de-Cernay (Yvelines), à l'initiative du Comité de radioprotection et de santé publique (CRPPH), de l'Agence pour l'énergie nucléaire (AEN) de l'OCDE, en partenariat avec l'IRSN, le Meeddm et le Centre d'étude sur l'évaluation de la protection dans le domaine nucléaire (CEPN).

Les principaux rapports

L'ensemble des rapports et publications scientifiques et techniques de l'IRSN sont consultables sur www.irsn.fr

Radioprotection de l'homme

Améliorer la sécurité des traitements en radiothérapie en développant une culture de sûreté.  Parution : mars

Mesure de la dose absorbée dans les faisceaux de photons de très petites dimensions utilisés en radiothérapie stéréotaxique.  Parution : juillet

Reconstitutions dosimétriques en neuroradiologie interventionnelle au centre hospitalier universitaire Hautepierre de Strasbourg.  Parution : septembre

La radioprotection des travailleurs : bilan 2008 de la surveillance des travailleurs exposés aux rayonnements ionisants.  Parution : novembre

Surveillance de l'environnement

Expertise globale du bilan décennal environnemental d'Areva NC – 3^e partie : réutilisation de stériles miniers dans le domaine public.  Parution : février

Surveillance de la radioactivité dans l'environnement du bassin de la Loire – Partenariat entre l'IRSN et deux Cli de la région.  Parution : mars

Étude radioécologique de l'environnement du site de Malvési – Étude complémentaire menée en 2008.  Parution : juin

Bilan sur la qualité radiologique de l'eau mise en distribution en France – 2005-2007. Réalisé par IRSN/ASN/DGS.  Parution : juin

Rapport de gestion 2008 du Réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement (RNM) – IRSN/ASN.  Parution : octobre

Bilan de la surveillance de la radioactivité en Polynésie française en 2008 : résultats des réseaux de surveillance de l'IRSN.  Parution : novembre

Point zéro radiologique dans le lagon du Taone avant la mise en exploitation de l'hôpital Jacques-Chirac de Tahiti.  Parution : novembre

Bilan de l'état radiologique de l'environnement français en 2008 : synthèse des résultats des réseaux de surveillance de l'IRSN.  Parution : décembre

Sûreté nucléaire

Rapport de sûreté des modèles de colis destinés au transport de matières radioactives (traduction française du guide européen PDSR).  Parution : juin

Enseignements tirés des incidents déclarés entre 2005 et 2008 dans les laboratoires et usines nucléaires et dans les installations nucléaires en démantèlement.  Parution : décembre

Point de vue de l'IRSN sur la sûreté et la radioprotection du parc électronucléaire français en 2008.  Parution : décembre

Réexamen de sûreté des réacteurs à eau sous pression de 900 MWe, à l'occasion de leur troisième visite décennale.  Parution : décembre

Autres

Baromètre IRSN 2009 : perception des risques et de la sécurité.  Parution : mai

Certificat d'aptitude à la manipulation des appareils de radiologie industrielle CAMARI. Rapport annuel 2008 : organisation, résultats et perspectives.  Parution : juillet

Rapport scientifique et technique 2008.  Parution : juillet

Formation à la recherche et par la recherche – Bilan 2008.  Parution : décembre

Les synthèses des rapports d'expertise présentés aux groupes permanents en 2009 sont téléchargeables depuis : www.irsn.fr > rubrique **Avis et rapports**
La liste complète de ces synthèses est consultable en page 28.

L'activité en chiffres

Recherche

45% du budget de l'IRSN consacrés à la recherche (46% en 2008).

318 communications dans des congrès (360 en 2008).

157 publications dans les revues répertoriées dans le JCR (175 en 2008).

Appui technique aux pouvoirs publics et aux autorités

47% du budget de l'IRSN consacrés aux missions d'appui technique (47% en 2008).

646 avis techniques à l'Autorité de sûreté nucléaire (709 en 2008).

93 avis techniques à l'autorité de sûreté défense (97 en 2008).

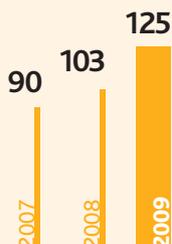
402 avis techniques à l'autorité de sécurité nucléaire (439 en 2008).

Formations

2 417 heures d'enseignement dispensées à l'extérieur (universités, écoles d'ingénieur, INSTN...) (2 170 en 2008).

Ressources humaines

Nombre de recrutements en CDI



» **Âge moyen**
40,5 ans pour les femmes.
42 ans pour les hommes.

» Répartition femmes/hommes



» Répartition cadres/non-cadres



61 293 heures de formation dispensées pour le maintien des compétences des personnels (48 357 en 2008).

Prestations

37,7 M€ de chiffre d'affaires (31,8 en 2008).

23 063 clients (21 449 en 2008).

Patrimoine intellectuel

Nombre de brevets français en vigueur (dont 2 en copropriété avec le CEA)

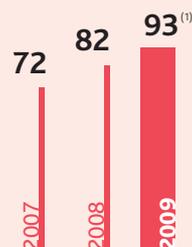


16 brevets en vigueur à l'étranger (15 en 2008).

11 logiciels et bases de données déposés à l'Agence pour la protection des programmes (APP) (6 en 2008).

International

Nombre de projets internationaux en cours



(1) Dont 22 projets européens.

187 accords bilatéraux en vigueur avec des organismes de recherche ou d'expertise de 36 pays (180 en 2008).

788 scientifiques étrangers accueillis (782 en 2008).

Diffusion des connaissances

1,7 million de pages consultées sur le site Internet de l'IRSN (1,1 en 2008).

234 000 pages consultées sur le site scientifique (205 000 en 2008).

41 avis et rapports publiés sur le site Internet de l'IRSN (17 en 2008).

30 sollicitations adressées à l'IRSN par les commissions locales d'information (40 en 2008).

16 interventions de l'IRSN dans les commissions locales d'information (20 en 2008).

2 ouvrages publiés par l'IRSN (3 en 2008).

Implantations (au 31 décembre 2009)

Région Nord : **1 316 personnes** – Région Sud-Est : **328 personnes**



Budget et répartition

Recettes

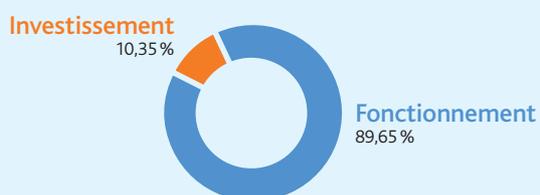
283 M€ (255 M€ en 2008).

Dépenses

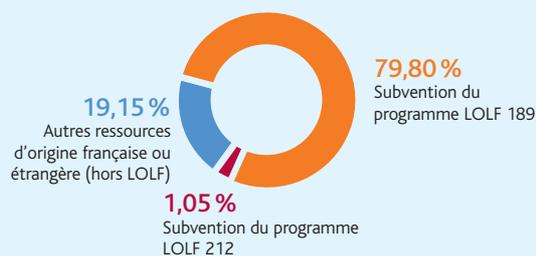
301 M€

dont 23 M€ d'investissement en équipement (281 M€ dont 35 M€ en 2008).

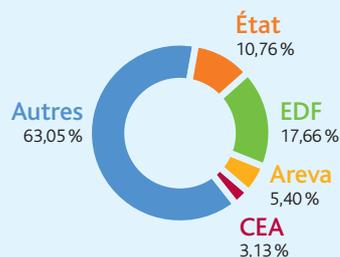
Dépenses de fonctionnement et d'investissement



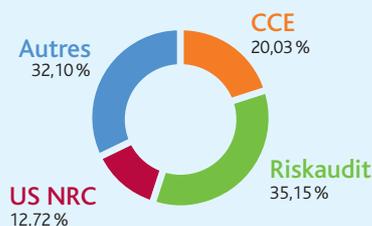
Origine du financement total



Origine du financement français (hors LOLF)



Origine du financement étranger



L'organigramme

COMITÉ DE DIRECTION (au 30 avril 2010)

Le comité de direction de l'IRSN, présidé par le directeur général, est composé de dix-huit 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.



> De gauche à droite et de haut en bas :

Jean-Bernard CHÉRIÉ et Jean-Luc PASQUIER / Thierry CHARLES, Daniel QUÉNIART et Didier CHAMPION / Didier DEMEILLERS / Michel BRIÈRE et Jacques REPUSSARD / Jean-Bernard CHÉRIÉ et Jean-Claude MICAELLI / Alain CERNES et Michel SCHWARZ / Sylvie SUPERVIL / Denis FLORY et Bruno DUFER / Didier CHAMPION, Thierry CHARLES, Jérôme JOLY et Patricia DE LA MORLAIS / Marie-Pierre BIGOT, Patrick GOURMELON et Martial JOREL.

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

Alain CERNES,
inspecteur général

Daniel QUÉNIART,
conseiller

Conseil d'administration

Agnès BUZYN,
présidente

■ Directions opérationnelles

DIRECTION DE L'EXPERTISE NUCLÉAIRE DE DÉFENSE

Jérôme JOLY, *directeur*

- > Sécurité des 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 RELATIONS EXTÉRIEURES

Sylvie SUPERVIL, *directrice*

- > Stratégie d'ensemble
- > Contrat d'objectifs
- > Animation et suivi des interfaces avec les tutelles et les principaux partenaires sur les missions d'expertise et de recherche
- > Ouverture à la société
- > Plan à moyen et long termes (PMLT)

DIRECTION DES AFFAIRES INTERNATIONALES

Denis FLORY, *directeur*

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

DIRECTION SCIENTIFIQUE

Michel SCHWARZ, *directeur*

- > Évaluation et animation scientifiques
- > Ingénierie de la connaissance scientifique et technique
- > Ressources en informations scientifiques
- > Enseignements et formations en matière de radioprotection, de sûreté et de sécurité nucléaires

DIRECTION DE LA COMMUNICATION

Marie-Pierre BIGOT, *directrice*

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

■ Directions de support

DIRECTION DES RESSOURCES HUMAINES

Patricia DE LA MORLAIS, *directrice*

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

DIRECTION DES AFFAIRES FINANCIÈRES, COMMERCIALES ET JURIDIQUES

Didier DEMEILLERS, *directeur*

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

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

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

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

AGENCE COMPTABLE

Catherine ALBARET, *agent comptable*

Le conseil d'administration

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.

PRINCIPALES RÉALISATIONS 2009

- **Approbation de la stratégie** d'évolution de la surveillance radiologique de l'environnement.
- **Adoption des règles générales** des tarifs pratiqués par l'IRSN.
- **Révision de l'organisation et des règles générales** de fonctionnement de l'IRSN.
- **Lancement du projet immobilier** de restructuration du site de Fontenay-aux-Roses.

Composition

(au 31 décembre 2009)

> DIX REPRÉSENTANTS DE L'ÉTAT

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

Régine BRÉHIER, directrice de la recherche et de l'innovation, représentant le ministre chargé de l'Environnement

Mathieu DUFOIX, chargé du bureau énergie, participations, industrie et innovation à la Direction du budget, représentant le ministre chargé du Budget

Jean-Denis COMBEXELLE, directeur général du travail, représentant le ministre chargé du Travail

Gabriele FIONI, directeur du département DGRI A2 à la Direction générale de la recherche et de l'innovation, représentant le ministre chargé de la Recherche

Patrick RENVOISÉ, inspecteur pour la sécurité nucléaire de la Délégation générale pour l'armement, représentant le ministre de la Défense

Marcel JURIE DE LA GRAVIÈRE, délégué à la sûreté nucléaire et à la radioprotection pour les activités et installations intéressant la défense

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

Stéphane NOËL, chef de la mission de sûreté nucléaire et de radioprotection

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

> SIX PERSONNALITÉS QUALIFIÉES

Agnès BUZYN, présidente du conseil d'administration, médecin et professeur d'hématologie, sur proposition du ministre chargé de la Santé

Serge AUBERT, général de division aérienne, sur proposition du ministre de la Défense

Claude BIRRAUX, président de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques

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

Jean-Claude DELALONDE, président de l'Association nationale des commissions et comités locaux d'information, sur proposition du ministre chargé de l'Environnement

Une personnalité qualifiée est en cours de nomination sur proposition du ministre chargé de l'Industrie

> 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

Bernard ABATE, contrôleur général économique et financier

Catherine ALBARET, agent comptable

Philippe BOURACHOT, secrétaire du comité d'entreprise

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

André-Claude LACOSTE, président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Laurent MICHEL, directeur général de la prévention des risques et Commissaire du Gouvernement

Jacques REPUSSARD, directeur général

4 RÉUNIONS
24 MEMBRES
MANDAT DE 5 ANS

Le comité d'orientation auprès de la Direction de l'expertise nucléaire de défense

Composition (au 31 décembre 2009)

Emmanuel SARTORIUS, président du CODEND, Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité du ministère chargé de l'Industrie

Georges-Henri MOUTON, contre-amiral, inspecteur des armements nucléaires

Rony LOBJOIT, colonel, représentant le secrétaire général pour l'administration du ministère de la Défense

François REVARDEAUX, représentant le directeur des affaires stratégiques et de sécurité du ministère des Affaires étrangères et européennes

Jean-Baptiste FLEUTOT, médecin en chef des armées, personnalité qualifiée nommée par le ministre de la Défense

Marcel JURIEU DE LA GRAVIÈRE, 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

Serge POULARD, personnalité qualifiée nommée par le ministre chargé de l'Industrie

Patrick RENVOISÉ, ingénieur général de l'armement, représentant le délégué général pour l'armement

Mathieu DUFOIX, représentant le directeur du budget

Claude AZAM, chef du service de défense, de sécurité et d'intelligence économique, représentant le Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité du ministère chargé de l'Énergie

4 RÉUNIONS
11 MEMBRES
MANDAT DE 5 ANS POUR LES
DEUX PERSONNALITÉS QUALIFIÉES

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.

PRINCIPALES RÉALISATIONS 2009

Examen sous l'angle « défense et sécurité » :

- du bilan d'activité 2008 de la DEND et du rapport annuel 2008 de l'IRSN ;
- du plan à moyen et long termes (PMLT) ;
- du programme d'activité 2010 de la DEND.

Le conseil scientifique

MISSIONS

Le conseil scientifique rend un avis sur 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.

PRINCIPALES RÉALISATIONS 2009

- **Achèvement et présentation de l'évaluation menée par le conseil sur le *Vieillessement des matériaux dans les réacteurs* (mai 2009).**
- **Lancement de deux nouvelles évaluations :**
 - méthodes d'évaluation des risques aux écosystèmes (juin 2009);
 - stratégie de surveillance de l'environnement (octobre 2009).

Composition (au 31 décembre 2009)

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, chargé de missions 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

2 RÉUNIONS PAR AN

12 MEMBRES NOMMÉS POUR 5 ANS

Le comité d'orientation de la recherche en sûreté nucléaire et en radioprotection

Pouvoirs publics

- > Un représentant de chaque ministère de tutelle
- > Un représentant de l'ASN et de la Direction générale du travail

Entreprises et associations professionnelles

- > Areva, EDF, Andra
- > Associations professionnelles : SFRO, SFRP

Salariés du secteur nucléaire

- > Un représentant pour chacune des 5 organisations syndicales nationales représentatives (CGT, CGE, FO, CFDT, CFTC)

Élus

- > 2 représentants de l'OPECST
- > 1 président de Cli
- > 2 élus des communes accueillant une installation nucléaire, proposés par l'Association des maires de France

Associations

- > 5 représentants des associations, également représentées au Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire

Personnalités qualifiées

- > Le président de l'Anccli
- > Le président du Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire
- > Le président du conseil d'administration de l'IRSN (président ès qualités du Comité d'orientation)

Organismes de recherche

- > 5 personnalités désignées par les principaux organismes de recherche concernés : CEA, CNRS, Inserm, conférence des présidents d'universités, Paristech

Personnalités étrangères

- > 4 personnalités

Personnalités présentes de droit

- > Le Commissaire du Gouvernement
- > Le Haut Commissaire à l'énergie atomique
- > Le directeur général de l'IRSN
- > Le président du conseil scientifique de l'IRSN

Ils participent de droit aux travaux du comité avec voie consultative

⊕ **Pour connaître la composition complète du comité d'orientation de la recherche (COR) en sûreté nucléaire et en radioprotection, cf. annexe en page 96 ou www.irsn.fr**

MISSIONS

Instance consultative placée auprès du conseil d'administration de l'IRSN, le COR 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.

PRINCIPALES RÉALISATIONS 2009

- **26 mars 2009** : première réunion du COR. Création d'un groupe de travail sur *la question des effets des faibles doses de rayonnements ionisants sur l'homme*, animé par Dietrich Averbeck, directeur de recherche au CNRS et représentant de la SFRP, et Monique Sené, représentante des Cli.
- **14 octobre 2009** : deuxième réunion du COR. Création d'un groupe de travail sur *la prolongation de la durée d'exploitation des réacteurs nucléaires en service*, animé par Claude Leteurre, député du Calvados.

2 RÉUNIONS

43 MEMBRES





La confrontation régulière de notre point de vue à celui d'un expert indépendant, vigilant quant à la fiabilité des installations et de l'organisation, est importante pour notre effort permanent d'amélioration de la sûreté. »

**ANNE LAUVERGEON, PRÉSIDENTE
DU DIRECTOIRE D'AREVA**

APPROCHE
STRATÉGIQUE _____ 24

CONTRAT
D'OBJECTIFS
ÉTAT-IRSN _____ 30

**BILAN ET
PERSPECTIVES**

APPROCHE STRATÉGIQUE

L'IRSN se prépare
à relever les défis
d'une nouvelle période

2009 a constitué pour l'IRSN une année charnière, marquée par l'achèvement du contrat quadriennal d'objectifs (COB) qui liait l'Institut à l'État pour la période 2006-2009 et la préparation du nouveau contrat pour la période 2010-2013. Par ailleurs, la création d'un comité d'orientation de la recherche (COR) et la préparation de celle d'une direction des affaires internationales concrétisent deux inflexions stratégiques visant, pour la première, à mener une recherche en phase avec les préoccupations de la société et, pour la seconde, à promouvoir une approche française de la sûreté nucléaire et à développer la présence de l'Institut dans le monde.

La montée en puissance de l'international

L'action de l'IRSN dans l'Union européenne s'est structurée en 2009 autour de trois priorités : le développement de cadres institutionnels, la recherche et la formation. L'Institut a ainsi proposé un statut juridique pour le réseau ETSO des organismes techniques de sûreté (TSO) européens. En matière de recherche, sa nouvelle implication concerne principalement les effets des faibles doses de rayonnements ionisants sur l'organisme, avec la participation au réseau d'excellence DOREMI et à la construction de la plate-forme MELODI, qui portera les efforts de recherche européens en la matière. Dans le domaine de la formation, l'IRSN a organisé en juillet, à Cadarache (Bouches-du-Rhône), la deuxième édition de la *Summer School ETSO/JSP*, qui a réuni 56 participants provenant de cinq TSO. Il a joué également un rôle moteur dans le projet de création de l'Institut européen de formation et de tutorat en sûreté nucléaire (ENSTTI), annoncée à Bruxelles à l'occasion du Forum EUROSAFE, les 2 et 3 novembre 2009.

Dans un cadre multilatéral, l'IRSN a apporté son soutien à l'État dans le domaine du contrôle de l'application de traités internationaux, en accompagnant des missions et en analysant les rapports adressés à l'AIEA par les pays signataires de ces traités. Le

LA PAROLE À

GUY CLAPISSON, directeur général de l'autorité de sûreté nucléaire sud-africaine, NNR



Au cours de la prochaine décennie, dans le cadre de sa politique nationale de développement de l'énergie nucléaire, l'Afrique du Sud envisage d'accroître ses capacités électronucléaires en construisant de nouvelles centrales et installations du cycle du combustible. Aussi l'autorité

de sûreté nucléaire prévoit-elle de faire de plus en plus appel à un support technique à la fois local et international, par exemple dans le cadre de la construction de réacteurs ou d'installations du cycle du combustible nucléaire sur des sites existants ou nouveaux, ou de l'acquisition, par la formation, de compétences complémentaires de contrôle réglementaire. Cela fait maintenant plusieurs années que l'IRSN apporte son assistance technique à NNR pour l'expertise de divers dossiers tels que, l'an passé, la modification des protections contre les suppressions du circuit primaire de la centrale de Koeberg, l'examen de son référentiel de gestion des accidents graves ou encore celui des anomalies de gainage d'assemblages combustibles décelées par la compagnie d'électricité sud-africaine Eskom. Au-delà de leur réactivité et de leur implication, les experts de l'IRSN nous apportent un capital large et précieux de connaissances acquises sur les installations nucléaires françaises, de conception très proche de celle des nôtres. C'est pourquoi nous pensons qu'ils vont être amenés à nous seconder toujours plus activement dans les années à venir. »

directeur général de l'Institut a, par ailleurs, pris la présidence pour trois ans du Comité sur la sûreté des installations nucléaires (CSNI) de l'Agence pour l'énergie nucléaire de l'OCDE.

Dans la perspective clairement affirmée de participer à l'amélioration de la sûreté dans le monde, l'Institut a proposé ses services, en répondant à des appels d'offres internationaux auprès d'États désireux

Localiser la distribution de l'uranium à l'échelle cellulaire permet de mieux en comprendre l'impact sur la santé humaine..

de développer ou de relancer des programmes électronucléaires (Émirats arabes unis, Jordanie, Égypte, Chine, Belgique, Royaume-Uni). Des contrats ont ainsi déjà été conclus avec l'Égypte et les Émirats arabes unis. Enfin, l'expertise de l'IRSN en matière de retour d'expérience d'exploitation des réacteurs nucléaires a amené la Commission européenne à passer un contrat-cadre avec l'Institut, associé à la GRS, afin de faire bénéficier les organismes de sûreté nucléaire des pays européens de cette expérience. Dans une perspective à plus long terme, l'Institut a poursuivi ses activités de prospection, notamment en Chine, auprès de nombreux instituts impliqués dans la sûreté nucléaire et la radioprotection, et préparé un programme d'intérêt commun avec le NSC, son homologue chinois.

Enfin, la création d'une Direction des affaires internationales début 2010 viendra renforcer la cohérence des actions de l'Institut à l'international et en accroître la visibilité.

LA PAROLE À

DENIS FLORY, directeur des affaires internationales de l'IRSN



« À l'heure où l'énergie nucléaire connaît un nouvel essor, la sûreté nucléaire doit se développer dans tous les pays qui entendent faire appel à ce mode de production d'électricité. Acteur majeur de la sûreté nucléaire et de la radioprotection, l'IRSN s'attache à marquer d'une cohérence, d'une crédibilité et d'une visibilité accrues l'ensemble de ses actions, notamment aux plans européen et international. L'intégration de la division des relations internationales et de celle du développement international au sein d'une nouvelle Direction des affaires internationales répond à cette volonté. Interlocuteur privilégié du GEIE Riskaudit, créé avec la GRS, du réseau ETSO des organismes techniques de sûreté nucléaire européens et, demain, de l'ENSTTI (*European Nuclear Safety Training and Tutoring Institute*), cette nouvelle direction portera également l'action de l'Institut en soutien de celle de l'État. Ses deux priorités : d'une part, la diffusion à l'international d'éléments de la culture de sûreté, de sécurité et de radioprotection par la coopération et la formation; d'autre part, la mise à disposition de l'expérience et de l'expertise de l'Institut dans le cadre de contrats de prestations. »

90 HOMMES.AN

CONSCRÉS AUX ACTIVITÉS INTERNATIONALES (85 en 2008).



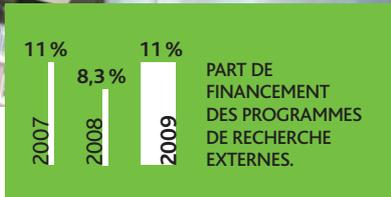
L'IRSN refonde la gouvernance de sa recherche

La pertinence de la recherche d'aujourd'hui conditionnant la qualité de l'expertise de demain, l'IRSN a fait de la cohérence entre ces deux activités un axe majeur de sa réflexion stratégique, transposée dans le futur COB 2010-2013. Dans cet esprit, l'IRSN s'est doté d'un comité d'orientation de la recherche (COR) auprès de son conseil d'administration, chargé de veiller à ce que sa recherche repose sur l'expression pluraliste des besoins futurs de l'expertise. L'Institut a par ailleurs renouvelé la composition de son comité d'éthique pour l'expérimentation animale.

Dans la perspective de son évaluation par l'Agence d'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur en 2010, l'IRSN a créé un comité de visite qui examinera, en lien avec son conseil scientifique, l'ensemble des programmes de R&D de l'Institut sur quatre ans. Pour préparer l'avenir, l'IRSN renforce ses liens avec le monde de la recherche universitaire en vue de coopérations ciblées. En 2009, il s'est attaché



La recherche doit répondre aux besoins futurs de l'expertise.



à dresser une cartographie des écoles doctorales des pôles universitaires intéressant ses activités, il a fait évoluer avec succès ses journées des thèses en les ouvrant aux universités avec lesquelles il collabore et a intensifié son activité de formation par la recherche, avec notamment le lancement de 33 nouvelles thèses. Les domaines de

recherche abordés par l'IRSN en 2009 reflètent la diversité de ses activités d'expertise : l'Institut a, notamment, participé à un groupe constitué par le ministère chargé de la Recherche afin de renforcer les études en toxicologie-écotoxicologie et présidé un groupe de travail international consacré à la recherche en matière de

RECHERCHE EN SÛRETÉ ET EN RADIOPROTECTION : L'IRSN SE DOTE D'UN COMITÉ D'ORIENTATION

L'objectif du comité d'orientation de la recherche (COR) de l'IRSN est de garantir la pertinence de la recherche en sûreté nucléaire et en radioprotection menée au sein de l'Institut. Sa composition très ouverte lui permet de croiser différents éclairages afin de s'assurer que les sujets de recherche retenus répondront le mieux possible aux besoins des pouvoirs publics et aux attentes de la société. En proposant au conseil d'administration de l'IRSN des avis en matière d'objectifs et de priorités de recherche, le COR s'inscrit en complémentarité avec le conseil scientifique, dont le rôle est d'évaluer la qualité et la pertinence scientifiques des programmes et des résultats de la recherche menée par l'Institut.

La première réunion du COR, le 26 mars 2009, sous la présidence d'Agnès Buzyn, fut l'occasion pour l'IRSN de présenter sa stratégie de recherche en développant plus particulièrement deux sujets : *les questions de sûreté liées à l'évolution des combustibles nucléaires et les effets sur la santé des faibles doses de rayonnements ionisants*. Ce second sujet a conduit à la création d'un groupe de travail, animé conjointement par Dietrich Averbeck, directeur de recherche au CNRS et représentant de la SFRP, et Monique Sené, représentante des Cli. Le groupe organisera en 2010

une réflexion, basée sur des auditions d'experts nationaux et internationaux, destinée à exprimer un avis pluraliste sur les priorités de recherche de l'Institut à moyen terme, en tenant compte de ses besoins prévisibles en matière d'expertise et des préoccupations de la société et des pouvoirs publics.

Lors de la deuxième réunion du COR, le 14 octobre, les travaux du comité ont porté sur deux questions importantes de sûreté – *l'éventuelle extension de la durée d'exploitation des réacteurs en service et la gestion des déchets radioactifs* – pour lesquelles le corpus des connaissances doit encore être développé au cours des prochaines années afin d'apporter des réponses aux préoccupations récurrentes de la société. Après avoir entendu les opinions exprimées par les différentes parties prenantes en matière de priorités de recherche, un deuxième groupe de travail, animé par Claude Leteurtre, député du Calvados, a été constitué. Il est chargé de proposer au conseil d'administration de l'IRSN, au premier semestre 2011, un avis pluraliste visant à contribuer à l'optimisation des priorités de recherche de l'Institut dans le domaine de la sûreté, sur le long terme, des installations nucléaires dont la durée d'exploitation serait prolongée significativement.

sûreté des réacteurs de quatrième génération, dans le cadre de la plate-forme européenne SNETP.

Dans une démarche d'optimisation de sa stratégie de recherche au plan international, largement fondée sur une utilisation mutualisée de moyens lourds d'expérimentation, l'IRSN a poursuivi sa réflexion relative notamment à l'étude du comportement des matériaux et des combustibles, dans les installations du centre CEA de Cadarache (Bouches-du-Rhône), et à celle des risques de criticité présentés par les futures gestions du combustible, dans les installations expérimentales à rénover du centre CEA de Valduc (Côte-d'Or).

De nouveaux accords-cadres pour resserrer les collaborations dans le domaine de l'expertise

Soucieux d'exercer dans les meilleures conditions son rôle d'expert des risques radiologiques et nucléaires, l'IRSN a intensifié en 2009 la contractualisation de ses relations avec différents partenaires. Il a, dans cet esprit, signé les 23 et 29 septembre deux accords-cadres de partenariat, destinés à faire progresser la sûreté et la radioprotection dans le milieu médical. Le premier, conclu avec l'Institut national du cancer (INCa), permet à l'IRSN de renforcer la sécurisation des traitements médicaux utilisant des rayonnements ionisants, grâce notamment à des formations effectuées dans le cadre de la « feuille de route radiothérapie » établie par le ministère chargé



La radioprotection dans le domaine médical est toujours en constante évolution.

LA PAROLE À

FRANÇOISE QUINTIN-COLONNA,
professeure, présidente du comité
d'éthique pour l'expérimentation animale



L'expérimentation animale soulève de délicats problèmes d'éthique liés non seulement à la justification des protocoles utilisés, mais plus encore à celle de l'expérimentation elle-même.

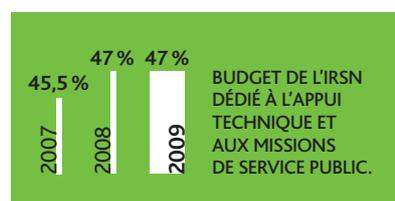
Établir le bien-fondé d'expériences qui infligent de la douleur aux animaux et conduisent souvent à les euthanasier suppose en effet un questionnement approfondi, des convictions fortes et la totale indépendance de jugement que confère le bénévolat. Si le comité d'éthique de l'IRSN, que je préside, est – comme tout comité d'éthique – une instance consultative, il n'en demeure pas moins un instrument majeur pour la gouvernance. Et tout expérimentateur qui déciderait d'en ignorer les avis s'exposerait au refus de sa hiérarchie et à l'impossibilité de publier dans les revues scientifiques, qui s'assurent que le protocole utilisé a bien été visé par le comité. Ce dernier n'est cependant pas un jury et encore moins un tribunal. Il est là pour aider l'expérimentateur, par une réflexion commune, à répondre avec pertinence à trois questions : quel est l'enjeu de mon expérimentation ? Est-elle irremplaçable ? Et si tel est le cas, quels sont les protocoles les plus compatibles avec le respect des animaux ? »

de la Santé. Il concerne, en outre, les recherches expérimentales relatives aux effets sur l'organisme des faibles doses de rayonnements ionisants ainsi qu'à la prévention des complications liées aux traitements par radiothérapie et permet désormais aux deux instituts de lancer des appels d'offres communs de recherche dans ces domaines. Au titre de l'accord signé avec la Direction générale de la santé (DGS), officialisant une collaboration de longue date, l'IRSN apportera, entre autres, un appui technique pour l'analyse d'événements, incidents ou accidents radiologiques ainsi qu'une contribution à l'élaboration de textes de nature réglementaire. L'Institut a par ailleurs signé, au sein du Comité d'animation du système d'agences (Casa) du ministère chargé de la Santé – comité dont il est membre –, une charte de qualité relative aux saisines et participe aux groupes de travail institués sous l'égide de ce comité. D'autres conventions sont entrées en vigueur en 2009, telles celles signées avec la Direction générale de l'énergie et du climat (DGEC) du Meeddm, concernant les domaines de l'environnement (appui à la DGEC pour le suivi de la convention OSPAR pour la protection du milieu marin de l'Atlantique nord-est), ou

avec Météo France, concernant la transmission et l'échange de données climatologiques utilisées en particulier pour la gestion des situations d'urgence ou pour le suivi opérationnel des transports de matières nucléaires.

La transparence, levier de progrès pour la sûreté nucléaire et la radioprotection

Accroître la transparence des travaux de recherche et d'expertise menés par l'Institut, partager les connaissances, accompagner les acteurs de la société dans la compréhension et l'évaluation des risques, tels sont les engagements pris par l'IRSN au titre de sa Charte d'ouverture à la société, rendue publique au mois d'avril 2009. Axe stratégique du COB 2006-2009, l'ouverture à la société sera également réaffirmée dans le nouveau COB, tant la vigilance citoyenne constitue une condition essen-



tielle pour renforcer la qualité de la contribution de l'Institut aux progrès de la sûreté nucléaire et de la radioprotection.

À la suite des propositions formulées par Georges Mercadal, ancien vice-président de la Commission nationale du débat public (CNDP), en réponse à une demande de l'IRSN visant à développer l'ouverture de l'Institut à la société, un dialogue technique a également été engagé sur le dossier du réexamen de sûreté des réacteurs de 900 MWe en vue de leur troisième visite décennale (VD3 900) avec le groupe dédié à la sûreté de l'Association nationale des comités et commissions locaux d'infor-

mation (Anccli). Il doit aboutir en 2010 à une réunion publique de présentation des avis de l'IRSN et de l'Anccli. Une action comparable a été engagée avec la Cli de l'usine Areva de La Hague sur un dossier de démantèlement.

Dans le même esprit, l'Institut a associé des représentants de la Cli auprès des grands équipements énergétiques du Tricastin (Cligeet) au suivi de l'étude relative à l'origine de la présence d'uranium dans la nappe alluviale du Tricastin (Vaucluse), engagée avec Areva et les DDASS de la Drôme et du Vaucluse à la suite de l'incident de rejet dans l'environnement d'effluents uranifè-

res par l'usine Socatri à l'été 2008. Les premières conclusions de cette étude ont été présentées à la Cligeet en novembre 2009. Afin de partager avec le plus grand nombre le capital de connaissances constitué au fil des ans, l'IRSN mène des actions ciblées, notamment auprès des milieux scolaires. C'est le sens des *Rencontres lycéennes de la radioprotection*, qui ont réuni en 2009 plusieurs lycées français et étrangers, et de l'élaboration d'outils pédagogiques permettant de dispenser aux élèves des notions de radioprotection.

Conscient du fait qu'il ne suffit pas d'être transparent pour répondre aux attentes de

DES SYNTHÈSES DE RAPPORTS D'EXPERTISE À TÉLÉCHARGER SUR : www.irsn.fr > RUBRIQUE AVIS ET RAPPORTS

Dans le cadre de sa mission d'appui technique à l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), l'IRSN établit des rapports d'expertise dont il présente les conclusions aux groupes permanents d'experts placés auprès d'elle et chargés de formuler des avis et recommandations destinés à éclairer ses décisions en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection. Dans un esprit de transparence, l'IRSN a engagé en 2009, en accord avec l'ASN, la mise en ligne sur son site Web des synthèses de ces rapports d'expertise, tel le rapport relatif au réexamen de sûreté des réacteurs de 900 MWe en vue de leur troisième visite décennale (VD3 900).

Rapports présentés au groupe permanent d'experts pour les réacteurs (GPR)	Date de publication
Synthèse du rapport de l'IRSN sur le réexamen de sûreté de l'installation CABRI et sur la mise en place de la nouvelle boucle à eau sous pression	Mai 2009
Synthèse du rapport de l'IRSN sur le bilan du réexamen de sûreté mené par EDF dans le cadre de la troisième visite décennale des réacteurs de 900 MWe	Juillet 2009
Synthèse du rapport de l'IRSN sur certains aspects des « accidents graves » susceptibles de survenir sur les réacteurs nucléaires à eau sous pression du parc en exploitation	Juillet 2009
Synthèse du rapport de l'IRSN sur la gestion des effluents des centrales nucléaires en exploitation, des rejets radioactifs et des rejets chimiques associés	Octobre 2009
Synthèse du rapport de l'IRSN sur l'architecture et les plates-formes de contrôle-commande du réacteur EPR en construction sur le site de Flamanville	Novembre 2009
Synthèse du rapport de l'IRSN sur les parades « voie eau » à mettre en œuvre en cas d'accident avec fusion du cœur survenant sur les réacteurs nucléaires à eau sous pression du parc en exploitation	Décembre 2009
Synthèse du rapport de l'IRSN sur les conséquences radiologiques des accidents (hors accidents avec fusion du cœur) susceptibles de survenir sur les réacteurs nucléaires à eau sous pression du parc en exploitation et sur le réacteur EPR	Décembre 2009
Rapport présenté au groupe permanent d'experts pour les transports (GPT)	
Synthèse du rapport de l'IRSN sur la sûreté du modèle de colis TN 117	Décembre 2009
Rapports présentés au groupe permanent d'experts pour les laboratoires et usines (GPU)	
Synthèse du rapport de l'IRSN sur le rapport préliminaire de sûreté de l'installation de conditionnement et d'entreposage de déchets activés (ICEDA) prévue sur le site EDF du Bugey (Ain)	Février 2009
Synthèse du rapport de l'IRSN sur la sûreté et la radioprotection de la zone de gestion des déchets radioactifs solides du CEA de Saclay (Essonne)	Avril 2009
Synthèse du rapport de l'IRSN sur la sûreté et la radioprotection de la station de traitement, d'assainissement et de reconditionnement (STAR) du CEA de Cadarache (Bouches-du-Rhône)	Août 2009
Rapport présenté au groupe permanent d'experts pour la radioprotection dans les applications médicales et médico-légales des rayonnements ionisants (GPMED)	
Rapport du groupe de travail IRSN/SFPM/SFRO <i>Mesure de la dose absorbée dans les faisceaux de photons de très petites dimensions utilisés en radiothérapie stéréotaxique</i>	Juillet 2009



Vue générale du site du Tricastin (Drôme/Vaucluse) où l'IRSN a réalisé une étude relative à l'origine de la présence d'uranium dans la nappe alluviale, étude dont les premières conclusions ont été présentées à la Cligeet en novembre 2009.

la société, l'IRSN accompagne les parties prenantes – parmi lesquelles les Cli et l'Anclci ou la communauté d'agglomération du Pays de Montbéliard – dans l'acquisition des connaissances nécessaires à leur implication et s'attache à conduire certaines études avec elles. L'année 2009 a, ainsi, vu l'achèvement de l'action pilote menée avec les Cli du bassin de la Loire sur la surveillance de la radioactivité dans l'environnement. Le rapport rédigé en commun a été largement diffusé et ses résultats ont pu être partagés et discutés avec des représentants de Cli de toute la France lors d'un séminaire organisé en juin 2009.

Enfin, à l'échelon européen, l'IRSN contribue à un ensemble de travaux tels que ceux de programme *COWAM in practice*, programme soutenu par la Communauté européenne afin de renforcer la gouvernance et la transparence des prises de décision en matière de gestion des déchets radioactifs. Également associé à certains travaux de l'Anclci et du HCTISN, dans le cadre de la transposition au domaine nucléaire des dispositions de la convention d'Aarhus, l'IRSN contribue à la montée en compétence technique des acteurs locaux et à la pédagogie relative aux déchets nucléaires, afin que les communes concernées disposent de bases techniques solides pour étayer leurs opinions.



LA PAROLE À

PIERRE MOSCOVICI, président de la communauté d'agglomération du Pays de Montbéliard



L'idée d'un projet lié à la radioprotection dans une région dénuée d'installation nucléaire peut surprendre, mais il y a plusieurs raisons à cela. Tout d'abord, en cas d'accident

nucléaire, la distance se révèle parfois une donnée moins importante que la direction du vent... et Fessenheim n'est qu'à 70 km. Ensuite, en tant que président en alternance du centre hospitalier de Belfort-Montbéliard (CHBM), je suis sensibilisé aux questions liées au radiodiagnostic et à la radiothérapie. Depuis une dizaine d'années, en effet, le service d'oncologie-radiothérapie du CHBM travaille à l'optimisation des doses administrées aux patients. Enfin, le Doubs figure parmi les 30 départements français les plus exposés au risque radon. Aussi l'existence d'une expertise locale, immédiatement mobilisable et couplée à une expertise nationale et internationale, revêt-elle pour nous une importance indéniable. Et c'est là que la coopération engagée avec l'IRSN prend sa pleine dimension, qu'il s'agisse d'éducation à la radioprotection, avec l'exposition *Vous avez dit radioprotection ?*, de préparation du territoire aux risques radiologiques, par l'implémentation de logiciels de simulation de contaminations dans le système d'information géographique de la communauté d'agglomération du Pays de Montbéliard, ou encore de formation et de recherche, grâce à l'engagement de thèses en cotutelle IRSN/université. »

CONTRAT D'OBJECTIFS ÉTAT-IRSN

Contrat quadriennal 2006-2009 : l'heure du bilan

Le premier contrat quadriennal d'objectifs État-IRSN (COB), signé le 5 juillet 2006 par les cinq ministres de tutelle de l'Institut, définit l'approche stratégique d'ensemble retenue alors pour l'exercice des missions de l'Institut et décrit dans le détail, en l'absence de plan à moyen et long termes, ses principaux objectifs scientifiques et techniques. Dernière année d'exécution de ce contrat, 2009 est l'occasion d'en dresser le bilan.

Mise en œuvre de politiques et d'outils de gouvernance et de gestion

Comme il s'y était engagé, l'IRSN a mis en place un plan stratégique à moyen et long termes, fait évoluer son système de comptabilité analytique et consolidé ses grands équilibres budgétaires. Il a formalisé ses relations avec ses partenaires institutionnels et de recherche afin de mieux répondre à l'accroissement significatif de son activité auprès d'eux.

L'Institut a, par ailleurs, fait évoluer ses offres, en particulier par la modernisation de ses prestations de dosimétrie passive des travailleurs ou le développement de formations, notamment des professionnels de la radioprotection. Dans le domaine du développement des ressources humaines, l'IRSN a tenu ses engagements par la mise en place d'une gestion prévisionnelle des emplois et des compétences, la conclusion d'un accord relatif au système de rémunération des salariés cadres, la création d'une filière « experts » et la signature d'une charte sur la mobilité des ressources humaines entre organismes. Dans le domaine de la qualité, la mise en œuvre d'un système de management par la qualité, qui a conduit à la certification ISO 9001 : 2000 délivrée le 11 juillet 2007, concrétise la volonté de l'Institut de s'engager dans une démarche d'amélioration



Les projets de recherche exploratoire se sont renforcés en 2009.

continue. Enfin, la mise en place d'un schéma directeur immobilier a permis, d'une part, le regroupement des équipes de l'Institut autour de son nouveau siège social, à Fontenay-aux-Roses (Hauts-de-Seine), et d'autre part, la réhabilitation et la mise en conformité de certains bâtiments de son patrimoine immobilier.

Développement des connaissances et optimisation des outils de recherche et d'étude

Afin de disposer en permanence de connaissances scientifiques et techniques au niveau de l'état de l'art, et dans le souci d'optimiser les outils d'étude et d'investi-



La première réunion du COR s'est tenue le 26 mars 2009.

tigation utiles à ses travaux d'expertise, l'Institut a développé des partenariats à l'échelon tant national (CNRS, Ifremer, universités, Service de santé des armées...) qu'international.

Il a en particulier contribué, en qualité de coordonnateur, à la création et au fonctionnement de réseaux scientifiques internationaux tels que SARNET, réseau d'excellence européen sur les accidents graves de réacteurs, ou le groupe d'experts de haut niveau pour une initiative stratégique européenne de recherche dans le domaine des effets sanitaires des faibles doses de rayonnements ionisants.

Par ailleurs, l'IRSN a pris, en concertation avec ses ministres de tutelle et ses partenaires (CEA, Areva, EDF), des décisions concrètes concernant le devenir des moyens lourds utilisés dans le cadre de ses programmes de recherche.

S'agissant de sa politique scientifique, l'IRSN a renforcé la formation par la recherche et mis en place un mode de sélection et de financement de projets de recherche exploratoire. Il a, en outre, formalisé la démarche interne d'évaluation scientifique de ses activités de recherche et créé,

en réponse à une demande exprimée par les ministres en charge respectivement de l'Écologie et de la Recherche, un comité d'orientation de la recherche (COR) en sûreté nucléaire et en radioprotection, ouvert aux parties prenantes et destiné tant à évaluer la pertinence des programmes de recherche de l'Institut qu'à proposer à son conseil d'administration des recommandations en matière d'objectifs et de priorités.

Optimisation et diversification de l'appui technique aux pouvoirs publics

Axe essentiel de la stratégie d'ensemble de l'Institut, l'optimisation de l'appui technique aux pouvoirs publics s'est traduite, notamment, par la mise en place concertée de programmes de travail annuels et la définition de modalités pratiques pour l'expertise de dossiers spécifiques, en particulier avec l'ASN et le DSND.

Par ailleurs, le nombre de conventions signées avec les services de l'État (Direction générale de la prévention des risques, Direction générale du travail, HFDS...) ou les organismes institutionnels (Afsset,

INRS, InVS...), auxquels l'IRSN apporte un appui technique, a augmenté de plus de 60 % sur la période d'exécution du contrat. Enfin, le champ d'activité de l'Institut en matière d'appui technique s'est élargi. La convention signée avec la Direction générale de l'alimentation (DGAL), qui figure parmi les accords les plus récents, accompagne ainsi la désignation de l'IRSN en qualité de laboratoire national de référence pour la mesure de la radioactivité dans les aliments.

Essor des activités à l'international

Le développement de l'IRSN à l'international dans les domaines de la recherche et de l'expertise a constitué l'une des priorités de son premier contrat d'objectifs. En témoignent l'extension de ses coopérations techniques – qui s'est traduite par 187 accords signés avec 97 organismes de 36 pays dont la Chine, les États-Unis, le Japon et la Russie – ainsi que le développement du réseau européen des organismes techniques de sûreté (ETSON). Ce dernier a vocation à assurer la convergence des pratiques européennes en matière de

sûreté nucléaire et à développer la coopération scientifique et technique entre ses différents membres. L'IRSN a également contribué au développement du réseau européen des autorités de sécurité et de leurs supports techniques (ENSRA). Enfin, sur la durée du contrat d'objectifs, l'Institut a participé à de nombreux travaux au sein, notamment, de l'AIEA.

Renforcement de la transparence et de l'ouverture à la société

La signature avec l'Afsset et l'Ineris d'une charte interinstituts de l'ouverture à la société, déclinée ensuite au champ d'activité de l'IRSN, illustre le renforcement de la politique de l'Institut en matière de transparence, avec l'accès de ses travaux à tous les acteurs de la société. Dans ce contexte, l'Institut a consolidé son partenariat avec les Cli et leur association nationale, l'Ancli, dans le cadre principalement d'actions menées en concertation. Il a, de surcroît, participé, à la demande des pouvoirs publics, à des groupes d'expertise pluraliste et réalisé, avec l'aide de la Commission nationale du débat public, un travail de réflexion en profondeur visant



à élargir encore l'ouverture de l'IRSN à la société.

La politique de transparence de l'Institut s'est également traduite par la création de plusieurs supports d'information pendant la durée du contrat, tels un journal à vocation à la fois interne et externe ainsi qu'une lettre d'information mensuelle à l'intention des tutelles, des parlementaires et des partenaires institutionnels de l'Institut. Utilisé chaque année par plusieurs centaines de milliers de personnes, notamment en cas d'événements appelant l'attention de l'opinion sur des questions de sûreté nucléaire ou de risque radiologique, le site Internet www.irsn.fr joue, quant à lui, un rôle croissant en tant que vecteur d'informations. Les synthèses des rapports que l'IRSN présente aux groupes permanents d'experts placés auprès de l'ASN sont désormais accessibles au public sur ce site.

Une production toujours active

Dans le cadre des missions de recherche et d'expertise de l'IRSN, les quatre années du premier contrat d'objectifs ont connu une production riche et variée, marquée par quelques grandes avancées en matière de recherche et par des travaux essentiels d'expertise ou de renforcement des missions de service public, présentées dans les rapports annuels de l'Institut.

ÉLABORATION DU CONTRAT D'OBJECTIFS ÉTAT-IRSN 2010-2013



Le premier contrat d'objectifs parvenant à échéance fin 2009, l'IRSN a engagé dès fin 2008 l'élaboration de son deuxième contrat en mettant en place une organisation interne de gestion de projet et en instaurant des échanges réguliers avec les représentants de ses cinq ministères de tutelle.

Afin de préparer ce nouveau contrat quadriennal, l'Institut s'est fondé, d'une part, sur le cahier des charges de ses ministères de tutelle et sur l'expérience acquise lors des restitutions annuelles du suivi des objectifs fixés dans le contrat

précédent, jugées trop détaillées par les représentants des tutelles. Chaque objectif fera ainsi l'objet d'un ou de quelques indicateurs, associés à des cibles et sélectionnés de façon à faciliter le suivi de l'exécution du contrat. Structuré autour de quatre axes stratégiques de progrès – recherche et excellence scientifique, appui aux pouvoirs publics et aux autorités et expertise pour d'autres clients, ouverture à la société civile et actions à l'international –, le nouveau contrat intégrera, dans une démarche de progrès continu et durable, des objectifs spécifiques en matière de pilotage de l'Institut.

QUELQUES INDICATEURS DU COB 2006-2009

		2006	2007	2008	2009
Mission de concours ou d'appui technique	Nombre d'avis techniques aux autorités de sûreté des domaines civil et défense	800	853	806	739
	Nombre de rapports réalisés en support des réunions des groupes permanents ou commissions d'experts réacteurs, usines, déchets et transports	22	21	15	15
	Nombre d'exercices nationaux de crise	15	13	12	8
	Nombre d'inspections concernant le contrôle des matières nucléaires	172	171	196	171
	Nombre d'avis techniques à l'autorité de sécurité nucléaire	311	440	439	402
Missions réglementaires de service public	Nombre de travailleurs suivis par dosimétrie externe	155 583	154 081	155 494	159 568
	Nombre de sessions de formation en radioprotection	55	104	139	192
	Nombre de points de prélèvement sur le territoire	600	600	600	600
Recherche et excellence scientifique	Nombre de publications dans des revues répertoriées dans le JCR	122	123	175	157
	Nombre de projets financés par l'ANR	4	7	13	10
Information	Nombre de communiqués de presse	9	25	35	25
	Nombre de demandes presse traitées	230	200	270	173
	Internet – nombre de demandes d'informations via la boîte contact@irsn.fr	761	936	1 148	959
Enseignement et formation professionnelle	Formation professionnelle continue : heures de formation	725	2 123	2 615	3 173
	Formation professionnelle continue : stagiaires formés	899	1 629	1 977	3 271
	Formation initiale : heures d'enseignement	700	1 100	1 384	2 417
Actions en direction de la société civile	Nombre d'interventions dans les réunions de Cli	10	10	20	16
International	Nombre d'accords	112	143	180	187
	Nombre d'organismes concernés	66	77	94	97
	Nombre de pays concernés	31	33	36	36
Ressources humaines	Effort de formation (% de la masse salariale)	4,4	4,4	4,6	5,76
	Filière « experts » créée en 2006 – nombre d'experts	29	48	48	68
Excellence scientifique et technique	Nombre de doctorants ⁽¹⁾	79	85	86	85,5
	Nombre de post-doctorants ⁽¹⁾	26	31	35	28
	Nombre de brevets déposés	2	3	2	1
Qualité	Nombre de « revues qualité »	–	30	26	26
	Nombre d'audits réalisés	19	35	32	19

(1) Valeur exprimée en équivalents temps plein travaillé.





La prise en compte des impératifs de sûreté et de radioprotection doit être une priorité dès l'amont de tout projet de recherche et développement. Membre du réseau ETSON des organismes techniques de sûreté nucléaire, l'IRSN apporte à cet égard une contribution majeure aux grands projets européens de R&D. »

RAUNO RINTAMAA, DIRECTEUR DU DÉPARTEMENT ÉNERGIE, VTT BUSINESS SOLUTIONS, MEMBRE D'ETSON

DÉFI 1
SÛRETÉ DES INSTALLATIONS
EXISTANTES _____ 36

DÉFI 2
EXPERTISE DES INSTALLATIONS
FUTURES _____ 54

DÉFI 3
EXPOSITION DE L'ENVIRONNEMENT
ET DES POPULATIONS _____ 58

DÉFI 4
SÉCURITÉ DES INSTALLATIONS
ET DES MATIÈRES
NUCLÉAIRES _____ 66

DÉFI 5
RÉPONSE À LA CRISE _____ 72

DÉFI 6
EFFETS DES EXPOSITIONS
CHRONIQUES _____ 76

DÉFI 7
PROTECTION DANS
LE DOMAINE MÉDICAL _____ 79

ACTIVITÉS



Contribuer à assurer un haut niveau de sûreté et de radioprotection dans les installations existantes jusqu'à la fin de leur vie.

SÛRETÉ DES INSTALLATIONS EXISTANTES

Renforcer le lien recherche-expertise pour faire progresser la sûreté

Comprendre en profondeur les phénomènes physiques et chimiques à l'œuvre dans le fonctionnement des réacteurs nucléaires civils, des laboratoires et des usines comme des installations de stockage de déchets permet d'expertiser, sur de meilleures bases, la sûreté de ces installations en support des pouvoirs publics. L'année 2009 a été marquée par la diversité des questions de sûreté examinées par l'Institut, en raison notamment de la création de nouveaux réacteurs – EPR à Flamanville, RJH à Cadarache, VVER de nouvelle génération à Béléné, en Bulgarie –, mais aussi de la mise en œuvre de nouveaux procédés industriels. Les travaux ont également porté sur de nouveaux colis de transport et sur le vieillissement, la mise à l'arrêt définitif ou le démantèlement d'installations anciennes telles que les réacteurs PHÉNIX, Saint-Laurent-des-Eaux A1 et A2 et Chinon A3. Dans le cadre de son assistance technique au DSND, l'IRSN a également poursuivi l'évaluation de la sûreté des systèmes nucléaires militaires ainsi que des installations nucléaires de base et des transports intéressant la défense.



Salle de commande du bâtiment des auxiliaires nucléaires pour le traitement des effluents.

1 – SUIVI DES INSTALLATIONS ET DES TRANSPORTS

En soutien à l'Autorité de sûreté nucléaire, l'IRSN assure l'expertise des dossiers relatifs à la sûreté et à la radioprotection des réacteurs, des installations du cycle du combustible et des transports de matières radioactives.

Réacteurs électronucléaires Gestion des effluents et des rejets des centrales nucléaires

L'année 2009 a vu l'aboutissement de l'évaluation par l'IRSN des dispositions, matérielles, procédurales, organisationnelles et documentaires, mises en œuvre ou envisagées par EDF en matière de gestion des effluents et des rejets des centrales nucléaires en fonctionnement normal. L'évaluation a été menée dans l'objectif de réduire ces derniers.

Le 28 mai 2009, l'IRSN a présenté ses conclusions au groupe permanent compétent placé auprès de l'ASN. L'Institut a considéré que les solutions présentées par EDF étaient globalement efficaces. Après analyse, l'IRSN a néanmoins identifié des aspects de la gestion des effluents et des rejets méritant des améliorations.

À titre d'exemple :

- la mise en œuvre d'un retour d'expérience permettant d'évaluer les volumes et les caractéristiques des effluents produits lors des opérations périodiques et récurrentes qui contribuent de manière significative à la production d'effluents ;
- la réalisation sur les sites de « bilans matières » caractérisant les quantités de substances chimiques entrantes et sortantes de l'installation pour détecter d'éventuels rejets anormaux (voir également l'encadré p. 38).

www.irsn.fr

15 RAPPORTS

RÉALISÉS EN SUPPORT DES RÉUNIONS DES GROUPES PERMANENTS OU COMMISSIONS D'EXPERTS RÉACTEURS, USINES, DÉCHETS ET TRANSPORTS (15 en 2008).

Examen de la conception et suivi de la construction du réacteur EPR

En 2009, l'IRSN a poursuivi l'examen de la conception détaillée du réacteur EPR en construction sur le site de Flamanville (Manche). En réponse à une demande de l'ASN, l'IRSN a ainsi présenté au groupe permanent compétent placé auprès de l'ASN, le 18 juin 2009, un rapport sur l'architecture et les plates-formes du contrôle-commande. L'examen technique de ces sujets, rendu complexe notamment par le recours du concepteur à de nombreux équipements informatisés, a non seulement mis en évidence la présence de dispositions contribuant à la robustesse du contrôle-commande, mais également conduit l'IRSN à identifier plusieurs points nécessitant des évolutions ou des justifications approfondies. En particulier, des mesures complémentaires permettant d'améliorer la robustesse du système ont été recommandées. Les conclusions de l'analyse réalisée par l'IRSN sont globalement cohérentes avec celles des autorités de sûreté finlandaise et américaine dans ce domaine, les différences constatées résultant essentiellement de contextes réglementaires et industriels différents. C'est notamment sur cette base que les autorités de sûreté française, finlandaise et anglaise ont publié, en novembre 2009, une déclaration commune sur la conception du système de contrôle-commande.

Le suivi de la réalisation des réacteurs est essentiel, car la démonstration de sûreté repose *in fine* sur les caractéristiques de l'installation telle qu'elle est réalisée.



Les experts de l'IRSN sont très présents sur le chantier de Flamanville.

L'IRSN est très impliqué dans le suivi de la construction du réacteur sur le site de Flamanville. Ses experts ont participé de façon systématique aux inspections menées par l'ASN sur le site au cours de l'année 2009, essentiellement consacrées au génie civil. Un certain nombre d'anomalies ont ainsi été mises en évidence par l'Institut telles que des problèmes concer-

nant les soudures de la peau d'étanchéité métallique du bâtiment du réacteur et les reprises de bétonnage. L'IRSN participe à l'analyse des écarts dans la qualité de construction et à l'évaluation des corrections apportées par EDF.

www.irsn.fr

OUVERTURE À LA SOCIÉTÉ

DIALOGUE TECHNIQUE AVEC L'ANCCLI SUR LE RÉEXAMEN DE SÛRETÉ DES RÉACTEURS DE 900 MWE



L'IRSN et le « groupe permanent sûreté » de l'Anccli ont engagé en avril 2009 un dialogue technique sur le dossier générique du réexamen de sûreté des réacteurs de 900 MWe. Cette action est l'un des « cas tests » engagés par l'IRSN pour donner suite aux recommandations de la mission de conseil de Georges Mercadal, vice-président de la Commission nationale du débat public et mandaté par celle-ci, sur « les modalités à mettre en œuvre pour renforcer la transparence des travaux de l'IRSN ».

En 2009 se sont déroulées des réunions techniques préparatoires à la réunion publique, auxquelles des représentants des Cli intéressées ont été associés. L'objectif est d'organiser avec l'Anccli, en 2010, une réunion publique au cours de laquelle les positions respectives d'EDF, de l'IRSN et de l'Anccli seront présentées et discutées. Le but plus général est que les Cli qui le souhaitent puissent bénéficier des enseignements tirés de ce travail générique afin de se saisir de futurs dossiers de réexamen de sûreté.



La centrale de Béléné (Bulgarie) comportera trois réacteurs de type VVER.

Analyse de la sûreté du projet de centrale de Béléné

En novembre 2009, l'IRSN et son partenaire allemand, la GRS, agissant pour le compte de leur filiale commune Riskaudit, ont présenté à l'autorité de sûreté nucléaire bulgare (BNRA) leur rapport d'analyse de l'ISAR (*Intermediate Safety Analysis Report*) de la future centrale nucléaire de Béléné. En 2005, la construction, sur le site de Béléné, de deux centrales électronucléaires de type VVER de nouvelle génération a été approuvée par le conseil des ministres de la République bulgare. L'autorisation de construction a cependant été subordonnée à la réalisation par l'ISAR d'une évaluation indépendante. Dans leur évaluation, l'IRSN et la GRS ont vérifié la conformité de l'ISAR aux préconisations de l'AIEA ainsi qu'aux conditions particulières imposées par la réglementation

nationale bulgare et aux bonnes pratiques à l'international. Cette analyse a été menée sur un an en trois étapes : une phase d'expertise débouchant sur un rapport intermédiaire, une phase d'étude approfondie de sujets tels que les accidents de perte de réfrigérant primaire par grosse brèche, les accidents graves ou la radioprotection, et enfin, une phase de synthèse débouchant sur des recommandations d'action. Reproductible, la méthode de travail adoptée pourra être utilisée pour toute prestation semblable à l'international.

Réacteurs de recherche Dernière campagne d'essais pour le réacteur PHÉNIX

Dans le cadre des recherches relatives aux réacteurs nucléaires de quatrième génération, le réacteur à neutrons rapides PHÉNIX



La formation des opérateurs du réacteur PHÉNIX a fait l'objet d'une évaluation par l'IRSN.

du CEA a fait l'objet, en 2009, d'une campagne d'essais de grande ampleur. Après s'être prononcé, en 2007, sur la pertinence et les principes de sûreté associés à ce programme d'essais, l'IRSN a évalué, en 2009, la sûreté de chacun de ces essais. Ces évaluations ont reposé sur l'application du concept de défense en profondeur, concept fondamental reconnu internationalement. Elles ont concerné la vérification du maintien de l'installation dans des conditions de sûreté satisfaisantes au cours des essais, la mise en place d'une organisation spécifique aux essais et la formation des opérateurs au déroulement des essais. Elles ont conduit l'exploitant à modifier le pilotage de certains essais et mis en évidence, par ailleurs, un besoin d'amélioration des outils de simulation numérique pour l'évaluation du comportement du combustible en situation accidentelle.

INTERNATIONAL

PRISE EN COMPTE DES TEMPÊTES DE SABLE DANS L'ANALYSE DE SÛRETÉ DES CENTRALES NUCLÉAIRES

À la demande de l'autorité de sûreté des Émirats arabes unis, l'IRSN a mené en 2009 une étude relative aux tempêtes de sable et de poussières, dans le cadre d'une analyse de sûreté des centrales nucléaires.

Les tempêtes de sable et de poussières peuvent constituer des agressions pour les installations industrielles situées en lisière du désert. Une telle agression pourrait affecter de façon durable et parfois grave le fonctionnement d'une centrale nucléaire : bouchage de tuyauteries et de bouches d'aération, blocage d'issues de secours, perturbation du fonctionnement des groupes électrogènes et des appareils électriques et électroniques. De ce fait, elle doit être prise en compte dans les études de dimensionnement et les analyses de sûreté. L'étude de l'IRSN s'est déroulée en trois phases : examen approfondi des caractéristiques de ces événements, analyse des conséquences possibles sur la sûreté d'une centrale et constitution d'une liste de sujets sensibles à examiner lors des analyses de sûreté.



Cycle du combustible Sûreté des laboratoires et usines

Pour les installations de type laboratoires et usines, l'année 2009 a été marquée par l'analyse de trois dossiers de réexamen de sûreté en appui aux pouvoirs publics. Les réexamens de sûreté décennaux visent en particulier à prendre en compte le retour d'expérience et le vieillissement des installations qui font l'objet à cette occasion de nombreux contrôles.

Pour le centre CEA de Cadarache (Bouches-du-Rhône), l'Institut a présenté le 24 juin 2009, devant le groupe permanent compétent placé auprès de l'ASN, les conclusions de son expertise du dossier de réexamen de sûreté concernant la station de traitement, d'assainissement et de reconditionnement (STAR), extension du Laboratoire d'examen des combustibles actifs (LECA). Cette présentation a concerné également l'avis de l'Institut sur les évolutions du domaine de fonction-

nement à venir en vue de la réalisation d'opérations de reconditionnement de nouveaux types de combustibles. Sur ces bases, le groupe permanent a donné un avis favorable à la poursuite de l'exploitation de cette installation.

L'IRSN a également réalisé l'analyse du dossier de réexamen de sûreté de l'installation d'entreposage à sec de combustibles irradiés dénommée CASCAD.

Par ailleurs, l'Institut a présenté son avis sur le dossier de réexamen de sûreté de la zone de gestion des déchets solides radioactifs du CEA de Saclay (Essonnes), en tenant compte de l'arrêt définitif, dans 10 ans, de l'exploitation de cette installation. L'Institut a estimé que dans ces conditions, les dispositions de sûreté retenues pour exploiter les ateliers étaient convenables. Les conclusions de l'IRSN ont été présentées au groupe permanent compétent placé auprès de l'ASN le 4 février 2009, qui s'est prononcé de manière favorable.

www.irsn.fr

Sûreté des installations du cycle du combustible

Concernant la mise en service d'installations ou de procédés, l'Institut a analysé, avec l'ASN, le dossier de la future installation d'entreposage de matières fissiles non irradiées, dénommée MAGENTA, qui sera construite à Cadarache. Cette installation est destinée à remplacer celle nommée MCMF, dont la fermeture est prévue dans les prochaines années.

Les opérations de mise en service et d'exploitation du nouveau procédé de vitrification, dit en « creuset froid », dans l'atelier R7 de l'établissement Areva NC de La Hague (Manche) ont également fait l'objet d'un examen de la part de l'IRSN. Ce procédé assurera le conditionnement des concentrats de produits de fission et d'actinides mineurs ainsi que des éléments issus du cisailage et de la dissolution du combustible usé. Par rapport au procédé actuel, le procédé en « creuset froid » permettra de traiter une gamme plus large de solutions de produits de fission et d'augmenter la cadence de vitrification.

L'IRSN a aussi transmis à l'ASN plusieurs avis concernant la sûreté de l'installation ATPu après la déclaration par le CEA de la présence d'une quantité significative de plutonium en rétention dans des boîtes à gants de cette installation en cours d'assainissement. Ces avis ont été publiés sur le site Internet de l'IRSN au fur et à mesure de leur transmission à l'ASN.

www.irsn.fr

Sûreté des réacteurs en démantèlement

L'IRSN a analysé, en appui à l'ASN, les scénarios de démantèlement prévus par EDF pour les réacteurs de Saint-Laurent-des-Eaux A1 et A2 (Loir-et-Cher) et de Chinon A3 (Indre-et-Loire), et a conclu à leur faisabilité technique. Certaines opérations ont été identifiées comme devant faire l'objet de points d'arrêt. L'ensemble de ces opérations de démantèlement devrait durer plus de 20 ans, à partir de la publication, prévue en 2010, des décrets d'autorisation de démantèlement.

Centrale Chinon A3 :
démolition de la salle des machines.



Transports Analyse de la sûreté de nouveaux colis de transport

L'IRSN a expertisé en 2009 la sûreté du nouveau modèle de colis TN 117, développé par la société TN International. Les conclusions de cette expertise ont été présentées le 13 octobre 2009 au groupe permanent compétent placé auprès de l'ASN.

Le modèle de colis TN 117 est destiné au transport d'assemblages combustibles neufs ou irradiés, dont certains crayons pourraient ne pas être étanches. Dans ce cas, les assemblages sont placés dans des conteneurs dénommés « bouteilles ». L'expertise de l'IRSN a porté tout particulièrement sur le comportement mécanique et thermique du modèle de colis ainsi que sur les démonstrations présentées par le requérant concernant le maintien du confinement, la protection contre les rayonnements ionisants et la sous-criticité dans toutes les conditions de transport.

Compte tenu des engagements pris par la société TN International au cours de l'instruction, et sous réserve que celle-ci étudie deux scénarios accidentels supplémentaires, l'IRSN a estimé que le modèle de colis TN 117 était conforme, pour le transport de crayons réputés étanches (hors bouteilles), aux exigences applicables aux colis de type B(U) chargés de matières

fissiles. En revanche, des justifications complémentaires restent à apporter pour le modèle de colis chargé de crayons combustibles non étanches.

www.irsn.fr

Programmes de recherche et de développement

Pour renforcer sa capacité d'expertise dans le domaine de la sûreté des transports de matières radioactives, l'IRSN a engagé en 2009 plusieurs actions d'étude et de recherche.

Un programme d'essais visant à évaluer, pour le transport de matières radioactives sous forme de poudre, la fraction de particules remise en suspension à l'issue des épreuves prescrites par la réglementation des transports de matières radioactives, a été réalisé en 2009. Des essais complémentaires sont prévus en 2010 pour affiner les premiers résultats obtenus.

Par ailleurs, l'IRSN a entamé une étude de l'incidence sur l'étanchéité des colis, en fonctionnement normal ou en condition accidentelle, des phénomènes de dilatation des joints en élastomère des systèmes de confinement. Des calculs numériques préliminaires ont été réalisés en 2009. Ils seront complétés en 2010 par d'autres, plus précis, et visant à définir un programme d'essais. Les résultats de ces

actions permettront, à terme, de mieux apprécier la pertinence des hypothèses actuellement retenues dans les dossiers de sûreté pour évaluer, notamment, les relâchements d'activité à l'issue des épreuves mécaniques et thermiques.

Un programme expérimental, dédié à l'étude du comportement thermique des capots de protection en bois des emballages, a pour but de mettre en évidence les conditions et les caractéristiques du phénomène d'autocombustion du bois constitutif de ces capots, susceptible de se produire après extinction des flammes. Ce phénomène n'est toujours pas pris en compte dans les analyses de tenue à l'épreuve du feu qui sont présentées dans les dossiers de sûreté, et que l'IRSN examine sur demande de l'ASN. La nature du programme a été définie en 2009 avec les différents partenaires impliqués, et les essais pourraient être réalisés en 2011.

Par ailleurs, dans le cadre du renforcement de ses outils d'aide à l'expertise en situation de crise, l'IRSN étudie, par simulation numérique, le comportement thermique du nouveau modèle de colis TN 112, agréé pour le transport de combustibles usés, lors d'un feu de durée et de température maximales supérieures à celles définies dans la réglementation en vigueur. L'objectif de cette étude est de déterminer les durées et les températures maximales d'incendie admissibles pour les joints d'étanchéité.

Enfin, les actions de recherche et développement ont été étendues, en 2009, aux activités des installations du cycle du combustible. En particulier, l'étude des caractéristiques mécaniques des matériaux de gainage des crayons combustibles irradiés, limitée dans un premier temps aux conditions de transport, s'est poursuivie pour englober les conditions d'entreposage sous eau des combustibles.



646 AVIS

TECHNIQUES TRANSMIS À L'ASN
(709 en 2008).

Emballage de transport TN 117.

SÉMINAIRE RELATIF AUX ACCIDENTS DE RÉACTIVITÉ

Début septembre 2009, l'IRSN et l'OCDE ont organisé un séminaire consacré au comportement des combustibles en cas d'accident de réactivité. Ce séminaire a rassemblé près de 90 représentants de 19 pays et organisations internationales. Les échanges techniques ont mis en évidence le fait que les phénomènes intervenant au cours de la première phase de l'accident étaient bien compris, notamment grâce aux travaux menés à partir des résultats des essais réalisés dans les réacteurs CABRI (par l'IRSN et le CEA) et NSRR (l'agence de l'énergie atomique japonaise). Les débats ont également montré que la connaissance de la seconde phase, au cours de laquelle peuvent se produire une ébullition du réfrigérant primaire ainsi qu'une rupture de crayons combustibles, doit être approfondie dans la perspective d'une évolution des critères de sûreté, afin de renforcer la pertinence de ces derniers.



Le réacteur CABRI du CEA.



Contrôle visuel des crayons combustibles.

2 – SÛRETÉ DU COMBUSTIBLE

Afin d'instruire les évolutions de gestion du combustible nucléaire dans les réacteurs proposées par les exploitants aux autorités compétentes, l'IRSN mène des travaux de recherche destinés à mieux apprécier les limites de sûreté à associer à ces nouvelles gestions.

Accidents de réactivité

L'IRSN a achevé la mise au point, en 2009, d'une approche permettant de définir un domaine de « non-rupture » des crayons combustibles d'un réacteur à eau sous pression en cas d'accident de réactivité (RIA). Cela constitue pour l'Institut une étape majeure de ses travaux préparatoires aux discussions futures sur la révision du référentiel de sûreté concernant ce type d'accident.

Cette approche repose sur :

- une étude approfondie des phénomènes physiques mis en jeu lors d'un accident de réactivité, grâce à l'interprétation de la base de données expérimentales internationales, constituée de résultats d'essais réalisés dans des installations d'expérimentation

telles que le réacteur CABRI et de résultats d'essais analytiques sur le comportement des gaines ;

- le développement de l'outil de simulation SCANAIR de l'IRSN, prévu pour interpréter quantitativement les résultats de ces essais et permettre d'extrapoler les résultats expérimentaux aux conditions de fonctionnement d'un réacteur de puissance ;

- le développement d'une méthode statistique visant à définir une limite de « non-rupture » des gaines. Une telle méthode suppose un grand nombre de calculs prenant en compte les différents modes de rupture possibles, après avoir déterminé tous les paramètres physiques sensibles concernant le comportement thermomécanique de la gaine et du combustible et les sollicitations du combustible en exploitation. Cette approche sera définitivement validée lors de la confrontation de la limite de « non-rupture » ainsi obtenue avec les résultats des essais du programme CIP conduit par l'IRSN sur le réacteur CABRI. L'IRSN sera ainsi en mesure d'apporter un avis pertinent et scientifiquement irréprochable sur les limites proposées par les exploitants.

Accident de perte de réfrigérant primaire

En 2009, sur la base d'un état des connaissances et des programmes de recherche en cours ou envisagés au plan international, l'IRSN a élaboré le programme expérimental CYCLADES, qui vise à apporter les connaissances nécessaires à une meilleure évaluation du comportement du combustible nucléaire lors d'un accident de refroidissement du cœur du réacteur, dit « accident de perte de réfrigérant primaire » (APRP). Les phénomènes étudiés sont la déformation des crayons combustibles due à la formation de « ballons » susceptibles de réduire le refroidissement des crayons, les déplacements des fragments de combustible dans ces « ballons » et la résistance de la gaine durant – et après – l'accident.

L'évolution des combustibles et de leur utilisation dans les réacteurs de puissance conduit en effet les autorités à envisager une révision du référentiel de sûreté actuel, et notamment des critères de sûreté associés.

Ce programme international s'accompagne du développement d'outils de simulation :



Le comportement dans la durée des matériels et composants est un sujet crucial en matière de

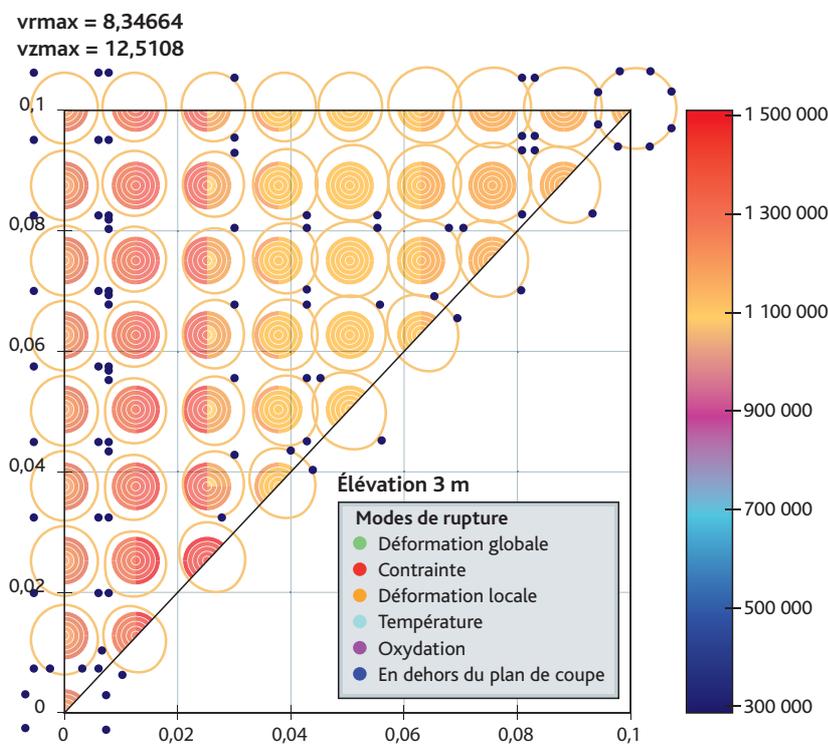
– le logiciel DRACCAR, qui traite de l'évaluation du bouchage d'un assemblage combustible irradié ;

– l'outil de simulation DIFFOX, qui permettra d'évaluer l'état d'oxydation des gaines.

Accident de rupture d'une tuyauterie de vapeur

L'IRSN a développé, en collaboration avec le CEA, la chaîne de calcul 3D HEMERA pour l'étude des situations accidentelles dans lesquelles interagissent des effets

neutroniques, thermohydrauliques et « système ». Elle associe quatre codes : APOLLO et CRONOS pour les aspects neutroniques, FLICA pour la thermohydraulique du cœur du réacteur et CATHARE pour la thermohydraulique des systèmes. En 2009, cette chaîne de calcul a servi pour la première fois à l'analyse de nouvelles méthodes d'étude des accidents de rupture d'une tuyauterie de vapeur et d'éjection d'une grappe de commande d'un réacteur nucléaire, méthodes proposées par EDF en vue, notamment, de leur utilisation dans le dossier de l'EPR.



Coupe d'une grappe de crayons combustibles déformés à la suite d'un accident de type APRP.

3 – VIEILLISSEMENT ET PROLONGATION DE LA DURÉE D'EXPLOITATION

Parmi les sujets cruciaux en matière de sûreté des installations nucléaires, le vieillissement du parc ainsi que l'éventualité de prolonger la durée d'exploitation des centrales françaises nécessitent, pour l'Institut, d'être en mesure d'évaluer le comportement dans la durée des matériels et composants d'une centrale.

Prolongation de la durée d'exploitation des centrales nucléaires

En 2009, l'IRSN a proposé à l'ASN d'instruire, en complément de la gestion du vieillissement, le dossier relatif à l'extension de la durée d'exploitation des réacteurs au-delà de la durée prévue lors de la conception, soit 40 ans.

Le thème du vieillissement des réacteurs ayant fait l'objet d'instructions de l'IRSN et de présentations dès 2003 devant le groupe permanent compétent placé auprès

LA PAROLE À

CLAUDE LETEURTRE,
député du Calvados

L'indépendance
énergétique,
la compétitivité
du prix de
l'électricité et

le changement climatique

constituent de tels enjeux qu'on doit veiller à ce que les bénéfices liés à l'utilisation de l'énergie nucléaire ne puissent jamais être mis en balance avec le niveau de sûreté et de sécurité nucléaires que tout citoyen est en droit d'exiger. C'est dans cet esprit que j'ai accepté de prendre l'animation du groupe de travail du comité d'orientation de la recherche (COR) de l'IRSN consacré au vieillissement et à l'extension de la durée d'exploitation des centrales nucléaires. La transparence la plus totale n'ayant pas toujours été de mise dans le passé, il me paraît indispensable aujourd'hui d'expertiser tous les processus, qu'il s'agisse par exemple de répertorier les incidents déclarés ou d'essayer d'identifier ceux qui ne l'ont pas été. Il convient ensuite de définir les points épineux à traiter en priorité. Dans ce contexte, je crois que l'IRSN doit faire connaître ses travaux et son indépendance de jugement vis-à-vis de ses mandants. Il aura d'autant plus de poids qu'il sera reconnu comme un expert public disposant d'un budget autonome, indépendant des lignes budgétaires des ministères. »

sûreté des installations nucléaires.

de l'ASN, il bénéficie d'une méthodologie mature. Récemment, EDF a indiqué qu'il souhaitait « *maintenir ouverte l'option d'une durée de fonctionnement de 60 ans pour l'ensemble des réacteurs du parc* ». L'instruction proposée vise à poser techniquement le problème pour une durée projetée d'exploitation supplémentaire de 30 ans à partir de la troisième visite décennale. Les enjeux associés sont considérables pour l'exploitant, au plan économique comme à celui de la sûreté. Au-delà des aspects liés à la prise en compte du vieillissement des matériels, l'exercice a pour but d'anticiper non seulement l'évolution des exigences de sûreté, mais aussi celle des agressions climatiques, ou encore à identifier les opérations de maintenance exceptionnelles afin d'évaluer leur faisabilité industrielle... Cet exercice conduira à un programme de travail permettant de fixer les grands rendez-vous qui mèneront à conclure à l'acceptabilité de cet objectif ou, au contraire, à identifier les verrous techniques à lever. En parallèle, l'IRSN vise à renforcer et à mieux orienter, notamment à l'égard des attentes de la société, les activités de recherche et développement qu'il mène en support de son expertise. Ses activités de recherche sur le vieillissement ont ainsi fait l'objet en 2009 d'une évaluation par son conseil scientifique. De même, un groupe de travail présidé par le député Claude Leteurtre a été créé au sein du comité d'orientation de la recherche : son objectif est d'élaborer un avis pluraliste susceptible de contribuer à l'optimisation du choix des priorités de recherche relatives à la prolongation de durée d'exploitation des réacteurs.

Comportement des câbles électriques

Avec la cuve du réacteur et l'enceinte de confinement, les câbles électriques font partie des composants des réacteurs nucléaires qu'on estime ne pas pouvoir remplacer. Les câbles dits « K1 », c'est-à-dire qualifiés aux conditions d'un accident de perte de refroidissement du réacteur, représentent à eux seuls, pour un réacteur, une longueur de 50 km. Le vieillissement de ces câbles, importants pour la sûreté, fait donc l'objet d'une attention particulière de l'IRSN.

Dans le cadre du renforcement de ses activités de recherche sur le vieillissement, l'Institut a engagé en 2009 un programme de travail qui doit lui permettre de prendre des positions pertinentes sur le vieillissement de ces câbles.

Ce programme se déploie selon trois axes :
– le recensement et l'analyse des données expérimentales disponibles et des études préalablement réalisées;

– l'analyse de la démarche d'EDF, fondée sur l'utilisation de modèles dont la qualification repose pour l'essentiel sur la mesure des propriétés de câbles témoins prélevés dans les centrales, avec ou sans vieillissement additionnel;

– la réalisation, si nécessaire, d'essais complémentaires et l'amélioration des modèles.

Ces actions s'inscriront dans le cadre de partenariats industriels nationaux ou internationaux. Aujourd'hui mené dans le cadre d'un projet de l'OCDE, ce travail vise à élaborer une base de données portant sur les profils de qualification et les méthodes de diagnostic pour les différents types de câbles.

4 – INCENDIES ET CONFINEMENT

Les recherches menées par l'IRSN en matière d'incendie et de confinement visent à mieux connaître les phénomènes impliqués ainsi qu'à mieux évaluer les rejets radioactifs susceptibles de résulter d'un incendie ou de défaillances du confinement.

Vers une approche commune d'analyse des risques d'incendie

En 2009, l'IRSN a élaboré un projet de document présentant ses méthodes d'approche des risques d'incendie dans les installations nucléaires de tout type. En vue de satisfaire les objectifs généraux de sûreté nucléaire et de radioprotection, le document précisera la position de l'Institut sur la démarche générale à adopter en matière d'analyse des risques d'incendie et de leurs effets. Il présentera notamment les principes de sûreté à retenir et les différentes étapes nécessaires à la démonstration par l'exploitant du caractère suffisant des dispositions de protection contre l'incendie qu'il a retenues. La démarche est en accord avec les nouvelles méthodes de « l'ingénierie de sécurité incendie », élaborées dans le cadre d'une concertation technique nationale.



Salle de contrôle-commande de l'installation DIVA.

Avancées dans le domaine de la filtration des aérosols

L'IRSN et Areva NC ont mené, dans le cadre d'un programme d'intérêt commun concernant la filtration à très haute effi-

cacité (THE) des aérosols, des activités de recherche destinées à lever, d'une part, les incertitudes associées à la mesure de l'efficacité d'un filtre THE, et d'autre part, à mieux connaître les performances d'un tel filtre en cas d'humidité relative de l'air élevée. De plus, des travaux de thèse ont mis en évidence que la prédiction des conséquences du colmatage d'un filtre THE en présence d'humidité nécessitait de tenir compte de la géométrie du filtre, du point de déliquescence et de la granulométrie des aérosols, ainsi que du temps d'interaction de l'air humide avec les particules déposées sur le filtre.

Risques d'incendie dans les laboratoires et usines

Deux campagnes d'essais dédiées à l'étude des risques d'incendie dans des installations nucléaires de type « laboratoires et usines » ont été réalisées en 2009 sur la plate-forme expérimentale GALAXIE de l'IRSN, située à Cadarache (Bouches-du-Rhône).

La campagne PARFFIN a permis d'étudier les feux de fûts en polyéthylène de haute densité (PEHD) utilisés pour des déchets radioactifs de très faible activité. Elle visait



Le banc d'essai CATFISH, à Saclay (Essonne), permet d'acquérir des données analytiques sur le colmatage des filtres THE.

notamment à déterminer l'évolution de la puissance du foyer et la propagation de l'incendie d'un fût à un autre, placé immédiatement au-dessus ou à côté. Une distance minimale de sécurité entre fûts a ainsi pu être déterminée. Après avoir défini la charge combustible moyenne d'un fût et son mode d'allumage (interne ou externe), 12 essais mettant en jeu un ou deux fûts ont été réalisés. Une dizaine d'essais complémentaires ont permis d'étudier les conditions d'inflammation de l'enveloppe du fût en PEHD. La campagne PICSEL-EP a pour objet l'étude de l'effet des éléments de sectorisation (portes coupe-feu, vannes de sectorisation) et du colmatage du premier filtre de la ventilation sur la dynamique du foyer et la propagation des gaz chauds et des fumées dans une installation comportant plusieurs locaux. Le foyer est une armoire électrique dont la porte est ouverte pour maximiser les puissances de feu mises en jeu. La campagne a comporté deux essais, réalisés en octobre et novembre 2009, dans le dispositif DIVA ; l'analyse des résultats est en cours, mais on peut déjà noter la bonne tenue des portes coupe-feu testées aux contraintes thermiques et mécaniques résultant de l'incendie.

Propagation des fumées et des incendies

Le programme de recherche international PRISME, de l'OCDE, conduit par l'IRSN sur la plate-forme expérimentale GALAXIE, est dédié à l'étude de la propagation des fumées et de la chaleur d'un incendie dans des locaux confinés et ventilés mécaniquement, représentatifs d'une installation nucléaire. Adossé à ce programme expérimental, un groupe de travail réunissant de nombreux partenaires et animé par l'IRSN contribue à l'interprétation des essais du programme PRISME. Ce groupe mène également des exercices de comparaison avec différents outils de calcul afin d'évaluer leur capacité à simuler divers scénarios d'incendie de plus en plus complexes.

Dans le cadre d'un exercice de comparaison portant sur les essais du programme PRISME, l'accent a été mis en 2009 sur l'évaluation objective des écarts entre les valeurs expérimentales et les résultats de simulations. Un deuxième objectif a consisté à spécifier,

LA PAROLE À

PIERRE CORTÈS, responsable de la section Analyse de sûreté dans l'organisation ITER



« Si notre choix s'est porté sur le logiciel SYLVIA, développé par l'IRSN, pour réaliser nos analyses de sûreté relatives à l'incendie et à sa propagation ainsi que celles associées aux transferts de matières dans les réseaux de ventilation, c'est que nous avons considéré qu'il répondait le mieux à nos attentes. En effet, la principale plus-value de SYLVIA est d'intégrer les données concernant la propagation d'un incendie via les réseaux de ventilation. Le fait de pouvoir étudier, avec le même outil, l'incendie et sa propagation est pour nous un réel avantage que nous n'avons pas trouvé dans les autres logiciels que nous avons analysés. Le deuxième intérêt que présente SYLVIA est de pouvoir s'appuyer sur l'expérimentation, c'est-à-dire la validation physique des paramètres rencontrés lors de situations réelles d'incendie. C'est pour nous l'assurance que ce logiciel est représentatif de la réalité et qu'il s'enrichit perpétuellement, au gré des nouvelles expériences. Enfin, le fait que ce code soit développé au sein de l'IRSN facilitera les échanges lors de l'analyse de sûreté d'ITER, qui sera effectuée par l'Institut. Parler le même langage contribuera à réduire les erreurs d'interprétation. »

en s'appuyant sur les résultats des calculs préliminaires, la dernière campagne d'essais, dénommée PRISME INTÉGRAL. Cette campagne d'essais, portera sur des foyers solides complexes (feux de câbles et d'armoires électriques) ainsi que sur l'effet du confinement et de l'activation de *sprinklers* pendant l'incendie.

Création d'une base de données sur le comportement des équipements

Disposant d'un nombre conséquent de données relatives à la tenue des systèmes de confinement et de sectorisation en cas d'agression, l'IRSN a engagé, en 2009, le développement d'une base informatisée de données permettant la capitalisation des connaissances.

Dénommée BADIANE, cette base de données rassemblera les connaissances acquises sur le comportement de dispositifs d'épuration et d'équipements de confinement et de sectorisation, lors de tests réalisés dans des conditions de fonctionnement normales, dégradées ou accidentelles. Ainsi la base de données BADIANE fournira-t-elle à l'utilisateur, pour un scénario donné, les informations relatives au comportement aérodynamique et mécanique de l'équipement



Armoire électrique après un essai PICSEL EP dans l'installation DIVA.

(portes et clapets coupe-feu, éléments de filtration, passages de câbles...). Conçue de façon à pouvoir ajouter ultérieurement les données relatives à d'autres scénarios ou équipements, la base de données BADIANE rassemble des données expérimentales acquises par l'IRSN ou issues d'études bibliographiques.

5 – ACCIDENTS AVEC FUSION DU CŒUR D'UN RÉACTEUR

L'IRSN mène des recherches dont le but est de mieux appréhender le déroulement et les conséquences des accidents avec fusion du cœur d'un réacteur, notamment en matière de rejet de matières radioactives dans l'environnement.

Renoyage d'un cœur de réacteur fortement dégradé

L'étude probabiliste de sûreté réalisée par l'IRSN pour les réacteurs de 900 MWe a révélé qu'il existait un nombre significatif de scénarios accidentels où une injection d'eau dans la cuve du réacteur peut intervenir au cours de la dégradation du cœur. L'efficacité de cet apport d'eau reste toutefois à démontrer, compte tenu des incertitudes qui subsistent quant aux possibilités de renoyage d'un cœur dégradé. Le programme PEARL, engagé en 2008 par l'IRSN, vise notamment à améliorer les connaissances grâce à des essais, et par ailleurs à améliorer la modélisation du renoyage d'un cœur dégradé dans le logiciel ICARE-CATHARE.

En 2009, des essais préliminaires ont été menés pour qualifier à la fois les procédés et l'instrumentation spécifiques qui seront mis en œuvre dans le dispositif expérimental PEARL, dans le cadre du projet européen SARNET 2. Ce nouveau dispositif permettra d'étudier, à températures et pressions plus élevées, le renoyage d'un lit de débris de matériaux du cœur endommagé.



Installation PRÉLUDE prototype de PEARL à échelle réduite.

Modélisation de la combustion d'hydrogène

L'année 2009 a vu le démarrage d'un exercice d'intercomparaison des résultats des codes aux mesures obtenues dans les installations ENACCEF, de l'IRSN, et THAI, de Becker Technologies (Allemagne). Cet exercice, dénommé *International Standard Problem 49*, est coordonné par l'IRSN et son homologue allemand, la GRS, sous l'égide de l'OCDE. Il regroupe des orga-

nismes de recherche, des industriels et des universitaires. Son objectif est d'établir un état des lieux de la capacité des codes à prédire les chargements en pression et en température, sur l'enclume du bâtiment du réacteur, résultant d'une combustion d'hydrogène à partir d'un mélange hétérogène. La différence de taille entre les deux installations (facteur 60) apportera également des enseignements sur les effets d'échelle.

Un nouvel outil de référence pour les accidents avec fusion du cœur

Pour mieux appréhender le déroulement et les conséquences des accidents avec fusion du cœur, une nouvelle version du système de codes franco-allemand ASTEC, nommée ASTEC V2, a été livrée en juillet 2009 par l'IRSN et la GRS aux partenaires du réseau européen SARNET. Cette nouvelle version consolide le rôle d'ASTEC comme outil de référence au niveau international, et notamment au sein de l'Institut, où diverses applications d'ASTEC V2 sont envisagées, par exemple pour l'étude probabiliste de sûreté de niveau 2 concernant le réacteur EPR ainsi que pour des études relatives aux réacteurs expérimentaux ou de propulsion navale.

Deux évolutions majeures ont été apportées dans la version V2.0 : il s'agit, d'une part, de l'intégration du module ICARE pour traiter la dégradation du cœur dans la cuve et, d'autre part, de l'extension aux réacteurs de type EPR du module MEDICIS, qui traite de l'interaction entre le corium et le béton, avec la modélisation de la chambre d'étalement du corium. ASTEC V2 est en outre couplé à l'outil statistique SUNSET afin de faciliter la réalisation et l'exploitation des études de sensibilité.

Le nombre d'accords d'utilisation d'ASTEC conclus avec les partenaires européens et aussi indiens, russes ou chinois dépasse désormais la quarantaine. Afin de répondre aux attentes de nombreux utilisateurs, l'IRSN a organisé fin juin 2009 une session de formation à l'utilisation d'ASTEC V2, qui a réuni 22 organisations appartenant à 13 pays différents.

Enfin, l'IRSN a créé, en octobre 2009, un site Internet dont l'objectif principal est d'offrir aux utilisateurs un moyen simple et rapide de télécharger toute future évolution d'ASTEC.

www.irsn.fr

Examen de l'efficacité des parades « voie eau »

Le 25 juin 2009, l'IRSN a présenté au groupe permanent compétent placé auprès de l'ASN son analyse de l'efficacité des dispositions envisagées par EDF pour éviter la propagation de radionucléides dans la nappe phréatique, après la traversée du

radier du bâtiment du réacteur par le cœur fondu. Dans le cadre de son projet d'extension de la durée de fonctionnement des réacteurs, EDF privilégie la prévention des accidents avec fusion du cœur et traversée du radier par rapport à la mise en place de parades « voie eau ». Si l'IRSN considère que cette démarche de prévention est essentielle pour la sûreté, il estime que cela ne permet pas de s'affranchir de l'étude de dispositions destinées à réduire les conséquences en cas d'accident réel avec traversée du radier. L'Institut a donc estimé qu'EDF devait poursuivre des travaux sur les parades « voie eau » en anticipant les études préparatoires à la réalisation d'une enceinte géotechnique adaptée au site. L'IRSN a également considéré qu'EDF devait examiner les capacités de stockage, de contrôle, de traitement et de rejet des eaux contaminées qui seraient pompées et évaluer les mesures complémentaires qu'il serait nécessaire de prendre.

Par ailleurs, l'IRSN a jugé nécessaire qu'EDF étudie les phénomènes de rétention des isotopes du strontium et du césium dans une formation aquifère alluviale composée de sables et de graviers, représentative de certains sites.

www.irsn.fr

Conséquences radiologiques des accidents

Le 25 juin 2009, l'IRSN a présenté au groupe permanent compétent placé auprès de l'ASN son analyse de la mise à jour du référentiel proposé par EDF pour l'évaluation des conséquences radiologiques des accidents (hors accidents avec fusion du cœur), applicable aux réacteurs nucléaires du parc en exploitation et au réacteur EPR en construction sur le site de Flamanville (Manche). L'Institut a rappelé à cette occasion que l'évaluation des conséquences radiologiques des accidents s'inscrit dans une démarche d'amélioration continue de la sûreté et que toutes les dispositions devaient être prises afin de réduire autant que raisonnablement possible les rejets des accidents ainsi que leur impact sur l'homme et sur l'environnement.

L'Institut a jugé nécessaire qu'EDF poursuive des études en vue de définir des facteurs de réduction des conséquences d'un accident de rupture de tubes de générateur de vapeur.

Pour ce qui concerne les méthodes et les hypothèses des études, l'IRSN a considéré que les évolutions apportées par EDF à sa démarche d'évaluation étaient positives et que ce dernier devait être en mesure de disposer d'un référentiel suffisamment consolidé pour identifier les améliorations à retenir en priorité, notamment dans la perspective du réexamen de sûreté des

PLUS D'INFORMATIONS

QU'APPELLE-T-ON PARADE « VOIE EAU » ?

Deux modes de transfert des produits radioactifs à l'environnement pourraient intervenir lors d'un accident avec fusion du cœur d'un réacteur à eau sous pression : les rejets atmosphériques et les rejets liquides après percement du radier. Les rejets liquides susceptibles de conduire à une contamination de la nappe phréatique sont appelés rejets par la « voie eau ».

L'objectif des parades « voie eau » est de limiter, voire d'éviter la propagation de radionucléides dans la nappe phréatique après la traversée du radier du bâtiment du réacteur par le cœur fondu grâce, en particulier, à la construction d'une enceinte géotechnique et au pompage des eaux se déversant dans cette enceinte. Ces parades doivent être mises en œuvre dans un délai de 10 à 200 jours, suivant les sites.

réacteurs de 1 300 MWe en vue de leur troisième visite décennale à partir de 2015. En tout état de cause, l'IRSN a suggéré qu'EDF propose dans son référentiel, à cette occasion, des objectifs radiologiques plus ambitieux.

www.irsn.fr

Première EPS de niveau 2 pour les réacteurs de 1 300 MWe

En 2009, d'importants efforts ont été consacrés par l'IRSN au développement de la première étude probabiliste de sûreté de niveau 2 pour les réacteurs de 1 300 MWe (EPS2 1300), dans le but d'identifier des évolutions de nature à améliorer la sûreté de ces réacteurs, à l'approche de leur troisième visite décennale. Il est à rappeler à ce sujet qu'en développant ses propres EPS, l'Institut se donne les moyens de porter un jugement pertinent sur les résultats et les conclusions des études du même type réalisées par l'exploitant et se dote d'un outil permettant de capitaliser les dernières connaissances acquises sur les accidents avec fusion du cœur d'un réacteur.

L'EPS2 1300 se structure à partir d'une arborescence d'événements incluant une modélisation détaillée des principaux phénomènes susceptibles de survenir lors d'un accident avec fusion du cœur. Cette modélisation s'appuie sur un grand nombre d'études et de calculs supports dont une part importante a été réalisée avec le logiciel ASTEC V1.3.

Plus de 100 scénarios d'accidents, calculés jusqu'à la rupture de la cuve du réacteur, permettent d'évaluer le comportement thermohydraulique des circuits de refroidissement du cœur, de l'enceinte de confinement ainsi que les phénomènes physiques induits par la dégradation du cœur dans la cuve (fusion du combustible, relâchement de produits de fission ou d'hydrogène vers l'enceinte de confinement...).

PHÉBUS-PF : édition du rapport de synthèse de l'essai FPT2

En 2009, l'IRSN a livré aux partenaires internationaux du programme de recherche PHÉBUS-PF, qu'il pilote, la synthèse des résultats de l'essai FPT2, réalisé en 2000 afin d'étudier un accident avec fusion du cœur en conditions réductrices dans l'enceinte de confinement, alors que les condi-

PLUS D'INFORMATIONS

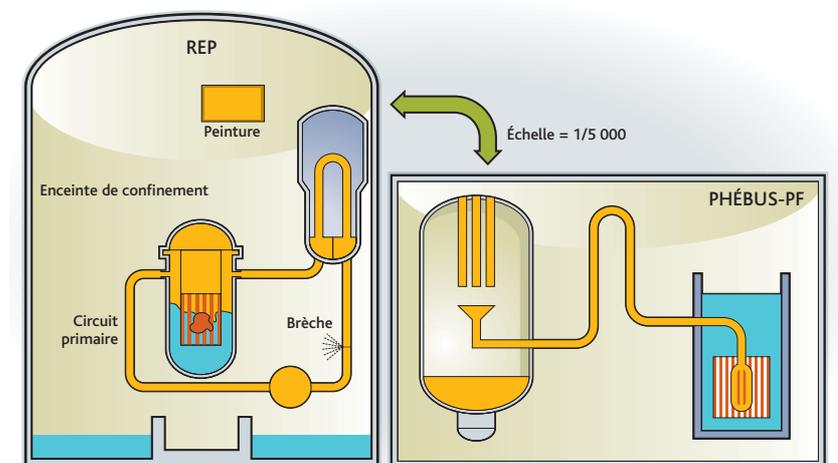
LANCEMENT DU PROJET SARNET 2

Depuis avril 2009, le réseau d'excellence européen SARNET de recherche sur les accidents de fusion du cœur des réacteurs nucléaires, coordonné par l'IRSN, poursuit son activité avec le support de la Commission européenne dans le cadre d'un nouveau contrat de quatre ans (projet SARNET 2 du 7^e PCRD). Il rassemble 41 partenaires internationaux – IRSN inclus – dont quatre partenaires hors Union européenne : AECL (Canada), KAERI (Corée), NRC (États-Unis) et PSI (Suisse). Les travaux de recherche et développement ont été hiérarchisés : le renouage d'un cœur dégradé, l'interaction corium-béton et le comportement des rejets en conditions oxydantes dans le circuit primaire ont été jugés prioritaires. L'IRSN alimente le réseau avec les résultats des programmes ISTP et PEARL, tous deux cofinancés par la Commission européenne et respectivement dédiés à l'étude des rejets et au renouage d'un cœur dégradé. Une autre action essentielle concerne le développement ou l'amélioration des modèles du système de logiciels ASTEC grâce auquel les connaissances sont capitalisées. Le lien avec la plate-forme européenne SNETP devrait être développé, notamment en mettant à profit la capacité du réseau, de par sa concentration unique de compétences, à identifier les priorités de recherche ainsi qu'à définir et à lancer les programmes de recherche adéquats.

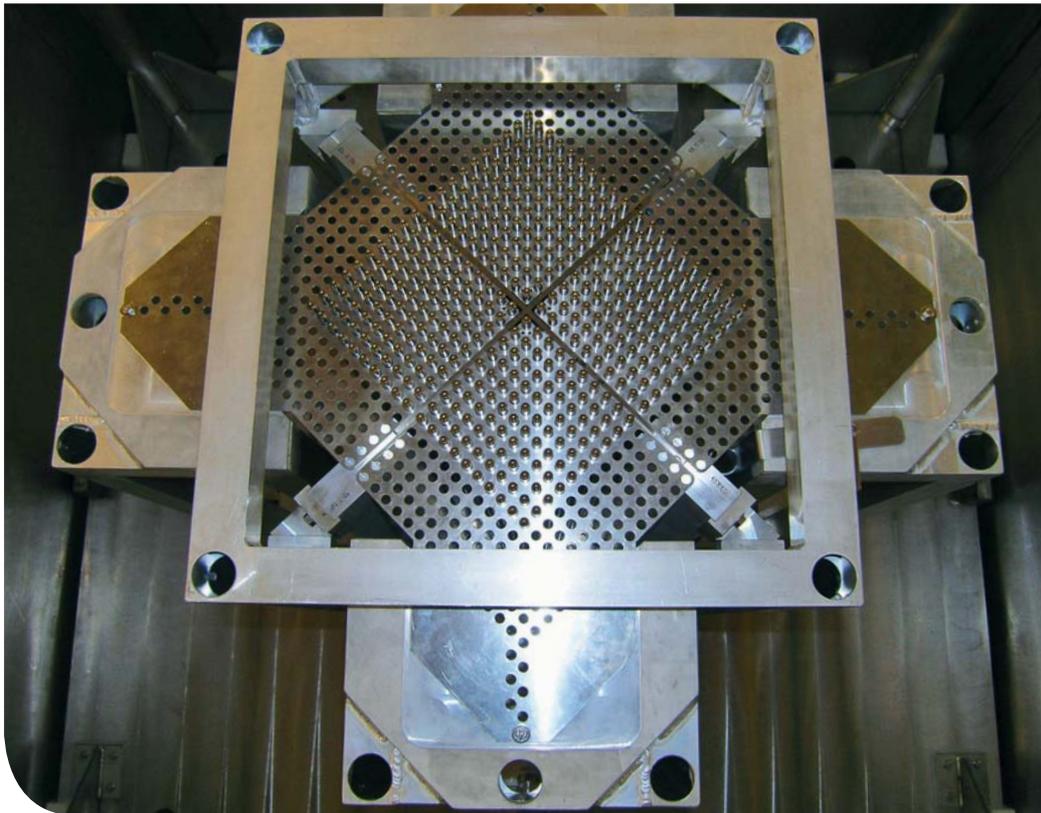
tions des premiers essais étaient plutôt oxydantes. La dernière étape importante de la consolidation effectuée par l'Institut a consisté à mener une analyse de cohérence de l'ensemble des mesures réalisées au cours de l'essai et à évaluer les incertitudes associées aux résultats.

Le programme expérimental PHÉBUS-PF, conduit entre 1993 et 2004 dans le réacteur de recherche PHÉBUS exploité par le CEA pour les besoins de recherche en sûreté de l'IRSN, constitue l'un des principaux

programmes de recherche internationaux consacrés aux accidents avec fusion du cœur des réacteurs nucléaires à eau sous pression. Il a consisté en cinq expériences globales, c'est-à-dire reproduisant de la manière la plus réaliste possible les phénomènes physiques pouvant se produire lors d'un accident avec fusion du cœur. Ces expériences ont apporté des éléments essentiels pour la validation des logiciels de simulation utilisés pour les études de sûreté des réacteurs de puissance à eau sous pression.



Installation PHÉBUS-PF : réplique d'un REP à l'échelle 1/5 000.



Dispositif expérimental MIRTE au CEA de Valduc (Côte-d'Or) : configuration de faible épaisseur avec 5 mm de titane.

CABRI : avancement des travaux de modification

Démarré en 2003, le chantier de modification du réacteur d'essais CABRI, exploité par le CEA pour les besoins de la recherche en sûreté de l'IRSN, vise à doter l'installation d'une boucle à eau sous pression permettant d'étudier, dans des conditions représentatives, le comportement d'un combustible de réacteur à eau pressurisée en situation accidentelle : éjection d'une grappe de commande ou perte de refroidissement du cœur. Les modifications, financées par l'IRSN, couvrent également la mise à niveau de l'installation en tenant compte de l'évolution de la réglementation, des pratiques et des connaissances. En 2009, deux étapes importantes ont été franchies : en juillet, l'épreuve hydraulique de la boucle à eau (290 bars, 50 °C), qui remplace la boucle d'origine en sodium, et, en octobre, le démarrage de la phase principale des travaux de renforcement des bâtiments et des équipements, rendus nécessaires par l'évolution des chargements sismiques retenus pour le site de Cadarache (Bouches-

du-Rhône), où est implanté le réacteur. Les essais de démarrage des différents systèmes de l'installation, notamment la ventilation et les circuits d'effluents actifs, ont également commencé.

Partenariat avec les États-Unis sur les programmes expérimentaux en matière de criticité

Depuis 2007, l'IRSN collabore avec le département américain de l'énergie (DOE), Areva et l'Andra, dans le cadre du programme expérimental de criticité MIRTE, dont l'objectif est de contribuer à la qualification des formulaires de calcul de criticité utilisés pour les emballages de transport et les installations du cycle du combustible. En 2009, pas moins de 30 expériences ont été réalisées à cette fin dans les installations expérimentales de criticité du CEA à Valduc (Côte-d'Or) sous la maîtrise d'ouvrage de l'IRSN. L'exploitation des résultats de ces expériences a permis d'obtenir des informations précises sur les caractéristiques neutroniques de sept matériaux d'intérêt

(cuivre, nickel, titane, fer, aluminium, zircaloy et verre).

La très bonne qualité des résultats obtenus par les équipes du CEA et de l'IRSN a conduit Areva et le DOE à s'engager en faveur de la réalisation d'une deuxième phase d'essais (programme MIRTE 2), qui seront réalisés en 2011. Par ailleurs, forts de cette collaboration fructueuse, l'IRSN, le CEA et le DOE ont engagé des discussions concernant la rénovation des installations de Valduc en vue de la création d'une plate-forme expérimentale internationale de criticité.



INTERNATIONAL

PARTICIPATION À LA MISSION POST-SISMIQUE À L'AQUILA

L'IRSN a participé à la mission post-sismique organisée par l'Association française de génie parasismique (AFPS), dans la région de L'Aquila (Italie), à la suite du séisme de magnitude 6,3 qui a sévèrement touché cette région dans la nuit du 5 au 6 avril 2009, occasionnant 300 décès et nécessitant le déplacement de 70 000 personnes ainsi que la reconstruction d'un quart du bâti dans la zone épiscopale. Le séisme s'est produit dans un secteur dont la forte activité sismique était certes connue, mais sur une faille jusqu'alors considérée comme inactive. Le rapport élaboré par l'AFPS dresse un état des lieux complet de l'événement, du comportement du bâti et de la gestion de crise. Il souligne les fortes similitudes qui existent entre l'Italie et la France, par exemple en matière de géologie et d'urbanisation, et met en avant l'efficacité des solutions opérationnelles apportées par nos voisins transalpins pour faire face à la situation de crise. L'expérience ainsi acquise permettra de préciser les règles applicables en matière de prévention et gestion du risque sismique en France.

www.afps-seisme.org

6 – AGRESSIONS EXTERNES

La sûreté des installations nucléaires suppose un dimensionnement adapté aux agressions d'origine naturelle comme les séismes, les inondations ou la canicule. Les travaux de l'IRSN ont pour but de mieux apprécier les risques associés à ces agressions.

Évaluation de l'aléa sismique

Le groupe de travail mis en place par l'ASN et rassemblant les spécialistes de l'aléa sismique d'EDF et de l'IRSN a mis un terme à ses travaux en 2009, après plus de trois ans de discussions. Ces travaux visaient notamment à examiner les caractéristiques des « séismes majorés de sécurité », retenus par EDF pour ses différents sites et leur caractère majorant.

Le groupe de travail a examiné, à la lumière des connaissances les plus récentes, les niveaux sismiques à prendre en compte pour chacun des sites de réacteurs à eau sous pression de 900 MWe. Cet exercice a conduit l'IRSN à mener des discussions approfondies avec EDF sur la prise en compte des incertitudes, en particulier celles associées aux caractéristiques des

séismes de référence et au zonage sismo-tectonique. L'Institut a pu s'appuyer sur les résultats d'études et de recherches qu'il a menées au cours des dernières années, concernant notamment les incertitudes dans les calculs d'évaluation de la tenue des installations aux séismes.

Protection contre les inondations

Suite à l'inondation de la plate-forme de la centrale du Blayais (Gironde) a été mis en place un groupe de travail chargé de la révision de la règle fondamentale de sûreté relative à la protection des installations nucléaires de base contre les inondations. Ce groupe de travail, copiloté par l'ASN et l'IRSN, a achevé ses travaux en 2009, permettant d'élaborer un projet de guide relatif à l'évaluation des phénomènes susceptibles d'être à l'origine d'inondations (fortes pluies, tempêtes...) et à la protection des installations contre ces dernières. Ce document fera l'objet d'une consultation élargie avant d'être soumis à l'avis des groupes permanents d'experts pour les réacteurs nucléaires et pour les laboratoires et usines.



La centrale du Blayais a subi une inondation en 1999.

L'IRSN est également associé à l'évolution des guides de l'AIEA dans le domaine du risque d'inondation. À ce titre, il a participé en 2009 à deux réunions de rédaction du projet de guide de l'AIEA, qui traitera des aléas météorologiques et hydrologiques. Ce projet a été transmis aux pays membres de l'Agence de Vienne pour commentaires en novembre.

À PROPOS DE LA DÉFENSE

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

Les actions dans ce domaine sont menées par l'IRSN dans le cadre de l'appui technique 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 du ministre de la Défense et du ministre chargé de l'Industrie.

Sûreté des sous-marins, du porte-avions et des installations militaires ou civiles intéressant la défense

Les évaluations effectuées par l'Institut concernant la sûreté des installations exploitées par le ministère de la Défense, le CEA, Areva ou EADS portent sur toutes les phases de la vie

de ces installations : conception, construction, exploitation et démantèlement. Elles concernent également les transformations importantes que peuvent subir ces installations, compte tenu de l'évolution de leurs activités.

Conception et construction

En 2009, en prévision de la mise en exploitation du sous-marin nucléaire lanceur d'engins de nouvelle génération *Le Terrible*, l'IRSN a examiné les résultats des essais à quai de sa chaufferie, en préalable à l'autorisation du DSND d'engager les essais en mer du navire.

Concernant les installations à terre de soutien à la propulsion navale, l'IRSN a terminé l'examen des modifications de l'installation abritant la piscine d'entreposage de combustibles irradiés de la base opérationnelle de l'île Longue (Finistère). L'Institut a également commencé l'examen du dossier provisoire de sûreté du réacteur d'essais (RES) de l'installation nucléaire de base secrète (INBS) de Cadarache (Bouches-du-Rhône) en vue de la mise en service de ce réacteur.



PLUS D'INFORMATIONS

MISE EN SERVICE DU RÉACTEUR D'ESSAIS RES, DE L'INBS DE CADARACHE

La mise en service du RES, implanté au sein du centre CEA de Cadarache, est prévue pour 2011. Le CEA ayant transmis au milieu de l'année 2008 le rapport de sûreté de l'installation, l'IRSN a commencé son examen en préalable à l'autorisation par le DSND du chargement, puis de la divergence de ce réacteur d'essais. Le RES est un réacteur à eau sous pression, conçu pour pouvoir représenter différentes configurations de fonctionnement des chaufferies nucléaires embarquées. L'expertise d'un rapport provisoire de sûreté demande de mobiliser tout un ensemble de compétences pour effectuer des analyses détaillées dans des domaines variés tels que la mécanique, le contrôle-commande, le génie civil, le comportement du combustible, les accidents graves, les études probabilistes de sûreté...

Début juillet 2009, l'IRSN a présenté à la commission de sûreté des réacteurs son analyse des caractéristiques des agressions externes retenues, de la conception du génie civil et de l'enceinte de confinement.

À PROPOS DE LA DÉFENSE (suite)



Le site du Tricastin (Drôme) a fait l'objet d'examens dans le cadre de la restructuration des filières d'enrichissement de l'uranium.

En 2009, pour ce qui concerne les laboratoires et usines relevant de l'autorité du DSND et du centre CEA/DAM de Valduc (Côte-d'Or), l'IRSN a notamment examiné la conception du futur bâtiment d'entreposage de l'installation « tritium » et commencé l'examen du projet de la future installation de recyclage du plutonium. Cet examen se poursuivra en 2010 en vue de l'autorisation de construction de l'installation concernée.

En outre, l'Institut a commencé l'analyse du dossier de sûreté du futur magasin d'entreposage de matières nucléaires de l'installation de fabrication de combustibles pour la propulsion nucléaire installée sur le centre CEA de Cadarache.

Concernant le centre CEA de Marcoule (Gard), l'Institut a examiné le dossier de sûreté d'un nouvel évaporateur de l'Atelier de vitrification de Marcoule et les dossiers de sûreté relatifs à la création de deux nouveaux bâtiments d'entreposage dans l'installation dénommée « Entreposage intermédiaire polyvalent » et au projet de rénovation de la station de traitement des effluents liquides.

Exploitation

Dans le cadre de la restructuration des filières d'enrichissement de l'uranium de l'établissement Areva NC de Pierrelatte, sur le site du Tricastin (Drôme), l'IRSN a examiné :

- la sûreté de différents équipements prototypes (dispositif de prélèvement d'échantillons liquides, presse à compacter les déchets solides) en vue de leur implantation ultérieure dans des installations nouvelles et modernisées ;
- les référentiels de sûreté de la station de traitement des effluents et du laboratoire d'analyse de l'établissement.

L'IRSN a également poursuivi l'examen des risques liés aux inondations d'origine externe et suivi l'avancement de l'élaboration du plan d'actions des exploitants du site pour améliorer sa protection à l'égard de ce risque. En outre, il a examiné la sûreté des parcs d'entreposage (P50) de matières uranifères de l'établissement placés sous le contrôle du DSND, afin de permettre la poursuite de leur exploitation.

Concernant le centre CEA/DAM de Valduc, l'IRSN a notamment examiné des dossiers transmis par l'exploitant à la suite du réexamen de sûreté, réalisé en 2007, de l'installation dédiée au travail sur le plutonium solide. Dans le cadre du suivi des installations, l'IRSN a également examiné les causes et les enseignements tirés de plusieurs incidents survenus dans des installations de ce centre.

Quant au centre CEA de Marcoule, l'Institut a examiné le dossier de réexamen de sûreté de son Atelier de vitrification et le référentiel de sûreté de son Atelier de décontamination.

En outre, l'IRSN a engagé l'analyse des dossiers de réexamen de sûreté :

- de l'installation d'extraction de tritium du centre CEA de Marcoule, notamment pour se prononcer sur la prolongation de l'autorisation de son entreposage ;
- de l'installation de fabrication de combustibles pour la propulsion navale du centre CEA de Cadarache.

Pour ce qui concerne les navires à propulsion nucléaire, l'IRSN a poursuivi l'examen du dossier de la revue de sûreté des sous-marins d'attaque (SNA) de type *Rubis*.

En 2009, il a ainsi examiné plus particulièrement :

- le suivi en service des circuits de sécurité et de l'enceinte de confinement ;
- les études sur le risque de rupture brutale de la cuve du réacteur ;
- le bilan du plan d'actions établi après l'accident de rupture d'une tuyauterie de vapeur survenu en 1994 sur le SNA *Émeraude*.

Enfin, pour les installations à terre de soutien à la propulsion navale, l'IRSN a notamment procédé à l'analyse :

- du dossier de la deuxième phase des opérations de cessation définitive d'exploitation du réacteur RNG du centre CEA de Cadarache ;
- du dossier relatif à l'utilisation de l'emballage PN-CN de transport de combustible dans les ateliers nucléaires de la base navale de Toulon.

Démantèlement

Dans le cadre des opérations de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement de l'usine UP1 du centre CEA de Marcoule, l'IRSN a examiné le référentiel de sûreté proposé par l'exploitant pour la poursuite des opérations de démantèlement ainsi que des dossiers de sûreté concernant :

- la poursuite du démantèlement des équipements du bâtiment 100 de l'usine UP1 ;
- la reprise des « insolubles de dissolution » dans les cuves de haute activité de l'atelier MAR 200 ;
- la reprise et le traitement des dépôts constatés dans certains équipements de l'atelier MAR 200.

En outre, pour ce même centre, l'IRSN a examiné les réponses de l'exploitant aux demandes formulées par la commission de sûreté de la gestion des déchets lors de sa réunion du 12 mars 2008.

Transports de matières radioactives

De nombreux dossiers ont été examinés dans ce domaine en 2009 :

- des demandes de prorogation et d'extension d'agrément pour des transports effectués sur la voie publique ;
- des demandes d'autorisation pour des transports effectués sur les sites ;
- le règlement pour des transports internes de matières radioactives sur les bases navales ;
- les propositions d'évolution des recommandations de l'AIEA relatives au transport de matières radioactives ;
- des demandes d'agrément de modèles de colis destinés au transport d'armes.

Concernant ce dernier point, l'IRSN a examiné, en 2009, les dossiers de demande d'agrément pour les modèles de colis 81 000 et 81 710. L'expertise par l'Institut de la demande d'agrément

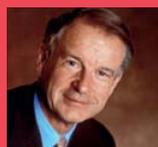


Conditionnement des matières radioactives.

93 AVIS
TECHNIQUES TRANSMIS
À L'AUTORITÉ DE SÛRETÉ
DÉFENSE (97 en 2008).

LA PAROLE À

MARCEL JURIE DE LA GRAVIÈRE,
délégué à la sûreté nucléaire et
à la radioprotection pour les activités
et installations intéressant la défense



Toutes les activités nucléaires, qu'elles soient ou non relatives à la défense, ont une obligation de transparence pour ce qui concerne leur impact sur l'homme et l'environnement. C'est la mise en œuvre de cette obligation qui est différente selon le cas. Concernant les activités de défense, les modalités d'information sont précisées dans un décret d'application spécifique de la loi du 13 juin 2006, relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire. Elles prévoient que le DSND propose une stratégie d'information, charge à lui de s'appuyer sur l'expertise de l'IRSN ou de lui déléguer certaines actions. C'est un domaine dans lequel nous avons mis en place, avec l'Institut, une organisation qui est désormais bien rodée, comme en témoignent les différents retours d'expérience. »

du modèle de colis 81 000 a fait l'objet d'une présentation à la commission de sûreté des transports. L'IRSN a également examiné les justifications complémentaires apportées par le CEA concernant le modèle de colis 75654, de type C, conçu pour le transport aérien. Suite à l'expertise de ce modèle de colis, qui avait fait l'objet d'une réunion de la commission susnommée en 2006, le DSND a délivré le premier agrément français pour un modèle de colis de type C contenant des matières fissiles.

Plans d'urgence internes et exercices

En 2009, l'IRSN a participé à la préparation des scénarios des exercices de crise portant sur la base aérienne de Mont-de-Marsan (Landes), sur le site CEA de Cadarache et sur un transport. L'Institut a également participé en tant qu'acteur à ces trois exercices et a été invité à participer à un exercice interne de la Marine.

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

Cela couvre :

- l'examen du caractère opérationnel et de certaines situations accidentelles pour les PUI du centre CEA de Cadarache ;
- l'examen du caractère opérationnel et des situations accidentelles pour le PUI du centre CEA de Valduc ;
- la proposition d'un canevas type d'un plan d'urgence pour les transports.

Enfin, l'IRSN a participé aux inspections des sites CEA de Cadarache et de Marcoule concernant leurs PUI.



Disposer à temps des connaissances et des moyens de l'expertise nécessaires pour apprécier les risques présentés par les installations nucléaires futures.

EXPERTISE DES INSTALLATIONS FUTURES

L'IRSN prépare ses évaluations de sûreté à venir

L'IRSN s'est attaché en 2009 à identifier les principales questions de sûreté et de radioprotection liées aux concepts de réacteurs de quatrième génération susceptibles d'être retenus en France ainsi qu'aux installations du cycle du combustible associées. Il a également poursuivi ses études sur l'installation ITER. Il s'agit, pour l'Institut, d'étapes dans l'acquisition ou le développement des connaissances, outils et compétences qui seront nécessaires pour de futures expertises en appui aux autorités et aux pouvoirs publics. Toujours en 2009, l'IRSN a mené des travaux d'expertise sur le dossier de l'Andra relatif à la recherche de sites pour le stockage de déchets de faible activité à vie longue et sur le centre de stockage de la Manche. Il a également poursuivi ses recherches sur les stockages géologiques.

1 – RÉACTEURS DE QUATRIÈME GÉNÉRATION ET CYCLES DU COMBUSTIBLE

Afin de préparer l'expertise des réacteurs du futur, l'IRSN s'attache à acquérir les connaissances, les outils et les compétences nécessaires à cette expertise pour les concepts les plus crédibles de réacteurs de quatrième génération et d'installations du cycle associées.

Réacteurs de quatrième génération

Dans le cadre du développement des réacteurs de quatrième génération, la filière des réacteurs à neutrons rapides refroidis au sodium (RNR-Na) est étudiée en priorité en France, avec l'objectif de mise en service par le CEA d'un prototype dénommé ASTRID à l'horizon 2020.



ASTRID, le prototype de réacteur quatrième génération.

Afin d'optimiser la recherche future relative aux RNR-Na et d'anticiper la définition de programmes de recherche pertinents et fédérateurs, l'IRSN s'est inscrit dans une large collaboration internationale.

L'Institut participe ainsi à trois projets européens concernant les réacteurs de type RNR-Na et joue un rôle moteur dans le groupe TAREF de l'OCDE, qui a pour objectifs d'identifier les besoins de

LA PAROLE À

VICTOR TESCHENDORFF, directeur de la recherche en sûreté des réacteurs, GRS



Le travail de recherche entrepris par les organismes techniques de sûreté nucléaire (TSO) en vue de l'expertise future des réacteurs de quatrième génération devra être mené en étroite collaboration pour différentes raisons. L'une d'entre elles tient à une exigence croissante de transparence de la part du public : il n'apparaîtrait plus crédible, et donc plus acceptable, à ses yeux, que des travaux de recherche et d'évaluation menés sur le même sujet dans différents pays aboutissent à des résultats discordants. Une autre raison est l'existence de la plate-forme technologique pour une énergie nucléaire durable, soutenue par la Communauté européenne et à laquelle participent des TSO européens comme Bel V, la GRS et l'IRSN afin de garantir que la sûreté sera prise en compte en tant qu'activité transverse à tous les projets, quel que soit le type de réacteur concerné. Enfin, un important travail de recherche restant à accomplir par les TSO dans les années à venir afin de développer une capacité d'expertise appropriée, je pense que le partage de l'expérience précieuse acquise par chaque pays dans le passé – par exemple en Allemagne sur les réacteurs à haute température à lit de boulets ou en France sur les réacteurs à neutrons rapides refroidis au sodium – doit constituer un fondement des recherches à venir. »



Les équipes tchèques (NRI) et françaises (IRSN) réalisent ensemble des expériences d'irradiation, dans l'installation IRMA de l'IRSN implantée à Saclay (Essonne), dans le cadre du projet FORGE.

recherche et développement, et de proposer des programmes expérimentaux associés. La collaboration avec les organismes japonais (JAEA et JNES), allemand (KIT-Fzk) et chinois (CNPE) a été renforcée dans le domaine des accidents et des risques associés à la mise en œuvre du sodium.

Cycles du combustible

L'IRSN a engagé en 2009 un certain nombre d'actions dans l'objectif d'identifier les principales questions de sûreté et de radioprotection induites dans les installations du cycle par les différentes stratégies de gestion du combustible envisagées dans le cadre de la mise en œuvre des réacteurs de quatrième génération, avec notamment :

– la réalisation de premières études sur la simulation de scénarios de déploie-

ment d'un parc de réacteurs à neutrons rapides;

– une première évaluation des effets de ces différents scénarios sur les installations du cycle du combustible actuelles et futures, y compris la gestion des déchets;

– la réalisation d'une synthèse de l'expérience acquise, en France et à l'étranger, dans les domaines de la fabrication et du traitement des combustibles des réacteurs à neutrons rapides.

Installation expérimentale de fusion Avancement des études concernant ITER

Des études concernant la sûreté de l'installation ITER ont été poursuivies en 2009, notamment en vue de l'instruction de la demande d'autorisation de création de cette installation, dont les spécificités doivent être prises en compte dans les travaux d'acquisition de connaissances et d'adaptation de logiciels de simulation. Ils ont conduit en particulier à développer un modèle d'oxydation des parois de la chambre à vide de l'installation qui a été implanté dans le système ASTEC afin de le rendre applicable aux accidents liés à une entrée d'air ou d'eau dans la chambre à vide. En parallèle, de nouveaux modèles – notamment un modèle de turbulence – ont été intégrés au logiciel DUST, qui traite du transport des poussières et du risque d'explosion de mélanges de poussières (comme le béryllium) et de gaz (tels que l'hydrogène). Des essais sont prévus dans

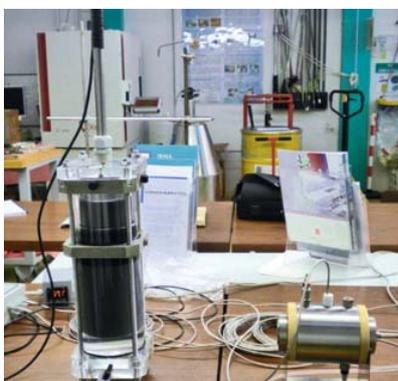
les installations TOSQAN et BISE de l'Institut, implantées à Saclay (Essonne), pour qualifier le logiciel DUST.

2 – STOCKAGES DE DÉCHETS NUCLÉAIRES EN FORMATION GÉOLOGIQUE PROFONDE

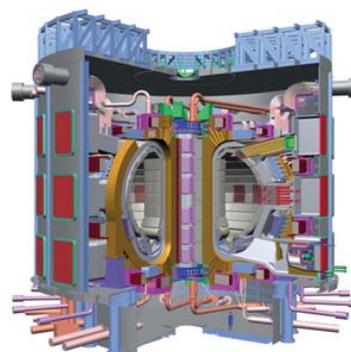
Dans le domaine des stockages de déchets nucléaires en formation géologique profonde, l'année 2009 a été marquée, pour l'IRSN, par le développement de collaborations nationales et internationales visant à préparer l'expertise qu'il conviendra de mener sur ces stockages.

Recherches liées aux stockages géologiques Lancement du projet FORGE

Le projet FORGE est un projet du 7^e PCRD de la Commission européenne, engagé en 2009 et auquel participent 24 partenaires dont, notamment pour la France, l'IRSN,



Dispositif expérimental permettant d'étudier la production de gaz par irradiation.



ITER : vue en coupe de la chambre toroïdale bobine magnétique.



Prélèvement d'eau pour analyses géochimiques en tête d'un dispositif chimiquement inerte et isolant une fracture transmissive dans la station expérimentale de Tournemire (Aveyron).

le CEA, EDF et l'Andra. L'objectif du projet est d'étudier la production et la migration de l'hydrogène résultant de la corrosion dans un stockage de déchets radioactifs. Ce projet comprend cinq volets ayant pour sujets : le traitement des transferts du gaz dans les études de sûreté, la production de gaz, les effets des transferts de gaz sur les scellements, sur la zone endommagée par l'excavation et sur la formation rocheuse. L'Institut coordonne le deuxième volet (production de gaz) et réalise, en partenariat avec l'institut tchèque NRI, des expériences d'irradiation, dans l'installation IRMA de l'IRSN implantée à Saclay (Essonne), en vue de quantifier la production de gaz associée à la corrosion sous radiolyse. L'Institut participe également à la revue des méthodes d'évaluation des risques liés au transfert de gaz dans le stockage ainsi qu'à l'inter-comparaison de modèles. À cet égard, l'IRSN développe ses propres moyens de calcul de transferts simultanés de gaz et de liquide dans un milieu argileux. Dans le cadre du projet FORGE, les résultats expérimentaux seront comparés à ceux obtenus par modélisation.

Groupement national de recherche TRASSE Transfert des radionucléides

Les activités du Groupement national de recherche (GNR) TRASSE (transfert des radionucléides dans le sol, le sous-sol et vers les écosystèmes), créé par le CNRS et l'IRSN,

s'articulent selon deux axes. Chacun s'appuie sur l'une des deux stations expérimentales dont dispose l'IRSN : l'une est située sur le site de Tchernobyl et l'autre est la station expérimentale souterraine de Tournemire. En 2009, huit projets associant plus d'une dizaine d'équipes du CNRS étaient en cours. L'axe 1 porte sur l'étude des transferts de radionucléides naturels et artificiels dans le sol, les nappes phréatiques et vers les végétaux. L'un des projets de cet axe porte sur l'étude de la diversité bactérienne du sol le long d'une tranchée emplie de déchets du site de Tchernobyl, en fonction des caractéristiques physico-chimiques du sol. Deux autres projets visent à déterminer les caractéristiques des écoulements d'eau et du transport réactif de radionucléides dans la zone non saturée des sols et dans la formation aquifère. Il s'agit d'établir des bilans hydriques globaux entre la surface et la nappe et de déterminer l'âge et l'origine des masses d'eau. L'axe 2 porte sur l'étude des capacités de confinement d'une formation géologique argileuse. Les sujets abordés concernent, d'une part, la présence de failles ainsi que leur influence sur les capacités de confinement des roches argileuses et, d'autre part, l'effet du vieillissement des ouvrages et des composants des stockages sur l'évolution des caractéristiques de ces roches. Les études se concentrent en particulier sur les interactions argile-béton ainsi que sur une réinterprétation de données de prospection sismique destinée à tester

PLUS D'INFORMATIONS

STOCKAGE DES DÉCHETS DE FAIBLE ACTIVITÉ À VIE LONGUE



À la demande de l'ASN, l'IRSN a examiné le dossier de l'Andra relatif aux sites envisagés pour le stockage de déchets de faible activité à vie longue (FAVL). Un tel stockage pourrait notamment accueillir les déchets de graphite qui seront produits par le démantèlement des réacteurs de type graphite-gaz ainsi que certains déchets contenant du radium. Dans son avis du 12 janvier 2009, l'IRSN a conclu qu'il n'avait pas identifié, à ce stade du projet, d'élément rédhibitoire d'un point de vue géologique, qui conduirait à écarter un ou plusieurs des dix sites considérés prioritairement par l'Andra pour l'implantation d'un stockage de déchets FAVL. Toutefois, l'IRSN a observé que l'aptitude de ces sites à recevoir une installation de stockage ne pourrait réellement être confirmée que sur la base des résultats d'investigations approfondies qui restent à engager.

 www.irsn.fr

la capacité de cette technique à localiser des failles. Enfin, des études sont menées sur l'utilisation de traceurs naturels pour étudier l'extension et les caractéristiques de la zone endommagée autour d'ouvrages souterrains.

Poursuite des travaux dans la station expérimentale de Tournemire

Dans le cadre des recherches sur les stockages géologiques qu'il mène dans sa station expérimentale de Tournemire (Aveyron), l'IRSN a procédé en 2009 à une troisième campagne de prélèvement d'échantillons destinés aux études de corrosion de l'acier et du verre placés dans l'argile, études menées dans le cadre d'une collaboration avec EDF. Les analyses de ces échantillons, mis en place il y a une dizaine d'années et récupérés par « sur-carottage », viendront compléter celles déjà effectuées sur d'autres échantillons laissés en contact avec l'argile respectivement pendant deux et six ans.

Les études relatives à la fracturation de la zone endommagée autour des ouvrages (tunnel et galeries) ont également été poursuivies avec la réalisation de huit forages radiaux courts (6 m) dans la galerie sud creusée en 2008. Trois d'entre eux sont instrumentés afin de suivre l'évolution temporelle des pressions hydrauliques autour de l'ouvrage. Les carottes sorties de ces forages feront l'objet d'essais de détermination de leurs caractéristiques géomécaniques en laboratoire, dans le cadre d'une collaboration avec l'université de Clausthal (Allemagne).

Développement des collaborations internationales

Les recherches conduites par l'IRSN dans le domaine de la sûreté des stockages de déchets radioactifs en formations géologiques profondes s'inscrivent de plus en plus souvent dans le cadre de collaborations internationales. Cette tendance a conduit l'Institut à accueillir en 2009 plusieurs réunions importantes sur son site de Tournemire. Ce fut en particulier le cas de la réunion annuelle des membres du réseau de l'AIEA, qui regroupe les principales installations de recherche souterraines actuellement exploitées à travers le monde. Ce réseau a pour objectif de valoriser celles-ci

en tant qu'outils de formation et d'expérimentation au profit de l'ensemble de ses 27 États membres. C'est ainsi que l'IRSN a mis à profit sa station expérimentale pour organiser une formation consacrée au stockage de déchets au sein de formations argileuses. Treize stagiaires, originaires de 12 pays différents, ont pu en bénéficier.

Sûreté des stockages de déchets **Sûreté du Centre de stockage de la Manche**

L'IRSN a présenté au groupe permanent compétent placé auprès de l'ASN, le 8 décembre 2009, son évaluation du rapport définitif de sûreté du Centre de stockage de la Manche (CSM). Il s'agit du premier réexamen complet de la sûreté de ce centre, depuis décembre 1998. L'IRSN a conclu que le CSM ne présentait pas d'indices d'une évolution anormale de sa capacité de confinement et que l'Andra exerçait une surveillance de qualité qui devait être poursuivie.

L'IRSN a également examiné le projet de mise en place d'une couverture plus pérenne sur le CSM, l'adoucissement prévu des pentes de cette couverture constituant une évolution favorable à sa sûreté à long terme. L'Institut a toutefois estimé que des précisions devaient encore être apportées,



Le Centre de stockage de la Manche.

notamment sur les dispositions permettant d'assurer un drainage aussi durable que possible de la couverture.

S'agissant, enfin, des modalités retenues par l'Andra pour préserver et transmettre la mémoire du CSM, l'IRSN a en particulier recommandé que soient régulièrement menés des exercices de recherche et d'exploitation de données, notamment par des experts externes à l'Andra, afin de valider et, le cas échéant, enrichir les informations transmises aux générations futures.

www.irsn.fr

LA PAROLE À

CATHERINE CERTES, adjointe du service de sûreté des irradiateurs, des accélérateurs et de la gestion des déchets de l'IRSN



Le travail mené avec l'Anclci est régulier et constructif. Il s'est renforcé à la suite de la loi Transparence et sûreté nucléaire dans la mesure où les Cli ont désormais une mission d'intérêt public en matière d'information. En plus d'échanges réguliers sur les actions menées par chacun, le comité de suivi IRSN/Anclci a permis en 2009 d'approfondir certains sujets dont celui de la réversibilité du stockage des déchets de haute activité à vie longue, inscrite dans la loi du 28 juin 2006. Au-delà des aspects techniques émergent en effet de la notion de réversibilité d'autres enjeux concernant la gestion à long terme des déchets, où la dimension humaine tient une large place. Ce sujet a aussi été au centre des débats du projet européen COWAM *in practice*, portant sur l'implication des acteurs locaux dans la gouvernance de la gestion des déchets radioactifs, projet auquel participent notamment l'IRSN, l'Anclci et les Cli. Ces échanges avec les parties prenantes ont contribué à une prise de conscience des experts de l'Institut du fait que la dimension sociétale était à intégrer dans la démarche d'évaluation de sûreté. »



Assurer la surveillance de l'exposition tant des travailleurs que du public aux rayonnements ionisants et celle de la radioactivité sur le territoire national.

EXPOSITION DE L'ENVIRONNEMENT ET DES POPULATIONS

Radioprotection : vers de nouveaux dispositifs de surveillance

Dans le domaine de la protection de l'environnement, l'IRSN a préparé la modernisation ainsi que le redéploiement de ses dispositifs de surveillance et a approfondi sa connaissance des stocks et des transferts de radionucléides dans l'environnement, par ses actions autour de sites miniers ou pollués. Dans le domaine de la protection de l'homme, l'Institut a poursuivi des travaux visant à améliorer les techniques de dosimétrie individuelle et le suivi de l'exposition des travailleurs.

1 – STRATÉGIE DE LA SURVEILLANCE DE L'ENVIRONNEMENT

La surveillance de l'exposition des personnes du public aux rayonnements ionisants est une mission importante de l'IRSN. Elle s'appuie, depuis 2009, sur une stratégie révisée et des moyens en cours de rénovation.

Révision de la stratégie de surveillance

L'IRSN a poursuivi, dans le cadre de l'exercice de sa mission de surveillance de la radioactivité de l'environnement, une réflexion qui l'a conduit à définir un plan de modernisation et de redéploiement de ses dispositifs concernant, notamment :

- l'optimisation des moyens en faveur d'une surveillance régulière, plus ciblée et plus flexible, destinée à améliorer la réactivité de l'Institut;
- le renforcement des dispositifs de télé-surveillance pour la détection des situations accidentelles et le suivi des situations post-accidentelles, avec une orientation plus marquée vers la protection des populations;
- une plus grande transparence et une plus grande implication à l'égard des parties prenantes dans l'exercice et les orientations de la surveillance.

Le 8 septembre 2009, le collège des commissaires de l'ASN a auditionné l'IRSN



Les nouvelles sondes de mesure du débit de dose choisies par l'IRSN.

sur ce plan et confirmé la pertinence des orientations retenues par l'Institut. Ce plan doit se dérouler en maintenant un dialogue avec les prescripteurs et les autres acteurs de la surveillance (ASN, services de l'État, exploitants) ainsi qu'avec les parties pre-

nantes intéressées. L'IRSN est par ailleurs convenu avec l'Ancli que la mise en place de « constats radiologiques régionaux » constituerait un exemple concret de partage de l'information. Ces constats consistent à établir, pour une année donnée, un état de la radioactivité des différents milieux dans une région et pour une palette assez large de denrées. Les programmes de prélèvements envisagés pour les constats lancés en 2009 par l'IRSN dans la vallée du Rhône et le Sud-Ouest ont été présentés aux Cli concernées afin de prendre en compte leur avis et de solliciter, le cas échéant, un appui

191 BALISES

CONSTITUENT LE RÉSEAU DE TÉLÉSURVEILLANCE DU TERRITOIRE (191 en 2008).



L'IRSN réalise de nombreuses expertises radiologiques autour des sites industriels.

local pour leur mise en œuvre (notamment, choix des denrées ou des lieux de prélèvement). Pour ce qui concerne les balises automatiques de surveillance, l'IRSN a choisi de nouvelles sondes de mesure du débit de dose qui remplaceront celles du parc actuel du réseau Télecay.

2 – ÉTUDES RELATIVES À L'ENVIRONNEMENT DES SITES

L'IRSN réalise, à la demande des pouvoirs publics ou des exploitants, des études relatives à l'impact des activités industrielles sur l'environnement des sites et sur les populations.

Expertises radiologiques

En 2009, l'IRSN a réalisé plusieurs expertises radiologiques à la demande des pouvoirs publics ou d'exploitants. Ces expertises consistent à étudier la répar-

tation de la radioactivité dans l'environnement et à en évaluer les conséquences potentielles sur la population.

Parmi les expertises les plus importantes de l'année 2009, on peut citer notamment celles relatives à :

- l'usine Comurhex de Malvési (Aude) – installation spécialisée dans le traitement de l'uranium – réalisée à la demande d'Areva. Cette expertise a été achevée en avril 2009 et présentée lors d'une réunion de la Cli. Elle a montré que les substances radioactives rejetées par l'usine induisaient une contamination des sols et des végétaux à proximité du site sous les vents dominants ainsi que des canaux et bassins situés en aval des points de rejet historiques et actuels;
- l'hôpital de Tahiti – cette expertise a été réalisée à la demande du gouvernement de Polynésie française, dans la perspective de la mise en place d'un service de radiothérapie et de diagnostic et, dans

les années à venir, d'un cyclotron à usage médical produisant des radionucléides de courtes périodes. L'IRSN a réalisé un état de référence des radioéléments présents dans le lagon du Taaone, où sera situé l'exutoire (dit « point zéro radioécologique ») des effluents liquides du nouvel hôpital. Cet état permettra d'apprécier l'impact futur des activités de l'hôpital sur l'environnement;

- la zone de production agricole de Jahouvey, en Guyane – à la demande de la Direction générale de l'alimentation, l'IRSN a évalué, à partir d'analyses de denrées cultivées dans cette zone, principale aire de production agricole de Guyane, l'exposition de la population induite par l'irrigation. En effet, les eaux utilisées pour l'irrigation présentent un niveau de radioactivité d'origine naturelle dépassant la limite de référence fixée pour les eaux destinées à la consommation humaine.

OUVERTURE À LA SOCIÉTÉ

COLLABORATIONS AVEC LES CLI DANS LE DOMAINE DE LA SURVEILLANCE DE L'ENVIRONNEMENT

Pour partager avec l'ensemble des Cli et de nombreux agents de l'IRSN les résultats des actions menées en commun depuis plusieurs années, l'Institut et l'Ancli ont organisé, les 10 et 11 juin 2009, un séminaire intitulé *Les Cli, de la vigilance à la responsabilité – l'IRSN vers une expertise plus ouverte*, qui a réuni 90 personnes dont plus de la moitié en provenance des Cli.

Le premier jour, consacré à la surveillance de la radioactivité dans l'environnement, a été l'occasion de partager les résultats des travaux menés dans le cadre de l'Action pilote environnement Loire (Apel), dont le rapport, intitulé *Surveillance de la radioactivité dans l'environnement du bassin de la Loire, un partenariat entre l'IRSN et les Cli de Saint-Laurent et de Dampierre au service de la vigilance citoyenne*, a été diffusé en février 2009. La discussion autour du modèle de restitution des données proposé par l'Apel et des autres travaux présentés a permis d'échanger sur les opportunités pour les Cli de compléter la surveillance existante par une surveillance de la radioactivité de l'environnement par les acteurs du territoire.

PLUS D'INFORMATIONS

ÉLABORATION DE NORMES ISO POUR LA MESURE DU RADON

La transposition en normes internationales des normes françaises (garanties par l'Afnor) de mesure du radon et de ses descendants dans l'atmosphère a franchi une étape importante en 2009. Huit textes avaient été initialement présentés par l'IRSN lors d'une réunion du comité technique sur l'énergie nucléaire de l'Organisation internationale de normalisation (ISO) à Madrid, en 2007. Après le vote des membres de l'ISO, ils ont été acceptés comme nouveau thème de travail au sein du sous-comité sur la protection contre les rayonnements. Ils ont ensuite été soumis à l'analyse et à la critique d'un groupe de travail réunissant des représentants du Royaume-Uni, de l'Allemagne, de l'Espagne, de la Suisse, des Pays-Bas, du Japon et de la France. Les débats ont permis l'obtention rapide d'un consensus, de telle sorte que les normes ont pu être soumises dans le courant de l'année à l'ISO comme projet de normes internationales.

Expertises autour des anciens sites miniers

En 2009, l'IRSN a mis en ligne sur son site Internet la carte des 210 anciens sites miniers d'uranium actuellement recensés en France métropolitaine. Cette carte interactive a été réalisée dans le cadre du programme MIMAUSA, dont la mise en œuvre a été confiée à l'Institut par le ministère chargé de l'Écologie, et qui a pour objectif de rassembler et de mettre à disposition des administrations comme du public une information relative aux anciens sites miniers. Cette carte complète l'inventaire existant et facilite la localisation des sites concernés. Elle répond ainsi à l'objectif des pouvoirs publics de permettre à tout citoyen de connaître l'historique et la situation actuelle des anciens sites miniers.

En parallèle, l'IRSN a poursuivi ses travaux destinés à compléter et à consolider certaines données. Une mission de terrain, menée en 2009 en Bretagne, a ainsi permis la localisation précise des sites recensés, une meilleure connaissance de leur usage actuel, le repérage d'anomalies radiolo-

giques et même la mise en évidence de sites non répertoriés. Ces résultats confirment l'intérêt de confronter les données disponibles à la réalité du terrain et aux informations détenues localement.

Pour ce qui concerne les stockages de résidus de traitement de minerai d'uranium, l'IRSN a réalisé en 2009 une expertise du bilan transmis par Areva dans le cadre du plan national de gestion des matières et déchets radioactifs.

Ce bilan dresse l'état des connaissances actuelles sur l'impact à long terme de ces stockages. Il aborde ainsi l'évolution minéralogique et chimique des résidus et leur capacité à limiter durablement la mobilité du radium et de l'uranium qu'ils contiennent. Il propose également un examen de la stabilité des digues ceinturant certains stockages et une évaluation de l'impact dosimétrique du stockage pour une évolution normale de celui-ci et pour certaines situations dégradées.

Dans son avis, l'IRSN a identifié des pistes d'amélioration concernant la protection de l'environnement et recommandé la réalisation d'études complémentaires afin de valider les résultats préliminaires transmis par Areva dans ses documents.

www.irsrn.fr

Gestion des sites industriels pollués

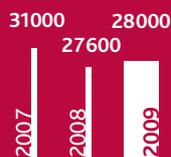
À la demande de l'Andra, l'IRSN a réalisé en 2009, avec un financement de la

Commission nationale des aides dans le domaine radioactif, un diagnostic de la pollution radioactive des sols, des eaux et de la faune aquatique autour de l'ancienne usine de la société Orflam-Plast, à Pargny-sur-Saulx (Marne). Cette société produisait des pierres à briquet à partir d'un minerai riche en thorium 232. L'expertise a permis de définir des zones pour lesquelles des travaux de réaménagement ont été immédiatement réalisés, réduisant ainsi l'exposition possible des populations concernées. Par ailleurs, l'IRSN est intervenu, à la demande de l'ASN, à Gif-sur-Yvette (Essonne) où était implantée la Société nouvelle du radium. L'IRSN a conduit une étude historique en vue de définir le périmètre à diagnostiquer et a réalisé une campagne de diagnostics radiologiques sur les parcelles voisines de l'ancienne usine. Une réunion publique présentant l'étude et les résultats aux riverains a été tenue en septembre 2009.

Dans la continuité des activités menées en 2008 sur le site d'une ancienne usine de traitement de radium à l'île Saint-Denis (Seine-Saint-Denis), l'IRSN a mené la recherche de polluants radiologiques et chimiques dans le sol du site.



Tarière mécanique pour prélèvement de terre.



ÉCHANTILLONS DE L'ENVIRONNEMENT PRÉLEVÉS.



Dispositif de mesure de dépôt sec d'aérosols lors des campagnes expérimentales des Landes.

3 – ACCROISSEMENT ET CONSOLIDATION DES CONNAISSANCES EN RADIOÉCOLOGIE

Les recherches menées par l'Institut sur les transferts de substances radioactives dans l'environnement permettent de mieux comprendre leur comportement et leurs effets sur les écosystèmes.

Étude du tritium dans le Rhône

Des concentrations significatives de tritium ont été mesurées dans les sédiments et les matières en suspension du Haut-Rhône, à proximité de la frontière franco-suisse. Cette présence est vraisemblablement liée à l'utilisation, des années 1960 au début des années 2000, de tritium par l'industrie des peintures luminescentes, notamment pour l'horlogerie. Ces observations ont conduit à la mise en place en 2009 d'un accord de collaboration avec l'Office fédéral de santé publique suisse, afin d'étudier l'origine de ces concentrations en tritium. Une campagne conjointe de prélèvement de sédiments, de végétaux et de poissons dans le Rhône a été menée au cours de l'été 2009, à proximité des zones *a priori* les plus touchées par les rejets de ce type d'industrie ou de sa filière de déchets (usines d'incinération, décharges...). Les résultats seront disponibles au cours de l'année 2010.

Vitesse de dépôt sec des aérosols submicroniques

Dans le cadre de ses études sur les transferts atmosphériques, l'IRSN a développé, au cours de l'année 2009, une méthode originale de mesure de la vitesse de dépôt sec des aérosols submicroniques. Cette méthode est fondée sur la mesure des fluctuations de la concentration atmosphérique des aérosols et de la vitesse verticale du vent. Elle a permis, pour la première fois au niveau international, une quantification de la vitesse de dépôt en fonction des conditions météorologiques et de la taille des aérosols sur trois couverts ruraux (herbe, maïs, sol nu). Les données résultant de cette étude devront, à terme, être intégrées dans des modèles opérationnels. Elles permettront de réduire les incertitudes pesant sur l'impact des rejets d'effluents radioactifs dans l'atmosphère en situation accidentelle et contribueront à accroître la capacité d'expertise de l'IRSN.

Dispersion des radionucléides dans la rade de Toulon

L'IRSN a développé en 2009 un outil relatif à la dispersion de radionucléides dans l'environnement marin de la rade de Toulon (Var) en situation post-accidentelle. Pour différents scénarios d'accidents pouvant entraîner des rejets de radionucléides à partir d'un

LA PAROLE À

DIDIER GUILLAUME, président de la Commission locale d'information auprès des grands équipements énergétiques du Tricastin (Cligeet)

Depuis novembre 2008, la Cligeet est impliquée dans le groupe de suivi engagé conjointement par l'IRSN, Areva et les DDASS afin d'apporter des informations précises sur l'origine du marquage de la nappe phréatique du Tricastin, notamment par l'uranium. Ce travail est mené par un groupe pluraliste impliquant également l'InVS, l'ASN, le DSND, un panel d'hydrogéologues et le Laboratoire départemental d'analyses. Ce groupe a pour objectif de confronter les points de vue des différents experts et d'apporter une réponse aux questions légitimes des habitants, qu'ils soient drômois ou vauclusiens, sur l'origine et la durée de la pollution. Si la constitution du groupe et la définition du cahier des charges ont nécessité beaucoup d'énergie de la part des différents membres, mon souhait, aujourd'hui, est d'obtenir de premiers éléments de réponse dans le courant de l'année. D'ores et déjà, nous pouvons considérer que nous avons joué notre rôle dans la mise en œuvre de ce projet. »

900 POINTS

DE MESURE DU DÉBIT
DE DOSE AMBIANT
(900 en 2008).

quai ou directement dans la rade, un modèle permet de simuler leur dispersion et de calculer les concentrations attendues dans l'eau et dans les sédiments. Parallèlement, des cartes de sensibilité du milieu, établies par secteur, prennent en considération des critères environnementaux (protection des espèces) et économiques (tourisme, pêche...). À terme, le croisement des résultats du modèle avec les cartes de sensibilité permettra, en cas de contamination accidentelle, de déterminer plus rapidement les zones les plus vulnérables.

Modélisation hydrodynamique pour la surveillance en milieu marin

L'impact radiologique de l'usine Areva NC de La Hague (Manche) sur le milieu marin est déterminé à partir du facteur de dilution des rejets d'effluents liquides à proximité des côtes. Des mesures de concentration des radionucléides dans l'eau de mer, effectuées en 2009 par l'IRSN au port de Goury, à l'extrémité du cap de La Hague, ont permis d'établir ce coefficient avec une bonne précision.

Des simulations de la dispersion, réalisées par l'Institut à l'aide de modèles hydrodynamiques, ont montré qu'à proximité du point de rejet, il pouvait exister une forte variabilité des concentrations de radionucléides dissous. Des prélèvements d'eau de mer ont alors été effectués toutes les dix minutes et durant six jours, à Goury. Les concentrations de tritium sont conformes à celles prédites par la modélisation : elles peuvent varier d'un facteur 2 en dix minutes ou d'un facteur 4 en deux heures.

4 – OFFRE D'UNE MÉTROLOGIE DE QUALITÉ

Pour assurer au mieux sa mission de surveillance de l'exposition des populations et de la radioactivité de l'environnement, l'IRSN cherche à améliorer la qualité et la fiabilité de ses outils et méthodes de mesure des rayonnements ionisants. De plus, l'Institut met les résultats de ses mesures à la disposition du public.

Une métrologie de haute qualité

En 2009, l'IRSN a diffusé conjointement avec l'ASN et la Direction générale de la santé le premier bilan national de la qualité radiologique des eaux distribuées en France. L'ensemble des valeurs des concentrations en uranium naturel présentées dans ce document provient de mesures effectuées par l'IRSN, du fait de ses compétences particulières dans le domaine des analyses

des radionucléides naturels. L'Institut s'est imposé au fil des ans comme un acteur de référence pour les laboratoires français réalisant des mesures de l'activité dans des échantillons environnementaux, des denrées alimentaires, des eaux potables ou des effluents produits par l'industrie ou le milieu hospitalier.



L'IRSN mesure le niveau de radioactivité dans les échantillons des denrées alimentaires et les eaux potables.

LA PAROLE À

CARL-MAGNUS LARSSON,
autorité suédoise de sûreté et de radioprotection (SSM)



Branche de l'écologie dédiée à l'étude du transfert et des effets des substances radioactives sur les écosystèmes, la radioécologie éclaire au plan scientifique la prise de décisions dans diverses situations d'exposition de l'homme et de l'environnement aux rayonnements ionisants, consécutives à des activités quotidiennes, à des accidents ou à de la malveillance. Avec le redémarrage des programmes électronucléaires dans le monde, l'évaluation de l'impact environnemental – couvrant l'exploitation quotidienne et les conséquences potentielles d'un accident –, est une activité en pleine croissance. Soutenu par la Communauté européenne, le projet FUTURAE a permis de cartographier la recherche européenne en radioécologie afin de partager les compétences et installations dans ce domaine par la création d'un réseau de collaborations. Huit organismes impliqués dans la protection radiologique, comme l'IRSN et SSM, ont signé un protocole d'accord créant l'Alliance européenne en radioécologie. Le réseau définit aujourd'hui son agenda stratégique en identifiant les problèmes à traiter en priorité et en évaluant le travail théorique et expérimental à mener ainsi que les outils d'aide à la décision et de formation à créer. »

Mise en place de la collecte des mesures et du site Internet du Réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement

L'ouverture officielle, en janvier 2009, du système de collecte des résultats des mesures d'activité a concrétisé l'ensemble des activités préparatoires conduites par l'IRSN depuis 2005 en qualité de maître d'ouvrage du développement du système d'information du Réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement.

L'IRSN a développé différentes applications sur Internet pour restituer ces informations, d'une part au public, et d'autre part aux experts concernés de l'ASN ou de l'InVS dans un cadre réglementaire. De plus, l'ouverture du site Internet grand public, début 2010, constitue une illustration de la politique de transparence menée en France pour une meilleure information des citoyens sur l'état radiologique de leur environnement, fondée sur la pluralité des sources d'information.

www.mesure-radioactivite.fr



5 – RADIOPROTECTION DES TRAVAILLEURS

L'IRSN assure la surveillance de l'exposition des travailleurs et développe des méthodes et outils destinés à en améliorer la précision.

Suivi de l'exposition des travailleurs

Le Système d'information sur la surveillance des expositions aux rayonnements ionisants (SISERI) a atteint en 2009 son fonctionnement nominal. Il est désormais en mesure d'intégrer et de mettre à



L'IRSN assure la surveillance des travailleurs exposés aux rayonnements ionisants.

la disposition des médecins du travail les données relatives à l'exposition interne des travailleurs, en plus des données de la dosimétrie passive et opérationnelle. Les valeurs des expositions des personnels navigants y sont aussi intégrées. Des outils d'aide à l'utilisation de SISERI par les personnes compétentes en radioprotection et les médecins du travail sont proposés dans un nouveau site Internet qui regroupe également des informations réglementaires et pratiques pour le suivi des travailleurs. Une nomenclature unique des activités et des métiers, partagée par tous les acteurs du suivi de l'exposition des travailleurs, a été proposée par l'IRSN pour compléter les informations contenues dans SISERI. Elle pourra être utilisée pour l'établissement des statistiques annuelles d'exposition. Pour mémoire, le bilan de l'exposition aux rayonnements ionisants en 2008 a porté sur 306 629 travailleurs.

www.irsn.fr

Radioprotection du personnel médical

L'IRSN s'est fortement impliqué dans la réalisation du contrat européen ORAMED (Optimization of Radiation protection for MEDical staff) du 7^e PCRD, coordonné par le SCK-CEN (Belgique). Ce contrat a pour

principal objectif de développer des méthodes permettant d'estimer plus précisément – et éventuellement de réduire – l'exposition des travailleurs dans le domaine médical.

Il concerne notamment :

- pour la radiologie interventionnelle, la mesure et le calcul des doses aux extrémités et au cristallin ainsi que l'optimisation de l'utilisation de dosimètres opérationnels ;
- pour la médecine nucléaire, l'amélioration de la dosimétrie des extrémités.

L'IRSN intervient sur chacun de ces sujets et coordonne celui relatif à l'optimisation des dosimètres opérationnels. Des mesures en laboratoire ainsi que dans un très grand nombre de centres hospitaliers sont en cours, et un premier rapport de l'IRSN a été diffusé en 2009.

www.oramed-fp7.eu

600 POINTS

DE PRÉLÈVEMENT D'ÉCHANTILLONS POUR LA SURVEILLANCE DE LA RADIOACTIVITÉ SUR L'ENSEMBLE DU TERRITOIRE (600 en 2008).

DÉFI 3

Mesure de l'énergie des neutrons

Le développement de deux spectromètres pour la mesure des doses dues aux neutrons a débuté dans le cadre d'une thèse, cofinancée par l'IRSN et le Laboratoire national de métrologie et d'essais (LNE), soutenue en 2009. Le premier système, réalisé avec l'IN2P3 du CNRS de Strasbourg, couvre les hautes énergies. Le second, dédié à de plus basses énergies, a été construit par l'IN2P3 du CNRS de Grenoble. Ces instruments utilisent des technologies innovantes pour détecter des particules secondaires (protons), qui permettent de déterminer l'énergie des neutrons aux postes de travail.

Ces deux spectromètres doteront l'installation AMANDE de l'IRSN de détecteurs performants pour disposer d'une métrologie de qualité. AMANDE fournit des champs neutroniques monoénergétiques utilisés comme références métrologiques nationales pour la dosimétrie des neutrons, dans le cadre d'une collaboration entre l'IRSN et le LNE.

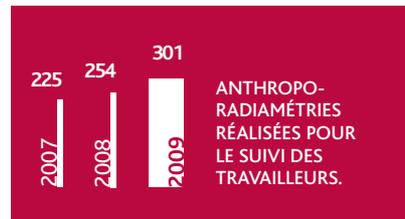
Suivi des travailleurs sur les sites

En octobre 2009, une première campagne de mesures anthroporadiométriques a été réalisée en dehors de la région parisienne avec les moyens du laboratoire mobile d'anthroporadiométrie de l'IRSN. Cette surveillance spécifique consiste à mesurer



L'installation AMANDE, à Cadarache (Bouches-du-Rhône) fournit des références métrologiques pour la dosimétrie des neutrons.

la radioactivité fixée dans les poumons. Cette campagne a été réalisée sur 22 personnes du service de médecine nucléaire du CHU d'Angers (Maine-et-Loire). Elle a permis de confirmer l'intérêt d'un tel laboratoire mobile pour la mesure sur site des travailleurs manipulant des radionucléides dont la période radioactive est trop courte pour les analyses habituelles. En effet, l'analyse des mesures a montré des résultats positifs de contamination pour environ 40 % du personnel examiné, pour les radionucléides suivants : technétium 99m, iode 131 et fluor 18. Cet outil contribue ainsi à l'amélioration du suivi des travailleurs des services de médecine nucléaire.



L'anthroporadiométrie au féminin

Les personnels de l'industrie nucléaire qui encourent un risque de contamination pulmonaire font l'objet d'anthroporadiométrie. L'étalonnage des installations de mesure se fait à l'aide de mannequins masculins, ce qui peut biaiser de manière



Les dosimètres installés dans les zones de travail permettent de mesurer la radioactivité ambiante.



Le laboratoire mobile d'anthroporadiométrie permet d'assurer le suivi des travailleurs sur leur lieu de travail.

SOPHIE JACOB, ingénieur-chercheur au laboratoire d'épidémiologie de l'IRSN



Nous avons lancé, au mois d'octobre dernier, une étude sur le risque de cataracte radio-induite chez les cardiologues interventionnels. En effet, ces professionnels sont exposés de façon chronique aux rayons X, notamment au niveau des yeux. Ces expositions pourraient être à l'origine d'atteintes du cristallin, aboutissant au développement précoce de cataractes. Nommée O'CLOC (Occupational Cataracts and Lens Opacities among Cardiologists), l'étude vise à comparer un groupe de cardiologues exposés aux rayonnements ionisants à un groupe de cardiologues non exposés. À ce titre, c'est la première étude réalisée sur cette profession. Elle prévoit le dépistage des cataractes chez 300 praticiens à travers toute la France, grâce à la mobilisation des ophtalmologistes. Menée par l'IRSN, l'étude O'CLOC est soutenue par les sociétés françaises de cardiologie et d'ophtalmologie. Les résultats sont attendus en 2011. »

significative l'interprétation des mesures faites sur les femmes. En 2009, des modèles numériques de thorax féminins ont donc été élaborés pour compenser l'absence de mannequins d'étalonnage. Un logiciel d'infographie a permis de réaliser une bibliothèque des morphologies les plus courantes, en prenant comme critères de référence le tour de poitrine et la taille du bonnet. En collaboration avec l'usine Areva NC de La Hague (Manche), des corrections de mesure ont ainsi été proposées, permettant d'améliorer la mesure de la contamination interne des membres féminins du personnel de l'usine en fonction de leur morphologie.

Nouvelles fiches sur les radionucléides

Au mois de juin 2009 ont été mises en ligne sept nouvelles fiches consacrées aux radionucléides. Élaborées conjointement avec l'INRS, ces fiches sont particulièrement destinées aux utilisateurs de sources non scellées et

aux personnes en charge de la radioprotection : utilisateurs, personnes compétentes en radioprotection et médecins du travail. Des experts de l'IRSN ont piloté la rédaction de ces fiches, qui concernent le carbone 14, le tritium, l'iode 123, l'iode 125, l'iode 131, le phosphore 32 et le technétium 99. Elles complètent une série d'autres fiches qui se rapportent à l'utilisation de radionucléides en sources non scellées, particulièrement en médecine nucléaire. Pour chaque radionucléide sont indiquées les informations les plus pertinentes ainsi que les bonnes pratiques de prévention à mettre en œuvre.

www.irsn.fr

Surveillance dosimétrique des travailleurs

L'IRSN a arrêté en 2009 l'exploitation des dosimètres de type photographique pour la surveillance dosimétrique des travailleurs. Il propose désormais des dosimètres utilisant différentes techniques – radiophoto-

luminescence pour les dosimètres de type « poitrine », thermoluminescence pour les dosimètres d'extrémité, et détection de traces pour les dosimètres « neutrons ». Pour ces derniers, un modèle plus performant a été mis en service durant l'année. En 2009, l'Institut a assuré le suivi dosimétrique de plus de 158 000 travailleurs en France et à l'étranger, représentant quelque 20 000 clients et nécessitant la production d'environ 1,5 million de dosimètres.

Les colonnes Uralix en test aux États-Unis

Pour assurer la surveillance des travailleurs exposés à un risque de contamination interne par l'uranium, l'IRSN commercialise depuis mars 2009 un nouveau dispositif pour doser l'uranium dans les urines. Mis au point et breveté par l'Institut, ce dispositif, dénommé Uralix, est destiné aux laboratoires d'analyses médicales de l'industrie nucléaire. Il est fondé sur l'utilisation de molécules de calixarène permettant de piéger l'uranium qui est ensuite mesuré. En 2009, plus de 300 colonnes Uralix ont été envoyées pour être testées, à leur demande, à plusieurs laboratoires d'analyses radiotoxicologiques américains. Les résultats de ces tests devraient permettre à l'Institut d'améliorer le protocole d'utilisation des colonnes, mais aussi de renforcer les contacts avec les États-Unis afin d'amorcer la commercialisation des colonnes Uralix outre-Atlantique.



Lecture des dosimètres neutrons.





Contribuer à la lutte contre la prolifération des armes nucléaires, biologiques et chimiques ainsi qu'à la maîtrise de la sécurité nucléaire et radiologique face au risque terroriste.

SÉCURITÉ DES INSTALLATIONS ET DES MATIÈRES NUCLÉAIRES

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

Dans un cadre tant national qu'international, l'IRSN contribue au contrôle des matières nucléaires et sensibles ainsi qu'à la protection des installations contre les actes de malveillance. Dans ces deux domaines, l'Institut a participé en 2009 à l'évolution des textes réglementaires. Dans le domaine du contrôle des matières nucléaires et sensibles, il a poursuivi ses activités d'analyse de dossiers et d'accompagnement d'inspections. Concernant la protection contre les actes de malveillance, il a travaillé, notamment, sur la sécurité des sources radioactives et sur l'organisation d'exercices de crise permettant de mieux appréhender les interfaces entre sûreté nucléaire et sécurité nucléaire.



Barrière de protection physique.

1 – PROTECTION ET CONTRÔLE DES MATIÈRES NUCLÉAIRES ET SENSIBLES

Protection physique des matières nucléaires

En 2009, l'IRSN a réalisé, à la demande de l'autorité en charge du contrôle des matières nucléaires, 172 analyses de dos-

siers traitant de la protection physique des installations et des matières nucléaires ainsi que de leur transport.

Par ailleurs, des experts de l'Institut désignés par arrêté comme « inspecteurs des matières nucléaires » sont mandatés par le Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité (HFDS) du ministère en charge

de l'Énergie pour effectuer, à sa demande, des missions de contrôle dans les installations détenant des matières nucléaires. Ces agents chargés du contrôle ont procédé, en 2009, à 45 inspections dans les installations, dont une « réactive » à la suite de l'incident déclaré par les responsables de l'installation ATPu, exploitée par Areva à Cadarache (Bouches-du-Rhône) ainsi qu'à 50 inspections en cours de transport et à 24 concernant des matériels de transport.

L'effort de contrôle engagé en 2008 dans le domaine des systèmes d'information associés aux fonctions de protection physique a été poursuivi au cours de l'année 2009 en mettant notamment l'accent sur :

- les contrôles d'accès aux sites et aux installations;
- les dispositifs de surveillance des matières nucléaires;
- les systèmes informatiques de contrôle des dispositifs de protection.

Les vérifications ont concerné à la fois le respect des prescriptions techniques et des dispositions présentées dans le référentiel réglementaire ainsi que l'adaptation des équipements aux objectifs fixés par la réglementation.

171 INSPECTIONS
RELATIVES AU CONTRÔLE DES MATIÈRES
NUCLÉAIRES (196 en 2008).

PLUS D'INFORMATIONS

ÉVOLUTION DE LA RÉGLEMENTATION EN MATIÈRE DE PROTECTION CONTRE LES ACTES DE MALVEILLANCE

Le décret n° 2009-1120 du 17 septembre 2009 relatif à la protection et au contrôle des matières nucléaires introduit la notion d'acte visant à « altérer les matières nucléaires, les détériorer ou les disperser » et étend les prescriptions du précédent décret (décret 81-512 du 1^{er} mai 1981) « aux installations où elles sont détenues ». Par ailleurs, le décret n° 2007-1557 du 2 novembre 2007 relatif aux installations nucléaires de base (INB) stipule que le rapport préliminaire de sûreté d'une telle installation décrit « les accidents pouvant intervenir, que leur cause soit d'origine interne ou externe, y compris s'il s'agit d'un acte de malveillance ». Cette disposition s'applique aux demandes d'autorisation de création d'une INB ainsi qu'aux réexamens périodiques de sûreté. Une telle évolution du dispositif réglementaire, qui vise à renforcer la protection des installations à l'égard des actes de malveillance, s'effectue dans un contexte de rapprochement des réglementations relatives à la protection et au contrôle des matières nucléaires, d'une part, et à la protection des installations nucléaires à l'égard des actes de malveillance, d'autre part. Ces évolutions réglementaires vont conduire l'Institut à effectuer davantage d'évaluations de la protection des installations à l'égard des actes de malveillance.



Un ingénieur de l'IRSN teste le banc de mesure par spectrométrie gamma.

De plus, différents exercices locaux ont été réalisés en présence d'inspecteurs des matières nucléaires afin d'entraîner les forces locales de sécurité en situation. Depuis 2009, l'IRSN développe un laboratoire de tests de systèmes de protection physique (détection, retard, alerte). Dans ce cadre, plusieurs échanges techniques ont eu lieu avec des partenaires expérimentés dans le domaine de la protection (STBFT et GIGN).

Suivi et comptabilité des matières nucléaires

En 2009, l'IRSN a réalisé, à la demande de l'autorité en charge du contrôle des matières nucléaires, 144 analyses de dossiers et 86 analyses de comptes-rendus d'inventaire de matières nucléaires.

Par ailleurs, les experts de l'Institut mandatés par le HFDS comme inspecteurs des matières nucléaires ont effectué, en 2009, 52 inspections concernant le suivi et la comptabilité des matières nucléaires. Certaines de ces inspections ont comporté un examen approfondi de la comptabilité de ces matières et des dispositifs de mesure associés.

En 2009, l'effort d'inspection a porté sur la vérification des contrôles réalisés par les exploitants à l'occasion des expéditions et

réceptions de matières nucléaires dans les grandes installations du cycle du combustible en France. Ces inspections ont montré que, globalement, les dispositions figurant dans le référentiel réglementaire étaient correctement mises en œuvre. L'IRSN a fait également 12 visites techniques dans des installations détenant de faibles quantités de matières nucléaires soumises à déclaration.



Interprétation d'un spectre gamma.



Le site CEA de Marcoule (Gard).

Inventaire de matières nucléaires en situation de crise

Au cours de l'année 2009, l'Institut a préparé un exercice qui impliquera les installations ATALANTE de l'établissement CEA de Marcoule (Gard) et LECA STAR de l'établissement CEA de Cadarache. À la demande des pouvoirs publics, l'IRSN organise régulièrement des exercices d'inventaire des matières nucléaires présentes dans une installation en situation de crise. Ces exercices ont pour but de tester les chaînes de décision ainsi que la coordination des différents intervenants (exploitants, pouvoirs publics). Ils consistent à effectuer un inventaire des matières nucléaires dans une ou plusieurs installations en quelques heures, afin de confirmer ou d'infirmer l'existence d'un acte de malveillance concernant des matières nucléaires (vol ou détournement, acte de sabotage). Quatorze exercices de ce type ont déjà eu lieu à une fréquence annuelle, permettant 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 2009, l'IRSN a accompagné huit inspections de l'Organisation pour l'interdiction des armes chimiques (OIAC) sur des sites

industriels français, contre 10 inspections en 2008. Lors des deux dernières inspections, de nouvelles difficultés liées à la confidentialité des informations rapportées au siège de l'OIAC ont été mises en évidence. Elles ont donné lieu à des discussions entre les autorités françaises et les représentants de l'OIAC, afin de définir un mode de fonctionnement amélioré pour les inspections à venir sur le territoire français.

Par ailleurs, l'IRSN a poursuivi les actions engagées au cours des années précédentes en participant activement aux exercices sur table d'inspection par mise en demeure, qui se sont déroulés les 8 avril et 17 novembre 2009. L'objectif de ces exercices était de tester le dispositif défini et mis en place avec l'aide de l'Institut pour préparer une éventuelle inspection de ce type, de nature très intrusive, qui résulterait de la « demande de défiance » d'un État. Ces exercices ont permis de s'assurer du caractère opérationnel des fiches réflexes établies et de la communication entre les diverses entités impliquées dans les inspections par mise en demeure.

12 VISITES

TECHNIQUES DANS LES INSTALLATIONS SOUMISES À DÉCLARATION (15 en 2008).

LA PAROLE À

JEAN CARLIOZ,
chef du service
de sécurité des infrastructures
économiques et nucléaires
auprès du Haut Fonctionnaire
de défense et de sécurité du MEIE



La séparation des rôles entre le ministère et l'IRSN dans la mise en œuvre

de la convention sur l'interdiction des armes chimiques est précise. En effet, s'il incombe au ministère de déterminer l'action politique liée à ce traité international, il lui faut pouvoir s'appuyer sur une expertise technique indiscutable. À ce titre, l'IRSN détient un niveau d'expertise incontesté et unique en France, rassemblant des compétences et profils variés au service d'une organisation efficiente. Pour ce qui concerne l'appui à la mise en œuvre de la convention sur l'interdiction des armes chimiques, l'implication de l'Institut couvre à la fois la préparation des écrits qui nous sont demandés et l'accompagnement des inspections de routine auprès des différentes industries concernées – une dizaine chaque année – ainsi que la réalisation des comptes-rendus. L'IRSN possède une grande expérience dans ce domaine et une capacité opérationnelle cruciales pour le bon déroulement de ces inspections. »

Contrôles internationaux dans le domaine du nucléaire

En 2009, l'Institut a effectué 54 accompagnements d'inspections Euratom et AIEA, ce qui représente une augmentation de 20% par rapport à 2008. Il convient de souligner l'implication forte de l'IRSN dans l'accompagnement des inspections et dans la participation aux nombreuses réunions avec la Commission européenne, l'exploitant et les autorités françaises afin d'améliorer les contrôles réalisés par les organismes internationaux.

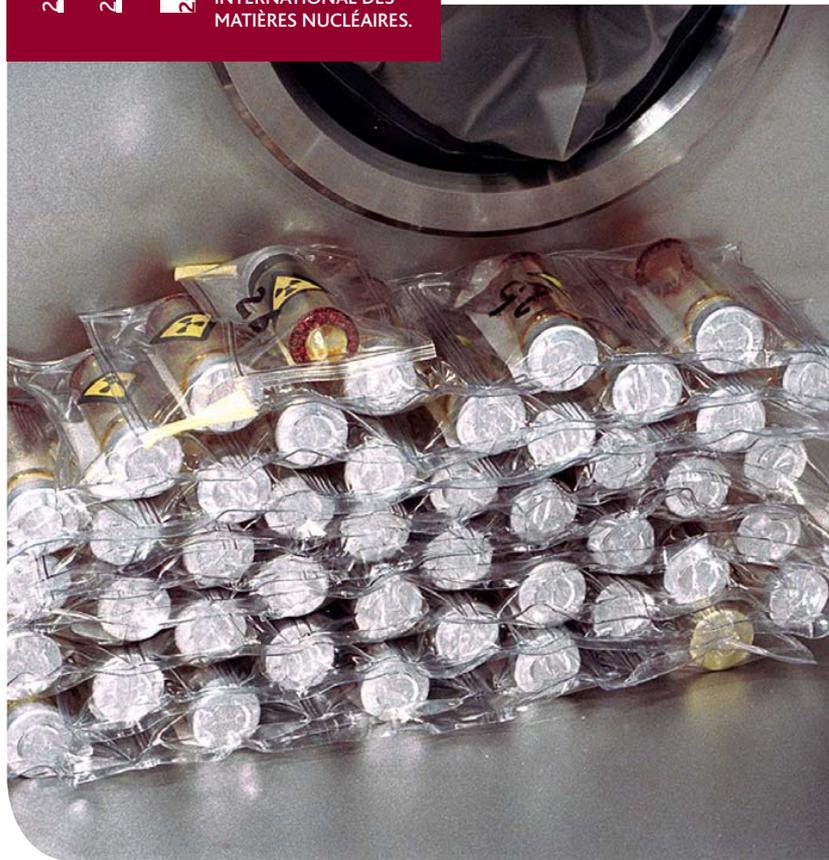
Parmi ces actions, on peut souligner :
– le test de nouveaux équipements, tel

le laser 3D, qui peut détecter rapidement les mouvements de matières entre deux inventaires;

- les négociations sur le redécoupage comptable de certaines installations, de nature à fournir des informations plus pertinentes à Euratom;
- l'application des contrôles aux installations traitant des déchets.

L'IRSN a développé une application permettant de réaliser le transcodage (opération consistant à transposer des données comptables du référentiel de la comptabilité nationale à celui de la comptabilité d'Euratom) selon les spécifications définies dans le règlement européen 302/2005, pour les installations disposant de moyens informatiques limités. Cette application permet d'élaborer des fichiers comptables de type « rapport de variation de stock » destinés à la Commission européenne. Les exploitants concernés doivent également transmettre des rapports comptables de type « état des stocks physiques » et « rapport de bilan matières » lorsqu'ils réalisent leur inventaire. À cet égard, l'IRSN a mis en place une formation spécifique destinée aux exploitants afin qu'ils puissent produire des fichiers à l'aide de l'outil de la Commission dénommé ENMAS light.

Par ailleurs, l'Institut a apporté son appui technique aux autorités françaises pour le traitement de nombreux dossiers, notamment pour la mise en œuvre des principes de fonctionnement agréés entre la France et le Japon, afin d'encadrer l'importation d'équipements destinés à être installés sur des sites nucléaires français. De plus, en fin d'année 2009, l'IRSN a été sollicité par les autorités françaises, qui souhaitaient obtenir, à partir des déclarations comptables internationales, des éléments d'information sur les exportations d'uranium appauvri de la France vers la Russie.



Échantillons pour le contrôle Euratom.

2 – PROTECTION CONTRE LES ACTES DE MALVEILLANCE

Évolution des textes réglementaires

En 2009, l'IRSN a poursuivi sa contribution aux travaux de révision de la réglementation française relative à la protection et au contrôle des matières nucléaires, de leurs installations et de leur transport. Les travaux ont porté, d'une part, sur la préparation du décret n° 2009-1120 du 17 septembre 2009, pris en application des

Mesure nucléaire : installation de l'appareil de mesure neutronique passive adapté au volume d'un fût standard.

articles L.1332 et L.1333 du Code de la défense, et d'autre part, sur quatre arrêtés d'application de ce décret, à savoir :

- un arrêté relatif au transport de matières nucléaires, qui regroupe les dispositions génériques applicables aux différents transports de matières nucléaires et les dispositions spécifiques à chaque mode de transport (routier, ferroviaire, maritime, aérien) ;
- un arrêté relatif aux modalités de demande d'autorisation ;
- un arrêté précisant les modalités de réalisation d'une étude de protection des matières, des transports et des installations nucléaires ;
- un arrêté fixant les dispositions de protection physique à mettre en œuvre par le titulaire d'une autorisation.

8 MISSIONS

D'ACCOMPAGNEMENT DES INSPECTIONS RELATIVES À L'INTERDICTION DES ARMES CHIMIQUES (10 en 2008).



Inspection dans l'unité de production n° 1 de la centrale du Tricastin (Drôme).

Groupe restreint d'experts

Le groupe restreint d'experts en charge des réacteurs nucléaires s'est réuni une fois en 2009 pour examiner la protection du réacteur de recherche Jules Horowitz, en construction à Cadarache, à l'égard des actes de malveillance. L'instruction des dossiers concernant la prise en compte d'actes susceptibles d'affecter, d'une part, des systèmes d'information du réacteur EPR de Flamanville 3 et, d'autre part, l'installation MAGENTA du centre de Cadarache, a été, pour l'essentiel, réalisée en 2009.



Image de synthèse de l'intégration de l'installation MAGENTA (Bouches-du-Rhône).

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

En 2009, le Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité du ministère chargé de l'Énergie a demandé à l'IRSN d'organiser le quatrième « exercice de protection et d'évaluation de la sécurité » (EPEES). Ces exercices ont pour objectif de tester la coordination entre les exploitants des installations nucléaires, en charge de la protection du site, et les pouvoirs publics – préfet, procureur de la République, forces de l'ordre locales et nationales. Les travaux de préparation avec les différentes entités impliquées se sont déroulés, tout au long de l'année, dans le cadre de plusieurs groupes de travail animés par l'Institut.

Exercice de crise à la centrale EDF du Tricastin

En complément des exercices de crise de type EPEES, il a été décidé, par les autorités concernées (HFDS et ASN), de réaliser un exercice de crise « sûreté » dont l'événement initiateur serait un acte de malveillance. Les exercices de crise « sécurité » sont en effet principalement destinés à tester la coordination et l'intervention des différentes entités impliquées dans la réponse à un acte malveillant affectant une installation nucléaire, la composante « sûreté » étant simplement simulée. Il convenait de compléter cette approche par un exercice permettant de jouer de manière plus précise les interactions entre sûreté et sécurité, et dans lequel l'inter-

vention serait simulée. Un tel exercice ne devant pas conduire à des échanges d'informations sensibles sur les moyens dont disposent les agresseurs ou sur la vulnérabilité des installations, il est présenté sous la forme d'une succession d'états dégradés de l'installation auxquels il fallait faire face.

L'exercice proprement dit a concerné la centrale EDF du Tricastin (Drôme), le 26 novembre. L'IRSN a participé à la définition du scénario, gréé son centre technique de crise et dépêché un certain nombre d'observateurs sur les différents lieux de déroulement de l'exercice. Les enseignements tirés de l'exercice vont permettre de compléter les informations déjà acquises au titre des exercices EPEES.

LA PAROLE À

CLAUDE AZAM, chef du service de défense, de sécurité et d'intelligence économique du ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer (Meeddm)

L'année 2009 a été marquée par la prise en charge, par le Meeddm, de la mission de protection et de contrôle des matières nucléaires, des installations nucléaires et des transports. Durant cette période, nous avons trouvé auprès de l'Institut les compétences, l'expertise et la disponibilité pour nous faciliter l'appropriation de cette nouvelle mission. Cet appui nous a été d'autant plus précieux que nous nous sommes trouvés confrontés à la révision du cadre réglementaire de la sécurité nucléaire.

L'IRSN nous a aidés à bien apprécier la portée technique des dispositions que nous allions prendre. Nous avons également progressé dans l'élaboration de la réglementation nouvelle relative aux sources radioactives grâce aux études que l'Institut avait réalisées par anticipation... Autant de sujets que nous abordons avec un œil neuf et pour lesquels l'IRSN démontre sa capacité d'écoute et de réactivité pour apporter des réponses pertinentes à nos préoccupations... »

ÉCHANGES AVEC L'AIEA CONCERNANT L'ANALYSE ET L'INSPECTION

Les évolutions réglementaires en cours dans le domaine du contrôle des matières nucléaires conduisent l'IRSN à prévoir une évolution de son organisation et de ses méthodes de travail.

C'est dans cette optique qu'a été organisée, au mois de mai 2009, une rencontre avec des inspecteurs du département des garanties de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA).

En effet, même si la finalité des missions confiées à l'AIEA n'est pas exactement la même que celle du contrôle national des matières nucléaires, l'organisation et la réalisation des évaluations et des contrôles présentent, dans leurs principes, de grandes similitudes et des échanges d'expérience et de bonnes pratiques peuvent être utiles aux deux parties.

Les sujets abordés ont concerné l'articulation entre les démarches d'analyse et de contrôle de même que les méthodes mises en œuvre ou encore la formation et l'accompagnement des personnels impliqués.

Sécurité des sources radioactives

Dans le cadre de la mise en place d'une réglementation nationale relative à la sécurité des sources radioactives, l'Institut a participé à la rédaction d'un projet d'arrêté visant à fixer, d'une part, les règles d'établissement des demandes d'autorisation pour ce qui concerne la sécurité des sources de rayonnements ionisants et, d'autre part, les dispositions de protection que les détenteurs de telles sources doivent mettre en œuvre à l'égard des actes de malveillance.

L'IRSN a, en outre, poursuivi ses travaux d'identification des scénarios envisageables d'actes de malveillance impliquant des sources radioactives. Cette action a été menée avec le concours d'opérateurs de transports publics.

Activités internationales

En 2009, l'IRSN est intervenu à la demande de l'AIEA à l'occasion de formations, organisées en Moldavie et au Mexique, portant

sur les menaces de référence. L'Institut a également participé à des missions de conseil dans le domaine de la protection physique des matières nucléaires en Finlande ainsi qu'aux Pays-Bas et a contribué à un cours consacré à la protection physique des installations nucléaires, également aux Pays-Bas. Par ailleurs, l'IRSN a pris part à un cours relatif à la sécurité des transports au Sénégal.

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 révision 5 de la circulaire INFCIRC 225, qui contient les recommandations pour la protection des matières et des installations nucléaires ;
- le document de recommandations relatif à la sécurité des sources radioactives ;
- le document relatif à la récupération des matières radioactives hors contrôle ;
- la structure des textes des recommandations de l'Agence ;
- 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 de ce que l'on appelle un « régime de sécurité nucléaire ».

De plus, l'IRSN a achevé et transmis à l'AIEA, afin d'améliorer la stratégie de recrutement et de formation des inspecteurs, un rapport relatif à l'établissement des profils de compétences comportementales nécessaires aux inspecteurs de l'Agence en charge du contrôle des matières nucléaires.

Enfin, une action technique sur les mesures des matières nucléaires a été engagée en 2009 avec l'AIEA, qui souhaite établir une

base de données de spectres de référence caractéristiques d'un certain nombre de ces matières. Compte tenu de son expérience dans le domaine des mesures des matières nucléaires et de la gestion des résultats associés, l'IRSN peut faire bénéficier l'Agence de son expérience.

L'IRSN poursuit également des travaux concernant les mesures de matières nucléaires, dans le cadre de la coopération avec le DOE (États-Unis). Un nouveau sujet de coopération a été abordé en 2009 : l'évaluation de moyens permettant de limiter les conséquences d'un acte de sabotage. Il s'agira dans un premier temps d'examiner les tirs à distance pratiqués à l'aide d'une arme perforante.

L'Institut a, enfin, organisé au mois de décembre 2009 un séminaire de deux jours consacré à la sécurité des sources radioactives, séminaire auquel ont participé la Belgique, l'Espagne, les Pays-Bas et la Suède.



Contrôle de matières nucléaires.

13500
MOUVEMENTS

DE SOURCES RADIOACTIVES ENREGISTRÉS
(14000 en 2008).



Développer la capacité de réponse technique et de mobilisation de l'IRSN face au risque de crise radiologique.

RÉPONSE À LA CRISE

Une organisation et des moyens en mutation

Dans le domaine de la gestion de crise radiologique, l'IRSN a poursuivi en 2009 l'amélioration de son organisation et de ses moyens. Il a notamment implanté dans son centre de crise une nouvelle plate-forme de calcul des conséquences radiologiques et dosimétriques dénommée C³X, améliorant sa capacité d'expertise de crise et de restitution cartographique des résultats.

1 – ORGANISATION DE CRISE

L'organisation de l'IRSN évolue pour être en mesure de répondre plus efficacement à toute situation d'urgence radiologique autant que de contribuer à la gestion post-accidentelle ou médiatique d'un événement.

Évolution des moyens de gestion d'une crise radiologique

La réalisation d'un plan général de mobilisation de l'Institut en cas de crise à caractère radiologique a été engagée en 2009. L'objectif est de définir précisément l'organisation de l'IRSN, qu'il s'agisse d'une situation d'urgence radiologique, post-accidentelle ou d'un événement ayant un impact médiatique ou politique. Dans ces conditions, le rôle de l'Institut est de four-

nir une expertise technique aux pouvoirs publics et d'informer. Une cellule de communication a été créée au sein du Centre technique de crise, chargée de préparer et de diffuser des informations pour le public, les médias et le personnel de l'IRSN.

Concernant les moyens de l'Institut dépêchés sur le terrain en cas d'accident, un effectif de 60 personnes, formées pour mettre en œuvre des moyens mobiles récemment rénovés, a été constitué et un système d'astreinte mis en place. Tout au long de l'année, 10 personnes sont d'astreinte chaque semaine pour assurer (dans un délai aussi restreint que possible), les différentes missions de l'IRSN au niveau local : coordination des campagnes de mesure et de prélèvement, analyse d'échantillons de l'environnement et contrôle de la contamination interne des personnes.

4 GRÈEMENTS
RÉELS DU CENTRE TECHNIQUE DE CRISE (3 en 2008).

Guide de sortie de la phase d'urgence

Dans le cadre des travaux du comité directeur pour la gestion de la phase post-accidentelle d'un accident nucléaire ou d'une situation d'urgence radiologique (CODIR-PA) pilotés par l'ASN, l'IRSN a élaboré un projet de guide destiné aux pouvoirs publics locaux – préfetures et mairies concernées – pour la préparation de la sortie de la phase d'urgence résultant d'un accident nucléaire. Ce guide, conçu pour être évolutif, ne traite que des accidents entraînant des rejets de courte durée et d'ampleur moyenne, susceptibles de survenir tant dans une installation nucléaire française qu'au cours d'accidents de transport de matières radioactives. Il indique les différents aspects qu'il conviendrait de traiter au cours des sept jours suivant la fin des rejets, en tenant compte des résultats des groupes de travail du CODIR-PA. Au cours de cette période, des actions déterminantes pour la gestion à long terme doivent être engagées, comme par exemple le nettoyage des zones habitées.

Protocole de crise avec Météo France

Un protocole relatif aux situations d'urgence radiologique a été signé en décembre 2009 entre Météo France et l'IRSN. Ce proto-



Une équipe d'astreinte est constituée pour répondre à toute situation d'urgence.

cole, qui renouvelle un accord datant de 1994, précise les modalités d'alerte de Météo France par l'IRSN et d'échange d'informations entre les deux organismes, incluant la fourniture de données et de prévisions météorologiques par Météo France. Il précise aussi la méthode de détermination du transport atmosphérique des substances radioactives ainsi que les données qu'il est nécessaire de partager.

2 – DÉVELOPPEMENT D'OUTILS

Les outils développés par l'Institut servent à l'évaluation des conséquences radiologiques d'un rejet accidentel et aussi à l'estimation des doses reçues par les personnes exposées aux rayonnements ionisants ainsi qu'à l'élaboration de stratégies thérapeutiques.

Une nouvelle plate-forme de calcul au CTC

Une nouvelle plate-forme de calcul des conséquences et de représentation cartographique, C³X, a été installée au Centre technique de crise (CTC) de l'IRSN au cours de l'année 2009. Cette plate-forme permet de calculer les conséquences radiologiques d'un rejet accidentel de radioactivité dans l'environnement, puis de représenter les résultats de ces calculs sous forme cartographique. En situation d'urgence radiologique, l'IRSN transmettra les éléments cartographiques ainsi élaborés aux autorités concernées, en les accompagnant de propositions de recommandations pour la gestion de la situation.

L'intégration opérationnelle de cette nouvelle plate-forme au CTC a nécessité une formation complète des personnels susceptibles d'y avoir recours en cas de crise. La plate-forme a été utilisée avec succès lors des exercices nationaux de crise du second semestre 2009. À cet égard ont été soulignées la facilité d'utilisation de la plate-forme et la rapidité d'obtention des résultats.

5 EXERCICES

NATIONAUX DE CRISE NUCLÉAIRE
HORS ACTIVITÉS INTÉRESSANT
LA DÉFENSE (9 en 2008).

LA PAROLE À

MARIA JULIA MARINISSEN,
responsable de l'équipe des partenariats
et initiatives internationaux au ministère de
la Santé et des services sociaux des États-Unis



Lancée en 2001, la Global Health Security Initiative (GHSI) est une coopération internationale destinée à renforcer le niveau de préparation et de réponse des pays et organisations membres à des situations d'urgence dues à des agents nucléaires, radiologiques, biologiques ainsi qu'à la grippe pandémique. Le groupe de travail de la GHSI sur les risques radiologiques et nucléaires, présidé par Jean-René Jourdain, de l'IRSN, et dont je dirige le secrétariat exécutif, a pour mission d'accroître le niveau de préparation aux événements radiologiques et nucléaires. Entre autres activités, et sous le leadership de l'IRSN, le groupe a entrepris la constitution d'un réseau de laboratoires de mesures de radionucléides afin de renforcer la capacité des membres de la GHSI à répondre à des situations d'urgence radiologique impliquant un grand nombre de victimes. Dans ce but, nous menons aujourd'hui une étude destinée à cartographier les capacités de chaque pays afin de créer une base de données des laboratoires susceptibles de contribuer à l'analyse d'échantillons. Un autre domaine d'activité est le développement, avec l'aide des autorités nationales compétentes membres de l'AIEA, de protocoles de communication entre les pays, en situation d'urgence. Le groupe a mené avec succès des exercices visant à s'assurer que tous les membres pourraient être contactés rapidement en cas d'événement d'ampleur internationale, afin de se porter une assistance mutuelle. »



Représentation cartographique réalisée avec Cartx lors de l'exercice de Bugey (Ain).

3 EXERCICES

NATIONAUX DE CRISE NUCLÉAIRE
CONCERNANT LES INSTALLATIONS
INTÉRESSANT LA DÉFENSE (4 en 2008).

Développement d'outils de crise pour les REP

Différents outils informatiques sont disponibles au CTC de l'IRSN afin d'évaluer, en cas d'accident affectant un réacteur nucléaire à eau sous pression, l'état du réacteur accidenté et d'émettre des pronostics quant à son évolution et aux rejets radioactifs éventuellement associés. Soucieux d'apporter un soutien efficace aux pouvoirs publics, l'IRSN améliore en permanence ces outils. Ceux actuellement disponibles au CTC s'appuient sur des modélisations très simplifiées de phénomènes physiques complexes, permettant de disposer très rapidement des résultats de calcul. Ces outils ont été validés par comparaison aux résultats donnés par des codes de calcul plus détaillés, tels que le

code ASTEC, développé par l'Institut pour simuler les phénomènes qui se produiraient au cours d'un accident avec fusion du cœur d'un réacteur.

Profitant de l'augmentation importante de la puissance de calcul des ordinateurs, l'IRSN a entrepris en 2009 d'intégrer directement certaines parties du code ASTEC dans les outils du CTC. Le CTC disposera ainsi prochainement d'un nouvel outil dénommé ETHER pour évaluer l'évolution de la pression dans l'enceinte de confinement lors d'un accident. Cette réalisation, qui fait intervenir les équipes de l'Institut en charge du code ASTEC et de son utilisation pour les études de sûreté, permettra de mutualiser le développement de codes spécifiques et de disposer, dans les outils de crise, de connaissances récentes.

Utilisation des EPS de niveau 2 au Centre technique de crise

L'IRSN a entrepris de formaliser les connaissances acquises au cours du développement des études probabilistes de sûreté de niveau 2 (EPS 2) pour les réacteurs nucléaires sous forme de fiches de synthèse disponibles au CTC. En effet, les EPS 2 réalisées

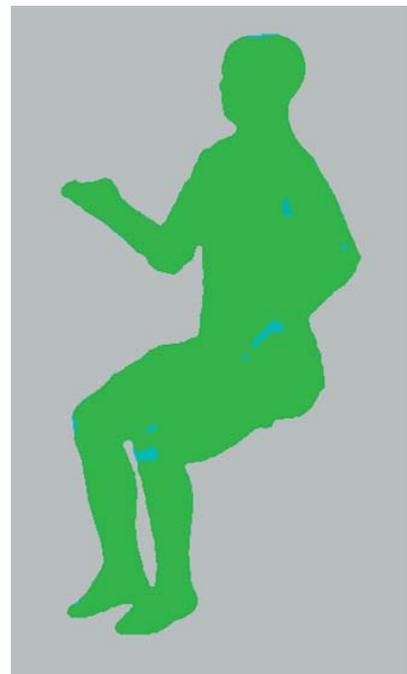
par l'Institut pour les REP de 900 MWe et de 1300 MWe – et ultérieurement pour l'EPR – identifient, pour une situation donnée, les scénarios accidentels susceptibles de conduire à des rejets radioactifs, d'apprécier leur vraisemblance (par le calcul de leur probabilité d'occurrence) et l'amplitude des rejets correspondants. Des fiches rédigées en 2009 pour les réacteurs de 900 MWe verront leur contenu étendu aux autres réacteurs d'EDF, l'ensemble devant être mis à jour en fonction des progrès des connaissances.

Reconstitution d'accidents radiologiques

Afin de définir au mieux la stratégie thérapeutique à mettre en œuvre pour les victimes lors d'accidents radiologiques dus à une exposition à une source radioactive externe, il est nécessaire de connaître la distribution des doses reçues par l'organisme. L'outil SESAME, développé par l'IRSN dans cette optique, donne accès à de telles reconstitutions dosimétriques en associant des modèles anthropomorphes (fantômes) numériques au code de calcul Monte Carlo MCNPX. En 2009,



Dénombrement des aberrations chromosomiques.



Les fantômes voxelisés sont utilisés pour la reconstitution d'accidents radiologiques.

de nouvelles fonctionnalités de SESAME, développées puis validées de manière tant expérimentale que numérique, aident à modifier la morphologie et la posture des fantômes numériques. La description de la posture de la victime au moment de l'accident est par conséquent plus réaliste et la reconstitution de l'accident plus précise.

De multiples facteurs à l'origine des aberrations chromosomiques

En 2009, l'IRSN a réalisé pour la première fois une revue bibliographique destinée à identifier les facteurs physiques, chimiques ou biologiques susceptibles de produire des aberrations chromosomiques stables dans le temps (de type translocation).

Ces translocations permettent d'évaluer, à partir d'un prélèvement de sang, l'exposition d'un individu aux rayonnements ionisants, longtemps après une suspicion d'irradiation. Le taux de translocations chez les personnes qui ont pu être exposées étant comparé à celui d'une population témoin, il est nécessaire de connaître l'effet des autres facteurs susceptibles d'engendrer des aberrations chromosomiques, de manière à discriminer rétrospectivement l'effet des rayonnements ionisants par rapport aux autres facteurs.



Les calixarènes sont utilisés pour piéger l'uranium.

Les résultats de la revue bibliographique réalisée par l'IRSN montrent que l'âge et le sexe des individus ainsi que leurs habitudes de vie (alcool, tabac) et leur exposition professionnelle entraînent une augmentation significative des translocations. Dès lors, il est important de connaître le passé d'un individu pour évaluer rétrospectivement son exposition le plus précisément possible.

2 ÉVALUATIONS

DE DOSE PAR DOSIMÉTRIE BIOLOGIQUE (4 en 2008).

PLUS D'INFORMATIONS

QUATRIÈME SUCCÈS DE LA THÉRAPIE CELLULAIRE

Une étroite collaboration entre les équipes de l'hôpital d'instruction des armées Percy, celles du centre de transfusion sanguine des armées et les physiciens spécialisés en dosimétrie et en radiopathologie de l'IRSN a permis un quatrième succès dans le traitement de brûlures radiologiques particulièrement sévères. Une mission d'assistance à laquelle participait l'IRSN s'est rendue en avril 2009, à la demande de l'AIEA, en Amérique du Sud où était hospitalisé un patient présentant des lésions radiologiques très graves. La mission a diagnostiqué une irradiation très sévère de plusieurs zones de la cuisse gauche, consécutive à la manipulation accidentelle d'un gammagraphe, et a recommandé la prise en charge urgente de la victime dans une structure spécialisée. Transféré en France, le patient a été traité en suivant le protocole utilisé lors d'accidents précédents (Chili, Sénégal, Tunisie). La cartographie des doses reçues localement par la victime, en surface et en profondeur, a été réalisée par l'IRSN et a guidé le geste chirurgical d'ablation préventive des tissus susceptibles de se nécroser. Un traitement par thérapie cellulaire à partir de cellules souches mésenchymateuses (cellules de la moelle osseuse possédant la capacité de proliférer et de se différencier en de nombreux types cellulaires), combiné avec une chirurgie plastique très complexe, a permis d'éviter l'amputation et de rendre au patient une assez bonne motricité.

Utilisation des calixarènes lors d'une contamination par l'uranium

Dans le cadre du programme de recherches de l'IRSN visant à limiter le passage d'actinides à travers la peau en cas de contamination, une thèse cofinancée par la Direction générale de l'armement a permis de développer une émulsion à base de calixarènes, molécule capable de piéger l'uranium pour le décorporer. Cette émulsion est particulièrement efficace à la fois sur la peau saine mais aussi sur la peau lésée, diminuant de plus de 95 % le passage de l'uranium à travers la peau. Ce nouveau produit a fait l'objet d'un dépôt de brevet par l'IRSN. D'autres formes galéniques sont actuellement à l'étude pour proposer des solutions adaptées aux médecins du travail pouvant être confrontés à un cas de contamination par de l'uranium.



Les cellules souches mésenchymateuses ont encore prouvé leur efficacité thérapeutique dans le traitement de brûlures radiologiques.



Comprendre les effets des expositions chroniques de faible niveau.

EFFETS DES EXPOSITIONS CHRONIQUES

L'IRSN enrichit ses connaissances

Soucieux d'approfondir sa compréhension des effets sur l'homme et son environnement d'une exposition chronique aux rayonnements ionisants, l'IRSN a poursuivi en 2009 différentes études, dont l'une vise à étudier sur des espèces non humaines les effets d'une telle exposition externe et ses conséquences sur les écosystèmes. L'Institut a parallèlement publié le rapport final du programme ALPHA-RISK – qui a pour objet les effets à long terme des expositions à des émetteurs alpha sur le risque de pathologies cancéreuses et non cancéreuses – et poursuivi le programme EPICE d'évaluation des pathologies induites par le césium sur l'homme.

Révision de la norme de qualité environnementale de l'uranium

Dans un objectif de protection des milieux naturels, la directive-cadre européenne sur l'eau impose que les États membres déterminent des normes de qualité environnementale (NQE) pour les substances dangereuses et les écosystèmes d'eau douce. À ce titre, et dans le cadre de l'évaluation du risque environnemental associé aux anciennes mines d'uranium de Haute-Vienne, l'IRSN a conduit en 2009 une étude visant à compiler les connaissances relatives au comportement et à l'écotoxicité de l'uranium dans les eaux douces.

Cette étude, qui a aussi bénéficié des résultats de travaux expérimentaux réalisés dans le cadre du projet ENVIRHOM, a permis de déterminer une concentration de l'uranium dans l'eau dite sans effet pour l'écosystème aquatique (PNEC). L'Institut propose une valeur égale à 5 µg/l, alors que la valeur provisoire en vigueur actuellement est de 0,3 µg/l.

Déjà confortée par un expert de la Commission canadienne de sûreté nucléaire, dans le cadre d'une collaboration avec l'IRSN, la valeur préconisée par l'Institut sera soumise en 2010 à l'avis de l'Ineris, en charge de la définition des normes de qualité environnementale en France (voir également l'encadré page 78).

VALORISATION

UN ÉTAT DE L'ART SUR LA TOXICOLOGIE ENVIRONNEMENTALE ET HUMAINE

Comment les éléments chimiques – stables ou radioactifs, d'origine naturelle ou anthropique – présents dans l'environnement entrent-ils en interaction avec les êtres vivants ? Que sait-on des effets engendrés sur la santé humaine et sur la biodiversité au sein des écosystèmes ?

De quels moyens dispose-t-on pour détecter leur présence et traiter, le cas échéant, une contamination ? C'est à ces questions que répond l'ouvrage collectif intitulé *Toxicologie nucléaire environnementale et humaine*, publié au mois de septembre 2009 aux éditions Lavoisier. Cette synthèse, élaborée par des chercheurs du CEA et de l'IRSN, met en relief les résultats obtenus dans le cadre de leurs programmes respectifs ToxNuc-E et ENVIRHOM au regard de l'état de l'art international.

Exposition chronique aux radionucléides

L'IRSN et le State Scientific and Research Institution (SSRI) – Chernobyl center for nuclear safety, radioactive waste and radioecology ont signé fin 2009 un accord de collaboration dans le domaine de la sûreté nucléaire et de la radioécologie.

Afin d'améliorer, en particulier, les connaissances dans le domaine des effets d'une exposition chronique aux radionucléides sur la biodiversité et le fonctionnement des écosystèmes, plusieurs projets vont être lancés en 2010 avec l'International Radioecology Laboratory (SSRI/IRL) sur la zone de Tchernobyl.

Les objectifs sont multiples :

- préciser les différences de radiosensibilité entre les espèces, et déterminer comment ces dernières s'adaptent à un tel environnement ;
- évaluer l'état écologique de cette zone, par l'étude de la dégradation de la matière organique ainsi que la biodiversité en développant des modèles qui permettent de dissocier les effets directs (irradiation, contamination) des effets indirects (relations proies/prédateurs).

À ce jour, ces aspects n'ont encore été abordés par aucune équipe.

Les résultats finaux du programme européen ALPHA-RISK

Le projet européen ALPHA-RISK, coordonné par l'IRSN, s'est achevé fin 2009. Dans l'objectif d'améliorer les connaissances relatives aux effets à long terme des expositions à des émetteurs alpha, il a regroupé, durant quatre ans, dix-huit équipes de recherche de neuf pays, reposant sur la collaboration entre équipes de différentes disciplines : épidémiologie, dosimétrie et modélisation. Les études ont porté sur différentes populations – mineurs d'uranium, travailleurs de l'industrie nucléaire, grand public – constituées, dans certains cas, de plusieurs dizaines de milliers d'individus. Les résultats obtenus portent sur des expositions radiologiques diverses (radon, uranium, plutonium, exposition externe), faibles et étalées dans le temps, de même que sur les interactions possibles de ces expositions avec les effets d'autres facteurs tels que le tabac.

Une présentation publique des résultats a été organisée à Paris en octobre 2009. Elle a permis de débattre du suivi des populations exposées au radon et à ses descendants comme à l'uranium ou au plutonium. Parmi les principales conclusions figure la mise en évidence du risque de cancer du poumon pour des expositions au radon relativement faibles. Il ressort également



Le projet ALPHA-RISK a étudié les risques liés à la contamination par des émetteurs alpha chez les mineurs d'uranium.

LA PAROLE À

MARGOT TIRMARCHE, directrice de l'évaluation scientifique à l'IRSN et coordinatrice du projet ALPHA-RISK



Tous nos travaux menés dans le cadre du projet ALPHA-RISK ont été très enrichissants. Les collaborations scientifiques menées à grande échelle au niveau international ont permis de réussir là où une initiative isolée eût été vouée à l'échec. Engagé il y a plus de 10 ans

par le biais d'une collaboration franco-tchèque sur les mineurs d'uranium, ce projet a rassemblé 18 partenaires autour de l'étude des effets de la contamination interne par l'uranium, par le radon et ses descendants ou par le plutonium. Un réseau d'excellence s'est constitué récemment au niveau européen : l'un de ses thèmes étant la contamination interne, nos études sur les cohortes de travailleurs du nucléaire s'inscrivent donc dans cette problématique de radioprotection. Nos travaux ont confirmé que le radon augmentait le risque de cancer du poumon, même pour des expositions relativement faibles, et cela aussi bien chez les fumeurs que chez les non-fumeurs. Nos résultats ont été utilisés par l'OMS et la CIPR, qui ont récemment réévalué le risque radon pour la population générale et pour les travailleurs. »

de ces résultats la nécessité d'approfondir la connaissance du risque de leucémie mis en évidence par certaines études. Une collaboration fructueuse a pu se tisser entre les spécialistes d'épidémiologie et de dosimétrie, permettant le calcul de doses individuelles à différents organes (poumon, moelle osseuse...), en tenant compte à la fois des expositions internes et externes, cumulées sur une dizaine d'années, et dans diverses conditions de travail. De nombreux articles sur le sujet sont en cours de préparation ou déjà publiés dans des revues scientifiques. La conférence a en outre permis de dégager des perspectives : poursuivre le développement de l'expertise acquise en épidémiologie ; développer des collaborations avec le Canada dans le domaine du suivi des mineurs d'uranium ; renforcer les études relatives aux travailleurs exposés à l'uranium et au plutonium en Europe ; contribuer à l'amélioration de la protection à l'égard des émetteurs alpha.

www.alpha-risk.org



Mesure de la concentration corporelle en césium 137 dans le cadre d'un programme de recherche dédié à l'étude des conséquences de la contamination chronique par le césium.

Phase 2 du programme EPICE

Lancée à l'issue d'une phase préparatoire de deux ans, la phase 2 du programme d'évaluation des pathologies induites par les contaminations chroniques en césium (EPICE) a démarré en 2009. Elle doit per-

mettre de recenser, au sein d'une population de 18000 enfants vivant sur les territoires contaminés ou non contaminés du sud-ouest de la Russie, ceux dont les troubles du rythme cardiaque ne peuvent être expliqués par des facteurs connus tels qu'une

malformation congénitale. Le programme EPICE de l'IRSN est destiné à identifier un éventuel lien entre le césium 137 issu des retombées de l'accident de Tchernobyl et certaines pathologies non cancéreuses des enfants vivant dans ces régions. La campagne de dépistage systématique des arythmies cardiaques a débuté sur le terrain en mai 2009 et se poursuivra pendant environ quatre ans. Cette action est conduite avec le centre de diagnostic clinique et biologique de la ville de Bryansk, dont deux équipes médicales sont dédiées à la mise en œuvre de ce programme. Chaque enfant bénéficiera d'un électrocardiogramme, d'une échographie cardiaque et d'une mesure de sa concentration corporelle en césium 137. Par ailleurs, certains d'entre eux feront également l'objet d'un enregistrement en continu de leurs paramètres électriques cardiaques ainsi que d'un bilan biologique de leurs principaux marqueurs cardiaques plasmatiques. L'interprétation des résultats sera pilotée par l'IRSN. L'ensemble de ces examens permettra de poser, pour chaque enfant, un diagnostic sur la présence éventuelle d'un trouble cardiaque et de rechercher un possible lien de cause à effet avec une contamination par le césium 137. Les premiers résultats de cette étude sont attendus en 2013.

LA PAROLE À

MICHÈLE TIXIER-BOICHARD, directrice scientifique bioressources, écologie, agronomie au ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche



Nous avons travaillé en 2009 à l'élaboration d'une stratégie nationale de recherche en toxicologie et écotoxicologie. Cette réflexion faisait suite à plusieurs constats sur le besoin de renforcer la coordination et les recherches dans ce domaine : groupes de concertation sectoriels, mission Couty, Grenelle de l'environnement...

Nous avons donc constitué un groupe de travail en rassemblant, autour du ministère, des organismes de recherche, universités, établissements publics et agences concernés par le sujet. L'IRSN y a, de ce fait, participé.

Après un état des lieux, notre réflexion a abouti à un agenda de recherche qui définit cinq axes stratégiques. Ils portent notamment sur la caractérisation de la contamination et de l'écodynamique des contaminants dans les milieux, sur l'analyse des mécanismes toxiques dans le domaine des faibles doses, sur la prise en compte de la diversité biologique dans l'évaluation de l'impact toxique et, enfin, sur l'amélioration de la métrique du risque.

C'est à partir de cette stratégie de recherche que nous pourrons envisager une coordination nationale et définir les modalités de son organisation. »



Développer la protection contre les rayonnements ionisants dans le secteur médical.

PROTECTION DANS LE DOMAINE MÉDICAL

Faire progresser la radioprotection en milieu médical

Dans le cadre de partenariats, l'IRSN a œuvré en 2009 à l'amélioration de la connaissance des effets secondaires des traitements utilisant des rayonnements ionisants dans le domaine de la radiopathologie. Concernant la radioprotection des patients, l'Institut s'est impliqué dans le suivi des expositions médicales, le recueil et la mise à jour des niveaux de référence diagnostiques et l'élaboration de techniques de dosimétrie plus précises pour prévenir une sous-exposition ou une surexposition des patients.

1 – RADIOPATHOLOGIE

L'IRSN mène des recherches expérimentales ayant pour objet de progresser dans la connaissance des mécanismes à l'origine des effets secondaires pour identifier et proposer de nouvelles actions thérapeutiques à visée préventive ou curative de ces complications.

Une nouvelle étape pour le programme ROSIRIS relatif aux effets secondaires des radiothérapies

Le programme de recherche expérimentale ROSIRIS a pour but d'améliorer les connaissances relatives aux effets secondaires des radiothérapies. Suite à une étude de faisabilité de deux ans, l'IRSN et l'Inserm ont finalisé en juillet 2009 au cours d'un séminaire le contenu du programme de recherche pour les trois prochaines années. Ces études aborderont les mécanismes de déclenchement et de progression des complications des radiothérapies pour les organes à risque concernés par la radiothérapie de la zone abdomino-pelvienne.

Les principaux outils technologiques nécessaires au programme ont été mis en place au cours de cette phase de faisabilité. Ces recherches s'inscrivent dans une démarche expérimentale dont l'objectif est

de démontrer un lien de causalité entre les effets aigus et les conséquences tardives des traitements par radiothérapie.

2 – RADIOPROTECTION DES PATIENTS

Afin d'améliorer la protection des patients exposés aux rayonnements ionisants, l'IRSN mène des actions destinées à mieux connaître les expositions réelles et à réduire les risques de surexposition.



L'IRSN développe une recherche dédiée à l'amélioration des connaissances sur les effets secondaires des radiothérapies.

Information des patients sur le radiodiagnostic

À la suite d'accidents de radiothérapie survenus dans différents hôpitaux, en France, l'IRSN a engagé une réflexion portant sur les modalités d'information des patients exposés aux rayonnements ionisants lors d'actes médicaux, en collaboration avec l'Association d'aide aux victimes d'accidents médicaux (Aviam) et l'association Lutte, information, étude des infections nosocomiales et sécurité sanitaire (Le Lien). L'Institut a commandé une étude relative aux informations disponibles pour les patients et pour les professionnels de santé. Les résultats obtenus montrent que les patients reçoivent très peu d'informations à propos des conséquences sanitaires possibles des expositions médicales et ce, pour tous les types d'actes.

La prochaine étape de cette action est la création d'un groupe de travail pluraliste chargé d'émettre des recommandations destinées à développer les modalités d'information des patients.

www.aviamfrance.org

<http://lelien.typepad.fr>

LA PAROLE À

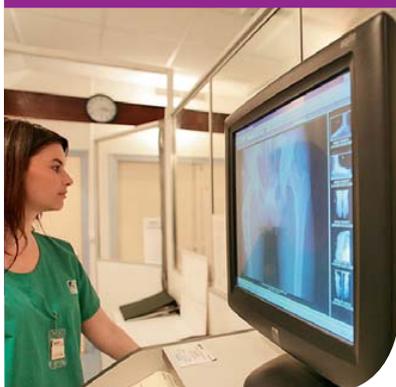
MARIE-SOLANGE

JULIA, présidente
de la fédération des
associations d'Aide
aux victimes d'accidents
médicaux (Aviam)



Pour nous,
association
de patients,
la concertation
avec un

organisme d'experts et de scientifiques comme l'IRSN ne peut que nous aider à transmettre le point de vue et l'expérience des usagers. C'est dans cet esprit que nous avons souhaité travailler ensemble afin d'identifier les modalités d'information des patients sur les risques liés à l'exposition aux rayonnements ionisants. Nous avons mené, dans ce cadre, une enquête auprès de nos adhérents, qui a fait ressortir le manque, voire l'absence d'informations sur ces risques. Une situation d'autant plus préoccupante que les patients sont loin d'imaginer que la multiplication des radiographies lors d'un diagnostic n'est pas anodine pour leur organisme. C'est pour cette raison que notre travail d'information et de sensibilisation doit se poursuivre, en direction des patients, mais aussi des radiologues. »



Le niveau de l'exposition des patients a été réévalué.

Bilan de l'exposition des patients

Pour ce qui concerne l'exposition des patients, l'IRSN participe au suivi des expositions médicales, grâce au système d'information ExpRI. La contribution des pratiques médicales à l'exposition de la population a été réévaluée en 2009 et la connaissance des actes de diagnostic a pu être améliorée à partir des données des examens réalisés en 2007. Ces données, plus fiables sur la nature et la fréquence des actes ainsi que sur les doses qui leur sont associées, ont également permis d'actualiser l'estimation de la dose individuelle moyenne annuelle, de préciser l'exposition par âge et selon le sexe ainsi que la distribution des doses délivrées et le nombre de personnes effectivement exposées. Un rapport réunissant ces données a été publié conjointement avec l'InVS.

Par ailleurs, le recueil, la validation et l'analyse des données utiles à l'établissement des niveaux de référence diagnostiques (NRD) sont en place depuis 2004. L'analyse des données récentes (2007-2008) a été réalisée en 2009. Ses résultats confirment les tendances du précédent bilan et vont permettre de faire évoluer la réglementation associée aux NRD.

www.irsn.fr

Évolution des calculs pour la dosimétrie des patients

La médecine nucléaire repose sur l'administration de radionucléides dans l'organisme à des fins diagnostiques ou thérapeutiques. Chaque organe peut ainsi devenir une source de rayonnement par

l'énergie émise par ces radionucléides dans les tissus du corps humain. En 2009, l'IRSN a participé à une intercomparaison ayant pour objectif de faire évoluer les modèles mathématiques censés représenter l'anatomie humaine et utilisés pour le calcul des doses absorbées par les patients en médecine nucléaire. Ce travail a contribué à réévaluer les fractions d'énergie absorbées par différents organes en utilisant de nouveaux modèles plus réalistes. Les résultats de l'étude dosimétrique de l'Institut ont été validés par comparaison avec ceux obtenus par le Helmholtz Zentrum München (Allemagne). Ces études dosimétriques, fondamentales pour la radioprotection des patients, seront diffusées dans la publication 110 de la CIPR.

Dosimétrie des minifaisceaux

En 2009, l'IRSN a engagé un projet sur trois ans visant à définir et à mettre en œuvre des techniques dosimétriques adaptées aux minifaisceaux utilisés en radiothérapie.

Ce projet résulte d'une réflexion menée à la suite de l'accident survenu à Toulouse, en 2007, en raison d'une erreur dans la dosimétrie de faisceaux de très petite dimension utilisés en stéréotaxie. Un groupe de travail piloté par l'IRSN, auquel participe la Société française de physique médicale, a mis en évidence des variations significatives, entre centres de radiothérapie en France, dans l'estimation des doses pour ce type de faisceaux. Un rapport de l'Institut diffusé au mois de juin 2009 stipule que ces variations résultent de pratiques hétérogènes, faute

de consensus méthodologique international et de références métrologiques associées. Le projet permettra de proposer des méthodes pour réaliser des mesures fiables, précises et reproductibles de la dose délivrée par les minifaisceaux de photons utilisés en radiothérapie.

www.irsn.fr

Surveillance des patients surexposés

L'IRSN et l'Assistance publique-Hôpitaux de Paris (AP-HP) ont signé le 16 avril 2009 un contrat de collaboration dans le cadre d'un projet intitulé EPOPA. Il concerne la surveillance de patients surexposés lors du traitement par radiothérapie d'un cancer de la prostate, au centre hospitalier d'Épinal. Cette étude a pour objectif de corréler les doses reçues, les volumes de tissus sains irradiés et la sévérité des complications observées aux données biologiques et génétiques recueillies, en vue de définir de nouveaux outils de diagnostic des complications des radiothérapies. Un protocole hospitalier de recherche clinique a ainsi été mis en place. À la fin de l'année, près de 250 cas de patients ont été étudiés. Pour chacun, des échantillons de sang ont été collectés afin d'identifier des marqueurs prédictifs de certaines complications comme les rectites radiques et des marqueurs de radiosensibilité.

Bilan des évaluations de doses utérines

De 2004 à 2008, l'IRSN a effectué, à la demande de praticiens, 246 évaluations des doses utérines reçues par des patientes enceintes, lors d'exams de radiologie ou de scanographie ayant exposé leur utérus. Le bilan de ces évaluations dosimétriques, réalisé en 2009, a montré que les doses étaient le plus souvent inférieures à 35 mGy en radiologie conventionnelle. En scanographie, elles étaient généralement comprises entre 15 et 65 mGy, mais pouvaient dépasser 100 mGy (valeur en dessous de laquelle la CIPR considère qu'une interruption de grossesse n'est pas justifiée). En médecine nucléaire, les doses étaient inférieures à 10 mGy.

Bien que les doses moyennes soient en accord avec les données internationales, la dispersion par type d'examen des doses en radiologie et en scanographie montre des

LA PAROLE À

SYLVIE THELLIER, expert en facteurs humains, service d'étude des facteurs humains à l'IRSN



L'arrêté du 22 janvier 2009 impose aux services de radiothérapie d'effectuer une analyse de risque de leur processus thérapeutique pour en améliorer la sécurité ainsi qu'une analyse des événements indésirables survenant au cours du traitement. Ces deux approches se complètent.

Dans le cadre de l'examen *a priori* des risques de ne pas délivrer la bonne dose, au bon endroit, au bon moment et à la bonne personne, l'IRSN a engagé différentes études dont le but est d'identifier ces risques et à élaborer des outils d'analyse adaptés aux besoins des professionnels. Une thèse, codirigée par l'Institut et le laboratoire d'ergonomie du Conservatoire national des arts et métiers, a montré que la maîtrise des risques reposait en grande partie sur la qualité de la coopération entre les différents métiers intervenant lors du traitement. Parallèlement, l'IRSN a lancé une étude en vue de mieux connaître les stratégies mises en œuvre par les services de radiothérapie pour faire face à l'obligation d'améliorer la sécurité des traitements. »

pratiques hétérogènes, parfois éloignées des recommandations en vigueur.

Épidémiologie chez les enfants de moins de 5 ans

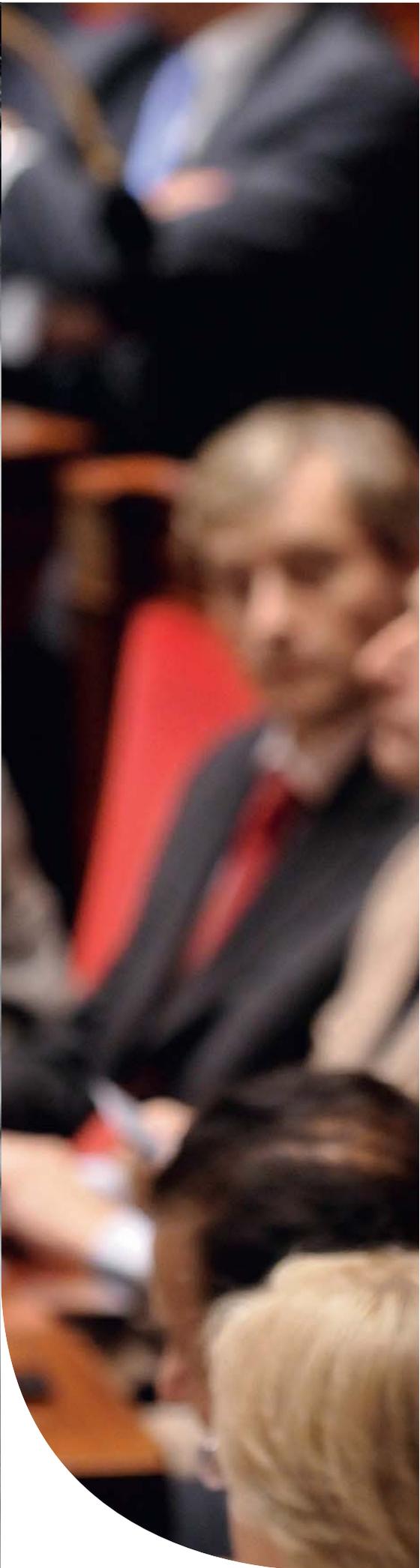
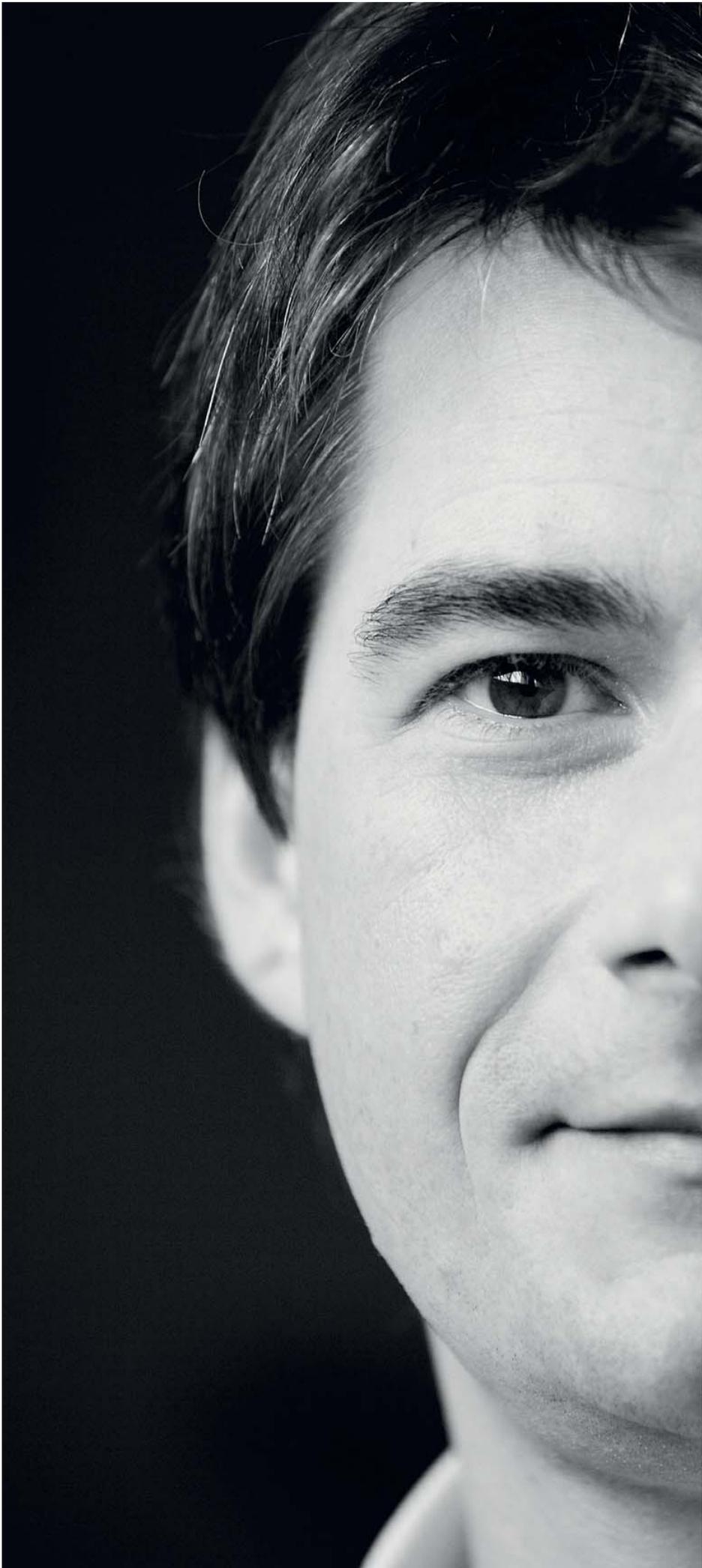
L'IRSN et l'AP-HP ont signé en 2009 une convention dans le cadre d'une étude de l'Institut visant à apprécier le risque de cancer ou de leucémie secondaire chez les enfants expo-

sés avant l'âge de 5 ans aux rayonnements ionisants lors d'exams par scanner.

Cette convention permettra à l'Institut d'accéder aux données relatives aux 23 000 enfants ayant consulté dans les services de radiologie des sept hôpitaux de l'AP-HP participant à l'étude. Des conventions avec les autres CHU ont été préparées pour élargir cette cohorte.



L'amélioration de la dosimétrie des patients est une préoccupation majeure de l'IRSN.





Par son appui scientifique et technique en matière de prévention et de gestion du risque tant nucléaire que radiologique, l'IRSN contribue à éclairer la décision des pouvoirs publics et des autorités. »

**LAURENT MICHEL, DIRECTEUR GÉNÉRAL
DE LA PRÉVENTION DES RISQUES AU MEEDDM**

QUALITÉ _____ 84

HYGIÈNE, SÉCURITÉ
ET PROTECTION
DE L'ENVIRONNEMENT ____ 85

EXCELLENCE SCIENTIFIQUE
ET TECHNIQUE _____ 86

RESSOURCES HUMAINES ____ 88

COMMUNICATION _____ 90

FORMATION _____ 92

**ASSURER
L'EFFICIENCE**

QUALITÉ

Un système qualité consolidé, maîtrisé et efficace

Dans une démarche de progrès continu, l'année 2009 a été consacrée à un travail destiné, d'une part, à la clarification de la définition des objectifs de l'IRSN en matière de qualité et, d'autre part, à la préparation de l'audit de renouvellement de sa certification ISO 9001.

Des axes de progrès plus clairs

Destinée à identifier les actions qui permettront à l'Institut de progresser en matière de politique qualité, la revue de direction IRSN du 15 juin 2009 a conclu à la nécessité de clarifier les différents axes de progrès de cette politique pour une meilleure efficacité. Fondamentalement, la politique qualité de l'Institut vise la satisfaction de ses partenaires et clients – externes comme internes –, le renforcement du professionnalisme de ses équipes et le bénéfice sociétal. Pour chacun de ces objectifs, une démarche de progrès a été engagée.

S'agissant de la satisfaction de ses partenaires et clients externes, les axes de progrès retenus visent à une identification plus précise, destinée à permettre un meilleur suivi par type d'activité. L'IRSN cherche à adopter à cet égard une approche globale de la satisfaction de ses clients et partenaires. Pour les clients internes, celle-ci se traduit par l'apport mutuel entre les processus, qui peuvent être clients les uns des autres. Cela concerne, par exemple, l'apport de la recherche à l'expertise et réciproquement, ou encore la synergie entre la sûreté et la radioprotection. Pour ce qui concerne les processus de support, la satisfaction des clients internes est mesurée auprès de l'ensemble du personnel.

10 LABORATOIRES
ACCREDITÉS SELON LA NORME ISO 17025
(10 en 2008).



Préparation d'un audit.

En ce qui concerne le professionnalisme, les axes d'amélioration sont une meilleure gestion des compétences, corrélée à une meilleure maîtrise de la planification des activités. En parallèle, l'analyse systématique des retours d'expérience et de l'opinion des clients est recherchée. Enfin, un travail a été mené afin de mieux distinguer les processus orientés vers les clients et partenaires de ceux orientés vers la société tout entière, pour que chaque salarié utilisant ces processus puisse suivre plus particulièrement les progrès réalisés sur l'un ou l'autre des axes.

Le renouvellement de la certification

Prévu en juin 2010, l'audit de renouvellement de la certification ISO 9001 conduira l'IRSN à apporter la démonstration que son système de management par la qualité permet de développer une démarche de pro-

grès continu. Ce renouvellement s'appuiera sur une nouvelle version (dite 2008) du référentiel ISO 9001 (et non plus sur la version 2000). La nouvelle version n'introduit pas de bouleversement de la démarche qualité, mais renforce et précise certaines exigences, implicites jusqu'à présent. En 2009, l'IRSN a mobilisé les membres de son réseau qualité pour apprécier les questions posées par la nouvelle version. Dans le même temps, les aménagements de son système de management par la qualité, nécessaires eu égard aux exigences de la nouvelle version du référentiel, ont été formalisés.

Une réflexion a été engagée en vue de rendre la politique d'audits internes plus efficace; cela en favorisant leur mutualisation et en élaborant un programme qui tient davantage compte de l'importance des processus ainsi que des résultats et de la fréquence des audits précédents.

HYGIÈNE, SÉCURITÉ ET PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Agir en établissement public responsable

Veiller aux conditions dans lesquelles sont menées les activités de l'IRSN afin d'en limiter les conséquences possibles, autant pour la santé de ses salariés que pour leur environnement, telles sont les exigences que s'est fixées l'Institut en matière d'hygiène, de sécurité et de protection de l'environnement.

Prévention des risques psychosociaux

L'IRSN a mandaté en 2009 le cabinet Technologia pour la réalisation d'une étude des risques psychosociaux au sein de l'Institut. Cette démarche faisait suite à l'identification, par les CHSCT et par l'inspecteur général de l'IRSN, de situations difficiles dans certaines unités. L'étude a été menée en deux temps : une enquête auprès de tous les salariés, à laquelle 67 % ont répondu, puis la réalisation de 131 entretiens individuels sur les trois sites principaux de l'Institut. Les conclusions de cette étude montrent une situation plutôt convenable, dans la mesure où les fortes charges de travail sont compensées par un environnement favorable à l'épanouissement professionnel. Cependant, l'accroissement de la productivité de ces dernières années et certains dysfonctionnements ont conduit à des situations mettant en difficulté des salariés. Aussi l'Institut s'est-il engagé dans l'élaboration d'un plan d'action destiné à traiter ces situations dégradées et, plus globalement, à prévenir les risques psychosociaux au sein de ses unités.

Opération de recherche de sources radioactives

Après la découverte d'une source radioactive non répertoriée dans l'un de ses laboratoires, l'IRSN a mené, en 2009, de larges investigations en vue de répertorier l'ensemble des matières radioactives détectées dans ses locaux. Cette étape a conduit

PLUS D'INFORMATIONS

UN PLAN D'ADMINISTRATION EXEMPLAIRE POUR L'INSTITUT

À la demande du Premier ministre, relayée par le directeur général de la prévention et des risques, l'IRSN a établi en 2009 un plan d'administration exemplaire. Cette démarche répond à une attente forte, exprimée par l'État, d'exemplarité de ses services et établissements publics en matière de développement durable.

Dans son plan, l'IRSN s'engage notamment à :

- diminuer de 30 % sa consommation de papier d'ici à 2012 et à utiliser du papier « écoresponsable » ;
- limiter l'utilisation d'imprimantes individuelles ;
- réaliser un plan de déplacement d'entreprise pour le site de Fontenay-aux-Roses ;
- mieux connaître la nature de ses déchets conventionnels et mettre en place une collecte sélective ;
- favoriser l'insertion de personnes en situation de handicap.

Un rapport sera établi annuellement.

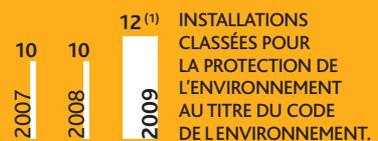
au contrôle de onze sites et de plus de 1 200 locaux. Une seconde étape, engagée au mois de juillet 2009, consistait à caractériser d'un point de vue quantitatif et qualitatif les produits qui n'étaient pas clairement identifiés, en procédant notamment à des mesures par spectrométrie. Ces opérations visaient la mise à jour de l'inventaire de chacune des unités détentrices de sources radioactives.

Engagement d'une démarche de développement durable

En 2009, un groupe de réflexion sur le développement durable a réalisé un diagnostic initial sur la situation de l'IRSN. De ce diagnostic, trois axes de travail ont été retenus :

- politique « achat » ;
- compétence, emploi, formation et relation de l'homme au travail ;
- environnement et pollution.

Ces axes serviront de socle à l'engagement de l'Institut en matière de développement durable, pour le déploiement effectif d'une politique dans ce domaine en 2010.



(1) Ce chiffre inclut deux installations de Cadarache, qui ont été déclarées ICPE en 2009 du fait de l'évolution de la nomenclature des ICPE et de leur prise en compte dans l'arrêté préfectoral relatif au site de Cadarache.

EXCELLENCE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

Promouvoir la créativité, le rayonnement et la qualité scientifiques

Accroître les échanges entre les chercheurs de l'IRSN, encourager le démarrage de recherches nouvelles, contribuer à la formation par la recherche : c'est autour de ces axes que l'Institut a développé en 2009 sa politique d'excellence scientifique et technique.

Déploiement de la recherche exploratoire

Le dispositif mis en place en vue de promouvoir le développement de projets de recherche à caractère novateur s'est poursuivi en 2009. Quatre nouveaux projets de recherche exploratoire ont été sélectionnés et viennent s'ajouter aux sept projets déjà engagés les deux années précédentes.

Les quatre nouveaux projets concernent :

- la modélisation du phénomène de fragilisation de la cuve par les métaux liquides, et l'évaluation du risque associé en situation d'accident grave d'un réacteur nucléaire avec fusion du cœur;

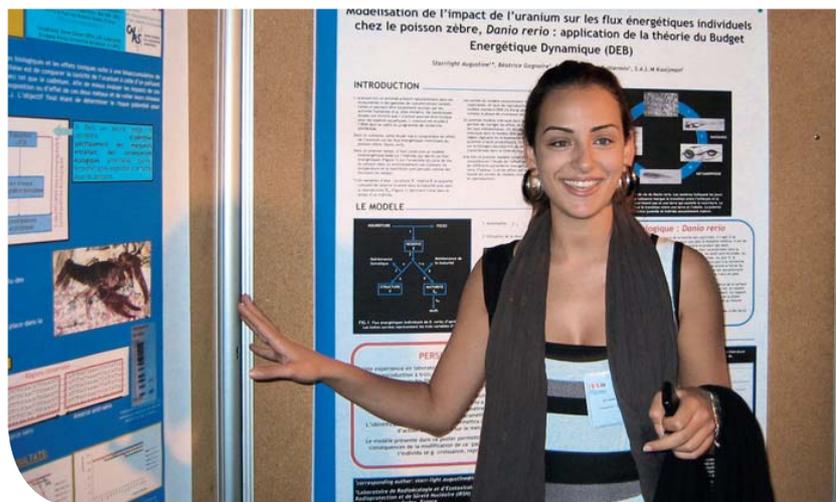
- la mesure par méthode inverse des flux de chaleur à travers des parois en béton exposées à un incendie;

- la détermination expérimentale des cinétiques de précipitation des hydrures dans les alliages de zirconium des gaines de combustible, en utilisant le rayonnement synchrotron;

- les cataractes radio-induites chez les cardiologues « interventionnels ».

Les quatre premiers projets lancés en 2007 sont arrivés à leur terme à la fin de 2009. Trois d'entre eux ont conduit à décider de nouvelles actions de recherche, inscrites dans les programmes pour 2010 :

- l'évaluation de l'incertitude relative à la détermination des doses à partir des mesures de surveillance de la contamination interne des travailleurs;
- la radioactivité présente dans les orga-



Les journées thèses à Aussois (Savoie).

nismes marins prélevés dans des sources hydrothermales sous-marines;

- la dégradation des colis de déchets par des micro-organismes.

Ces premiers projets ont également contribué à la constitution de réseaux de collaborations internes et externes permettant une meilleure visibilité des équipes de l'IRSN.

Animation scientifique transversale

Un nouveau groupe d'animation scientifique transversale regroupant quatre directions de l'Institut a été créé au mois de juin 2009. Il est consacré aux écoulements à gouttes, étudiés dans le cadre de

nombreuses actions menées par l'IRSN, notamment celles concernant le système d'aspersion utilisé en situation accidentelle dans des installations nucléaires.

Formation par la recherche

Rendez-vous annuel de la formation par la recherche à l'Institut, les Journées thèses IRSN se sont tenues du 28 septembre au 1^{er} octobre 2009 à Aussois (Savoie). Quarante-cinq doctorants en deuxième et troisième années de thèse et cinq post-doctorants ont présenté leurs travaux, en présence de 178 scientifiques de l'Institut ainsi que d'autres organismes (CNRS, universités, écoles d'ingénieurs, partenaires industriels...). Des présenta-

LA PAROLE À

MICHEL SCHWARZ, directeur scientifique de l'IRSN



L'Agence d'évaluation de la recherche et de

l'enseignement supérieur (Aeres) a prévu d'évaluer l'IRSN

en 2010. Cette évaluation, effectuée à la demande de nos tutelles, portera à la fois sur les unités de recherche et sur l'établissement, c'est-à-dire à la fois sur la qualité des travaux

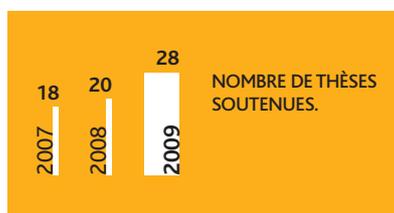
menés par les équipes mais aussi sur leur pertinence, en relation avec le contrat d'objectifs, et le plan à moyen et long termes de l'Institut. L'enjeu pour l'IRSN est de démontrer que les recherches sont conduites avec la rigueur scientifique nécessaire et qu'elles produisent des résultats utiles à l'expertise. Aujourd'hui, les équipes se préparent à cette évaluation en élaborant un dossier constitué du bilan des quatre années passées, d'une autoanalyse et du projet de l'unité pour les quatre années à venir. Un important travail de préparation, auquel s'ajoutera la production scientifique des chercheurs : publications, logiciels de calcul...

En parallèle, les directions fonctionnelles préparent l'évaluation de l'établissement sur la base d'une autoévaluation au regard des engagements du contrat d'objectifs. »

tions de posters ont en outre permis à 26 étudiants de première année d'exposer leurs premiers résultats. Quelques innovations ont été apportées par rapport aux journées des années précédentes. En ouverture des sessions plénières, une introduction sur les questions de sûreté, de santé et d'environnement a ainsi permis de situer les recherches menées par l'IRSN en fonction des questions scientifiques et techniques auxquelles celui-ci est confronté. Par ailleurs, et afin de bien souligner les relations de l'Institut et de la communauté scientifique, la première journée a été plus particulièrement consacrée aux actions entreprises dans le cadre de recherches exploratoires et d'un laboratoire commun réunissant l'IRSN, l'université de Montpellier et le CNRS : le laboratoire de micromécanique et intégrité des structures (MIST). Enfin, une table ronde consacrée à la formation par la recherche a débattu des conditions de séjour des doctorants à l'Institut pendant la durée de leur thèse (révélant l'opportunité de rédiger une charte des thèses) et de leur devenir après leur soutenance. En 2009, 33 nouveaux doctorants ont été sélectionnés lors des commissions de thèse et recrutés pour trois ans pour travailler sur des sujets proposés par l'Institut.

Préparation de l'Institut à l'évaluation par l'Aeres

Pour sensibiliser les chercheurs de l'Institut à l'évaluation de leurs travaux de recherche



par l'Agence d'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur (Aeres) en 2010, le troisième séminaire sur l'excellence scientifique et technique de l'Institut, qui s'est tenu en avril, était consacré aux *Enjeux pour les chercheurs de l'évaluation par l'Aeres*.

De plus a été mis en place un groupe de travail dédié à la préparation des dossiers demandés par l'Aeres en vue de son évaluation.

Par ailleurs, afin d'être plus en cohérence avec les pratiques de l'Aeres, l'IRSN a décidé de faire évoluer son dispositif d'évaluation interne avec la mise en place d'un comité de visite permanent constitué d'experts externes sélectionnés à cette fin par le directeur général.

Contribution à la diffusion des nouvelles recommandations générales de la CIPR

L'IRSN a assuré la traduction en français et la diffusion des nouvelles recommandations que la CIPR a adoptées en 2007 sur la protection contre les rayonnements ionisants, à l'élaboration desquelles les experts de l'Institut avaient contribué. La nouvelle publication CIPR103 remplace les précédentes recommandations de la publication CIPR 60, qui datait de 1990, et constitue désormais à ce titre le document de référence en la matière. Ce document, traduit, a été diffusé aux industriels et aux médecins, de même qu'aux associations intéressées : plus d'un millier d'exemplaires ont ainsi été adressés sur demande, et une centaine de téléchargements ont été effectués sur Internet.

www.irsn.fr



La recherche toujours au cœur de l'Institut.

3 SOUTENANCES

D HABILITATION À DIRIGER DES RECHERCHES (HDR) (2 en 2008).

RESSOURCES HUMAINES

Pour le développement de toutes les compétences

Les grands axes de la politique de ressources humaines de l'IRSN se sont traduits en 2009 par trois actions majeures, consistant à mettre en place la gestion des compétences, à développer le partage des bonnes pratiques et à engager l'Institut dans une politique d'emploi solidaire.

Favoriser l'insertion des personnes handicapées

Après avoir réalisé en 2008 un diagnostic interne sur la prise en compte du handicap, l'IRSN a signé, le 27 février 2009, avec l'ensemble des organisations syndicales représentatives, un premier accord en faveur de l'insertion des personnes en situation de handicap. Cette signature marque l'engagement commun de la Direction générale et des partenaires sociaux en faveur du développement d'une politique volontariste et durable de l'emploi, aussi bien que de l'insertion des personnes handicapées. Conclu pour trois ans, cet accord fixe des objectifs précis en matière :

- d'emploi et d'intégration de salariés handicapés, avec un taux d'emploi minimal fixé à 2 % pour la fin 2011 et de développement du travail temporaire et de la sous-traitance auprès d'entreprises appartenant au secteur protégé;
- d'aide à l'insertion professionnelle des personnes handicapées par des actions visant à en accueillir sous forme de CDD, de formation par la recherche ou de stages;
- de maintien dans l'emploi des salariés handicapés, avec la mise en place d'actions de prévention de l'inaptitude permettant l'aménagement des postes de travail et des conditions d'emploi, ainsi que des mesures d'accompagnement individuel en cas de reclassement;
- de sensibilisation et d'information traitant du handicap et du travail, à destination de l'ensemble du personnel de l'IRSN.

Une mission « handicap » a été mise en place au sein de l'IRSN pour accompagner



Un premier accord a été signé en faveur des personnes handicapées.

et favoriser la mise en œuvre de ce plan d'action. Elle est animée par un chargé de missions auprès de la Direction des ressources humaines, et s'appuie sur une commission constituée du médecin du travail, de l'assistante sociale et de représentants du personnel. Le financement de l'ensemble de ces mesures et de leurs applications est assuré par la contribution légale versée antérieurement à l'Association de gestion

du fonds pour l'insertion professionnelle des personnes handicapées (Agefiph).

Pour que cette démarche d'accueil et de maintien dans l'emploi des personnes en situation de handicap aboutisse, il est important que tous les salariés de l'Institut y adhèrent et puissent la décliner en fonction de leurs responsabilités respectives.

À cet effet, la mission « handicap » a organisé en fin d'année une représentation théâtrale permettant d'aborder la question du handicap dans l'entreprise à l'aide de saynètes. Cette manifestation festive fut également l'occasion d'échanges avec le personnel qui augurent favorablement de la poursuite du plan d'action de la mission.

Démarrage de la démarche de gestion prévisionnelle des emplois et compétences

En 2009 s'est achevée la première phase de la démarche de gestion prévisionnelle des emplois et des compétences (GPEC), lancée en 2008. Ce travail, qui consistait à réaliser une cartographie de l'emploi à l'IRSN, a pu être mené grâce à l'action conjointe d'un comité de pilotage, constitué d'un représentant des directions opérationnelles et fonctionnelles – dont le secrétariat général – et de groupes de travail internes à chaque direction. Les réflexions ont abouti à une organisation de l'emploi sur quatre niveaux : familles professionnelles, sous-familles, métiers et postes. Les travaux relatifs à la définition des métiers ont permis de caractériser ceux nécessitant des savoir-faire spécifiques

LA PAROLE À

DENIS BOULAUD, adjoint au directeur de l'environnement et de l'intervention à l'IRSN



Si le démarrage de la démarche de gestion prévisionnelle des emplois et des compétences n'a pas encore modifié les pratiques, il nous a déjà aidés à mieux définir les métiers pratiqués au sein

de notre Direction, et à les situer dans l'organisation globale de l'Institut. Si chaque direction possède ses spécificités, ce travail a fait apparaître des métiers génériques, exercés dans plusieurs domaines. Ce constat permet d'ouvrir aux salariés de plus larges perspectives de mobilité interne. La mobilisation de la ligne hiérarchique pour ce premier travail de cartographie de l'emploi a été forte, et les échanges très riches au sein de notre Direction. Cela témoigne de l'intérêt porté à cette démarche qui, pour certaines personnes, aura été l'occasion d'envisager les métiers au-delà de leur propre service ou direction. Aujourd'hui, l'attente de notre Direction, et notamment des chefs de service, concerne l'outil qui sera à notre disposition et l'aide que celui-ci nous apportera dans notre activité de management, plus particulièrement lors des revues de personnel que nous effectuons régulièrement. »

susceptibles d'être utilisés dans plusieurs domaines d'activité. Aujourd'hui, environ 150 métiers ont ainsi été définis, reflète de la pluridisciplinarité de l'Institut. En parallèle, la collecte de données relatives aux compétences et activités a permis de commencer le paramétrage d'un progiciel dédié à la GPEC. Il centralisera, à terme, les données relatives à la gestion des métiers, aux compétences, aux entretiens annuels et à la formation professionnelle. À l'horizon 2011, l'objectif du projet est de disposer des outils permettant d'anticiper les besoins de compétences à moyen et long termes, et de proposer aux salariés des parcours professionnels nettement identifiés.

Création du club des managers de proximité

Depuis 2005, l'IRSN organise chaque année des ateliers de management permettant aux chefs de laboratoire et de bureau, ainsi qu'aux chefs de service, d'exprimer leurs attentes en termes de méthodes, d'outils et de procédures susceptibles de les aider dans leurs tâches quotidiennes de management. Au-delà de l'intérêt de travailler ensemble à la création, la modification ou la finalisation de dispositifs de ressources humaines, le succès de ces journées tient essentiellement à la qualité des échanges et à la satisfaction de se rencontrer entre responsables de secteurs d'activité et de sites différents.

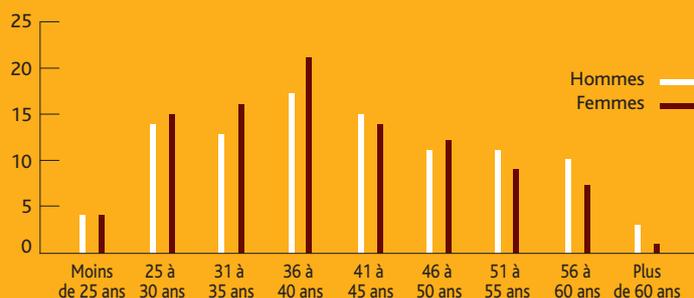
Au fil des années, la possibilité de proposer aux managers de proximité d'autres occasions de se rencontrer est devenue un objectif prioritaire afin de leur permettre de confronter leurs difficultés et d'échanger leurs bonnes pratiques.

Ainsi l'IRSN a-t-il lancé cette année un club des managers de proximité dont les rencontres, baptisées *Le Rendez-vous*, sont programmées au rythme de trois par an. Aidé d'un consultant en communication, l'Institut a conçu une formule d'échanges d'une demi-journée au cours desquels ces responsables s'expriment très brièvement sur des questions relatives au management et à l'actualité de l'IRSN. Ces rencontres permettent également à des intervenants externes de présenter des sujets intéressant les différents domaines de responsabilité des managers. Elles sont animées conjointement par le consultant et par un collaborateur de la Direction des ressources humaines en charge de la communication sociale.

Une soixantaine de chefs de laboratoires et de bureaux ont participé à la réunion de lancement, organisée le 22 septembre 2009. Tous ont apprécié ce nouveau format de rencontres, dont le cadre peu formel favorise une forme d'expression différente.

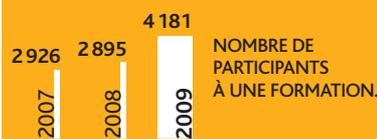
Le directeur général de l'IRSN a indiqué qu'il participerait à certaines de ces rencontres pour communiquer avec les managers de proximité et échanger avec eux sur les perspectives et l'actualité de l'Institut.

RÉPARTITION HOMMES/FEMMES PAR TRANCHE D'ÂGE (en % par sexe)



1,99 MILLION

D'EUROS DE FRAIS PÉDAGOGIQUES (1,6 en 2008).



COMMUNICATION

La communication au service de la transparence de l'IRSN

En 2009, la politique de transparence de l'IRSN s'est traduite par la mise à disposition croissante d'informations relatives à la sûreté nucléaire et à la radioprotection et par la refonte du portail Internet de l'Institut, aujourd'hui structuré pour faciliter l'accès de différentes catégories d'internautes à des contenus de plus en plus nombreux. Elle s'est aussi exprimée au travers de la réponse aux sollicitations croissantes des médias cherchant à décrypter l'actualité de la sûreté nucléaire et de la radioprotection, et par l'organisation d'événements à l'intention de la presse et du public.

Une information en ligne plus accessible

Faciliter l'accès non seulement des chercheurs, des industriels et des professionnels de santé, mais aussi du grand public à des informations sur les risques nucléaires et radiologiques, tel est l'objectif qui a guidé la conception du nouveau portail institutionnel www.irsn.fr, mis en ligne le 23 septembre 2009. Celui-ci est organisé autour d'entrées par sujet, pour une meilleure navigation au sein d'un site riche de plus de 4 500 pages, ainsi que de données dédiées à différents types d'utilisateurs. Ce nouveau portail s'inscrit en complément des sites spécialisés de l'Institut, et notamment du site consacré à la surveillance de la radioactivité de l'environnement.

<http://environnement.irsn.fr>
ou du site SISERI : <http://siseri.irsn.fr>

Dans un esprit de diffusion large des résultats de ses travaux, l'IRSN a mis en ligne ou



Le nouveau site Internet.

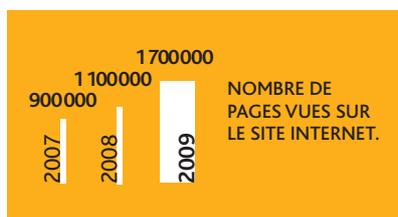
actualisé en 2009 une quinzaine de dossiers traitant de sujets différents, depuis la gestion des déchets radioactifs et le suivi des anciens sites miniers jusqu'au traitement des brûlures radiologiques et à la fusion nucléaire dans l'installation internationale ITER. S'y sont ajoutées des notes d'information relatives à des sujets d'actualité tels que, par exemple, l'avis rendu par l'IRSN au sujet de la sous-estimation des quantités de plutonium présentes dans les boîtes à gants de l'atelier de technologie du plutonium (ATPu), exploité par Areva à Cadarache (Bouches-du-Rhône), et en cours d'assainissement.

Dans le même esprit, et en cohérence avec les objectifs de la loi TSN, l'Institut a mis en ligne, au cours de l'année, cinq avis et douze synthèses de rapports présentés devant les groupes permanents d'experts, ainsi que six rapports thématiques :

- le point de vue de l'IRSN sur la sûreté du parc électronucléaire français en 2008 ;
 - le réexamen de sûreté des réacteurs à eau sous pression de 900 MWe, en vue de leur troisième visite décennale (VD3-900) ;
 - les enseignements tirés des incidents déclarés entre 2005 et 2008 pour les laboratoires et usines nucléaires ainsi que les installations nucléaires en cours de démantèlement ;
 - le bilan 2008 de la surveillance des travailleurs exposés aux rayonnements ionisants ;
 - le bilan de l'état radiologique de l'environnement français en 2008 ;
 - le bilan de la surveillance de la radioactivité en Polynésie française en 2008.
- La publication de ces résultats, issus de plusieurs années de travail d'experts portant sur des sujets aussi complexes, dans un format digeste et un style abordable pour des non-spécialistes, a exigé un important effort de pédagogie.

Un nouveau magazine pour associer salariés de l'IRSN et lecteurs externes

L'année 2009 aura aussi été marquée par la création d'une nouvelle formule du magazine *Repères*, qui était auparavant à vocation exclusivement interne. Le nouveau *Repères*, dont le premier numéro a été





Maquette du réacteur à eau sous pression de l'exposition itinérante.

12 CONFÉRENCES

ORGANISÉES (12 en 2008).

4 850

VISITEURS (4 000 en 2008).

diffusé au mois de février, est désormais constitué de vingt pages destinées à l'ensemble des lecteurs externes et internes, plus quatre pages réservées aux salariés de l'Institut. Il traite de sujets aussi divers que la radioprotection des travailleurs, les déchets radioactifs, la surveillance de l'environnement, le réacteur EPR ou la gestion des sites radiocontaminés. Par sa double vocation interne et externe, le magazine *Repères* entend montrer comment l'IRSN s'acquitte de sa mission d'expert indépendant au service de la société; il explique les raisons et les résultats des actions menées par l'Institut dans la durée et illustre concrètement la qualité de l'expertise ainsi que l'indépendance de jugement qui sont les siennes, contribuant ainsi au renforcement de son identité.

Proposé sous forme d'abonnement gratuit – l'inscription s'effectuant en ligne sur le portail institutionnel www.irsln.fr –, le magazine comptait 5 000 lecteurs à fin 2009.



800 RETOMBÉES

DE PRESSE CITANT L'IRSN
(1 000⁽¹⁾ en 2008).

(1) Inclut les nombreuses retombées dues à l'incident Socatri de l'été 2008.

Une montée en puissance des relations avec les médias et de l'événementiel

L'IRSN s'attache à rendre compte le plus largement possible des événements relatifs à la sûreté et à la protection radiologique, que ce soit auprès de la presse ou du grand public. L'organisation d'un nombre croissant d'événements – voyages de presse, journées portes ouvertes, expositions, etc. – y contribue pour beaucoup.

L'Institut a ainsi organisé, du 9 au 12 juin 2009, à l'intention de la presse, une visite de la centrale nucléaire russe de Koursk, dont les quatre réacteurs de type RBMK sont en exploitation. Du 12 au 19 septembre, un autre voyage de presse s'est déroulé dans les territoires russe et ukrainien contaminés, notamment, par le césium 137 relâché dans l'atmosphère lors de l'accident de Tchernobyl. Il s'agissait de présenter aux médias français les travaux de recherche menés par l'IRSN en collaboration avec les autorités sanitaires russes dans le cadre du programme EPICE. Ce dernier vise à recenser, au sein d'une population de 18 000 enfants, ceux dont les troubles du rythme cardiaque ne peuvent être expliqués par des facteurs connus tels qu'une

malformation congénitale, et à rechercher un éventuel lien de cause à effet avec une contamination par le césium 137.

À l'intention du grand public, l'Institut a poursuivi l'évolution de l'exposition itinérante *Nucléaire et société : de la connaissance au contrôle*, qu'il gère conjointement avec l'ASN, avec notamment la création d'une nouvelle maquette 3D au sein du module réacteurs nucléaires et la projection de nouvelles vidéos. Cette exposition a accueilli en 2009 près de 5 000 visiteurs dans trois villes françaises. L'IRSN a également contribué mi-octobre aux journées portes ouvertes organisées par le CEA, dans le cadre de la célébration des 50 ans du site de Cadarache. Dans le domaine médical, il a participé, entre autres, au Medec et aux Journées françaises de radiologie.

Enfin, l'IRSN et son homologue allemand, la GRS, ont participé, sous le pilotage du TSO belge BelV, à l'organisation du Forum EUROSAFE des organismes techniques de sûreté européens, qui s'est tenu à Bruxelles les 2 et 3 novembre 2009.



L'IRSN a organisé, en juin, un voyage de presse à la centrale nucléaire de Koursk (Russie).

FORMATION

Poursuite de la progression des activités de formation

Portées par les évolutions réglementaires et le développement d'activités de l'Institut hors de France, les actions de formation de l'IRSN ont, comme les années précédentes, connu une forte croissance en 2009, qu'il s'agisse des formations à la radioprotection des professionnels de santé et des personnes compétentes en radioprotection ou à la sûreté nucléaire. Ce dernier domaine a notamment vu se développer des formations externes jusqu'alors réservées aux salariés de l'IRSN ainsi que les formations proposées dans un cadre international.



Une session de formation en radioprotection.

3 271 PERSONNES

ONT BÉNÉFICIÉ DES FORMATIONS DE L'IRSN,
DONT 3 000 DANS LE DOMAINE DE
LA RADIOPROTECTION (1977 en 2008).

Avec un nombre de stagiaires passé de 1977 à 3 271 entre 2008 et 2009, et un nombre d'heures d'enseignement passé de 2 615 à 3 173, les activités de formation de l'IRSN ont poursuivi une progression significative, exigeant de la part de l'Institut un effort de disponibilité de ses intervenants. Cette tendance à l'augmentation des activités de formation, très nette depuis plusieurs années, a plusieurs raisons.

L'une d'entre elles est la valeur reconnue des formations dispensées par l'IRSN, qui

contribue à la croissance, d'année en année, du nombre de stagiaires accueillis. La capacité des intervenants de l'Institut à traiter en profondeur les sujets abordés, compte tenu de leur expérience en recherche et en expertise, permet de transmettre non seulement des connaissances, mais aussi une culture en matière de sûreté et de sécurité nucléaires ainsi que de protection contre les rayonnements ionisants.

Dans le domaine de la sûreté nucléaire, l'Institut a ouvert en dehors de l'entreprise

certaines formations jusqu'alors réservées à des spécialistes issus de ses propres rangs, comme de ceux de l'ASN ou du CEA. Il a également participé à l'élaboration de plusieurs propositions relatives à l'enseignement supérieur (formations initiale et continue) en matière de sûreté, dans le cadre de la réflexion plus globale menée par Bernard Bigot, administrateur général du CEA, en vue de répondre à une forte demande de l'industrie nucléaire liée, d'une part au renouvellement de la pyramide des âges, d'autre part aux programmes électronucléaires envisagés dans de nombreux pays.

Les actions de formation de l'IRSN ont également contribué à son ouverture à la société. C'est ainsi que l'Institut a répondu à une sollicitation de la Commission locale d'information de Saclay (Essonne), qui souhaitait une formation à la radioprotection destinée à ses membres désireux d'acquérir des connaissances auprès d'un expert indépendant et à la compétence affirmée.



La 2^e édition de la *Summer School* des ingénieurs en sûreté nucléaire s'est tenue à Cadarache.

2387 HEURES

D'ENSEIGNEMENT DISPENSÉES
AU COURS DES 192 SESSIONS
DE FORMATION EN RADIOPROTECTION
(1676 heures en 2008 – 139 sessions).

786 HEURES

DE FORMATION DISPENSÉES
AU COURS DES 21 SESSIONS
DE FORMATION EN SÛRETÉ NUCLÉAIRE
(1015 heures en 2008 – 20 sessions).

ORGANISATION

BILAN ET
PERSPECTIVES

ACTIVITÉS

ASSURER
L'EFFICACITÉ

Radioprotection : la croissance des actions de formation tirée par la diversification

Le nombre annuel des sessions de formation à la radioprotection dispensées au milieu médical a continué de progresser, avec plus de 2 285 stagiaires pour 152 sessions.

Au cours de l'année 2009, l'IRSN a également piloté, dans le cadre de la « feuille de route radiothérapie », un groupe de travail pluridisciplinaire chargé de proposer un programme de formation relatif à la gestion des risques en radiothérapie, pour définir un standard dans ce domaine. À partir des conclusions de ce groupe de travail, l'Institut a engagé la construction d'un programme de formation qu'il compte proposer en 2010 aux professionnels de la radiothérapie. En déclinant aux spécificités de la radiothérapie les concepts et méthodes de la sûreté nucléaire – qui comprennent la prise en compte des facteurs humains –, l'IRSN entend contribuer, sous le pilotage de l'Institut national du cancer et du ministère chargé de la Santé, au renforcement des compétences de tous les acteurs de la radiothérapie en matière de gestion des risques associés aux traitements mettant en œuvre des rayonnements ionisants.

Toujours dans le domaine de la radioprotection, l'Institut étend progressivement ses actions de formation aux risques liés au radon, à la faveur des évolutions réglementaires qui imposent désormais des obligations de mesure des concentrations de ce gaz en milieu professionnel, notamment pour les établissements thermaux ou certains lieux souterrains.

Par ailleurs, il est à rappeler que l'IRSN est chargé, depuis le milieu de l'année 2008, des examens pour le Certificat d'aptitude à manipuler les appareils de radiologie indus-

trielle (Camari). Cette activité a connu une forte croissance, le nombre de candidats à l'examen passant d'une centaine, au second semestre 2008, à près de 600 pour l'année 2009. Portée par la politique du ministère en charge du Travail, la demande des différents secteurs industriels semble devoir continuer de croître. En outre, l'IRSN, sollicité par l'association des industriels marocains du contrôle non destructif, a engagé avec celle-ci des discussions devant aboutir à la signature d'une convention conduisant à la mise en place d'un examen de type Camari au Maroc.

Sûreté nucléaire : le rôle moteur de l'IRSN au niveau international

Outre la poursuite de ses actions de formation à la sûreté nucléaire, menées autant dans le cadre du réseau d'excellence SARNET que de celui d'accords bilatéraux, l'IRSN a participé, pour le compte de la Commission européenne et du réseau européen ETSO des organismes techniques de sûreté, à des

travaux visant à structurer des programmes de formation à l'échelle de l'Union européenne.

Toujours en relation avec ETSO et EUROSAFE, l'Institut a organisé en juillet 2009 la deuxième édition de la *Summer School* des ingénieurs en sûreté nucléaire, qui s'est tenue à Cadarache (Bouches-du-Rhône), après avoir été accueillie à Garching (Allemagne) l'année précédente.

Parallèlement, l'IRSN a collaboré avec ses partenaires du réseau ETSO à la préparation d'un projet phare soutenu par la Commission européenne – l'Institut européen de formation et de tutorat en sûreté nucléaire (ENSTTI) –, appelé à démarrer en 2010. L'IRSN a notamment contribué à doter d'un statut juridique propre cette entité au sein de laquelle il jouera un rôle moteur. L'originalité de l'ENSTTI sera de proposer un programme d'une durée d'environ cinq semaines comprenant, en complément de la formation, l'accueil de stagiaires dans le cadre d'un tutorat.

PLUS D'INFORMATIONS

FORMATIONS INTERNATIONALES

L'IRSN réalise régulièrement des prestations d'assistance technique, de conseil et de formation dans le domaine de la sûreté des déchets et du démantèlement des installations nucléaires. Parmi les 16 prestations réalisées au cours de l'année 2009, 12 l'ont été hors de France, à la demande de l'AIEA, dans le cadre de contrats de la Commission européenne ou dans celui de mastères universitaires. Elles s'adressaient aussi bien à des représentants d'autorités de sûreté étrangères et à des exploitants nucléaires qu'à des étudiants. Certaines ont été délivrées à des professionnels de la sûreté, comme les trois sessions réalisées à Ispra (Italie) avec la participation du CEA pour le *Joint Research Centre* de la Commission européenne. D'autres répondaient à une demande croissante de formation, comme celle du mastère international *Stratégie démantèlement* de l'École nationale des ponts et chaussées, réalisé avec le Ciden d'EDF, le CEA et l'AEN.

A

Aeres

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

AFSSET

Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail.

AIEA

Agence internationale de l'énergie atomique.

Alpha (Symbole α)

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

AMANDE

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

ANCCLI

Association nationale des commissions et comités locaux d'information.

ANDRA

Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs.

Assemblage combustible

Ensemble de crayons de combustible reliés par une structure métallique, utilisé dans les réacteurs nucléaires.

ASTEC

Accident Source Term Evaluation Code.

B

Becquerel (Bq)

Unité du système international utilisée pour la radioactivité.

Le Becquerel correspond à une désintégration par seconde.

Bel V

Institut belge d'expertise nucléaire.

Bêta (symbole β)

Rayonnement composé d'électrons de charge négative ou positive. Un écran de quelques mètres d'air ou une simple feuille d'aluminium suffisent à l'arrêter.

BNRA

Bulgarian Nuclear Regulatory Agency – autorité de sûreté nucléaire bulgare.

C

CABRI

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

CATHARE

Code de calcul avancé de thermohydraulique pour l'étude du comportement des réacteurs à eau sous pression en situation accidentelle.

Césium (Cs, numéro atomique 55)

Métal rare et toxique aux caractéristiques comparables à celles du potassium.

CLIGEET

Commission locale d'information auprès des grands équipements énergétiques du Tricastin.

CIPR

Commission internationale de protection radiologique.

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 grave.

COWAM

Programme européen signifiant Community Waste Management.

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).

Dosimétrie

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

E

EADS

European Aeronautic Defence and Space Company.

ENVIRHOM

Programme de recherche étudiant les processus d'accumulation des radionucléides et les effets biologiques induits par cette accumulation dans les organismes vivants des mondes végétal et animal, en situation d'exposition chronique.

EPICE

Évaluation des pathologies induites par les contaminations chroniques en césium.

EPR

European Pressurized water Reactor – réacteur européen à eau sous pression.

EPS

Étude probabiliste de sûreté.

ETSON

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

EURATOM

Communauté européenne de l'énergie atomique.

ExPRI

Système pérenne d'information sur l'exposition médicale des patients aux rayonnements ionisants.

G

Gamma (symbole γ)

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

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

HCTISN

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

IFREMER

Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer.

INERIS

Institut national de l'environnement industriel et des risques.

INRS

Institut national de recherche et de sécurité.

InVS

Institut national de veille sanitaire.

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.

ISTP

International Source-Term Program – programme international terme source.

ITER

International Thermonuclear Experimental Reactor – réacteur expérimental thermonucléaire international.

J

JAEA

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

JNES

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

K

KIT-FzK

Karlsruhe Institute of Technology – Forschungszentrum Karlsruhe – institut de technologie de Karlsruhe.

kV

Kilovolt.

M

MOX

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

mGy

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

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 lui est environ trois fois supérieure.

N

NRC

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

NSC

Nuclear Safety Center – centre de sûreté nucléaire (Chine).

NSRR

Nuclear Safety Research Reactor (Japon) – réacteur de recherche en sûreté nucléaire.

O

OCDE

Organisation de coopération et de développement économiques.

OMS

Organisation mondiale de la santé.

P

PCRD

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

PEARL

Programme expérimental analytique sur le renoyage de lits de débris.

PRISME

Propagation de l'incendie lors de scénarios multiloaux 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.

RJH

Réacteur de recherche Jules Horowitz.

RNR-Na

Réacteur à neutrons rapides refroidi au sodium.

ROSIRIS

Programme de recherche sur la radiobiologie des systèmes intégrés pour l'optimisation des traitements utilisant des rayonnements ionisants, et l'évaluation du risque associé.

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.

SCK-CEN

Centre d'études nucléaires (Belgique).

SNETP

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

STBFT

Service technique des bâtiments, fortifications et travaux.

T

TAREF

Task Group on Advanced Reactor Experimental Facilities – groupe de travail sur les installations expérimentales pour les réacteurs avancés.

TSO

Technical Safety Organizations – organismes d'appui technique et scientifique en sûreté.

U

UJV

Ústav jaderného výzkumu Řež a.s./ Nuclear Research Institute Rez plc – organisme technique de sûreté tchèque.

V

VVER ou WWER

Vodo Vodianoï Energetitcheskiy Reactor ou Water Water Energetic Reactor – réacteur de conception russe, dont le principe de fonctionnement ressemble à celui des réacteurs à eau sous pression occidentaux.

Pour plus d'informations, vous pouvez également consulter le glossaire sur :

www.irsn.fr

Le comité d'orientation de la recherche (COR) en sûreté et en radioprotection

Composition (au 14 octobre 2009)

> POUVOIRS PUBLICS

Représentants des ministères de tutelle

Gabriele FIONI, directeur du département DGRI A2 à la Direction générale de la recherche et de l'innovation, représentant le ministère chargé de la Recherche / **Didier HOUSSIN**, directeur général de la Santé, représentant le ministère chargé de la Santé / **Claire HUBERT**, chef de service de la recherche – Direction de la recherche et de l'innovation, représentant le ministère chargé de l'Écologie / **Isabelle TANCHOU**, chef de la division sécurité et expertise nucléaire – Délégation générale pour l'armement, représentant le ministère de la Défense / **Thomas BRANCHE**, sous-directeur de l'industrie nucléaire à la Direction générale de l'énergie et du climat, représentant le ministère chargé de l'Industrie.

Représentant de la Direction générale du travail

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

Représentant de l'ASN

Jean-Christophe NIEL, directeur général.

> ENTREPRISES ET ASSOCIATIONS PROFESSIONNELLES

Philippe GARDERET, directeur scientifique – Areva / **Noël CAMARCAT**, délégué recherche et développement nucléaire – Direction production ingénierie – EDF / **Bruno CAHEN**, directeur sûreté, qualité, environnement – 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 ETINEAU**, CFTC / **Daniel LACQUEMANT**, CFE – CGC / **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) / **Sébastien GENEST**, président 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 ès qualités du COR.

> ORGANISMES DE RECHERCHE

Christophe BEHAR, directeur de l'énergie nucléaire – CEA / **Thierry DAMERVAL**, directeur général délégué à la stratégie – Inserm / **Alain FUCHS**, directeur de l'école de chimie Paristech / **Farid OUABDESSELAM**, président de l'université Grenoble 1 Joseph Fourier, représentant de la Conférence des présidents d'université (CPU) / **Cyrille THIEFFRY**, chargé de missions 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 / **Jane SIMMONDS**, chef du 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.

COORDINATION ÉDITORIALE ET RÉALISATION

Direction de la stratégie, du développement et des relations extérieures,
avec le soutien d'Anne-Marie GIRARDIN (Troiscube).

COMITÉ DE PILOTAGE

Michel BAUDRY
Bernard CHAUMONT
Patrice DESCHAMPS
Denis FLORY
Emmanuelle MUR

François ROLLINGER
Nathalie RUTSCHKOWSKY
Édouard SCOTT de MARTINVILLE
Véronique ROUYER
Sylvie SUPERVIL

COMITÉ ÉDITORIAL

Animation et coordination : Emmanuelle Mur

Jocelyne AIGUEPERSE
Marie-Pierre BIGOT
Françoise BRETHERAU
Stéphanie CLAVELLE
Patrick COUSINOU
Aleth DELATTRE
Didier DEMEILLERS
Arielle DREYFUSS
Agnès DUMAS

Dominique FRANQUARD
Bernard GOUDAL
Jean JALOUNEIX
Valérie MARCHAL
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 30 mars 2010.

CONCEPTION GRAPHIQUE ET RÉALISATION

meanings

TRADUCTION

Provence traduction

IMPRESSION

Valblor

CRÉDITS PHOTO

Couverture, pages 2, 3, 4, 5, 20, 21, 32, 33, 80, 81 : Luc Benevello – © Assemblée nationale-2010/2011 – JupiterImages/GettyImages
– © Image Source/Corbis – Éric Audras/Getty Images/PhotoAlto.
Antoine Devouard : page 54 – Luc Benevello : pages 7, 9, 16, 25 – Andra/Michel Aubert : page 57 – Areva TN International : page 40 – Areva : Cyrille Dupont : page 41, Jean-Marie Taillat : pages 52, 69, 77 – © Assemblée nationale-2010/2011 : page 43 – CEA : pages 38, 68, 55, 70, Jandaureck/Cadam : page 51 – EDF Médiathèque / Alexis Morin : page 11, Rolland Christophe : page 29, Frédéric Sautereau : page 36, Mario Guerra : page 37, Cédric Helst : page 39, Marc Didier : pages 50, 59 – Eva Lemonenko/Fotolia : page 12 – Jiongkai Zhang/Fotolia : page 12 – Valérie Beudon/Fotolia : page 38 – Paylessimages/Fotolia : page 62 – fotografiche.eu/Fotolia : page 50 – GIGN-Gendarmerie nationale : page 11 – Noak/Le bar Floréal/IRSN : pages 25, 27, 42, 43, 63, 64, 67, 69, 70, 71, 78, 80, 81, 89, 91 – Caroline Pottier/Le Bar floréal – IRSN : pages 30, 45, 46, 49, 53, 55, 58, 60, 61, 88, 91, Alexandre Soria : page 65, Thierry Truck : page 37, Jean-Pierre Copitet : pages 75, 92, Françoise Bretheau : page 86 – Olivier Seignette/Michael Lafontan : pages 10, 11, 26, 31, 41, 44, 54, 56, 64, 65, 66, 72, 74, 79, 82, 84, 87, 91, 93 – Stéphane Jungers : pages 42, 48.

L'IRSN tient à remercier Delphine Piassart, Céline Bouvier-Capely, François Gensdarmes et Jean Desquines pour leur collaboration et leur disponibilité.



Ce rapport annuel est imprimé exclusivement sur un papier fabriqué dans des usines certifiées ISO 9001 et 14001 selon les procédés PEFC ou FSC, gage d'une gestion forestière durable.

© IRSN
N° ISSN : 2104-8843

Coordonnées des sites

Les plans d'accès aux différents sites IRSN sont consultables sur le site Internet de l'Institut.  www.irsn.fr

Siège social

Fontenay-aux-Roses
31, avenue de la Division Leclerc
BP 17 – 92262 Fontenay-aux-Roses Cedex
Tél. : +33 (0)1 58 35 88 88

Agen

BP 27
47002 Agen
Tél. : +33 (0)5 53 48 01 60

Cadarache

BP 3
13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex
Tél. : +33 (0)4 42 25 70 00

Cherbourg-Octeville

Rue Max-Pol Fouchet
BP 10
50130 Cherbourg-Octeville
Tél. : +33 (0)2 33 01 41 00

La Seyne-sur-Mer

Zone portuaire de Brégaillon
BP 330
83507 La Seyne-sur-Mer Cedex
Tél. : +33 (0)4 94 30 48 29

Le Vésinet

31, rue de l'Écluse
BP 40035
78116 Le Vésinet Cedex
Tél. : +33 (0)1 30 15 52 00

Les Angles – Avignon

550, rue de la Tramontane – Les Angles
BP 70295
30402 Villeneuve-lez-Avignon Cedex
Tél. : +33 (0)4 90 26 11 00

Orsay

Bois-des-Rames (bât. 501)
91400 Orsay
Tél. : +33 (0)1 69 85 58 40

Pierrelatte

BP 166
26702 Pierrelatte Cedex
Tél. : +33 (0)4 75 50 40 00

Saclay

BP 68
91192 Gif-sur-Yvette Cedex
Tél. : +33 (0)1 69 08 60 00

Vairao – Tahiti

BP 182
98725 Vairao
Tahiti – Polynésie française
Tél. : +00 689 54 60 38



Systeme de management
de la qualite IRSN certifie

IRSN

INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SURETE 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

IRSN

INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE



Cahier financier 2009





Sommaire

Rapport de gestion	5
Bilan	10
Compte de résultat	12
Soldes intermédiaires de gestion	13
Rapprochement des prévisions et des exécutions	14



Rapport de gestion

PERSPECTIVE D'ENSEMBLE

L'année 2009 s'est caractérisée par le lancement des études d'un programme immobilier devant aboutir, à l'échéance de 2017, en région parisienne, à la mise en sécurité du site de Fontenay-aux-Roses et à la fermeture du site du Vésinet.

Les éléments caractéristiques des comptes de l'exercice 2009 sont les suivants :

- l'évolution significative de la subvention pour charges de service public versée par le Meeddm au titre de l'action 03 du programme 189, en réponse à l'accroissement des demandes d'expertise formulées par les pouvoirs publics ;
- l'augmentation des ressources propres de l'Institut provenant des cofinancements des travaux de recherche, d'une part, et des activités à caractère industriel et commercial, d'autre part ;
- l'augmentation des effectifs après plusieurs années de forte concurrence sur le marché de l'emploi entre les opérateurs du secteur nucléaire ;
- la réévaluation de l'actif de démantèlement et de la provision correspondante destinée à couvrir les obligations de l'Institut en matière d'assainissement et de démantèlement des installations nucléaires (INB) utilisées par l'IRSN et des installations classées (ICPE) de l'Institut.

Par ailleurs, l'accord signé en 2008 avec les organisations syndicales représentatives des salariés de l'Institut, relatif à la mise en place d'un intéressement au profit des salariés, s'est concrétisé par un premier versement en juin 2009.

Le budget initial 2009 a fait l'objet de deux révisions (DM1 et DM2), présentées au conseil d'administration respectivement des mois de mars et juin pour prendre en compte :

- le report des investissements non terminés sur l'exercice précédent, soit 10,2 millions d'euros, versés au fonds de roulement lors de la clôture 2008 ;
- le report d'une partie des dépenses du projet CABRI de l'année 2007, financé par prélèvement sur le fonds de roulement de l'Institut ;
- la contribution de l'Institut au financement des opérations d'assainissement et de démantèlement du réacteur PHÉBUS par un abondement complémentaire du fonds dédié à l'assainissement et au démantèlement des installations nucléaires d'un montant de 5 millions d'euros, qui avait été reçu à la fin de l'exercice 2008 et versé au fonds de roulement.

L'exécution budgétaire 2009 comprenait un programme d'investissement d'un montant de 35,1 millions d'euros après intégration des opérations reportées de l'année précédente avec, en particulier :

- la finalisation de programmes initiés les années précédentes comme le changement de technologie pour l'activité de suivi dosimétrique des travailleurs, le renouvellement d'équipements (moyens mobiles d'intervention, réseau national de surveillance et de mesure...);
- la poursuite du programme de mise à niveau du réacteur CABRI ;

– la poursuite de la constitution progressive du fonds dédié au financement des charges futures d'assainissement et de démantèlement.

La totalité de ces investissements n'a pu être réalisée sur l'exercice, et le report des opérations non terminées sera proposé dans la décision modificative n° 1 (DM1) de l'état prévisionnel des recettes et des dépenses 2010 (EPRD), à hauteur de 14,5 millions d'euros, dont :

- 12,2 millions d'euros au titre des reports d'investissements, incluant 1,4 million d'euros au titre des investissements du projet CABRI (réalisé de 3 millions d'euros pour une DM2 de 4,4 millions d'euros) ;
- 2,3 millions d'euros relatifs aux dépenses de fonctionnement du projet CABRI pour 1,3 million d'euros (réalisé de 27,5 millions d'euros pour une DM2 de 28,8 millions d'euros) et au démantèlement de PHÉBUS pour 1 million d'euros (réalisé de 4,55 millions d'euros pour une DM2 de 5,6 millions d'euros).

L'ÉQUILIBRE BUDGÉTAIRE

Exécution (en M€)	2007 ⁽¹⁾	2008 ⁽²⁾	2009	Évolution 2009/2008
Total ressources	298,4	255,2	283,0	+ 10,9 %
Total dépenses	265,8	281,2	301,8	+ 7,3 %
SOLDE	+ 32,6	- 26,0	- 18,8	+ 27,7 %

(1) L'exercice 2007 est présenté en intégrant l'application du régime de TVA, majorant les ressources de 9 millions d'euros et minorant les dépenses de 12 millions d'euros, soit un impact sur le solde de 21 millions d'euros.

(2) L'exercice 2008 comporte une réduction exceptionnelle de 15 millions d'euros, correspondant à l'apurement de la régularisation de TVA à hauteur de 20 millions d'euros d'une part, et à un abondement spécifique de 5 millions d'euros sur le fonds dédié au démantèlement, d'autre part.

L'exécution 2009, comme celle des années précédentes, laisse apparaître une balance budgétaire optiquement amplifiée par le report d'investissements pour un montant de 14,5 millions d'euros.

Un retraitement de ces opérations fait apparaître la situation suivante.

Exécution retraitée (en M€)	2008	2009
Solde	- 26,0	- 18,8
Report 2007	+ 19,6	-
Report 2008	- 10,2	+ 10,2
Report 2009	-	- 14,5
Opérations spécifiques	+ 15,0	-
SOLDE NET	- 1,6	- 23,1

L'année 2009 présente les caractéristiques suivantes :

- le respect des équilibres de l'EPRD approuvé par le conseil d'administration ;
- un taux de réalisation du budget de 93,6 % (92,5 % en 2008), soit un écart de 20,8 millions d'euros, dont 14,5 millions d'euros correspondent à des décalages dans la réalisation de certains investissements. Hors décalage, le taux de réalisation des dépenses serait de 98,1 %.

ANALYSE DU COMPTE DE RÉSULTAT

Les produits

Exécution (en M€)	2007	2008	2009	Évolution 2009/2008
Chiffre d'affaires	31,8	31,8	37,8	+ 18,5 %
Subventions	190,6	195,5	216,5	+ 10,7 %
Autres produits d'exploitation	22,7	3,9	7,5	+ 94,9 %
S/T exploitation	245,1	231,2	261,8	+ 13,2 %
Produits financiers	4,0	3,7	1,3	- 62,2 %
Produits exceptionnels	33,4	6,4	9,1	+ 42,2 %
TOTAL	282,5	241,3	272,2	+ 12,8 %

Les produits d'exploitation sont en hausse de 30,6 millions d'euros par rapport à l'exercice précédent (+ 13,2 %) à 261,8 millions d'euros, avec :

- 212,4 millions d'euros au titre de la subvention pour charges de service public versée par le Meeddm. La dotation totale perçue dans le cadre du programme 189 s'élève à 237,4 millions d'euros, dont 25,0 millions d'euros s'imputent en subvention d'investissement ;
- 3,2 millions d'euros au titre de la convention avec le Mindef dans le cadre du programme 212, au même niveau que l'année précédente ;

– 0,9 million d'euros au titre d'autres subventions, en particulier des collectivités locales, au même niveau que l'année précédente ;

– 37,8 millions d'euros de ressources propres provenant des activités d'expertise, de cofinancements de programmes de recherche ou d'autres prestations de services, en hausse de 18,5 % ;

– 7,5 millions d'euros de produits divers d'exploitation (3,9 millions d'euros en 2008). Ces produits comprennent les redevances liées à la propriété industrielle à hauteur de 0,1 million d'euros (stables), des produits divers de gestion courante provenant de régularisations sur les exercices antérieurs à hauteur de 0,6 million d'euros (stables) ainsi que des reprises sur amortissements et provisions à hauteur de 6,8 millions d'euros.

> Les produits financiers, qui s'élèvent à 1,3 million d'euros, sont en très forte baisse par rapport à 2008 (- 2,4 millions d'euros) en raison de la chute des taux d'intérêt.

> Les produits exceptionnels sont en hausse à 9,1 millions d'euros (6,4 millions d'euros en 2008). Ils se composent essentiellement des subventions d'investissements virées au compte de résultat pour 7,8 millions d'euros.

Les charges

Exécution (en M€)	2007	2008	2009	Évolution 2009/2008
Achats	107,2	116,1	132,8	+ 14,4 %
Personnel	111,9	110,4	120,0	+ 8,7 %
Impôts et taxes	13,4	12,4	12,8	+ 3,2 %
Amortissements	16,5	17,5	22,8	+ 30,3 %
Provisions	0,3	1,4	2,3	+ 64,3 %
Autres	1,6	1,2	1,5	+ 33,3 %
S/T exploitation	250,9	259,0	292,2	+ 12,8 %
Charges financières	0,4	0,7	0,5	- 28,6 %
Charges exceptionnelles	0,3	0,3	0,3	-
TOTAL	251,6	260,0	293,0	+ 12,7 %

Les charges d'exploitation de l'exercice s'élèvent à 292,2 millions d'euros, en hausse de 33,2 millions d'euros (+ 12,8 %).

Cette variation, qui se concentre principalement sur les postes des achats et l'amortissement, se décompose de la façon suivante.

– Les charges de personnel augmentent de 8,7 % à 120,0 millions d'euros. Cette variation résulte d'une croissance importante de l'effectif sur la seconde moitié de l'année, qui s'explique par un phénomène de rattrapage consécutif aux réductions de l'année précédente. En effet, les tensions sur le marché du travail du secteur nucléaire, qui anticipe une relance de l'activité autour de la construction de nouvelles centrales tant sur le marché domestique qu'à l'international, s'étaient traduites par un nombre important de départs, parmi les salariés de l'Institut. La moyenne sur l'année, exprimée en ETP⁽¹⁾, est de 1 669,3 contre 1 633,4 en 2008 et 1 674,5 prévus au budget initial 2009.

– Les impôts et taxes, d'un montant total de 12,8 millions d'euros, sont en hausse de 0,4 million d'euros.

– La dotation aux amortissements, égale à 22,8 millions d'euros, progresse de 30,3 %,

alors que la dotation aux provisions, consacrée à l'intéressement des salariés et aux provisions pour risques affiche une croissance de 0,9 million d'euros par rapport à l'année précédente, à 2,3 millions d'euros.

– Les achats de biens et services sont en hausse notable (+ 16,7 millions d'euros, soit + 14,4 %) à 132,8 millions d'euros, en raison, pour l'essentiel, de la finalisation des travaux sur le réacteur expérimental CABRI et de l'augmentation de la sous-traitance « cœur de métier » en soutien à la croissance de la demande d'expertise pour le compte de l'ASN.

– Le poste « autres charges » représente 1,5 million d'euros (1,2 million d'euros en 2008).

Exécution (en M€)	2007	2008	2009	Évolution 2009/2008
60 – Achats	55,0	62,9	72,0	+ 14,5 %
61 – Services extérieurs	36,9	35,4	40,8	+ 15,3 %
62 – Autres services extérieurs	15,3	17,8	20,0	+ 12,4 %
TOTAL	107,2	116,1	132,8	+ 14,4 %

Le tableau ci-contre détaille les consommations de l'exercice en provenance de tiers, qui s'élèvent à 132,8 millions d'euros. Il met en lumière la forte hausse des postes 60 – Achats, 61 – Services extérieurs et 62 – Autres services extérieurs, de respectivement 14,5 %, 15,3 % et 12,4 %, qui résulte en particulier de la croissance du niveau de l'activité (sous-traitance, personnels intérimaires...).

> Les charges financières régressent de 0,7 million d'euros à 0,5 million d'euros. Elles correspondent essentiellement aux intérêts versés sur les emprunts contractés (7,2 millions d'euros + 4,8 millions d'euros + 5,6 millions d'euros + 2,0 millions d'euros) pour le financement du nouveau siège social et de la nouvelle technologie dosimétrique.

> Les charges exceptionnelles restent stables à 0,3 million d'euros.

(1) Équivalents temps plein.

RÉSULTAT ET FINANCEMENT

Exécution (en M€)	2007	2008	2009	Évolution 2009/2008
Résultat	31,0	- 18,7	- 20,8	- 11,2 %
CAF	26,7	- 9,3	- 10,2	- 9,7 %
Variation du fonds de roulement	32,6	- 26,0	- 18,8	+ 27,7 %

L'exercice se solde par un résultat déficitaire de 20,8 millions d'euros (perte de 18,7 millions d'euros en 2008). L'écart entre la prévision budgétaire révisée lors de la DM2, à savoir un déficit de 24,2 millions d'euros, et les comptes arrêtés au 31 décembre 2009 est de 3,4 millions d'euros, ce qui s'explique par une balance favorable entre :

– une hausse des produits estimée de 1,2 million d'euros ;
 – une baisse des charges estimée de 2,2 millions d'euros.

> La capacité d'autofinancement de l'Institut, budgétée à - 17,5 millions d'euros dans la DM2, s'établit à - 10,2 millions d'euros, soit + 7,3 millions d'euros résultant de :

– l'amélioration du résultat de 3,4 millions d'euros ;
 – la majoration de la quote-part des subventions d'investissement rapportées au compte de résultat de 4,2 millions d'euros ;
 – un différentiel sur l'amortissement de 6,6 millions d'euros ;
 – des reprises de provisions en baisse de 1,5 million d'euros.

Cette insuffisance d'autofinancement de 10,2 millions d'euros se compense par le versement de la part subvention d'investissement (25 millions d'euros) de la subvention pour charges de service public versée par le Meeddm.

La ressource totale ainsi constituée ne finance que partiellement les investissements et les dettes financières, qui s'élèvent à 33,9 millions d'euros. Le complément de financement de 18,8 millions d'euros est assuré par un prélèvement sur le fonds de roulement.

Par ailleurs, la mise à niveau des obligations de l'Institut en matière de démantèlement des installations se traduit par un mouvement de 41,1 millions d'euros en emplois et en ressources, sans impact sur l'équilibre budgétaire.

En effet, l'IRSN a la charge d'opérations d'assainissement et de démantèlement des installations dont il dispose, principalement les réacteurs de recherche CABRI et PHÉBUS, les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) ainsi que divers

matériels sans emploi ayant un caractère de déchet radioactif.

Un actif de démantèlement est comptabilisé pour 72,1 millions d'euros, correspondant au coût total prévisionnel des opérations d'assainissement et de déman-

tèlement. Une provision d'un montant équivalent est comptabilisée au passif.

Par ailleurs, un fonds dédié à l'assainissement et au démantèlement a été constitué de manière à permettre le

financement de ces opérations. Il est alimenté régulièrement à hauteur de 1,1 million d'euros par l'IRSN depuis 2006, et de dotations complémentaires de l'État depuis la décision d'arrêt de l'installation PHÉBUS en 2007.

SOLDES DE GESTION

En k€	Réalisé 2009	DM2 2009 V15	Réalisé 2008
Apport ou prélèvement au fonds de roulement	- 18 774	- 31 746	- 26 005
Variation du besoin en fonds de roulement	- 18 951	- 17 053	- 49 104
Variation de la trésorerie	177	- 14 693	23 099
Niveau du fonds de roulement	21 754	8 782	40 528
Niveau du besoin en fonds de roulement	- 63 576	- 61 678	- 44 625
Niveau de la trésorerie	85 330	70 460	85 153
- Préfinancement du fonds dédié	8 600		
- Niveau de trésorerie retraité ⁽¹⁾	93 930		

(1) Le démantèlement est « préfinancé » sur la trésorerie de l'IRSN avant le remboursement par le fonds dédié à l'assainissement et au démantèlement.

Évolution du fonds de roulement

L'évolution du fonds de roulement prévue lors de la décision modificative n° 2 de 2009 était un prélèvement de 31,75 millions d'euros, constitué des éléments suivants :

- prélèvement au fonds de roulement CABRI..... 14,7 M€
- financement du fonds dédié sur économie fiscale 2008 5,0 M€
- reports d'investissements 2008..... 10,15 M€
- reprises de la provision intéressement 2008..... 1,2 M€
- reprises de sources 0,7 M€

Le prélèvement au fonds de roulement réalisé à fin 2009 s'élève à 18,8 millions d'euros, soit un écart de + 13 millions d'euros par rapport à la DM2.

Cet écart se compose des éléments suivants :

- investissements 2009 non terminés, proposés aux reports 2010 ... + 12,2 M€
- dépenses du projet CABRI hors investissements + 1,3 M€
- dépenses liées au démantèlement de PHÉBUS + 1,0 M€

- provision au titre de l'intéressement 2009 + 1,25 M€
- financement par le fonds dédié - 6,4 M€
- autres économies de fonctionnement + 3,7 M€

Les dépenses d'investissement ou sur projets spécifiques non terminés en 2009 font l'objet d'une proposition de report en décision modificative n° 1 du budget 2010. 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). Les autres écarts, pour 3,7 millions d'euros, correspondent globalement à des dépenses de fonctionnement non réalisées.

Compte tenu de ces éléments, le niveau du fonds de roulement à fin 2009, prévu à 8,8 millions d'euros en DM2, est réalisé à 21,8 millions d'euros.

Évolution de la trésorerie

Le niveau de la trésorerie s'élève à 85,3 millions d'euros à fin 2009, pour une prévision DM2 de 70,5 millions d'euros. Cet écart de 14,8 millions d'euros s'explique principalement par l'évolution du fonds de roulement de 13 millions d'euros entre DM2 et exécution.

Le niveau de la trésorerie à fin 2009 est stable par rapport à son niveau de fin 2008 (85,2 millions d'euros), sous les effets conjugués de la baisse du fonds de roulement (- 18,9 millions d'euros) et de l'augmentation du besoin en fonds de roulement (+ 18,9 millions d'euros).

La trésorerie comme le fonds de roulement sont impactés par le décalage de remboursement des opérations d'assainissement et de démantèlement par le fonds dédié : sur 6,4 millions d'euros de financements prévus en DM2 2009, 5,6 millions d'euros concernaient les coûts de démantèlement de PHÉBUS, 0,6 million d'euros ESMEALDA et 0,3 million d'euros diverses opérations. Les dépenses exécutées (4,55 millions d'euros pour PHÉBUS) seront remboursées par le fonds dédié sur justificatifs, lors de l'exécution 2010. La trésorerie et le fonds de roulement IRSN supportent donc le « préfinancement » des opérations de démantèlement, compte tenu du mode de fonctionnement du fonds dédié à l'assainissement et au démantèlement.

Évolution du besoin en fonds de roulement

Le niveau du besoin en fonds de roulement s'élève à – 63,6 millions d'euros fin 2009, pour une prévision DM2 de – 61,7 millions

d'euros. L'évolution du besoin en fonds de roulement de 18,9 millions d'euros par rapport à 2008 s'explique par un décalage des opérations sur la fin de l'exercice 2009, se traduisant au bilan par une augmentation des

dettes fournisseurs et comptes rattachés. Le niveau des dettes fournisseurs (72 millions d'euros dont 52 millions d'euros concernant le CEA) explique en partie celui de la trésorerie.

ANALYSE DU BILAN

Le passif

> Avec un résultat de – 20,8 millions d'euros, la situation nette se réduit de 27,2 %, à 55,4 millions d'euros. Compte tenu de la prise en compte d'une inscription complémentaire en subvention d'investissement, ce poste augmente de 17,3 millions d'euros. Par ailleurs, les provisions pour risques et charges augmentant de 36,5 millions d'euros, les capitaux permanents de l'Institut progressent et s'élèvent à 194,7 millions d'euros (161,7 millions d'euros en 2008).

> Les dettes à court et moyen termes, d'un montant de 119,0 millions d'euros (106,2 millions d'euros en 2008), progressent sous l'effet de la hausse des dettes aux fournisseurs (+13,1 millions d'euros) et des dettes fiscales et sociales (+ 2,1 millions d'euros). Le solde de la variation se retrouve dans le remboursement des emprunts en place (– 3,3 millions d'euros) et dans les autres dettes (+ 0,9 million d'euros).

L'actif

> L'actif immobilisé net progresse à 184,1 millions d'euros, soit + 48,5 millions d'euros, du fait de la poursuite du rajeunissement des installations et des équipements de l'Institut, d'une part, et de l'inscription d'un complément d'actif de démantèlement de 41,1 millions d'euros, d'autre part.

> L'actif circulant se contracte à 129,6 millions d'euros (132,3 millions d'euros en 2008), du fait essentiellement de la baisse du poste « créances d'exploitation » à hauteur de 3,1 millions d'euros. Par ailleurs, le niveau des liquidités reste stable (85,3 millions d'euros).

Le fonds de roulement

> La variation du fonds de roulement de l'exercice est de – 18,8 millions d'euros alors que la prévision DM2 était de – 31,7 millions d'euros, en raison essentiellement du report de certains investissements, qui seront réalisés sur le prochain exercice.

> Le fonds de roulement s'élève à 21,8 millions d'euros au 31 décembre 2009 dont 14,5 millions d'euros seront prélevés sur 2010 au titre des reports d'investissements et 1,2 million d'euros au titre de l'intéressement des salariés, faisant l'objet d'une provision. En conséquence, le solde disponible du fonds de roulement sera de 6,1 millions d'euros, à rapprocher du prélèvement de 3,7 millions d'euros prévu à l'EPRD 2010 au titre de CABRI et des provisions reprises de sources. Par ailleurs, en l'absence de modalités confirmées concernant le financement en 2010 de l'abondement exceptionnel au fonds dédié à l'assainissement et au démantèlement, l'EPRD 2010 prévoit un prélèvement du fonds de roulement de 5,1 millions d'euros.

> Le besoin en fonds de roulement, déterminé à partir des éléments du bilan au 31 décembre 2009, reste négatif comme pour les années précédentes, à hauteur de 63,6 millions d'euros.

> Le niveau de la trésorerie est stable par rapport à l'exercice précédent, à 85,3 millions d'euros, soit + 0,2 million d'euros.

CONCLUSION

Le budget 2009 a été exécuté dans le respect des équilibres présentés au conseil d'administration.

Le prélèvement sur le fonds de roulement est de 18,8 millions d'euros, auxquels il convient d'ajouter des prélèvements différés sur l'exercice 2010 à hauteur de 1,2 million d'euros au titre de l'intéressement des salariés et de 14,5 millions d'euros au titre du report des investissements

non terminés. Ces deux dernières opérations constitueront les mouvements intégrés dans la DM1 2010.

L'abondement du fonds dédié aux opérations d'assainissement et de démantèlement, à hauteur de 1,1 million d'euros chaque année, est désormais insuffisant compte tenu de la décision d'arrêter le réacteur expérimental PHÉBUS validée par le comité de

l'énergie atomique en novembre 2007. Un premier abondement exceptionnel de 5,0 millions d'euros a été effectué sur l'année 2009 pour assurer le financement des travaux planifiés sur 2009. Le besoin de financement résiduel pour couvrir les travaux de 2010, 2011 et 2012 est estimé à ce stade à 15,6 millions d'euros. Il appelle la poursuite de l'abondement exceptionnel complémentaire.

Bilan

ACTIF

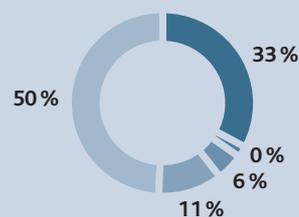
En euros	Brut	Amortissements et provisions (à déduire)	2009	2008	2007
			Net	Net	Net
Immobilisations incorporelles	18 701 964,02	13 549 709,49	5 152 254,53	3 254 384,31	2 136 430,05
Immobilisations corporelles	276 369 298,51	109 708 576,18	166 660 722,33	127 259 750,21	106 598 815,35
Immobilisations financières	12 264 531,14	–	12 264 531,14	5 115 702,80	3 158 525,44
Actif immobilisé	307 335 793,67	123 258 285,67	184 077 508,00	135 629 837,32	111 893 770,84
Stocks et en-cours	–	–	–	–	–
Avances et acomptes versés sur commandes	6 269 218,5	–	6 269 218,5	4 310 94,07	3 200 128,34
Créances d'exploitation	43 711 875,49	6 127,76	43 650 599,73	46 709 534,13	73 808 863,09
<i>dont créances clients</i>	<i>28 472 331,09</i>	<i>6 127,76</i>	<i>28 411 055,33</i>	<i>30 497 436,91</i>	<i>25 816 309,97</i>
<i>dont autres créances</i>	<i>15 239 544,40</i>	–	<i>15 239 544,40</i>	<i>16 212 097,22</i>	<i>47 992 553,12</i>
Créances diverses	3 689,80	–	3 689,80	3 689,80	45 159,22
Valeurs mobilières de placement	77 925 874,35	–	77 925 874,35	75 854 958,53	49 913 075,86
Disponibilités	7 403 786,48	–	7 403 786,48	9 297 888,40	12 140 939,23
Charges constatées d'avance	–	–	–	–	–
Actif circulant	129 672 147,97	61 275,76	129 610 872,21	132 297 164,93	139 108 165,74
TOTAL GÉNÉRAL	437 007 941,64	123 319 561,43	313 688 380,21	267 927 002,25	251 001 936,58

Détail de l'actif



Actif immobilisé **184,08 M€**
Actif circulant **129,61 M€**

Actif circulant

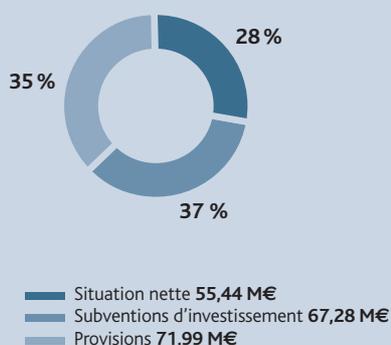


Trésorerie **85,33 M€**
Avances **0,63 M€**
Créances clients **28,41 M€**
Créances diverses **15,24 M€**
Actif circulant **129,61 M€**

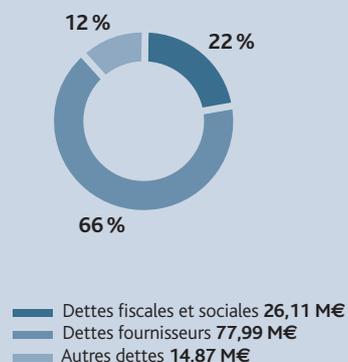
PASSIF

En euros	2009	2008	2007
Dotation	4 183 945,65	4 183 945,65	8 782 859,59
Réserves	90 783 098,42	90 783 098,42	51 083 266,14
Report à nouveau	- 18 724 287,79	-	-
Résultat de l'exercice (bénéfice ou perte)	- 20 799 922,06	- 18 724 287,79	30 963 852,03
Situation nette	55 442 834,22	76 242 756,28	90 829 977,76
Subventions d'investissement	67 282 860,81	50 013 274,68	35 091 137,98
Capitaux propres	122 725 695,03	126 256 030,96	125 921 115,74
Provisions pour risques	2 666 100,00	1 978 000,00	2 109 000,00
Provisions pour impôts	-	177 000,00	177 000,00
Provisions pour charges	69 321 702,00	33 294 000,00	35 011 000,00
Provisions pour risques et charges	71 987 802,00	35 449 000,00	37 297 000,00
Emprunts et dettes auprès des établissements de crédit	11 056 525,76	14 429 135,32	15 183 905,42
Emprunts et dettes financières divers	190,50	190,50	190,50
Avances et acomptes reçus sur commandes en cours	-	-	-
Dettes fournisseurs et comptes rattachés	71 948 636,59	58 826 534,14	41 835 202,76
Dettes fiscales et sociales	26 111 320,17	24 015 522,27	23 748 397,96
Autres	-	-	130 669,38
Dettes sur immobilisations et comptes rattachés	6 045 394,01	7 197 842,14	3 845 582,51
Autres dettes	3 812 816,15	1 752 746,92	2 373 871,64
Comptes de régularisation	-	-	666 000,67
Dettes	118 974 883,18	106 221 971,29	87 783 820,84
TOTAL GÉNÉRAL	313 688 380,21	267 927 002,25	251 001 936,58

Capitaux permanents



Analyse des dettes



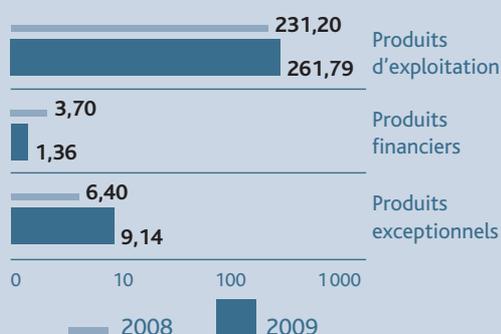
Compte de résultat

En euros	2009	2008	2007
Travaux de recherche	13 569 471,06	11 165 866,34	11 600 446,57
Prestations de services	18 145 983,08	14 937 300,43	14 965 765,23
Autres prestations	5 996 863,90	5 720 848,65	5 281 978,47
Montant net du chiffre d'affaires	37 712 318,04	31 824 015,42	31 848 190,27
Subventions d'exploitation	216 500 738,38	195 447 206,52	190 599 016,47
Reprises sur amortissements et provisions	6 835 490,36	3 270 980,62	18 653 925,36
Transferts de charges	147 682,24	128 863,34	206 282,73
Autres produits	596 141,76	553 067,57	3 782 854,33
Produits d'exploitation	261 792 370,78	231 224 133,47	245 090 269,16
Consommations de l'exercice en provenance de tiers	132 765 002,38	116 148 653,80	107 093 251,77
Impôts, taxes et versements assimilés	12 795 271,46	12 373 634,74	13 397 986,18
Charges de personnel	119 962 166,29	110 426 772,00	111 865 157,14
Dotations aux amortissements et aux provisions	25 143 505,80	18 924 712,32	16 806 211,72
Autres charges	1 582 253,46	1 179 411,04	1 618 502,86
Charges d'exploitation	292 248 199,39	259 053 183,90	250 781 109,67
RÉSULTAT D'EXPLOITATION	- 30 455 828,61	- 27 829 050,43	- 5 690 840,51
De participation	-	-	-
Autres intérêts et produits assimilés	26 886,07	24 566,87	26 907,87
Différences positives de change	92 325,73	38 754,50	11 803,62
Produits nets sur cessions de valeurs mobilières de placement	1 243 941,94	3 627 624,62	4 013 420,35
Produits financiers	1 363 153,74	3 690 945,99	4 052 131,84
Intérêts et charges assimilées	471 602,42	564 466,81	347 426,62
Différences négatives de change	17 844,88	153 739,95	77 998,99
Charges nettes sur cessions de valeurs mobilières de placement	-	-	-
Charges financières	489 447,30	718 206,76	425 425,61
RÉSULTAT FINANCIER	873 706,44	2 972 739,23	3 626 706,23
RÉSULTAT COURANT	- 29 582 122,17	- 24 856 311,20	- 2 064 134,28
Produits des cessions d'éléments d'actif	-	-	500,00
Subventions d'investissement virées au compte de résultat de l'exercice	7 928 749,89	6 286 126,30	2 427 906,30
Subventions d'investissement non étalées	-	46 879,34	143 500,00
Sur opérations de gestion	1 211 820,71	88 447,78	30 803 312,89
Produits exceptionnels	9 140 570,60	6 421 453,42	33 375 219,19
Sur opérations de gestion	316 223,72	222 636,97	311 692,69
Sur opérations en capital	42 146,77	66 793,04	35 540,19
Dotations aux amortissements et aux provisions	-	-	-
Charges exceptionnelles	358 370,49	289 430,01	347 232,88
RÉSULTAT EXCEPTIONNEL	8 782 200,11	6 132 023,41	33 027 986,31
Imposition forfaitaire annuelle	-	-	-
Impôts sur les bénéfices	-	-	-
RÉSULTAT DE L'EXERCICE	- 20 799 922,06	- 18 724 287,79	30 963 852,03

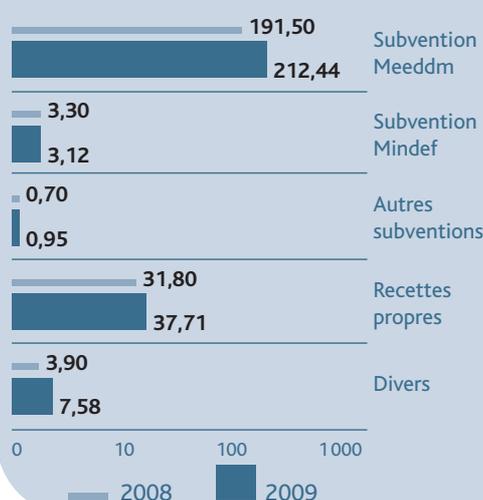
Soldes intermédiaires de gestion

RUBRIQUES	31/12/2009	%	31/12/2008	31/12/2007
Chiffre d'affaires	37 712 318,04	14,83 %	31 824 015,42	31 848 190,27
+ Subventions d'exploitation	216 500 738,38	85,17 %	195 447 206,52	190 599 016,47
PRODUCTION DE L'EXERCICE	254 213 056,42	100,00 %	227 271 221,94	222 447 206,74
– Consommation en provenance des tiers	132 765 002,38	52,23 %	116 148 653,80	107 093 251,77
VALEUR AJOUTÉE	121 448 054,04	47,77 %	111 122 568,14	115 353 954,97
– Impôts et taxes	12 795 271,46	5,03 %	12 373 634,74	13 397 986,18
– Charges de personnel	119 962 166,29	47,19 %	110 426 772,00	111 865 157,14
EXCÉDENT BRUT D'EXPLOITATION	– 11 309 383,71	– 4,45 %	– 11 677 838,60	– 9 909 188,35
+ Reprises, transferts de charges	6 983 172,60	2,75 %	3 399 843,96	18 860 208,09
+ Autres produits	596 141,76	0,23 %	553 067,57	3 782 854,33
– Dotations amortissements, provisions	25 143 505,80	9,89 %	18 924 712,32	16 806 211,72
+ Reprises sur subventions d'équipement	7 845 142,87	3,09 %	6 286 126,30	2 571 406,30
– Autres charges	1 582 253,46	0,62 %	1 179 411,04	1 618 502,86
RÉSULTAT D'EXPLOITATION	– 22 610 685,74	– 8,89 %	– 21 542 924,13	– 3 119 434,21
+ Produits financiers	1 363 153,74	0,54 %	3 690 945,99	4 052 131,84
– Charges financières	489 447,30	0,19 %	718 206,76	425 425,61
RÉSULTAT COURANT AVANT IMPÔT	– 21 736 979,30	– 8,55 %	– 18 570 184,90	507 272,02
+ Produits exceptionnels	1 295 427,73	0,51 %	135 327,12	30 803 812,89
– Charges exceptionnelles	358 370,49	0,14 %	289 430,01	347 232,88
RÉSULTAT EXCEPTIONNEL	937 057,24	0,37 %	– 154 102,89	30 456 580,01
– Impôts sur les bénéfices	–	–	–	–
RÉSULTAT DE L'EXERCICE	– 20 799 922,06	– 8,18 %	– 18 724 287,79	30 963 852,03

Détail des produits (en M€)



Produits d'exploitation (en M€)



Rapprochement des prévisions et des exécutions

COMPTE DE RÉSULTAT en euros	Budget 2009	Réel 2009
PRODUITS		
Ventes de prestations de services	39 799 300,00	37 712 318,04
Subventions publiques	216 159 470,00	216 500 738,38
Autres produits d'exploitation	3 269 000,00	3 452 798,45
Opérations internes	11 823 000,00	14 630 240,25
TOTAL DES PRODUITS	271 050 770,00	272 296 095,12
CHARGES		
Charges de personnel	130 914 040,00	119 962 166,29
Autres charges d'exploitation	145 822 260,00	147 948 198,32
Opérations internes	18 500 000,00	25 185 652,57
TOTAL DES CHARGES	295 236 300,00	293 096 017,18
RÉSULTAT (BÉNÉFICE)	-	-
RÉSULTAT (PERTE)	24 185 530,00	20 799 922,06
TOTAL ÉQUILIBRE DU COMPTE DE RÉSULTAT	295 236 300,00	293 096 017,18

TABLEAU DE PASSAGE DU RÉSULTAT À LA CAF en euros	Budget 2009	Réel 2009
RÉSULTAT	- 24 185 530,00	- 20 799 922,06
- Plus-values de cessions d'actifs	-	- 41 460,25
+ Dotations aux amortissements et aux provisions	18 500 000,00	25 143 505,80
- Produits issus de la neutralisation des amortissements	-	-
- Quote-part des subventions virée au résultat	- 3 500 000,00	- 7 711 142,87
- Reprises sur amortissements et provisions	- 8 323 000,00	- 6 835 490,36
CAPACITÉ D'AUTOFINANCEMENT	- 17 508 530,00	- 10 244 509,74

TABLEAU DE FINANCEMENT ABRÉGÉ en euros	Budget 2009	Réel 2009
CAPACITÉ D'AUTOFINANCEMENT	- 17 508 530,00	- 10 244 509,74
Acquisitions d'immobilisations corporelles et incorporelles	35 135 730,00	23 071 919,15
Immobilisations financières	7 400 000,00	7 343 212,84
Remboursement de dettes financières	3 265 000,00	3 420 149,00
TOTAL DES EMPLOIS	63 309 260,00	44 079 790,73
Subventions publiques d'investissement	24 980 730,00	24 980 729,00
Autres ressources (hors opérations internes)	6 583 000,00	277 991,52
Augmentation de dettes financières	-	47 539,44
TOTAL DES RESSOURCES	31 563 730,00	25 306 259,96
APPORT AU FONDS DE ROULEMENT	- 31 745 530,00	- 18 773 530,77

COORDINATION ÉDITORIALE ET RÉALISATION

Direction de la stratégie, du développement et des relations extérieures,
avec le soutien d'Anne-Marie GIRARDIN (Troiscube).

COMITÉ DE PILOTAGE

Michel BAUDRY
Bernard CHAUMONT
Patrice DESCHAMPS
Denis FLORY
Emmanuelle MUR

François ROLLINGER
Nathalie RUTSCHKOWSKY
Édouard SCOTT de MARTINVILLE
Véronique ROUYER
Sylvie SUPERVIL

COMITÉ ÉDITORIAL

Animation et coordination : Emmanuelle Mur

Jocelyne AIGUEPERSE
Marie-Pierre BIGOT
Françoise BRETHERAU
Stéphanie CLAVELLE
Patrick COUSINOU
Aleth DELATTRE
Didier DEMEILLERS
Arielle DREYFUSS
Agnès DUMAS

Dominique FRANQUARD
Bernard GOUDAL
Jean JALOUNEIX
Valérie MARCHAL
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 30 mars 2010.

CONCEPTION GRAPHIQUE ET RÉALISATION

meanings

TRADUCTION

Provence traduction

IMPRESSION

Valblor

CRÉDITS PHOTO

Couverture, pages 2, 3, 4, 5, 20, 21, 32, 33, 80, 81 : Luc Benevello – © Assemblée nationale-2010/2011 – JupiterImages/GettyImages
– © Image Source/Corbis – Éric Audras/Getty Images/PhotoAlto.
Antoine Devouard : page 54 – Luc Benevello : pages 7, 9, 16, 25 – Andra/Michel Aubert : page 57 – Areva TN International : page
40 – Areva : Cyrille Dupont : page 41, Jean-Marie Taillat : pages 52, 69, 77 – © Assemblée nationale-2010/2011 : page 43 – CEA :
pages 38, 68, 55, 70, Jandaureck/Cadam : page 51 – EDF Médiathèque / Alexis Morin : page 11, Rolland Christophe : page 29,
Frédéric Sautereau : page 36, Mario Guerra : page 37, Cédric Helsl : page 39, Marc Didier : pages 50, 59 – Eva Lemonenko/Fotolia :
page 12 – Jiongkai Zhang/Fotolia : page 12 – Valérie Beudon/Fotolia : page 38 – Paylessimages/Fotolia : page 62 – fotografiche.eu/
Fotolia : page 50 – GIGN-Gendarmerie nationale : page 11 – Noak/Le bar Floréal/IRSN : pages 25, 27, 42, 43, 63, 64, 67, 69, 70, 71,
78, 80, 81, 89, 91 – Caroline Pottier/Le Bar floréal – IRSN : pages 30, 45, 46, 49, 53, 55, 58, 60, 61, 88, 91, Alexandre Soria : page
65, Thierry Truck : page 37, Jean-Pierre Copitet : pages 75, 92, Françoise Bretheau : page 86 – Olivier Seignette/Michael Lafontan :
pages 10, 11, 26, 31, 41, 44, 54, 56, 64, 65, 66, 72, 74, 79, 82, 84, 87, 91, 93 – Stéphane Jungers : pages 42, 48.

L'IRSN tient à remercier Delphine Plassart, Céline Bouvier-Capely, François Gensdarmes
et Jean Desquines pour leur collaboration et leur disponibilité.



Ce rapport annuel est imprimé exclusivement sur un papier fabriqué dans des usines
certifiées ISO 9001 et 14001 selon les procédés PEFC ou FSC, gage d'une gestion
forestière durable.

© IRSN
N° ISSN : 2104-8843

Coordonnées des sites

Les plans d'accès aux différents sites IRSN
sont consultables sur le site Internet
de l'Institut.  www.irsn.fr

Siège social

Fontenay-aux-Roses
31, avenue de la Division Leclerc
BP 17 – 92262 Fontenay-aux-Roses Cedex
Tél. : +33 (0)1 58 35 88 88

Agen

BP 27
47002 Agen
Tél. : +33 (0)5 53 48 01 60

Cadarache

BP 3
13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex
Tél. : +33 (0)4 42 25 70 00

Cherbourg-Octeville

Rue Max-Pol Fouchet
BP 10
50130 Cherbourg-Octeville
Tél. : +33 (0)2 33 01 41 00

La Seyne-sur-Mer

Zone portuaire de Brégaillon
BP 330
83507 La Seyne-sur-Mer Cedex
Tél. : +33 (0)4 94 30 48 29

Le Vésinet

31, rue de l'Écluse
BP 40035
78116 Le Vésinet Cedex
Tél. : +33 (0)1 30 15 52 00

Les Angles – Avignon

550, rue de la Tramontane – Les Angles
BP 70295
30402 Villeneuve-lez-Avignon Cedex
Tél. : +33 (0)4 90 26 11 00

Orsay

Bois-des-Rames (bât. 501)
91400 Orsay
Tél. : +33 (0)1 69 85 58 40

Pierrelatte

BP 166
26702 Pierrelatte Cedex
Tél. : +33 (0)4 75 50 40 00

Saclay

BP 68
91192 Gif-sur-Yvette Cedex
Tél. : +33 (0)1 69 08 60 00

Vairao – Tahiti

BP 182
98725 Vairao
Tahiti – Polynésie française
Tél. : +00 689 54 60 38



Système de management
de la qualité IRSN certifié

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