



rapport d'activité de l'IPSN

2001



INSTITUT DE PROTECTION ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Sommaire

Les activités de l’Institut de protection et de sûreté nucléaire (IPSN) concernent le risque nucléaire et ses conséquences sur l’homme et l’environnement. Plus précisément ses principaux domaines d’activité portent sur la sûreté des installations nucléaires, la sûreté des transports de matières radioactives, la protection de l’environnement et de la santé de l’homme, la sécurité et le contrôle des matières nucléaires et sensibles, l’organisation et l’entraînement à la gestion de crise.

Sa compétence est fondée sur des recherches dans toutes les disciplines concernées, menées le plus souvent en association avec des partenaires français ou internationaux.

L’IPSN assure également une mission d’information du public et participe à de nombreuses actions internationales, tant en matière de recherche que d’expertise.

Doté d’un budget d’1,5 milliard de francs, l’IPSN regroupe environ 1 400 personnes, principalement des ingénieurs et des chercheurs, ainsi que des médecins, des agronomes, des vétérinaires et des épidémiologistes. Ses ressources proviennent d’une subvention inscrite à partir de 2001 au budget du ministère chargé de l’Environnement et comptabilisée également au titre du budget civil de recherche et de développement (BCRD). Ses autres recettes proviennent de contributions externes à ses programmes de recherche ou de la vente de prestations ou d’études à des clients privés ou publics.

En 2001, l’IPSN, déjà doté d’un statut spécifique au sein du CEA, a poursuivi la préparation de la création de l’Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN). Ce nouvel établissement public indépendant réunit les missions de recherche et d’expertise de l’Office de protection contre les rayonnements ionisants (OPRI) et l’Institut de protection et de sûreté nucléaire. Il a été créé le 9 mai 2001 par l’article 5 de la loi sur l’AFFSE, dont le décret d’application a été signé le 22 février 2002 (JO du 26 février 2002).

Présentation de l’IPSN

Prise de parole Avant-propos page 4	Les activités La sûreté des installations nucléaires page 10	Les activités internationales IPSN-GRS : un partenariat à vocation européenne page 44	Le fonctionnement Tribune libre
Organigramme page 8	La sûreté des déchets radioactifs page 23	Glossaire page 51	Le budget
	La gestion de la crise page 24	La gestion des matières sensibles page 52	Les ressources humaines
	Protection de l’environnement et de la santé de l’homme page 30	Les implantations page 55	La communication
			Vers l’IRSN…
			Projet SÉQUOIA

L'IRSN est enfin né le 26 février 2002, après les nombreuses péripéties venues baliser le cours de sa gestation, depuis le rapport fondateur de M. Le Déaut à l'été 1998.

Ce qui me paraissait essentiel depuis le début, c'était que l'Institut continue à rassembler les éléments qui ont fait la force de l'IPSN, c'est-à-dire pour les modes d'action l'expertise et la recherche, pour les domaines d'activité la sûreté, la radio-protection et la sécurité.

C'est maintenant réalisé et au-delà avec l'intégration dans l'IRSN de l'OPRI, qui apporte ses capacités propres en radio-protection, particulièrement ses aptitudes opérationnelles et sa connaissance du domaine médical.

Les difficultés n'ont pas manqué dans ce parcours, avec des attaques visant d'abord le maintien à l'IRSN des recherches de l'IPSN, puis dans un second temps le maintien des activités liées à la défense nationale. Ces attaques ont heureusement échoué.

Tout en défendant son avenir, l'IPSN a assuré sa mission en 2001. Les évaluations et les expertises nécessaires ont été menées à bien et les programmes de recherche ont progressé normalement, comme le programme Envirhom, pour mieux apprécier les effets à long terme sur l'environnement et l'homme d'une radio-contamination chronique, le projet AMANDE, pour une qualification précise des mesures des doses neutrons et le programme international Cabri-Boucle à eau, pour l'étude de la tenue aux accidents des combustibles très irradiés.

L'exercice de gestion 2001 de l'IPSN en quasi-indépendance du CEA, avec ses propres structures d'achat et de vente et son propre système de gestion, s'est déroulé sans graves difficultés. Il aura été très utile pour préfigurer l'indépendance de gestion complète de l'IRSN.

J'ai donc le sentiment du travail accompli, et je remercie tous les collaborateurs de l'Institut qui m'ont aidé dans cette tâche. La gestation de l'IRSN a été longue. Il fallait tenir. Nous l'avons fait.

L'IRSN prend le relais de l'IPSN et de l'OPRI. Je ne doute pas qu'il le fera avec succès.

Avant-propos

Michel Livolant, Directeur de l'IPSN



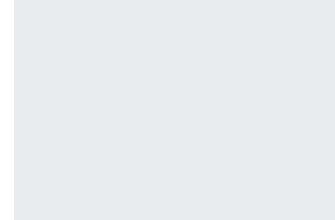
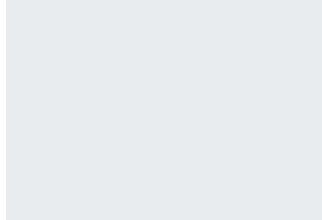
Il est difficile, en présentant l'activité de l'IPSN durant l'année 2001, de s'en tenir à ce qui s'est passé en 2001 : l'événement majeur que constitue la réunion de l'IPSN avec la plus grande partie de l'OPRI, prononcée par décret du 22 février 2002, pour constituer le nouvel établissement public IRSN (Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire), a tendance à éclipser toutes les autres activités et à mobiliser toutes les énergies.

Cette réforme, si elle a abouti en 2002, était cependant en chantier depuis longtemps. Le principe en avait été affirmé dès la loi du 9 mai 2001, et une des tâches importantes des équipes de l'IPSN durant cette année a été de préparer à la fois la séparation d'avec le CEA et la fusion avec l'OPRI.

Cette préparation n'a bien sûr pas empêché l'IPSN de continuer à mener ses activités dans tous ses domaines de compétence : recherches, expertises, prestations pour les pouvoirs publics et les industriels. La qualité des résultats obtenus a justifié que toutes ces missions soient confiées explicitement à l'IRSN par son décret fondateur dans les domaines de la sûreté nucléaire, de la radioprotection et de la protection des matières. J'ai particulièrement apprécié en 2001 la réactivité de l'IPSN aux divers problèmes de sûreté nucléaire qui se sont fait jour, le travail croissant accompli dans le difficile domaine des déchets radioactifs, l'ouverture internationale en constante expansion, la préparation de l'avenir par des investissements lourds de recherche.

La disparition de l'IPSN signifie également la fin de ma mission de président de son comité de direction. Ce n'est pas véritablement une séparation, puisque je resterai membre du conseil d'administration de l'IRSN, mais c'est en ce qui me concerne une page qui se tourne. Je voudrais dire à tous les membres du comité de direction, ainsi qu'à tout le personnel de l'IPSN et en tout premier lieu à son directeur, Michel Livolant, dont le mandat s'achève aussi, le plaisir et l'intérêt que j'ai eus à exercer ces fonctions, au sein d'un établissement compétent, dynamique et réactif.

Je voudrais enfin souhaiter bonne chance et plein succès à la nouvelle équipe dirigeante de l'IRSN, qui saura, je n'en doute pas, surmonter les difficultés de démarrage inhérentes à la fusion de deux entités de culture différente, et pleinement profiter de la richesse que lui apportera cette diversité.



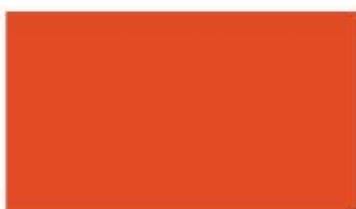
André-Claude Lacoste, Président du comité de direction de l'IPSN

Mardi 5 juin 2001

Présentation des missions scientifiques de l'IPSN au personnel de l'OPRI au Vésinet.

Jeudi 7 juin 2001

Présentation des missions scientifiques de l'OPRI au personnel de l'IPSN à Fontenay-aux-Roses.



Vers la création de l'IRSN



15



Jeudi 14 juin 2001

Visite de l'IPSN pour le personnel de l'OPRI à Fontenay-aux-Roses.

Vendredi 29 juin 2001

Portes ouvertes à l'OPRI pour le personnel de l'IPSN au Vésinet.

Vendredi 6 juillet 2001

Présentation des missions scientifiques de l'OPRI au personnel de l'IPSN à Cadarache.



... **16** en images



Organigramme juin 2001

Direction

Michel Livolant Directeur | **Daniel Quéniaart** Directeur adjoint
Louis Croux Directeur adjoint chargé des ressources humaines |
Bernard Boët Secrétaire général et responsable de la communication |
Annie Sugier Directrice déléguée à la protection | **Michèle Viala** Directrice déléguée à la sûreté des déchets | **Catherine Lecomte** Adjointe au directeur pour les programmes | **Jean-Bernard Chérié** Adjoint au directeur chargé des affaires internationales | **Philippe Jamet** Conseiller auprès du directeur pour la constitution de l'EPIC | **Denys Rousseau** Chargé de mission auprès du directeur pour l'organisation de crise | **Alain Bardot** Chef de division qualité sûreté sécurité environnement | **Jean-Claude Dale** Trésorier délégué | **Jean-Claude Saey** Auditeur interne

Départements

DES Département d'évaluation de sûreté **Jean-Christophe Niel** | **DPEA** Département de prévention et d'étude des accidents **Marc Natta** | **DPHD** Département de protection de la santé de l'homme et de dosimétrie **Patrick Gourmelon** | **DPRE** Département de protection de l'environnement **Jean-Claude Barescut** | **DRS** Département de recherches en sécurité **Joseph Lewi** | **DSMR** Département de sécurité des matières radioactives **Denis Flory**

Comité de direction

Président **André-Claude Lacoste** Directeur de la sûreté des installations nucléaires | Membres **Jacques Deschamps** Secrétaire général du Comité interministériel de la sécurité nucléaire | **Philippe Saint-Raymond** Directeur adjoint de la sûreté des installations nucléaires | **Lucien Abenaim** Directeur général de la santé | **Michel Sappin** Directeur de la défense et de la sécurité civiles, Haut fonctionnaire de Défense | **Philippe Vesseron** Directeur de la prévention des pollutions et des risques, Délégué aux risques majeurs | **Dominique Maillard** Directeur général de l'énergie et des matières premières | **François Lefaudeux** Conseiller pour la sécurité nucléaire du Délégué général pour l'armement | **Maryse Ardit** Présidente de l'INERIS | **Claude Birraux** Député de la Haute-Savoie | **Bernard Cazeneuve** Député de la Manche | **François Dose** Député de la Meuse | **Jean-Marc Bruel** Membre du conseil de surveillance d'Aventis | Participant également **Jean-François Lacronique** Président de l'OPRI | **René Pellat** Haut-commissaire à l'énergie atomique | Direction de l'IPSN **Michel Livolant** Directeur | Secrétaire du comité **Bernard Boët** Secrétaire général

Comité scientifique

Président **René Pellat** Haut-commissaire à l'énergie atomique | Membres **Martine Lagache** Département de géologie, Ecole normale supérieure | **Pierre Bacher** Ex-Directeur technique à la direction de l'équipement à EDF | **Adolf Birkhofer** Professeur, Directeur de la GRS (Allemagne) | **Serge Prêtre** Directeur de la Division principale de la sécurité des installations nucléaires (Suisse) | **Jean-François Saglio** Ingénieur général des mines | **Raymond Sené** Laboratoire de physique corpusculaire du Collège de France | Peuvent assister | **Sonia Gravier** pour le Secrétaire général du comité interministériel de la sécurité nucléaire (SGCISN) | **Stéphane Grit** pour la Direction générale de l'énergie et des matières premières (DGEMP) | **Christian Cavata** pour la Direction de la technologie du ministère de l'Éducation nationale, de la Recherche et de la Technologie | **Jacky Ferchaux** pour la Direction de la sûreté des installations nucléaires (DSIN) | **Didier Lallemand** Haut fonctionnaire de Défense auprès du secrétaire d'État à l'Industrie | Représentants des ministères | **François Lefaudeux** pour le ministre de la Défense | **Catherine Guénon** pour le ministre de l'Intérieur | **Jean-François Lacronique** pour le ministre de la Santé | **Jean-Pierre Henry** pour le ministre de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement | Direction de l'IPSN **Michel Livolant** Directeur | Secrétaire du comité **Catherine Lecomte** Adjointe au directeur pour les programmes

LA SÛRETÉ DES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES

IRSN

Des programmes majeurs de recherche et d'expertise

En 2001, l'IPSN a mené à bien ses programmes de recherche et d'expertise en matière de sûreté des installations nucléaires. Grâce à des investissements technologiques et humains soutenus tout au long des dernières années et fort de sa reconnaissance sur le plan international, l'IPSN aujourd'hui, l'IRSN demain, bénéficie d'un solide acquis scientifique et d'un formidable vivier de compétences.



Les orientations des recherches au cours de l'année 2001 se sont inscrites dans le prolongement des programmes majeurs destinés à répondre aux principales préoccupations de sûreté nucléaire d'aujourd'hui et de demain. Dans ce cadre :

- L'IPSN a poursuivi en 2001 le programme Phébus PF, programme international de recherche consacré à l'étude des mécanismes de dégradation du cœur et de comportement des produits radioactifs relâchés lors d'un accident de fusion du cœur d'un réacteur à eau sous pression (REP), à l'instar de l'accident de Three Mile Island, en 1979, aux États-Unis. En 2001, l'essentiel des travaux a porté sur le traitement de données expérimentales, l'interprétation des phénomènes et leur modélisation dans des codes de calcul, et la préparation de deux nouveaux programmes, Phébus 2K et Phébus APRP-Irradié, consacrés respectivement à l'étude du renouage d'un cœur dégradé et à l'étude du comportement de combustible très irradié en cas d'accident de perte de réfrigérant. Les résultats tirés des premiers essais du programme Phébus PF (FPT0, FPT1, FPT2 et FPT4) ont été intégrés dans les réévaluations des rejets radioactifs pouvant résulter d'un accident de fusion du cœur survenant dans les différents types de REP.

- L'IPSN a réalisé avec succès les deux derniers essais du programme Cabri consacré à l'étude des accidents susceptibles d'intervenir dans des réacteurs à neutrons rapides. Ce programme, réalisé dans le cadre d'une collaboration avec EDF et l'organisme japonais JNC, est ainsi aujourd'hui achevé. L'IPSN oriente dorénavant ses recherches dans Cabri sur l'étude du comportement accidentel des combustibles des réacteurs à eau sous pression.

- Dans le domaine des codes de calcul, l'IPSN a poursuivi sa mission de développement de connaissances et d'outils sur les réacteurs en situation accidentelle grave. En 2001, l'IPSN a en particulier validé, dans le cadre d'une large collaboration internationale, la première version du code de calcul ICARE/CATHARE, dédié à la simulation numérique des accidents de fusion du cœur des réacteurs à eau sous pression.

- Dans le domaine de l'incendie, l'IPSN a notamment réalisé des essais sur le comportement au feu d'armoires électriques représentatives de celles qui équipent les réacteurs du parc EDF. Ces essais viennent en support de l'élaboration de l'évaluation probabiliste de sûreté relative au risque d'incendie. L'IPSN a également réalisé des essais sur la phénoménologie des feux de liquides combustibles dans des locaux ventilés ; ces essais permettent notamment de valider des codes de calcul destinés aux études réalisées pour la mise au point de l'expertise de sûreté des installations nucléaires.

L'activité de l'IPSN dans le domaine de l'expertise de la sûreté des installations s'est poursuivie, elle aussi, de manière soutenue. Ainsi, en 2001, l'IPSN a produit près de 700 avis techniques au profit de la Direction de la sûreté des installations nucléaires, 80 au profit du Délégué à la sûreté nucléaire et à la radioprotection pour les installations et activités intéressant la défense, auxquelles s'ajoutent une vingtaine d'avis concernant des installations industrielles non nucléaires.

Cette activité d'expertise a couvert des domaines extrêmement variés : conception et mise en exploitation d'installations nouvelles (en particulier installations de traitement de déchets, réacteurs d'expérimentations et ateliers des usines COGEMA de La Hague) ; réévaluation de la sûreté d'installations anciennes (par exemple pour les réacteurs d'EDF du palier 900 MWe, l'usine EURODIF d'enrichissement des isotopes de l'uranium du Tricastin...) ; démantèlement d'installations arrêtées (réacteur à eau lourde EL4, autres installations du CEA,...) ; analyse de sujets techniques à fort enjeu pour la sûreté (vieillissement des enceintes de confinement, risques d'inondation des centrales...).

À cela, il convient d'ajouter l'examen de sujets transversaux, comme, par exemple, l'implication des futures gestions de combustibles des réacteurs d'EDF pour la sûreté des installations du cycle du combustible et des transports et la gestion des déchets, ou l'évaluation de dossiers préparés par l'ANDRA et le CEA, dans le cadre des recherches menées en application de la loi 91-1381 du 30 décembre 1991 sur la gestion des déchets radioactifs.



Piscine du réacteur expérimental Phébus.

Rénovation du système RPN : l'IPSN constate un manque de rigueur de l'exploitant < Le système RPN a pour fonction de mesurer le niveau et la distribution de puissance neutronique dans le cœur d'un réacteur à eau sous pression. EDF a engagé des travaux de rénovation visant à introduire, sur les tranches les plus anciennes de Fessenheim et de Bugey, un système de contrôle-commande utilisant une technologie numérique. Cette rénovation a donné lieu à quatre campagnes de modification, durant lesquelles l'IPSN a émis plusieurs avis faisant état d'un manque de rigueur du processus de développement et de qualification des logiciels de ce système. La découverte tardive, lors des essais sur site, d'anomalies de fonctionnement, dont une a entraîné un arrêt d'urgence intempestif, a conduit l'IPSN à poursuivre son instruction et à préciser les mesures qui devraient être mises en œuvre par l'exploitant pour améliorer la qualité des logiciels de sûreté. >

Les enceintes de confinement des réacteurs passées au crible < Les épreuves périodiques des enceintes à double paroi des tranches de 1300 MWe et 1450 MWe ont mis en évidence des défauts d'étanchéité liés à la perte de précontrainte qui résulte des déformations différées du béton.

L'IPSN a présenté au groupe permanent pour les réacteurs nucléaires une synthèse de ses analyses concernant la tenue mécanique des enceintes, la nature, l'efficacité et le programme des travaux d'amélioration de l'étanchéité proposés par l'exploitant (revêtement des enceintes internes par une peau en ma-

tériau composite et améliorations du dispositif de fermeture de l'accès des matériels), la qualification aux conditions accidentielles de ces réparations et le programme de suivi du comportement de ces enceintes. L'IPSN a par ailleurs souligné que la démonstration et le suivi en service de l'efficacité du système de maintien en dépression et de collecte des fuites de l'espace entre enceintes devraient être améliorés. >

Bâches PTR et ASG: vers la fin des imperfections < Les défauts de conception et de dimensionnement sismique des bâches PTR des tranches de Bugey, mis en évidence par l'IPSN à l'occasion du réexamen de sûreté des tranches de 900 MWe, ont conduit EDF à vérifier le dimensionnement au séisme des bâches PTR et ASG de l'ensemble des tranches du parc. Cet examen a mis en évidence différentes imperfections : ancrages insuffisants (PTR Bugey, PTR et ASG Fessenheim), liaisons inadaptées entre les tiges d'ancrage et les réservoirs (ASG Bugey et Fessenheim) ou encore épaisseur insuffisante des viroles de ces bâches (PTR Fessenheim). L'IPSN a émis des avis sur chacune des réparations proposées par EDF en réalisant, dans certains cas, des calculs de vérification indépendants de ceux menés par l'exploitant.

Les réparations nécessaires des bâches des tranches de Bugey et de Fessenheim ont été réalisées ou sont en cours (PTR de Fessenheim). Le dossier des vérifications menées par l'exploitant sur les bâches des autres paliers (CP1-CP2, P4, P'4 et N4), qui fait état d'une meilleure conception, est en cours d'analyse par l'IPSN. >

Réviser la règle fondamentale de sûreté associée au risque d'incendie pour les laboratoires et les usines < Un incendie peut avoir des effets dévastateurs. S'il se produit dans un local à risque radiologique, il peut entraîner la dispersion de matières radioactives et conduire à des rejets excessifs ou à des dysfonctionnements d'équipements importants pour la sûreté de l'installation.

La Règle fondamentale de sûreté (RFS) I4a, émise en février 1985, concerne la protection contre l'incendie des installations nucléaires de base autres que les réacteurs nucléaires et les accélérateurs de particules.

L'IPSN a engagé une révision de cette règle, en tenant compte de l'évolution des connaissances ainsi que des remarques des exploitants et de l'APAVE. Un projet a été élaboré par l'Institut, discuté au sein d'un groupe de travail constitué par des représentants de l'IPSN, de la DSIN et des exploitants, et présenté le 21 novembre 2001 aux membres des groupes permanents pour les usines et les déchets. Les discussions seront poursuivies en 2002. >

Analyse approfondie des risques d'inondation

< La tempête qui a eu lieu dans la nuit du 27 au 28 décembre 1999 a entraîné l'inondation de nombreux locaux des tranches 1 et 2 du site du Blayais. Cet événement a conduit l'IPSN à réexaminer les dispositions de protection contre les risques d'inondation externe de l'ensemble des réacteurs à eau sous pression. Outre les mesures mises en œuvre dès le début de l'année 2000 sur le site du Blayais, l'analyse a porté sur le plan d'action national lancé à ce titre par EDF et,

Installation Phébus à Cadarache
(Bouches-du-Rhône).



Centrale du Blayais (Gironde).

Rapport d'expertise sur le cycle du combustible REP en France

Les combustibles chargés dans les réacteurs EDF et les gestions associées évoluent régulièrement (mise en œuvre de combustibles à base d'oxyde mixte d'uranium et de plutonium (combustibles MOX), augmentation des durées d'irradiation des combustibles en réacteur conduisant à la mise en œuvre de combustibles à teneur en uranium 235 ou en plutonium plus importante). Ces évolutions ont une incidence sur la sûreté des réacteurs, mais également des autres installations du cycle du combustible (usines de fabrication de combustibles, usines de retraitement, transports, installations d'entreposage ou éventuellement de stockage définitif).

Compte tenu de ces évolutions, le directeur de la sûreté des installations nucléaires a demandé à EDF de lui transmettre un dossier présentant les futurs combustibles et gestions envisagés et leurs implications sur le cycle du combustible au regard de la sûreté.

L'IPSN a examiné le dossier transmis par EDF et a présenté ses conclusions aux groupes permanents d'experts chargés des usines et des installations destinées au stockage à long terme des déchets radioactifs, dont l'avis a été transmis au directeur de la sûreté des installations nucléaires. Cet examen, qui s'est déroulé sur toute une année, a impliqué la participation de plusieurs départements de l'Institut.

L'expertise menée par l'IPSN a porté sur la sûreté des installations concernées par les nouveaux combustibles et sur la cohérence de l'ensemble du cycle pour les vingt prochaines années en tenant compte tout particulièrement de la gestion des combustibles usés et des déchets produits.

Au cours de son expertise, l'IPSN a examiné les éléments de qualification des codes de calcul permettant de déterminer les caractéristiques des combustibles irradiés en fonction de leur durée d'irradiation en réacteur et de leur durée de refroidissement après leur sortie du réacteur.

L'IPSN a vérifié l'état, établi par EDF au 1^{er} janvier 2000, des quantités de matières, de combustibles et de déchets

entreposés dans les différentes installations du cycle du combustible et leur évolution au cours des vingt prochaines années. L'attention de l'institut a porté sur la disponibilité et la sûreté des capacités d'entreposage des matières considérées comme valorisables par EDF qui ne sont pas recyclées dans l'immédiat (uranium appauvri, uranium de retraitement...), des combustibles usés non traités, du plutonium séparé en attente de recyclage et des déchets issus de la fabrication et du traitement des combustibles. L'Institut a en particulier estimé importante la mise en place par EDF d'une organisation permettant le suivi et la maîtrise du scénario retenu de gestion des combustibles, en particulier au regard des quantités entreposées de combustibles usés et de plutonium séparé.

Pour l'examen de la sûreté des installations de fabrication des combustibles, l'IPSN a porté son attention principalement sur la protection des opérateurs au regard des rayonnements ionisants, compte tenu de l'augmentation des risques d'exposition induits par la fabrication des nouveaux combustibles (teneur en isotope 234 de l'uranium plus importante pour les combustibles à base d'oxyde d'uranium, teneur en isotope 232 plus importante pour l'oxyde d'uranium recyclé, teneur en plutonium plus importante et activité du plutonium plus forte pour les combustibles MOX).

Pour ce qui concerne la sûreté des entreposages de combustibles usés, notamment ceux dont le traitement est différent, l'IPSN a plus particulièrement examiné les éléments fournis par EDF relatifs à la tenue des gaines et conclu qu'EDF devait poursuivre activement le programme d'études et essais actuel-

Assemblage combustible.



en particulier, sur la démarche méthodologique définie pour mener à bien le réexamen. Cette analyse a fait l'objet d'une réunion du groupe permanent pour les réacteurs nucléaires au cours du mois de décembre 2001. >

Hausse des taux de combustion, évolution des matériaux de gainage... < L'augmentation des taux de combustion visée par EDF rend nécessaire une évolution de la composition des matériaux de gainage des assemblages combustibles afin d'améliorer leur comportement mécanique en situation incidentelle et accidentelle (développement d'alliages de type Zirlo, M5, etc.) destinés à remplacer le gainage en zircaloy 4 en limite de performance pour les taux de combustion escomptés.

Il convient donc de vérifier le bon comportement des nouveaux gainages composant les assemblages devant subir des taux de combustion plus importants.

À cet égard, la démonstration de la bonne tenue des assemblages combustibles devra être soutenue par des programmes expérimentaux démonstratifs (Gabri, PROMETRA, SILÈNE, CINOOG et éventuellement Phébus). >

Super-Phénix: analyse de sûreté de l'installation de traitement du sodium < Le traitement des 5 520 tonnes de sodium présentes dans le réacteur fait partie des opérations de mise à l'arrêt définitif du réacteur Super-Phénix. EDF prévoit de transformer ce sodium en une solution aqueuse de soude, suivant le procédé NOAH, déjà employé pour traiter le sodium du réacteur RAPSODIE à Cadarache

ainsi que le sodium du réacteur PFR à Dounreay (Royaume-Uni).

Ensuite cette solution serait utilisée comme liquide de gâchée pour élaborer des colis de béton. Pour réaliser ces opérations, EDF prévoit de construire une installation de traitement du sodium nommée "TNA", qui est actuellement au stade d'un avant-projet sommaire et dont le dossier d'options de sûreté a été examiné par l'IPSN. Certaines options techniques, telles que le procédé de cimentation, la forme et les modalités d'entreposage des colis, restent encore à préciser. >

L'IPSN examine les conditions d'un éventuel redémarrage du réacteur Phénix < L'IPSN a analysé les dispositions proposées par le CEA pour réparer les générateurs de vapeur, opération rendue nécessaire par la découverte de fissures dans les tuyauteries de ces composants contenant du sodium. L'analyse a porté sur les dispositions complémentaires prises pour que la réparation des générateurs de vapeur permette d'atteindre les objectifs de sûreté visés. L'examen a également porté sur l'efficacité des contrôles non destructifs qui seront réalisés sur les parties non réparées des générateurs de vapeur. L'Institut a estimé nécessaire que ces contrôles soient étendus à des tronçons de tuyauterie pour lesquels l'exploitant n'avait pas prévu de vérification.

L'examen a également porté sur les résultats du contrôle par ultrasons de la virole de supportage du cœur, sur les compléments apportés sur le contrôle des parties de la cuve principale et sur le programme d'inspection du bouchon-couvercle du cœur,

pour lequel l'Institut a recommandé un suivi vibratoire. >

Analyse de sûreté du réacteur RES < La construction de l'installation a débuté au centre CEA de Cadarache. Elle sera constituée d'un module "piscine" pour l'entreposage d'éléments combustibles irradiés et d'un module "réacteur". L'installation servira à qualifier le combustible de la propulsion navale et à valider les conceptions des futures chaufferies nucléaires de propulsion navale. L'IPSN a examiné le dossier de génie civil du module "piscine" et a donné un avis favorable à la coulée des bétons de ce module, puis a entrepris l'analyse du dossier de génie civil du module "réacteur". L'Institut a examiné le référentiel technique et réglementaire ainsi que le rapport préliminaire de sûreté de la partie "réacteur". >

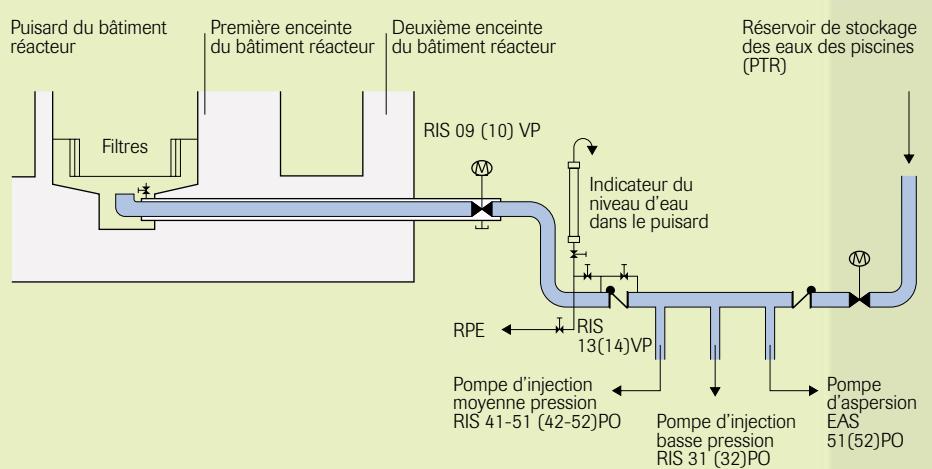
Anomalie potentielle de refroidissement du cœur en situation accidentelle < Une anomalie de conception a été mise en évidence sur les vannes des circuits de re-circulation des systèmes d'injection de sécurité (RIS) et d'aspersion dans l'enceinte (EAS) des douze réacteurs de 1300 MWe du train P'4.

Cette anomalie pouvait conduire à l'indisponibilité de ces systèmes de sauvegarde en situation accidentelle de perte de réfrigérant primaire, par le refus d'ouverture des vannes par "effet chaudière" (blocage par surpression interne dans le corps de la vanne). La cause de cette anomalie de mode commun tient à l'existence d'une garde hydraulique beaucoup plus faible sur ce type de réacteur que sur les autres types (la garde hydraulique verticale est de 20 cm alors que celle des autres types est supérieure ou égale à 3 m).

L'urgence du traitement de l'anomalie générique a incité EDF à mettre en place une modification provisoire sur les réacteurs concernés en 2001. L'IPSN a analysé la solution proposée et les mesures compensatoires



Schéma de la ligne de re-circulation du train P'4.



Démarrage de la construction de l'installation RES à Cadarache (Bouches-du-Rhône).



lement en cours pour caractériser le vieillissement des assemblages usés au regard des conditions d'entreposage retenues.

L'examen de la sûreté des installations de traitement des combustibles irradiés s'est effectué dans la continuité de l'expertise réalisée par l'IPSN en 2000 dans le cadre de la demande de modification des décrets de création des usines de retraitement UP2-800 et UP3-A de l'établissement COGEMA de La Hague. Cet examen a porté principalement sur la protection des opérateurs au regard des rayonnements ionisants en raison de l'émission neutronique nettement plus importante des combustibles usés à hauts taux d'irradiation et des combustibles MOX usés, sur les risques d'entraînement de matières fissiles dans les fines de cisaillage et les coques, sur la solubilité du combustible MOX, sur les déchets vitrifiés et les déchets compactés pour lesquels une modification des spécifications pourrait s'avérer nécessaire et sur l'activité des effluents produits. Sous réserve de la poursuite des programmes d'études en cours, le traitement des futurs combustibles prévus par EDF ne devrait pas présenter d'impossibilités techniques au regard de la sûreté.

Pour ce qui concerne le stockage définitif des combustibles usés ou des déchets issus du traitement de ces combustibles, l'IPSN a examiné la cohérence des caractéristiques des combustibles qui auront été irradiés dans les réacteurs d'EDF avec celles des combustibles retenues dans les études en cours de l'ANDRA pour la définition de la conception d'un éventuel futur stockage géologique. L'IPSN a noté que ces études ne tenaient pas compte de certains nouveaux combustibles pré-

vus par EDF et estimé qu'EDF devait évaluer l'incidence des caractéristiques de ces nouveaux combustibles sur la faisabilité des installations d'entreposage à long terme et de stockage telles qu'étudiées actuellement.

Enfin, la sûreté du transport des combustibles a été examinée, en particulier au regard de la nécessité de développer de nouveaux types d'emballage.

Programme Phébus : état de l'art et perspectives

Le programme Phébus PF est un programme international de recherche consacré à l'étude des mécanismes de dégradation et de relâchement de produits radioactifs lors d'une défaillance du refroidissement du cœur d'un réacteur à eau sous pression.

Contexte expérimental

Le programme qui se déroule dans l'installation Phébus est unique au monde du fait de la nature globale des expériences, qui mettent en jeu l'ensemble des phénomènes intervenant dans le comportement des produits radioactifs.

En 2001, l'avancement du programme a porté principalement sur l'analyse et la mise en forme des résultats des expériences FPT-2 et FPT-4, la préparation de l'essai FPT-3 et l'interprétation des essais FPT-0, FPT-1 et FPT-2.

Analyse des résultats de l'essai FPT-2

Les tout premiers résultats de l'expérience FPT-2 ont été publiés début 2001 dans un compte rendu d'essai.



prévues, dans l'attente de la modification définitive qui sera mise en place au début de l'année 2002.

Des ruptures de crayons combustibles sur Cattenom 3 < L'activité du fluide primaire de la tranche 3 de Cattenom a augmenté de façon importante au cours de son huitième cycle d'irradiation. Bien que les activités en iodes et en gaz rares n'aie pas dépassé le premier seuil des spécifications radio-chimiques qui limite le domaine de fonctionnement normal sans contrainte d'exploitation, l'examen des assemblages inétanches (majoritairement de troisième cycle) lors de l'arrêt de tranche a montré que ces anomalies seraient dues à une usure traversante des gaines par vibration en partie basse des crayons conduisant à des défauts secondaires en partie haute par hydruration. Ces défauts ont conduit à la rupture de plusieurs dizaines de crayons et à la dissémination dans le circuit primaire d'une quantité de combustible d'environ 40 grammes (émetteurs alpha). Des analyses plus approfondies sont en cours. >

Programme TOSQAN : fin de la qualification et essai ISP en vue < Le programme TOSQAN est destiné à valider les modèles du code de calcul TONUS qui calculent la distribution de l'hydrogène dans une enceinte REP en cas de fusion du cœur. L'année 2001 a permis d'achever la qualification de l'installation expérimentale. Les deux types de mesure des concentrations des espèces gazeuses sont opérationnels : la spectrométrie par diffusion Raman spontanée et la spectrométrie de masse.

La première campagne d'essais portant sur la condensation sur les parois et sur les écoulements du mélange gazeux air-vapeur-hélium a débuté, avec l'ensemble des diagnostics optiques (Laser Doppler Velocimetry et Particle Image Velocimetry pour les vitesses et la turbulence, Diffusion Raman pour les concentrations). Un essai particulier, réalisé dans le cadre de l'OCDE, servira de support à un exercice international de validation (ISP) des modèles de distribution de l'hydrogène, des codes de calcul et, en particulier, pour l'IPSN le code TONUS. >

Combustion de l'hydrogène : achèvement du programme expérimental RUT-HYCOM < Les parties expérimentales du projet européen HYCOM et du contrat de collaboration IPSN-FZK-KI ont été achevées en 2001. Les travaux ont porté sur la combustion turbulente de mélanges hydrogène-air dans des géométries encombrées d'obstacles ; ils ont été réalisés dans deux installations expérimentales situées en Russie, l'une à petite échelle (tubes DRIVER et TORPEDO) et l'autre à grande échelle (RUT).

Ces essais ont en particulier permis d'étudier dans le détail les régimes de déflagration lente et rapide, comblant un vide dans les données expérimentales disponibles et rendant possible une amélioration notable de la compréhension des phénomènes. Grâce à une instrumentation adaptée au suivi de la flamme et à la mesure des grandeurs (capteurs de pression, photodiodes, fluxmètres...), une importante base de données a pu être constituée pour la validation des codes de calcul des différents partenaires de ces essais. >

Achèvement des essais OLHF sur la rupture du fond de la cuve d'une maquette REP

< Le programme international de recherche expérimental OLHF (OECD Lower Head Failure), élaboré fin 1998 dans le cadre de l'OCDE, réunit au total huit pays, à savoir l'Allemagne, la Belgique, l'Espagne, les États-Unis, la Finlande, la France, la République tchèque et la Suède. Quatre essais ont été réalisés à Sandia sur des maquettes à l'échelle 1/5 du fond de cuve d'un réacteur à eau sous pression. L'objectif principal de ces essais est de pouvoir déterminer le moment de la rupture, le mode de rupture et la taille des brèches induites, dans des conditions de pression et de température représentatives de celles pouvant être rencontrées en cas d'accident de fusion du cœur. Ces essais, complétés par des campagnes de caractérisation des aciers utilisés, fournissent une base de données unique pour la validation des codes de calculs thermo-mécaniques. >

Mise en service et premiers essais dans l'installation STARMANIA < Une nouvelle installation complète depuis novembre 2001 les moyens expérimentaux de l'IPSN à Saclay. Dénommée STARMANIA, elle est destinée à la réalisation d'expériences sur le comportement des équipements (clapets, filtres...) assurant la sectorisation et le confinement des substances radioactives, dans des conditions thermiques et aérauliques sévères, représentatives des phénomènes pouvant survenir en cas d'incendie. Les premiers essais de réception ont permis de déterminer les performances maximales de l'installation pour des températures de l'air allant jusqu'à 220°C



L'expérience avait pour objectif l'étude des phénomènes en cas de relâchement des produits de fission dans une atmosphère réductrice contrairement aux essais antérieurs menés en atmosphère oxydante. L'analyse des résultats expérimentaux a montré que la phase avancée de dégradation s'est produite à des températures plus élevées que lors des expériences FPT-0 et FPT-1 avec perte d'intégrité des crayons à une température supérieure de 250°. De l'iode gazeux a également été observé à la sortie du circuit comme lors des expériences précédentes.

Analyse des résultats de l'essai FPT-4

L'expérience FPT-4 avait pour objectif l'étude du relâchement des produits de fission peu volatils et des actinides à partir d'un lit de débris. L'analyse des mesures de radiométrie et des échantillons prélevés dans les filtres du dispositif d'essai a été poursuivie en 2001 ; la rédaction du rapport final sera entreprise en 2002.

Préparation de l'expérience FPT-3

L'expérience FPT-3, prévue pour 2003, a pour objectif d'examiner les mécanismes de dégradation du cœur et la volatilité des produits radioactifs, en particulier de l'iode, avec un crayon de barre de commande en carbure de bore (cas des réacteurs français de 1300 MWe et de 1450 MWe, des réacteurs bouillants et des réacteurs des pays d'Europe centrale et orientale). En 2001, l'essentiel du travail a consisté à décontaminer les circuits expérimentaux de l'expérience FPT-2 et à les démanteler par télé-opération. Parallèlement, la fabri-

cation en usine du dispositif d'essai et des circuits expérimentaux de l'expérience FPT-3 a été poursuivie. Les calculs prévisionnels de l'essai, comprenant des études de sensibilité aux paramètres mal connus, ont été réalisés et la stratégie de pilotage de l'essai a été précisée en tenant compte du retour d'expérience de l'essai FPT-2.

Interprétation des données

En 2001, le travail d'interprétation des essais FPT-0 et FPT-1 a été poursuivi. Il a donné lieu à des calculs couplés de dégradation du cœur et de relâchement des produits de fission, en vue d'obtenir des résultats cohérents avec les mesures expérimentales. Les travaux d'interprétation de l'essai FPT-2 montrent que l'oxydation des gaines a été beaucoup moins violente qu'au cours des deux premiers essais, ce qui conduit à des interactions moindres entre les matériaux. Les quantités d'hydrogène produites par l'oxydation des gaines sont correctement calculées, de même que la phase finale de dégradation du combustible en utilisant des températures de perte d'intégrité du combustible relativement élevées.

À la fin de l'année 2001, le Problème Standard International n° 46 de l'OCDE a démarré. Dans ce cadre, l'expérience FPT-1 sera recalculée par une trentaine de participants. Ce programme, qui s'étend sur deux ans, devrait permettre de valider les différents codes de calcul des accidents graves utilisés au niveau mondial et de comparer leurs performances.

Les programmes futurs, Phébus 2K et Phébus APRP-Irradié

Les programmes Phébus 2K et Phébus APRP-Irradié sont deux futurs programmes envisagés par l'IRSN dans l'installation Phébus. Le premier aurait pour objectif l'étude des relâchements à partir de combustibles à fort taux de combustion et de combustibles de type MOX ainsi que l'étude des conséquences du renoyage d'un cœur de réacteur dégradé. Pour le second, il s'agirait de vérifier si les critères et modèles de calcul de la tenue du combustible lors d'un accident de perte de refroidissement primaire, établis il y a une trentaine d'années, sont toujours valables compte tenu de l'évo-

(débit 20 000 m³/h, surpression au niveau des équipements 900 mbar relatif) ; un fonctionnement jusqu'à 400°C est prévu. >

DISCO : une enceinte expérimentale pour l'étude de la dispersion de contaminants < L'installation DISCO permet d'étudier expérimentalement, "en inactif", les sources de contamination dues à la mise en suspension de particules lors de la chute d'une poudre, d'un objet contaminé ou bien de pastilles frittées. Cette installation, constituée d'une enceinte d'une hauteur de 5,5 m et d'un diamètre de 3 m, est équipée de systèmes permettant de faire chuter une masse de poudre depuis une hauteur variable et de déterminer la fraction des particules mises en suspension. Il est ainsi possible de mesurer les coefficients de mise en suspension pour différentes conditions opérationnelles (hauteur de chute, masse de poudre...). >

Avancées dans le domaine de la filtration des aérosols < Expériences et modélisations ont permis d'améliorer les connaissances sur la filtration des aérosols. Tout d'abord, ont été développés des modèles de perte de charge et d'efficacité d'un filtre à très faible efficacité présentant des fuites ; ainsi, il a été mis en évidence que la perte de charge ne peut pas être un indicateur réaliste de l'efficacité. Ensuite, un modèle de colmatage des filtres plissés a été élaboré, et appliqué avec succès à des filtres utilisés dans les industries nucléaire et automobile ; ce modèle calcule la perte de charge en fonction des caractéristiques propres au médium filtrant et à la géométrie des plis, du diamètre et de la

masse des aérosols solides collectés, ainsi que de la vitesse de filtration. >

Essais Phébus et Cabri : un nouveau système d'enrobage < Jusqu'à l'essai FPT-1, le matériau d'enrobage des dispositifs d'essai du programme Phébus PF était de la résine à base d'époxy. Ce matériau n'étant plus accepté par les laboratoires de retraitement, des produits de substitution ont été recherchés. Un seul a satisfait à tous les critères : le métal de Wood, alliage de plomb, de bismuth, d'étain et de cadmium. Sa différence fondamentale avec l'ancien produit est la température de fusion (70°C contre 30°C). Pour vérifier la fiabilité de ce nouveau matériau, une maquette représentative d'un dispositif véritable a été réalisée et, moyennant une purification poussée du métal de base (retrait du laitier en surface du bain fondu), l'enrobage s'est révélé satisfaisant.

Dans ces conditions, le dispositif FPT-2 a pu être enrobé avec 40 kg de métal de Wood, une injection de 3 minutes et 50 secondes concrétisant onze mois de labeur... >

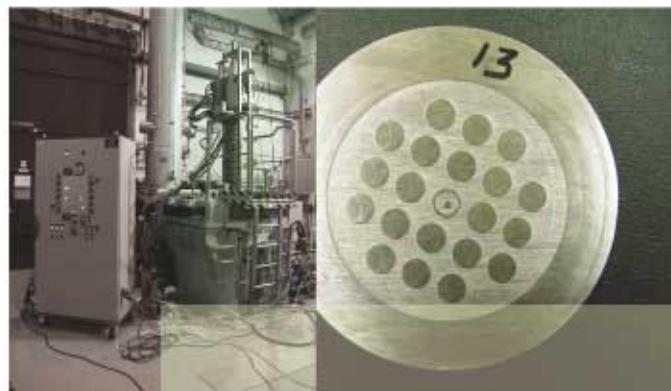
MADRAGUE en vue < La préparation du programme MADRAGUE, qui vise à étudier analytiquement certains phénomènes relatifs à la dégradation des crayons combustible lors d'un accident de fusion du cœur, est en bonne voie. L'installation expérimentale "MADRAGUE non irradié", destinée aux essais sur du combustible appauvri, est presque achevée. L'installation "MADRAGUE irradié", prévue pour les essais sur du combustible irradié et du MOX, a fait l'objet d'une étude d'avant-projet, qui propose que

cette installation classée pour la protection de l'environnement (ICPE) soit implantée dans un bâtiment neuf conforme aux normes sismiques. Autre avancée : la recherche et développement nécessaire à la conception du dispositif expérimental pour la réalisation des essais à haute température a été engagée ; des échantillons de matériaux sont désormais prêts à être testés dans le four FIGARO. Enfin, des essais préliminaires au programme MADRAGUE sur l'oxydation du B₄C par la vapeur d'eau ont été réalisés dans le four VERDI. Ils ont mis en évidence une cinétique d'oxydation plus rapide que celle mentionnée dans la littérature. >

Avancées déterminantes sur la chimie de l'iode < Le programme CHIP a connu une avancée significative en 2001 en matière de calculs thermodynamiques sur la base des essais Phébus FPT-0 et FPT-1. Ces calculs ont permis de déterminer la liste des éléments prépondérants à mettre en jeu dans les essais : produits de fission et matériaux de structure du cœur. Une étude sur la faisabilité de l'injection de ces éléments a également été réalisée, tandis que les spécifications fonctionnelles du dispositif et de l'instrumentation étaient rédigées. Les premiers essais, destinés à examiner la production d'iodures organiques par des surfaces peintes préalablement imprégnées d'iode moléculaire, sont prévus mi-2004. À cet égard, le programme EPICUR est appelé à fournir des données sur la cinétique des processus chimiques influencés par la radiolyse. >

DIVA, CARMELA et FLIP : les progrès se poursuivent < La construction du Dispositif pour l'incendie, la ventilation et l'aérocontamination (DIVA) a été poursuivie en 2001, avec l'installation du réseau de ventilation et de l'instrumentation. Implanté à Cadarache, ce dispositif expérimental à grande échelle vise à permettre des essais concernant la propagation du feu et des fumées vers des locaux adjacents à un local en feu.

Poste d'enrobage de Phébus.



Vue en coupe du nouveau système d'enrobage des dispositifs d'essais Phébus et Cabri.



Installation Diva à Cadarache (Bouches-du-Rhône).

lution des combustibles. En 2001, l'étude de faisabilité du programme Phébus 2K a été achevée et celle du programme Phébus APRP-Irradié démarquée. Grâce à la mise en place d'un dispositif expérimental simplifié, il serait possible de réaliser des essais tous les dix-huit mois, soit à une cadence deux fois plus rapide que pour les expériences actuelles du programme Phébus PF.

Nouveau cap pour les programmes Cabri : des réacteurs à neutrons rapides aux réacteurs à eau sous pression

Démarré en 1973 en collaboration internationale avec le Japon, l'Allemagne, l'Angleterre et les États-Unis, les programmes Cabri étaient initialement consacrés à l'étude des accidents de réactivité susceptibles de se produire dans les réacteurs à neutrons rapides, par exemple lors d'une perte de refroidissement liée à un arrêt des pompes sans arrêt d'urgence. Après la décision gouvernementale d'arrêt définitif du réacteur Super-Phénix, en 1998, l'IPSN termine les travaux de recherche en cours sur les réacteurs à neutrons rapides et concentre ses efforts sur les accidents de réactivité des réacteurs à eau sous pression.

Les programmes Cabri consacrés aux réacteurs à neutrons rapides

Les premières expériences, menées de 1978 à 1992 dans le cadre des programmes Cabri 1 et Cabri 2, ont été réalisées d'abord sur des combustibles spécifiquement fabriqués puis sur des combustibles industriels. Celles menées à partir de 1992, dans le cadre du programme Cabri-FAST, ont permis de poursuivre l'étude du comportement d'un combustible avec pastilles annulaires à fort taux de combustion correspondant au combustible utilisé dans le réacteur Super-Phénix.

Les essais consacrés à l'étude des transitoires lents de puissance simulant l'accident de remontée intempestive d'une barre de commande ont eu pour but de déterminer la puissance à laquelle le combustible commence à fondre et celle

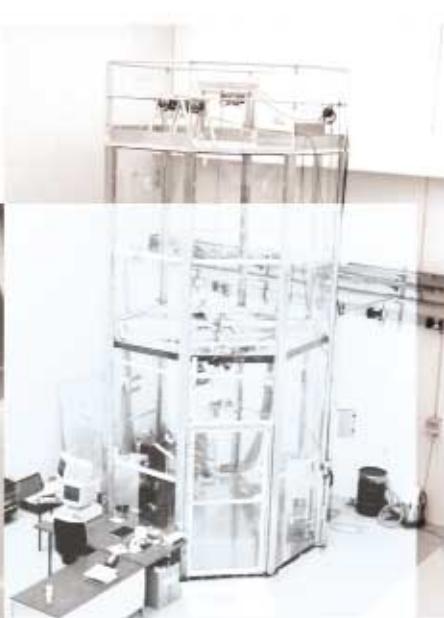
à laquelle la rupture des aiguilles se produit. D'autres essais concernant l'accident de fusion d'un cœur de réacteur à neutrons rapides ont visé à analyser les mouvements et la relocalisation de combustible fondu avant et après rupture des aiguilles.

Un dernier programme, RAFT, mené en collaboration avec EDF et le Japon, a eu pour objectif de compléter l'étude de l'accident de remontée de barre et celle de l'accident de fusion du cœur, en intégrant des aspects relatifs à l'étude de la phase dite de transition qui fait suite à l'excursion primaire et qui pourrait éventuellement conduire à une excursion de puissance secondaire. Pour l'accident de remontée de barre, il s'agissait de déterminer les conséquences d'une rupture aléatoire et précoce d'une aiguille avec combustible fondu. Pour l'accident de fusion du cœur, il s'agissait d'étudier les mouvements de combustible après rupture de la gaine en configuration trois aiguilles, et d'étudier le comportement d'un bain de combustible et d'acier liquides.

En 2001, les expériences ont été achevées ainsi que le travail de synthèse du programme Cabri-FAST, compilation des résultats et interprétation des essais en collaboration avec le Japon et l'Allemagne. L'IPSN terminera le travail de synthèse relatif au programme RAFT en 2002.

Les programmes Cabri (REP-Na et BEP) consacrés aux réacteurs à eau sous pression

Parallèlement, l'IPSN travaille depuis 1992 sur les accidents de réactivité des réacteurs à eau sous pression. Les essais du



Installation DISCO.

Quant au programme CARMELA, portant sur l'étude des feux d'armoires électriques, il a également été poursuivi en 2001, les derniers essais ayant contribué à l'élaboration et à la qualification d'un modèle décrivant de manière simple et empirique ce type de foyer. Enfin, menée dans le cadre d'un PIC regroupant l'IPSN et la COGEMA, l'étude des feux de nappe dans des configurations représentatives des cellules de l'usine de La Hague contenant du solvant a été enrichie du résultat des essais FLIP effectués en 2000, tandis que quatre nouveaux essais étaient réalisés. >

Corium hors cuve: la recherche et développement en première ligne < En raison des lacunes subsistant dans la modélisation de l'interaction corium-béton, de fortes incertitudes entachent aujourd'hui encore la prévision de l'érosion du radier d'un réacteur à eau en cas de fusion du cœur et de percée de la cuve. Cela a conduit à définir un nouveau programme de recherches sur le sujet en vue d'élaborer un nouveau code d'évaluation des risques fondé sur une approche moyennée par zone. Dénommé MÉDICIS, ce code s'intégrera à ASTEC et reposera sur une série d'actions de modélisation et d'expérimentations visant à déterminer des

lois physiques qualifiées: développement d'un code maillé, permettant une analyse détaillée des phénomènes, expériences analytiques ARTÉMIS et expériences à caractère plus global VULCANO et MACE. >

Une nouvelle stratégie de recherche et développement sur le renoyage d'un cœur dégradé < Mettre en évidence les phénomènes les plus influents, notamment sur la production d'hydrogène et le relâchement de produits de fissions, en cas de renoyage d'un cœur dégradé au cours d'un accident de fusion du cœur de REP, tel est l'objectif d'un groupe de travail constitué au sein de l'IPSN. Parmi ces phénomènes, on peut citer l'oxydation des coulées de corium, la perte d'intégrité des crayons combustibles, la thermohydraulique du renoyage d'un lit de débris ou d'un bain de corium, le relargage des dépôts de produits de fission ; le groupe a également identifié différents besoins de résultats expérimentaux qui pourront être obtenus dans le cadre de programmes en cours ou en projet: MADRAGUE, DÉBRIS, Phébus 2K... Ces programmes contribueront à valider les modèles développés dans les codes IPSN ICARE/CATHARE et ASTEC. >

L'ingénierie, un facteur déterminant en matière de stratégie industrielle < Avec le choix d'un nouveau fournisseur dans le cadre de la préparation du dispositif FPT-3, l'année 2001 a été marquée par un changement important du paysage industriel. Cette option s'est révélée positive puisque la réalisation du dispositif est en bonne voie, sur le plan tant des délais que de la qualité.

Compte tenu des besoins de l'IPSN, qui se limitent souvent à un exemplaire unique ou à de très petites séries – dans des délais serrés et avec des exigences fortes en matière de sûreté de fonctionnement –, des difficultés demeurent toutefois pour entretenir un réseau de fournisseurs qualifiés, compétitifs et réactifs.

Ce contexte rend particulièrement important le maintien au sein de l'IPSN de compétences fortes en matière d'ingénierie. >



Installation CARMELA: étude des feux d'armoires électriques.



Essai FLIP mené à Cadarache (Bouches-du-Rhône).



programme expérimental Cabri REP-Na, qui consistent à soumettre un crayon combustible irradié à un transitoire rapide de puissance dans la boucle à sodium du réacteur Cabri, ont été achevés en 2000 ; la rédaction du rapport de synthèse est en cours.

Malgré les enseignements majeurs acquis au cours du programme Cabri REP-Na, certains aspects du comportement des combustibles à fort taux de combustion lors d'un accident de réactivité nécessitent des investigations supplémentaires. C'est le cas de la quantification du comportement des gaz de fission, de l'analyse de la phase du transitoire postérieure à la crise d'ébullition dans des conditions représentatives d'un réacteur électronucléaire et de l'étude des phénomènes après rupture des gaines. C'est pour cette raison que l'IPSN a initié le programme expérimental Boucle à Eau sous pression (BEP), qui fait l'objet d'une large coopération internationale sous les auspices de l'OCDE (EDF, États-Unis, Grande-Bretagne, Espagne, Suisse, Finlande, Suède). Deux essais de référence dans la boucle à sodium avec du combustible UO₂ et gainage avancé (dont la tenue à la corrosion est améliorée) sont prévus en 2002. La suite du programme se déroulera de 2005 à 2007, après rénovation de l'installation et implantation de la boucle à eau dans le réacteur Cabri.

Validation internationale de la première version du code de calcul ICARE/CATHARE

2001 marque la fin du travail de validation au niveau international de la première version du code ICARE/CATHARE, consacré à la simulation numérique des accidents de fusion du cœur des réacteurs à eau. Son utilisation dans des études de sûreté des réacteurs va pouvoir se développer. Les prochaines versions du code intégreront des améliorations de la modélisation physique concernant principalement les propriétés des mélanges complexes, les mécanismes de relocalisation des matériaux et le renoyage de structures à très haute température.

Le code de calcul ICARE/CATHARE est le résultat d'un programme de développement d'outils et de connaissances pour les études des situations accidentelles avec fusion du cœur d'un réacteur à eau. Ce code vise à permettre une évaluation aussi réaliste que possible du déroulement des phénomènes associés : échauffement du cœur, fusion puis relocalisation de matériaux, production d'hydrogène, formation de lits de débris, percement de la cuve... Il a été construit à partir du couplage de deux outils différents : le code de fusion du cœur ICARE, développé par l'IPSN, et le code de thermohydraulique accidentelle CATHARE développé par le CEA, pour le compte de l'IPSN, de Framatome et d'EDF.

Ce développement s'articule au sein de l'IPSN avec des essais à caractère analytique et des essais plus globaux (Phébus PF). Les résultats de ces essais servent au développement de modèles de calcul et à l'évaluation de leur qualité ; ils permettent notamment de vérifier si l'ensemble des phénomènes physiques ont été correctement compris et si les interactions entre les différents phénomènes ont été traitées de façon satisfaisante.



Une large collaboration internationale

Le développement du code ICARE/CATHARE a fait l'objet d'une très importante collaboration internationale. Institué en 1994, le club des utilisateurs, qui réunit plus d'une dizaine de pays d'Europe, d'Asie et d'Amérique du Sud, a permis de mener un travail collectif important sur la validation de la première version du code ICARE/CATHARE. Ce travail, évalué à plus de vingt ingénieurs-an pour la partie dégradation du cœur, a permis de bénéficier d'expertises et de compétences différentes et variées.

Deux années de travail de validation

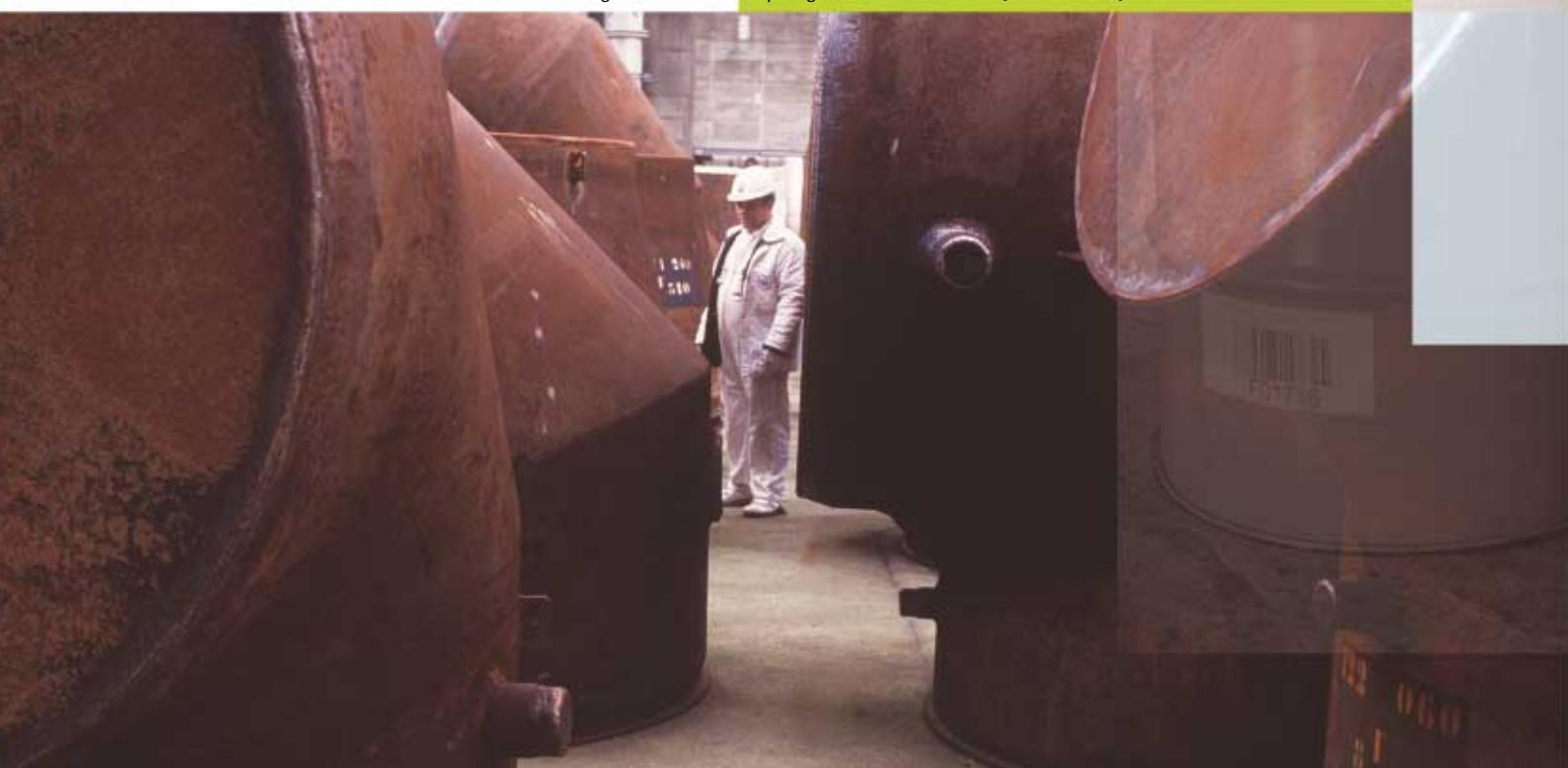
La première version du code couplé ICARE/CATHARE a été livrée aux membres du club des utilisateurs en 1999 et la phase de validation s'est déroulée sur les années 2000 et 2001. La très grande variété de configurations de cœur à modéliser (depuis les assemblages de crayons du cœur sensiblement intact jusqu'à la formation de lits de débris, voire de bains de matériaux fondu) et la pluridisciplinarité des phénomènes impliqués (thermohydraulique, chimie, physique des matériaux, mécanique...) expliquent l'importance et la complexité du travail de validation et de synthèse qu'il a fallu entreprendre. Plus de cent calculs ont été réalisés, et ont été confrontés aux résultats fournis par une vingtaine de programmes expérimentaux. À l'issue de ce travail, le code ICARE/CATHARE bénéficie aujourd'hui d'un bilan complet sur l'ensemble des données expérimentales disponibles. Ce bilan est satisfaisant, notamment sur l'aptitude du code à prédire la production d'hydrogène associée à l'oxydation des matériaux

du cœur par la vapeur d'eau. Le code voit ainsi renforcée son image de référence internationale dans la modélisation des accidents avec fusion du cœur. Son utilisation pour des études sur les réacteurs de puissance va pouvoir se développer.

Axes de développement pour les années à venir

Malgré ces résultats satisfaisants, il subsiste des lacunes à combler dans la compréhension des phénomènes et par conséquent dans leur modélisation. En conséquence, des axes de recherche et de développement ont été définis pour les futures versions du code ICARE/CATHARE. Ils s'intéresseront plus particulièrement aux interactions physico-chimiques entre matériaux, à la transition entre les premières relocalisations des matériaux du cœur et leur arrivée au fond de la cuve, ainsi qu'au renouage, c'est-à-dire à la remise en eau d'une cuve et d'un cœur dégradé porté à très haute température.

Conteneurs de stockage en attente d'entreposage sur le site de Chinon (Indre-et-Loire).



Stockage profond de déchets radioactifs : poursuite des études et recherches

L'IPSN a poursuivi des études et recherches pour concourir à l'évaluation de la faisabilité d'un stockage en profondeur de déchets radioactifs, notamment dans la formation argileuse étudiée par l'ANDRA sur le site de Bure. Ces études sont relatives à la connaissance du site et à l'évaluation des perturbations occasionnées par l'implantation d'ouvrages de stockage. En ce qui concerne le site, les interprétations géologiques et hydrogéologiques ont été affinées par l'exploitation de données de terrain. Par ailleurs, la qualification de méthodes géophysiques performantes avec pour objectif de détecter des discontinuités de faible extension est actuellement en cours dans la station expérimentale de Tournemire. Concernant les

ouvrages de stockage, des modélisations en cours de validation par des essais expérimentaux ont permis de mieux apprécier l'extension des endommagements mécaniques occasionnés par le creusement ainsi que l'évolution chimique des ouvrages mettant en œuvre des quantités importantes de liants hydrauliques.

Stockage des résidus miniers uranifères de Lodève : l'expertise de L'IPSN

La limite réglementaire concernant l'impact radiologique de l'installation de stockage de résidus miniers de Lodève passera prochainement de 5 mSv à 1 mSv par an. Une disposition qui implique d'essayer de déterminer les doses de façon réaliste alors que, jusqu'à présent, un scénario d'exposition "enveloppe" pouvait être utilisé.

Dans ce nouveau cadre, la DRIRE du Languedoc-Roussillon a consulté l'IPSN sur le calcul réalisé par l'exploitant, lequel abou-

La sûreté des déchets radioactifs

tit à une dose efficace ajoutée de 0,2 à 0,8 mSv par an selon l'implantation et le mode de vie des habitants. Tout en confirmant cette conclusion, l'IPSN a souligné la nécessité de justifier davantage les choix d'hypothèses retenues pour le calcul.

L'IPSN à la pointe de la sismique 3D

La possibilité d'identifier des failles en milieu argileux est indispensable à la qualification des formations envisagées pour le stockage profond de déchets radioactifs. À cette fin, la sismique 3D à haute résolution, méthode géophysique non destructive, a été testée sur le massif de Tournemire, où l'IPSN possède une station expérimentale bien caractérisée. La source sismique est constituée de camions vibreurs émettant sur des fréquences de 10 à 160 Hz face à un réseau de plus de cinq mille capteurs acoustiques (géophones) reliés à une centrale d'acquisition. Ce dispositif a été retenu en raison de sa capacité à détecter des failles à faible décalage vertical. Une campagne d'acquisition de trois semaines a eu lieu en novembre 2001. Les résultats complets sont attendus en juin 2002, après traitement et interprétation des données récoltées en collaboration avec la Compagnie générale de géophysique, le BRGM et l'École des mines.



Environnement extérieur de la station expérimentale de Tournemire (Aveyron).

POUVOIRS
PUBLICS

*Autorisations
Contrôles
Comptes rendus*

À l'épreuve des faits...

Dans le cadre de ses missions en matière de sûreté nucléaire, l'IPSN participe à la mise en place d'une organisation de crise pour l'ensemble des installations nucléaires françaises. À ce titre, et pour vérifier l'efficacité des différentes dispositions prévues, une dizaine d'exercices sont menés chaque année en collaboration avec les autres acteurs concernés (exploitants, pouvoirs publics...). Le programme d'exercices s'est trouvé quelque peu perturbé en 2001 du fait de la mise en place du plan Vigipirate renforcé à la suite des événements du 11 septembre 2001.



Scénariste de certains exercices, l'IPSN participe activement à leur préparation et à leur déroulement par l'intermédiaire de son Centre technique de crise (CTC). Celui-ci est équipé en moyens de télétransmission, banques de données, systèmes de calcul ou de cartographie, et peut rassembler les experts de l'IPSN. Sa mission : analyser la situation accidentelle, essayer d'en prévoir l'évolution et les conséquences sur l'environnement, et, si nécessaire, proposer aux pouvoirs publics la mise en œuvre de contre-mesures pour protéger les populations. Les différents exercices se traduisent par un retour d'expérience analysé, d'une part, de façon interne à l'IPSN et, d'autre part, avec les différents acteurs sur le plan national, pouvant donner lieu à des actions correctives ou évolutives dans le domaine de l'expertise et de son organisation.

Introduire des phases réflexes

En matière de gestion de crise, l'une des innovations récentes est l'introduction dans les PPI de phases réflexes pour les accidents à évolution rapide. Celles-ci, qui prévoient des mesures immédiates de mise à l'abri des populations, ont été définies en 2001 pour l'ensemble des sites français. Par ailleurs, avec le développement d'exercices à caractère transnational ou international, une coopération accrue avec les organisations des pays limitrophes est apparue nécessaire.

10.38.19



Exercices de crise : poste de commandement avancé.

Pour se poser les bonnes questions en cas de crise < Un peu plus d'un an après l'accident de Tokaiï-Mura, un exercice national de crise a porté sur un accident de criticité. Pour le Centre technique de crise de l'IPSN, cet exercice a constitué un excellent test de ses capacités d'analyse.

Il apparaît nécessaire de poursuivre l'effort entrepris depuis l'accident de Tokaiï-Mura, pour préciser les questions à résoudre en cas d'accident de criticité et disposer de règles simples permettant d'évaluer, en fonction des informations disponibles, le déroulement prévisible d'un tel accident ainsi que l'ordre de grandeur des conséquences radiologiques. >

Six exercices de crise nucléaire, dont un international < En 2001, cinq exercices nationaux de crise nucléaire ont été organisés. Trois d'entre eux concernaient un réacteur électronucléaire d'EDF, les deux autres portaient sur une installation du CEA à Marcoule et sur l'installation ERODIF de Pierrelatte. L'IPSN a activement participé à ces exercices avec ses équipes de crise, ainsi qu'à leur préparation en constituant certains scénarios. De plus, un exercice international a eu lieu sur le site de Gravelines avec une préparation plus importante : les liaisons privilégiées prévues avec les organismes compétents de Belgique ont en particulier été testées et des informations techniques ont pu leur être transmises durant l'exercice. >

ASTRID, projet européen de méthode et d'évaluation en cas de crise < Le projet ASTRID, coordonné par l'IPSN, a débuté le 1^{er} novembre 2001 dans le cadre du 5^e PCRD.

Prévu sur une durée de trois ans et doté d'un budget de 2 millions d'euros, son objectif est d'élaborer une méthode et un outil d'évaluation des rejets accidentels à utiliser en cas de crise pour les réacteurs européens.

Ce projet vise, d'une part, à harmoniser les méthodes de travail et, d'autre part, à améliorer la compréhension mutuelle des pays

européens qui pourraient être affectés en cas de crise. Les autorités de sûreté suédoise, finlandaise et hongroise, ainsi que des instituts techniques allemands (FzK et la GRS) et slovaque (VUJE), participent à ce projet. >

L'utilisation des mesures dans l'environnement en cas de crise : la base de données DATARAD

< Pour son Centre technique de crise, l'IPSN a développé et mis en place une base informatique de données, appelée DATARAD, permettant, d'une part, de rassembler les résultats des mesures radiologiques effectuées en cas d'accident et, d'autre part, de disposer d'une première vérification de la cohérence de ces données. Cet outil intégrera de façon automatique les mesures transmises par les moyens fixes ainsi que par les équipes mobiles mis en œuvre par les exploitants et les préfectures. >



Évaluer le risque et son évolution

Organisé le 22 mai 2001, l'exercice INEX 2000 a concerné le site EDF de Gravelines, qui comprend six tranches de 900 MWe. Le scénario consistait en une brèche du circuit primaire conduisant, après plusieurs avaries de matériels, à un risque de fusion du cœur.

Dans ce type de situation, le défi consiste, pour l'équipe de l'IPSN rassemblée au Centre technique de crise, à évaluer le risque et son évolution dans l'avenir. L'objectif n'est pas de rétablir la situation – ce rôle ne peut revenir qu'à l'exploitant – mais de dresser un état des lieux précis afin de proposer aux autorités compétentes les actions les plus appropriées de protection de la population.

250 collaborateurs spécialement formés

Pour faire face aux accidents nucléaires, l'IPSN dispose d'un vivier de quelque 250 collaborateurs spécialement formés à la gestion de crise, participant tous à au moins un exercice par an. Une occasion privilégiée de s'entraîner à faire preuve de réactivité et d'éprouver l'efficacité des méthodes et des organisations.

Bien que prévu dans le cadre des exercices réguliers menés chaque année sur les installations françaises, l'exercice de Gravelines a revêtu une dimension supplémentaire. L'exercice s'est en effet inscrit dans la suite des quatre exercices internationaux de la série INEX 2 : après la Suisse, la Finlande, la Hongrie et le Canada, c'était au tour de la France d'être, pour la première fois, le pays hôte de l'accident

simulé. Afin de l'organiser, il convient alors que les responsables du pays d'accueil coopèrent avec les instances internationales et les responsables des différents pays désirant tester leur capacité de réaction à un accident survenu à l'étranger. Dans le cas de Gravelines, quatre pays étaient représentés : un pays frontalier, la Belgique, et trois pays partenaires privilégiés de l'IPSN (Hongrie, République slovaque et République tchèque), avec lesquels l'Institut entretient des coopérations approfondies. La coordination internationale globale a été assurée par l'AIEA pour le compte des cinq organisations ayant un rôle à jouer en cas d'accident nucléaire ou en matière de préparation à la gestion des urgences nucléaires : l'AEN, l'AIEA, l'OMM, l'OCHA et la Commission européenne.

Échanges d'informations via Internet

Outre les moyens de communication classiques, un site Internet a été mis en place pendant toute la durée de l'exercice, chaque partie prenante à l'exercice (l'IPSN, la DSIN, Météo France, EDF, la préfecture, etc.) pouvant y diffuser des informations techniques à l'intention des partenaires étrangers. Au total, l'exercice de Gravelines était donc un exercice ambitieux qui, s'il n'a en rien modifié les missions de l'équipe IPSN présente au Centre technique de crise, a nécessité une préparation plus longue et des travaux d'encadrement plus approfondis : concertation avec les différents partenaires sur les grands axes de travail, renforcement des contacts avec les organismes étrangers participants, mise en place de liaisons spécifiques et développement du site Internet permettant la mise en ligne des informations.

Centre technique de crise de l'IPSN.



Gestion des expositions accidentelles aux rayonnements ionisants : dix ans d'expérience

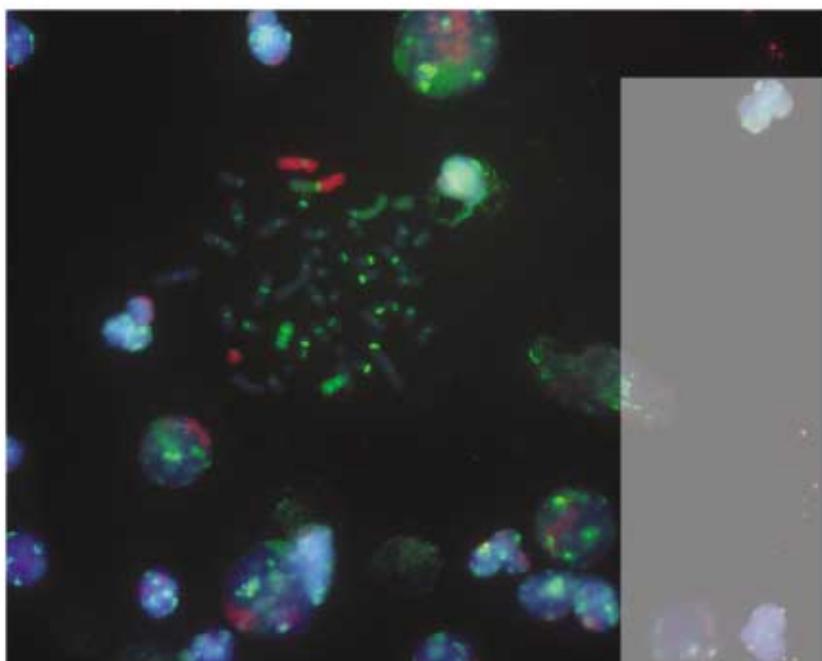
Environ 600 accidents ont été répertoriés depuis 1945 ; ils ont conduit à 180 décès par syndrome aigu d'irradiation. Ces accidents sont le fait de sources perdues (Iran 1996, Géorgie 1997, 1998, 2001, Turquie 1998, Pérou 1999) ou utilisées dans les secteurs industriel (Afrique du Sud 1998), nucléaire (Sarov en Russie 1997, Tokaï-Mura au Japon 1999) et médical (Panama 2000, Pologne 2001).

Sur le plan national, l'IPSN est généralement informé de ces accidents par l'OPRI et les services de médecine du travail ; au niveau international, l'information provient de l'AIEA ou de l'OMS. L'IPSN peut alors être sollicité pour apporter son expertise pour l'évaluation des doses et son assistance pour la gestion médicale des irradiés. Les accidents les plus graves pour lesquels l'IPSN est intervenu ces dernières années sont ceux de Tokaï-Mura, de Panama et de Géorgie. Par ailleurs, l'IPSN apporte régulièrement son expertise pour des incidents ou des suspicions d'irradiation (une trentaine par an) pour évaluer les doses reçues.

L'évaluation des doses

L'expertise commence par le rassemblement d'un maximum d'informations sur les circonstances de l'accident et les conditions d'exposition des victimes afin de mettre en œuvre les techniques les mieux adaptées pour évaluer les doses et l'étendue des dommages radio-induits qui conditionneront la stratégie thérapeutique.

L'évaluation des doses dans les cas d'exposition externe s'appuie sur plusieurs approches, souvent complémentaires. La dosimétrie biologique permet d'évaluer la dose reçue, rapportée au corps entier, à partir du dénombrement des anomalies chromosomiques instables sur les lymphocytes sanguins circulants. Elle a une valeur médico-légale et fait l'objet d'une action de normalisation au niveau de l'ISO par un groupe de travail piloté par l'IPSN. Des techniques complémentaires, dont certaines sont en cours d'étude ou de validation, permettent d'évaluer les doses pour la plupart des configurations d'irradiation rencontrées dans les accidents (hétérogènes, localisées, anciennes) et les types de rayonnements les plus souvent impliqués : cobalt 60, césium 137, rayonnement X, flux mixtes gamma-neutrons. La dosimétrie physique procède de deux façons : la première repose sur la mesure de la dose à partir de matériaux irradiés lors de l'accident (dents



Analyse des remaniements chromosomiques induits par une irradiation à l'aide de sonde fluorescentes : chromosome 2 (vert), chromosome 4 (rouge), chromosome 12 (jaune vert) et marquage des centromères (points verts).

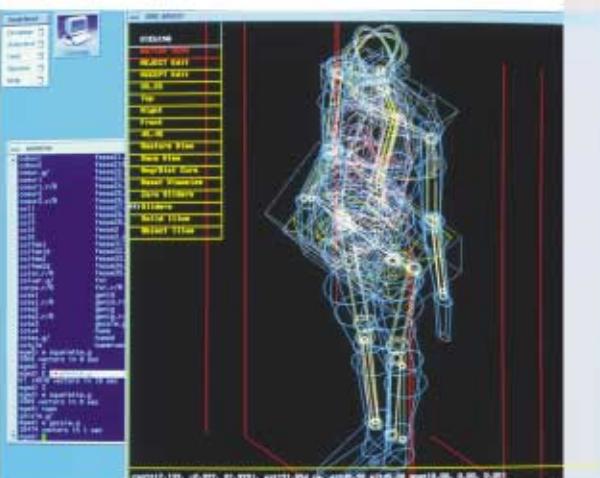
ou os) grâce à une technique de spectrométrie par résonance paramagnétique électronique, la seconde consiste à modéliser la situation d'accident et à estimer la distribution des doses dans l'organisme par calcul, grâce à des outils de simulation numérique. Pour le cas d'une contamination interne, l'IPSN dispose de moyens de mesures (anthropogammamétrie et analyse radiotoxicologique) et d'outils de calcul pour évaluer la dose interne. Les recherches en cours à l'IPSN visent à améliorer le plateau technique utilisé pour l'évaluation des doses en cas d'exposition accidentelle, tant pour ce qui concerne les mesures (recherche d'une meilleure sensibilité, possibilité de mesures *in vivo* par RPE...) que pour ce qui concerne les outils de calcul (mise au point de fantômes anthropomorphes numériques réalistes à partir d'images IRM ou scanner).

Les radiopathologistes apportent leur appui technique ou leurs conseils aux équipes médicales chargées des irradiés. Les unités communes de recherche implantées en milieu hospitalier (Institut Gustave-Roussy, CHU Saint-Antoine) permettent une bonne synergie pour l'échange d'informations et la définition de nouveaux schémas thérapeutiques.

Des recherches fondées sur le retour d'expérience

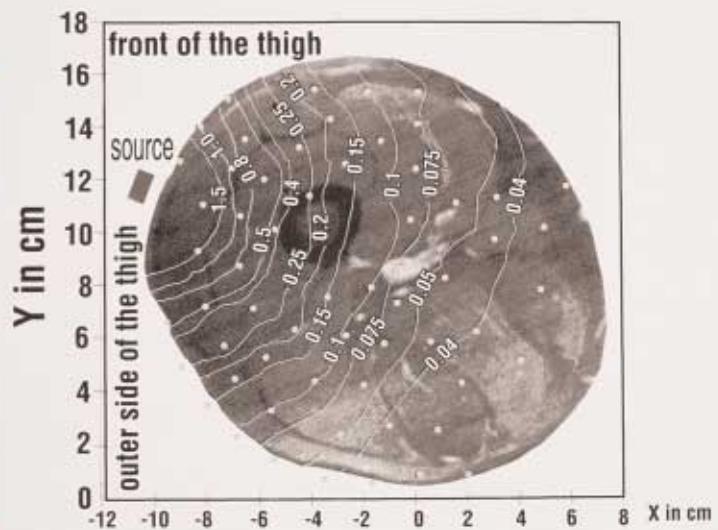
Les recherches menées à l'IPSN dans le domaine de l'accident radiologique s'appuient sur le retour d'expérience des accidents passés, qui a montré que l'évaluation de la dose n'est pas suffisante pour mettre en place une thérapeutique adaptée compte tenu de la radiosensibilité individuelle et du caractère hétérogène des accidents d'irradiation. Des bioindicateurs complémentaires d'effet, de diagnostic, voire de pronostic (comme le *FLT3*-ligand pour l'atteinte à la moelle osseuse), sont en cours de validation. L'accident de Tokaï-Mura a clairement montré que traiter efficacement l'aplasie radio-induite n'est pas suffisant car l'irradiation accidentelle provoque une atteinte multi-organes. L'objectif de la stratégie thérapeutique développée à l'IPSN, sur la base de résultats précédemment obtenus, est de traiter efficacement l'aplasie radio-induite par expansion *ex vivo* de cellules hématopoïétiques.

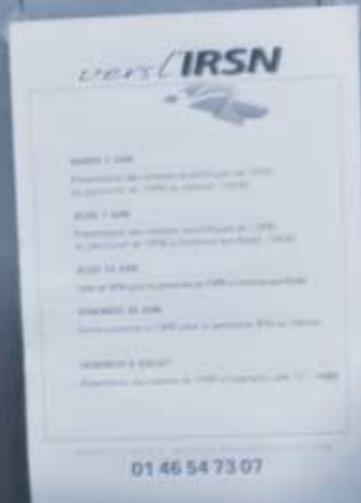
Modèle numérique utilisé pour la reconstitution dosimétrique par calcul dans le cas d'un accident radiologique.



tiques, de stimuler les cellules résiduelles par des cytokines, de combler les déficits cellulaires résultant de l'irradiation par expansion de cellules souches mésenchymateuses et de limiter l'inflammation généralisée. Les effets à long terme pouvant résulter d'une irradiation accidentelle ou pour raison thérapeutique sont la fibrose intestinale, l'inflammation chronique et la thrombose ; des études sont menées pour mettre au point des stratégies thérapeutiques préventives pour la radiothérapie ou curatives pour les irradiations, quelle que soit leur origine.

Distribution de la dose obtenue par calcul dans la cuisse d'une personne qui a mis une source de césium dans la poche de son pantalon.





GESTION DES
MATIÈRES SENSIBLES

Une légitimité renforcée dans le contrôle des

Les activités de l'IPSN, en appui technique du Haut fonctionnaire de Défense (HFD) du ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie, couvrent l'ensemble du domaine du contrôle des matières nucléaires. En effet, l'Institut participe à tous les aspects de la protection de ces matières contre le vol et les actions de malveillance ainsi qu'au suivi des contrôles internationaux. Les aspects techniques de ces missions essentielles, qui interagissent souvent en de nombreux points, incombent à l'IPSN. En complément de ses missions concernant les matières nucléaires, l'Institut a été chargé de gérer également certains aspects liés aux contrôles internationaux dans le cadre de l'interdiction des armes chimiques et biologiques. Cette évolution en fait un acteur majeur dans la maîtrise des armes de destruction massive.

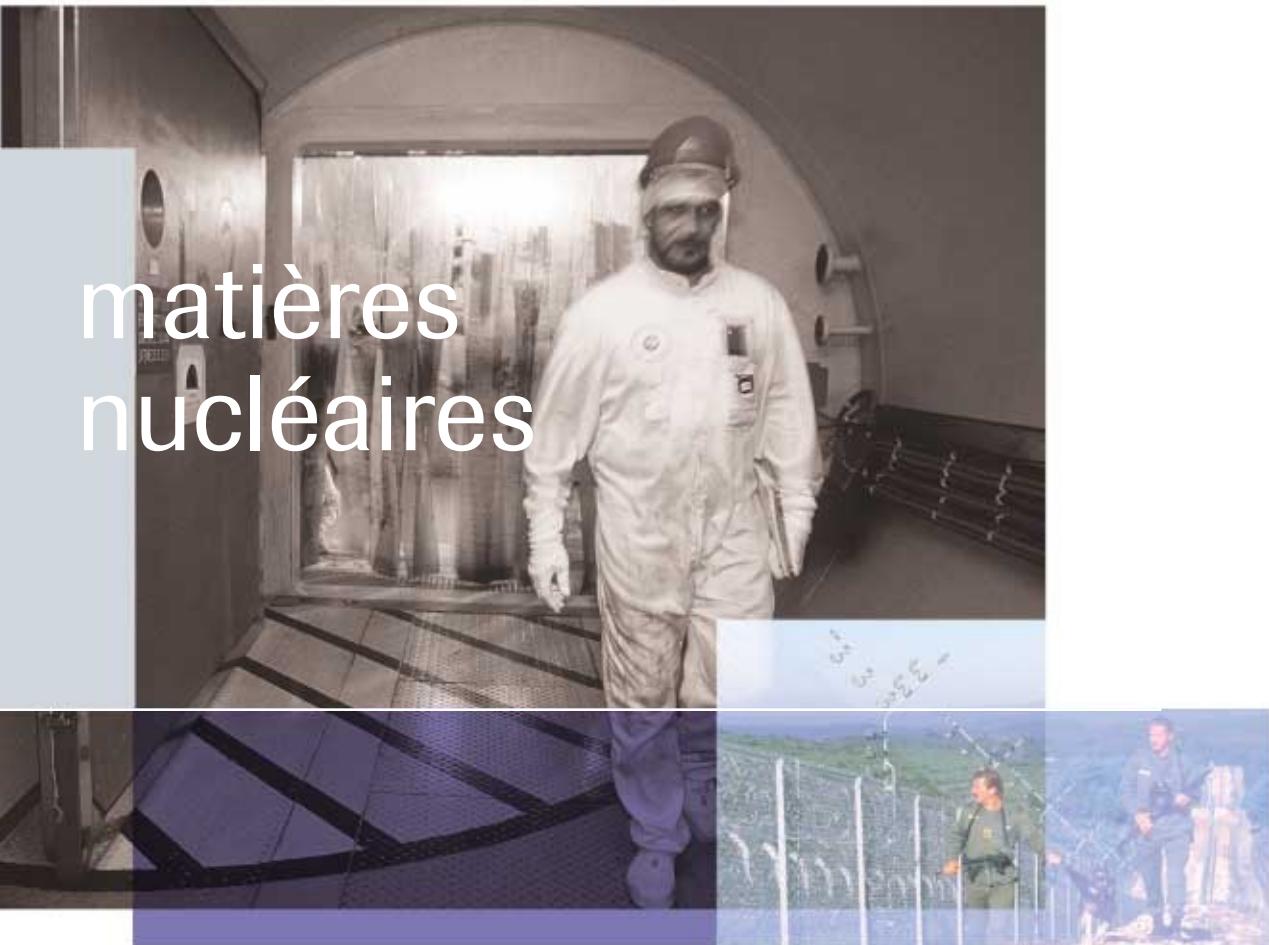


Des synergies renforcées

Au-delà de leur cohérence interne, ces activités présentent de nombreuses synergies avec les autres domaines de compétence de l'IPSN, notamment la sûreté nucléaire. C'est le cas pour ce qui concerne la malveillance, sujet dont l'actualité récente a souligné l'importance et où les enjeux de sécurité et de sûreté des installations sont indissociablement liés.

À ce titre, l'IPSN a valeur d'exemple sur le plan international car il rassemble, au sein d'un seul et même Institut, plusieurs niveaux de complémentarité : entre la protection physique, le suivi comptable et la dimension internationale ; entre la sûreté et la sécurité... Ces synergies devraient se voir renforcées par la création de l'IRSN et elles se traduisent par des échanges importants de personnels, eu égard à l'homogénéité des méthodes de travail pratiquées au sein de l'Institut.

matières nucléaires



Inspection inopinée des sites nucléaires : mission accomplie < À la suite des attentats du 11 septembre 2001, le Haut fonctionnaire de Défense (HFD) du ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie a décidé de contrôler les dispositions de protection mises en place sur les sites nucléaires dans le cadre du plan Vigipirate renforcé.

Cela s'est traduit, le vendredi 28 septembre, par la réalisation simultanée de vingt-six inspections inopinées des principaux sites nucléaires, en vue de disposer dans les plus brefs délais d'un constat de l'application du plan Vigipirate renforcé, la cohérence d'ensemble des inspections étant assurée par un guide *ad hoc* détaillant les thèmes à contrôler. Cette opération a mobilisé la quasi-totalité des inspecteurs des matières nucléaires agents de l'IPSN. Dès le 2 octobre, le HFD disposait des procès-verbaux d'inspection et des rapports associés ainsi que d'une première synthèse des inspections. >

Convention sur la protection physique des matières nucléaires : une révision complexe

< Réalisés dans le cadre de l'AIEA, les travaux du groupe d'experts sur la révision de la convention sur la protection physique des matières nucléaires se sont poursuivis en 2001. Cette convention traite à ce jour essentiellement des transports internationaux de matières nucléaires. Le groupe s'est exprimé sur l'opportunité d'étendre le champ de la convention à la protection physique des matières nucléaires à usage domestique et à la protection des installations nucléaires contre le sabotage. Dans le même temps, le groupe de travail a élaboré un ensemble

de principes fondamentaux de protection physique, lesquels ont été repris par une résolution de la conférence générale de l'AIEA. Sur le plan juridique, les débats ont notamment porté sur l'introduction des principes fondamentaux de protection physique dans la convention et sur le caractère plus ou moins contraignant à donner à ces principes. >

L'IPSN à la pointe de la réflexion internationale sur les transports radioactifs

< Méthodes de contrôle de l'étanchéité des colis, risques associés aux accidents mécaniques, risques de rejets induits par des incendies lors du transport d'UF6, conception d'un guide pour la mise en place de programmes de radioprotection en matière de transport : autant de sujets sur lesquels l'IPSN a développé une expertise de pointe. Les représentants de l'Institut ont pu présenter les résultats obtenus par l'IPSN à leurs partenaires étrangers à l'occasion de la conférence du PATRAM organisée cette année à Chicago et de la réunion conjointe de la commission de sûreté des transports et du groupe permanent chargé des transports. Un domaine d'autant plus crucial que l'année 2001 aura été marquée par la reprise des transports de matières radioactives avec l'Allemagne, qu'il s'agisse des combustibles irradiés destinés au retraitement ou des résidus vitrifiés renvoyés en Allemagne. >

Renforcement du contrôle de non-prolifération nucléaire : l'IPSN en première ligne

< Dans la perspective du renforcement du contrôle de l'AIEA dans le domaine de la non-prolifération nucléaire, la France a engagé

les travaux de ratification du protocole additionnel à son accord de garantie. À ce titre, l'IPSN a participé aux délibérations du Conseil d'État sur le projet de loi de ratification ainsi qu'à l'élaboration du projet de loi définissant les modalités pratiques de cette nouvelle vérification internationale. À terme, l'application du nouveau protocole devrait conduire l'IPSN à élaborer les déclarations périodiques dues à l'AIEA et à accompagner les inspections internationales réalisées dans ce cadre. >



Inspection des clôtures du site de Cadarache (Bouches-du-Rhône).



(en bref)



La lutte contre la malveillance

Protéger les installations nucléaires contre les actes de sabotage risquant de conduire à des rejets de radioactivité dans l'environnement : tel est l'enjeu de la lutte contre la malveillance. Un sujet qui, après les attentats du 11 septembre dernier, a fait irruption au premier plan de l'actualité, mais sur lequel l'IPSN travaille déjà depuis de nombreuses années.

En matière de protection contre la malveillance, l'IPSN rend compte à la fois à la DSIN et au Haut fonctionnaire de Défense du ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie. L'Institut établit un programme pluriannuel des travaux à mener sur ce thème et le soumet à l'approbation des autorités. Il propose également à ces deux autorités différentes actions pour évaluer la sensibilité et la vulnérabilité des installations nucléaires situées sur le territoire français face aux différentes actions de malveillance envisageables. En matière de menace, deux grands cas de figure sont distingués : la menace interne émanant d'un individu physiquement présent sur l'installation, et la menace externe. À ces deux menaces sont associés différents moyens : utilisation d'armes, d'explosifs, etc. l'IPSN est informé au fur et à mesure de l'état d'avancement des travaux des exploitants concernés. Sur la base des conclusions des exploitants, l'IPSN établit un rapport d'évaluation et le présente devant un groupe d'experts. En matière de prévention contre les actions de malveillance, il existe deux groupes distincts d'experts : un pour les réacteurs nucléaires, l'autre pour les autres types d'installations (laboratoires, usines...).

Identifier les cibles possibles et s'assurer de leur sécurité. Sur le fond, l'évaluation se fait en deux temps. Tout d'abord, elle porte sur la sensibilité des équipements. Une étape qui s'effectue en liaison avec les équipes de l'Institut compétentes en matière de sûreté et permet d'identifier les différentes cibles dont la défaillance pourrait conduire à des rejets radioactifs dans l'environnement. Ensuite est conduite l'étude de vulnérabilité, laquelle analyse les types d'agression dont ces cibles peuvent être victimes. Ce n'est qu'au terme de ces deux examens successifs qu'il est possible de se faire une idée précise de la sécurité d'une installation. Si celle-ci est jugée insuffisante, l'IPSN propose des voies d'amélioration ; elles font l'objet de discussions au sein du groupe d'experts

compétents et les conclusions sont notifiées à l'exploitant par le Haut fonctionnaire de Défense et la DSIN. L'exploitant reste responsable du choix des moyens à mettre en œuvre. Au total, quatre à cinq installations font chaque année l'objet d'une évaluation contre les risques de malveillance. En 2001, le programme prévu a été quelque peu bouleversé, l'IPSN ayant été chargé, après les attentats du 11 septembre, de fournir des avis aux autorités sur l'adéquation de la protection des sites nucléaires face à de nouvelles menaces.

Les inventaires de crise

Dans le cadre du dispositif législatif et réglementaire régissant le contrôle des matières nucléaires, le devoir premier qui incombe aux exploitants est de connaître en permanence les quantités de matières qu'ils détiennent et les endroits où elles se trouvent. Au-delà d'un suivi régulier et rigoureux, ils sont en outre tenus de mettre en place un dispositif dit d'inventaire de crise. Celui-ci doit leur permettre, dans l'hypothèse où un détournement de matières serait suspecté, de vérifier rapidement la crédibilité de cette information.

L'efficacité d'une procédure d'inventaire de crise réside notamment dans la capacité de mobiliser au plus vite l'ensemble des moyens de vérification d'une installation. Pour ce faire, il appartient à l'exploitant de mettre en place des procédures et des moyens. Les pouvoirs publics, avec l'appui technique de l'IPSN, veillent à contrôler régulièrement ces procédures et moyens par des exercices menés sur les différentes installations du territoire. Ceux-ci leur permettent en outre de vérifier l'efficacité de leur propre organisation dans la gestion des situations d'urgence.

Une stratégie d'affinements successifs

Chaque exercice répond à un scénario similaire : avertis d'un détournement de matières nucléaires, les pouvoirs publics décident de déclencher un inventaire de crise et en informer l'IPSN et l'exploitant concerné. Du point de vue de ce dernier, l'exercice revêt un caractère semi-inopiné dans la mesure où il n'est pas prévenu de sa date exacte. La mise en œuvre des inventaires de crise repose sur une stratégie d'affinements successifs. Les premiers contrôles visent à déterminer les signes d'effraction éventuelle, les alarmes



Transport ferroviaire et maritime de déchets radioactifs.

qui se seraient déclenchées dans les semaines ou les jours précédents, etc. Si les matières supposées manquantes sont stockées dans des emballages, l'exploitant en contrôle l'intégrité, et procède par exemple à leur pesée. L'étape ultime consiste, dans l'hypothèse où les contrôles préalables n'ont pas permis de déceler une perte, à effectuer des mesures nucléaires. Au total, un exercice se déroule sur une journée, les premières vérifications débutant tôt le matin, avant l'arrivée des personnels sur le site.

Pour être efficace, un inventaire de crise suppose la mise en œuvre d'un certain nombre de moyens humains et matériels, selon des procédures validées au préalable. Aux côtés des diverses cellules de crise de l'exploitant (installation, site, niveau national...), une cellule de crise commune rassemble des représentants de l'**I**PSN et du **H**FD.

L'**I**PSN établit un programme pluriannuel d'exercices qu'il soumet à l'approbation du **H**FD. L'**I**nstitut exerce également un rôle central pendant le déroulement de l'exercice : en fonction des informations qui lui sont transmises, il procède à une évaluation de la crédibilité et de l'ampleur de la menace, et en informe les pouvoirs publics. Par ailleurs, son expertise lui permet d'orienter, le cas échéant, l'exploitant sur les mesures qu'il doit effectuer.

Pour ce faire, chaque exercice mobilise une dizaine d'experts de l'**I**PSN spécialisés, soit sur l'installation qui fait l'objet de l'exercice, soit sur la protection physique ou la comptabilité des matières nucléaires.

L'importance de la communication

Un exercice d'inventaire est réalisé chaque année. Ceux qui ont été réalisés jusqu'à présent – au nombre de six – ont été marqués par une complexité croissante : tout d'abord centrés sur une installation unique, ils ont porté dans une deuxième phase sur plusieurs installations regroupées sur un même site. Un exercice à venir devrait mettre en cause un seul exploitant mais plusieurs installations sur des sites différents. Les principaux enseignements tirés à ce jour ont permis de préciser le contenu des différentes procédures, aussi bien chez l'exploitant qu'à l'**I**PSN. Des progrès notables ont également été accomplis dans la coordination entre les différents acteurs et la transmission des informations.

À l'avenir, le chantier majeur devrait concerner la communication avec l'extérieur, aspect primordial de la gestion de crise dès lors que, dans l'hypothèse d'un véritable vol dans une

installation, les terroristes auraient à l'évidence recours au levier des médias. Cette dimension sera prise en compte dans les prochains exercices en testant la capacité des différents intervenants à coordonner leurs communications face à une pression médiatique simulée.

La mesure des matières nucléaires

La loi de juillet 1980 qui instaure le contrôle des matières nucléaires en France précise les conditions requises pour qu'une entreprise soit autorisée à détenir de telles matières, les règles de protection physique et de suivi-comptabilité à respecter et les sanctions applicables en cas de défaut de respect de ces règles. Par ailleurs, la loi prévoit un système de vérification fondé, d'une part, sur des analyses de dossiers et de procédures et, d'autre part, sur des inspections.

L'**I**PSN en tant qu'appui technique du Haut fonctionnaire de Défense du ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie, contribue à la mise en œuvre de ce système de vérification, et notamment organise les inspections dans les installations. Aux termes de la loi, l'exploitant est responsable de la caractérisation (forme physico-chimique et nature) et de la quantification des matières qu'il détient. Les matières concernées vont du minerai aux déchets en passant par les matières nobles et recouvrent l'ensemble des formes physico-chimiques rencontrées dans le cycle du combustible.

Les inspections du contrôle national ont notamment pour objectif de vérifier la véracité des déclarations des exploitants. Dans ce but, des mesures physiques sont effectuées sur des échantillons d'articles choisis de manière aléatoire. Ces mesures sont de différentes natures, allant de la simple détection de la présence de matière radioactive et de la détermination de la nature de ces matières (uranium, plutonium, thorium, etc.) en passant par la pesée des articles pour arriver à des mesures beaucoup plus affinées. Ce dernier type de mesures, nécessaire pour une caractérisation fine des matières nucléaires, permet la détermination de la composition isotopique des articles contenant du plutonium, de l'enrichissement des composés uranifères et la détermination de la masse de matière nucléaire contenue dans un article.

Les mesures effectuées lors des inspections doivent répondre à un certain nombre de contraintes : ce sont des mesures non destructives et non intrusives, qui doivent être effectuées avec des dispositifs transportables, dans un temps limité (en inspection, on privilégie le nombre d'articles contrôlés et il faut donc trouver un compromis entre la durée d'une mesure et sa précision) et dans un lieu où le bruit de fond dû à la présence éventuelle de stockages de matières nucléaires soit négligeable.

Afin de mener à bien cette mission, le service de l'IPSN chargé de ces mesures en inspection peut utiliser des appareils du commerce mais développe également des dispositifs et des méthodes spécifiques fondés essentiellement sur le comptage neutronique passif et la spectrométrie gamma. Des comparaisons internationales (CETAMA, EQRAIN, ESARDA) sur des matières certifiées permettent de juger de la performance des techniques utilisées. Les ingénieurs chargés du développement et de la validation de ces techniques de mesure sont également inspecteurs des matières nucléaires et ce sont donc eux qui effectuent les mesures lors des inspections. Cette double fonction est fondamentale car elle permet aux inspecteurs de maîtriser parfaitement les méthodes qu'ils mettent en œuvre et ainsi d'être mieux à même de statuer sur d'éventuels écarts entre les déclarations des exploitants et les résultats de leurs propres mesures.

La réalisation d'une inspection nécessite une certaine logistique. Une fois l'installation et le thème de l'inspection choisis, l'ingénieur qui dirigera les mesures effectue, quelques

semaines avant l'inspection, une visite technique dans l'installation pour régler les différents aspects techniques et logistiques (transport du matériel de mesures, des sources d'étalonnage, mise à disposition de réserves d'azote liquide pour le refroidissement de certains détecteurs, etc.) et pour définir avec l'exploitant les locaux qui seront mis à la disposition des inspecteurs mesureurs (notamment vérifier le niveau du bruit de fond neutronique et gamma). L'inspection proprement dite dure en général une semaine et nécessite deux à trois inspecteurs mesureurs qui mettent en œuvre plusieurs systèmes de mesure, si possible indépendants. À l'issue de l'inspection, une réunion de synthèse est organisée en présence de l'exploitant afin de lui faire part des faits marquants de l'inspection. Un compte rendu détaillé est ensuite rédigé à l'intention du Haut fonctionnaire de Défense.

Chaque année, est effectuée une dizaine d'inspections avec mesures. En 2001, pour la première fois a eu lieu une inspection avec quantification par spectrométrie gamma du thorium dans une installation. En pratique, ce type de mesure nécessite une procédure particulière puisque la mesure ne s'effectue pas directement sur le thorium, qui ne peut pas être détecté, mais sur un de ses descendants.

Enfin, dans le cadre de ces inspections avec mesures, l'IPSN peut inciter les exploitants à améliorer leurs propres mesures, ce qui contribue à une meilleure gestion des matières nucléaires.



Visite de surveillance des installations nucléaires.

PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT
ET DE LA SANTÉ DE L'HOMME

Une approche unifiée de la protection de l'homme et de l'environnement

Les effets chroniques de la radioactivité sur l'environnement et sur l'homme constituent un champ d'investigation essentiel. Des expertises de grande ampleur, telle que celle menée par le Groupe Radioécologie Nord-Cotentin (GRNC) pour évaluer les doses et le risque de leucémie radio-induite dans la région de La Hague, font appel à des connaissances relevant de ce sujet. Pour compléter celles-ci, l'IPSN a lancé le programme de recherche Envirhom, consacré à l'analyse des conséquences sur l'homme et sur les écosystèmes de l'exposition chronique à des radionucléides dans un contexte de multipollution. Ce programme témoigne d'une approche unifiée de recherche sur l'homme et sur l'environnement.



Envirhom : comprendre les mécanismes liés à une contamination chronique

Le programme Envirhom vise à comprendre le comportement des radioéléments au sein des organismes vivants exposés à une contamination chronique dans des contextes de multipollution afin d'acquérir des connaissances nouvelles sur les conséquences de telles expositions, notamment en cas de bioaccumulation, et d'améliorer ainsi l'information et la protection du public. S'intéressant à la radioprotection des populations au sens large – homme, faune, flore –, le programme Envirhom porte sur des situations de contamination à long terme et à faible niveau de radionucléides.

En ce qui concerne l'exposition de l'homme, il est important d'évaluer la distribution des radionucléides dans l'organisme pour des situations réalistes de contamination. En effet, les paramètres décrivant le métabolisme des radionucléides ont été estimés pour des cas d'exposition professionnelle et sont donc basés sur des conditions d'exposition différentes de celles que subiraient des populations en cas de contamination de l'environnement. Les effets biologiques dépendent de la répartition des radionucléides, aux niveaux tant tissulaire que cellulaire ; elle doit donc être caractérisée. Par ailleurs, une évaluation de l'impact d'une contamination chronique par des radionucléides doit, pour être complète, prendre en compte les effets radiologiques et chimiques, le tout dans un contexte de multipollution, où divers contaminants sont susceptibles d'interagir.

Des synergies essentielles

Les situations de contamination chronique sont caractérisées par des rétroactions multiples entre l'homme et les différentes composantes de l'environnement. C'est une raison majeure pour établir des liens forts entre les recherches sur l'homme et les recherches sur l'environnement. Une deuxième raison est que les compétences et moyens de laboratoire utilisés ont de nombreux points communs. Deux programmes, Envirhom et GRNC, ont donc été conçus dès l'origine comme associant étroitement les pôles homme et environnement de l'IPSN, exploitant ainsi l'avantage essentiel que représente la présence simultanée d'équipes couvrant l'ensemble de ces domaines.



L'olfactométrie au service de la protection de l'environnement < L'IPSN a poursuivi ses activités dans le domaine de l'olfactométrie. Parmi les faits marquants, on peut signaler la réalisation, à la demande du comité d'experts créé pour étudier les conséquences du naufrage du *Ievoli Sun*, d'une étude visant à caractériser les odeurs émises par des fruits de mer ayant séjourné dans de l'eau de mer contenant du styrène. L'IPSN a également contribué, par la rédaction de chapitres sur la législation et sur les méthodes de mesures, à l'élaboration d'un guide sur les odeurs, en cours de publication par l'ADEME. Signalons enfin que plusieurs travaux sont menés en collaboration avec l'INERIS, en raison de la complémentarité des deux équipes (l'INERIS est spécialisé dans les mesures physico-chimiques, l'IPSN dans les analyses sensorielles). >

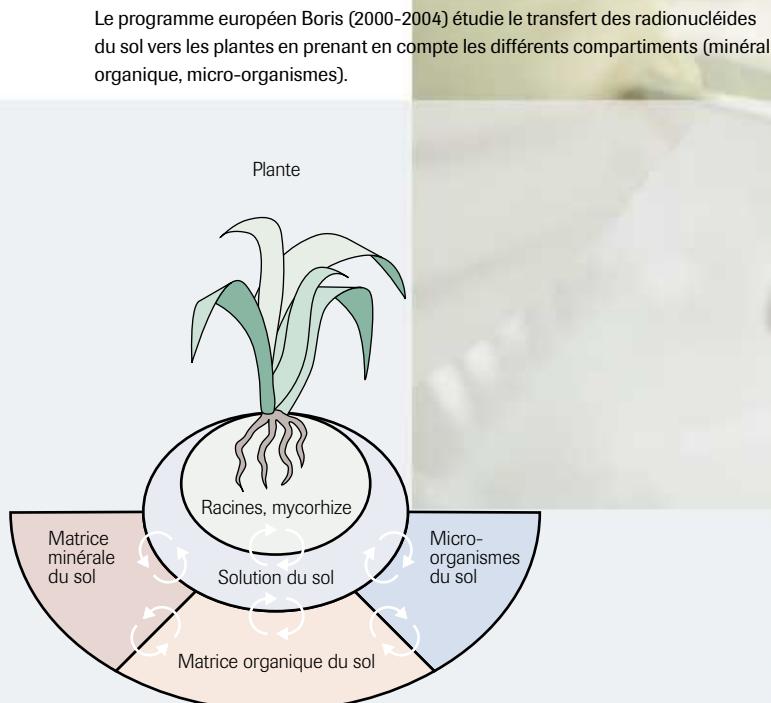
Un nouvel instrument pour mesurer la granulométrie de particules nanométriques < En partenariat avec l'université de Bretagne occidentale, l'IPSN a réalisé un prototype destiné à la mesure de la granulométrie de la fraction libre des descendants à vie courte du radon 222. Le dispositif, constitué de cinq canaux de diffusion annulaires pour une meilleure sélection, permet de déterminer la distribution selon la taille des particules dans une gamme allant de 0,3 à 5 nanomètres. Cet instrument permettra d'améliorer l'évaluation des doses absorbées par les personnes, ainsi que de réaliser une modélisation plus fine des activités des descendants du radon dans une enceinte ventilée ou une habitation. >

Biologie des sols : une influence non négligeable sur la mobilité des radionucléides < La présence de racines de végétaux et d'une multitude de microorganismes dans les sols conditionne les processus qui régulent le devenir des éléments traces, processus microbiens dont l'expression et l'intensité dépendent, entre autres, de la nature du sol ainsi que de l'élément considéré. Ainsi le sélénium 79, le technecium 99 et, dans une moindre mesure, l'iode 129 et les transuraniens sont susceptibles de voir leur comportement se modifier sous l'effet de phénomènes complexes et encore peu étudiés. Ce constat a conduit l'IPSN, en partenariat avec d'autres institutions nationales et internationales, à mettre sur pied un programme expérimental destiné à mieux appréhender l'influence du fonctionnement biologique du sol sur la spéciation et la mobilité des radionucléides à vie longue. >

Accumulation accrue de radionucléides chez le poisson exposé aux polluants organiques < Dans le cadre des études conduites sur la multipollution des écosystèmes aquatiques, diverses expériences ont été menées sur la truite arc-en-ciel. Elles montrent que l'exposition à des polychlorobiphényles, des hydrocarbures aromatiques polycycliques, des herbicides ou des perturbateurs endocriniens

induit systématiquement une augmentation de la bioaccumulation des radionucléides. Pour le cobalt 57, par exemple, cette augmentation s'élève à 60 % chez un poisson exposé à l'œstradiol ; selon toute vraisemblance, elle implique la mise en œuvre de mécanismes écotoxicologiques généraux : augmentation de l'activité respiratoire, modification de la perméabilité membranaire et/ou abaissement des facultés de défense... >

Modélisation de la dynamique sédimentaire des écosystèmes fluviaux < Dans les cours d'eau, les radionucléides se partagent entre des formes dissoutes et des formes fixées sur les matières en suspension et les sédiments de fond. Leurs transferts dépendent en partie des mouvements sédimentaires, à l'origine de zones d'accumulation par dépôt pouvant persister plusieurs décennies. À cet égard, les travaux récents menés à l'IPSN ont mis en évidence une forte variabilité spatiale et temporelle des flux de dépôt et d'érosion. Dès lors, les transferts d'activité dépendent des matières présentes dans le milieu, de leur devenir et de leurs affinités spécifiques aux radionucléides. Pour prendre en compte ces phénomènes, un modèle radio-écologique a été développé (code TRANSRIV) et les paramètres sédimentaires pertinents



Prélèvements de bioindicateurs à proximité d'installations nucléaires.



Programme Envirhom Vers une optimisation du système actuel de radioprotection

S'agissant de la protection des populations au sens large (homme, faune, flore), les conséquences des expositions chroniques à des radionucléides présents à faible niveau dans l'environnement sont encore largement méconnues, tout particulièrement du fait du contexte de multipollution dans lequel elles se placent. L'objet du programme Envirhom est de les analyser.

Jusqu'à présent, les efforts de recherche en radioprotection ont surtout porté sur les travailleurs du nucléaire, professionnellement exposés à un risque de contamination aiguë par inhalation ou par blessure. Par contre, les conséquences, sur l'homme ou les écosystèmes, d'expositions chroniques à des radionucléides présents à faible niveau dans l'environnement ne sont pas encore connues avec précision.

Conscient de l'importance de cette lacune, l'IPSN a lancé, en mai 2000, le programme Envirhom. Son objectif ? Fournir les connaissances permettant une meilleure évaluation des risques liés à l'accumulation chronique de radionucléides par les populations et les organismes vivants des écosystèmes.

La contamination dans un contexte de multipollution

Le programme Envirhom est centré sur la radioprotection des populations (homme, faune, flore). Il s'intéresse donc aux situations de contamination à long terme et à faible niveau de radionucléides, dans un contexte de multipollution (c'est-à-dire en prenant en compte la présence simultanée d'autres catégories de polluants : métaux, micropolluants organiques, polluants chimiques...). Ce programme offre l'originalité d'intégrer – dans une approche expérimentale commune – la protection de l'homme et celle de l'environnement, en étudiant le comportement d'un radionucléide et ses effets biologiques pour des organismes vivants représentatifs des règnes végétal et animal. Il associe des équipes pluridisciplinaires des pôles environnement et santé de l'IPSN et s'effectue dans un cadre de collaborations nationales et internationales. Les avancées attendues permettront de prévoir avec réalisme les conséquences de la présence chronique de radionucléides dans l'environnement et d'améliorer les outils d'évaluation des impacts environnementaux. Ces outils intégreront le lien

entre, d'une part, le comportement biogéochimique à long terme d'un radionucléide dans les sols et les sédiments et, d'autre part, les processus de bioaccumulation dans les organismes vivants. Pour chaque modèle biologique étudié, les anomalies fonctionnelles, précoces ou tardives, seront recherchées aux niveaux tant cellulaire (quantification du stress oxydant, induction de protéines spécifiques...) et tissulaire que de l'organisme dans son ensemble (dysfonctionnements immunitaires, troubles comportementaux, baisse de la fertilité...).

Un système complet de radioprotection

Pour l'homme, ce programme permettra d'améliorer l'évaluation des taux de radioactivité en prenant mieux en compte les phénomènes de bioaccumulation dans les tissus, ce qui devrait permettre de mieux quantifier les risques d'apparition de cancers dus aux radionucléides. Cela devrait aussi permettre d'explorer des effets biologiques autres que le cancer, tels ceux qui pourraient perturber le fonctionnement des systèmes reproducteur, immunitaire et nerveux central.

À terme, l'ensemble du programme Envirhom doit permettre de mettre en place un système complet et opérationnel de radioprotection des écosystèmes et des populations pour les situations d'exposition chronique.

Groupe Radioécologie Nord-Cotentin : du risque de leucémie radio-induite attribuable aux installations nucléaires

Après deux ans de travaux, le Groupe Radioécologie Nord-Cotentin (GRNC) a remis dans le courant du mois de mai 2002, son rapport final au ministre délégué à la Santé et au ministre de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement.

Trois missions avaient été confiées au GRNC : réaliser une analyse d'incertitude sur l'estimation du risque de leucémie attribuable aux installations nucléaires du Nord-Cotentin, étudier l'impact environnemental et sanitaire des rejets chimiques de ces mêmes installations et enfin comparer les approches française et anglaise dans ces domaines.

Ces études complètent celles qui avaient été réalisées par le GRNC sur l'impact sanitaire des rejets radioactifs des instal-



Laboratoire d'anthroporadiométrie.

(taille des particules, vitesse de dépôt...) ont été identifiés. Cette approche a d'ores et déjà été validée par une première application effectuée sur le canal Bas-Rhône-Languedoc. >

Transferts de carbone 14 et de tritium de la mer vers l'atmosphère < Afin de mettre en évidence les transferts de carbone 14 et de Tritium sous forme gazeuse de la mer vers l'atmosphère, des prélevements d'air ont été effectués en 2000 par l'IPSN au voisinage du point de rejet des effluents liquides de l'usine de retraitement de La Hague, hors influence des rejets de la cheminée.

Les mesures ont été réalisées en 2001 par scintillation liquide dans le laboratoire souterrain de la Marine nationale à Cherbourg pour le tritium et à l'aide du spectromètre de masse accéléré du CNRS à Gif-sur-Yvette pour le carbone 14. Les premiers résultats transmis montrent qu'il existe bien des transferts de ces deux éléments dans le sens de la mer vers l'atmosphère. Ce constat devrait être affiné et quantifié à l'occasion des deux campagnes océanographiques de 2002. >

Une nouvelle technique de quantification de l'américium 241 < Présent dans l'environnement sous différentes formes chimiques plus ou moins solubles, l'américium 241, émetteur alpha, peut entrer dans la chaîne alimentaire. En raison de sa filiation du plutonium 241, son impact risque en outre d'augmenter dans l'avenir. Pour le mesurer, le choix de la technique d'analyse dépend du niveau d'activité en américainum 241 dans l'échantillon, de la précision recherchée et

du délai de réponse souhaité. L'américium 241 peut être mesuré à l'IPSN selon trois techniques : la spectrométrie gamma, la spectrométrie alpha et l'ICP-MS. De par son caractère multiélémentaire et non destructif, la spectrométrie gamma peut être utilisée comme technique de screening préalable aux deux autres techniques. Pour de faibles niveaux d'activité, une extraction radiochimique se révèle en revanche nécessaire. Le développement récent de la mesure de l'américium 241 par ICP-MS à l'IPSN permet de disposer d'une technique alternative à la spectrométrie alpha avec un délai d'analyse écourté de deux semaines. >

Les échantillons biologiques indicateurs des rejets d'une installation < L'exploitation des résultats de mesures de tritium lié à la matière organique dans des feuilles de chêne collectées en 1992 autour du site de Marcoule a mis en évidence une corrélation entre l'activité dans la matière organique des feuilles et l'activité dans l'air calculée à l'aide d'un code de dispersion des rejets atmosphériques. À la demande de la commission locale d'information du site de Valduc, une étude similaire a été lancée dans la région de Dijon. Les résultats obtenus devraient permettre de mieux cerner les modalités des transferts de tritium en liaison avec le climat. >

L'IPSN apporte son expertise à l'enseignement de la radioactivité < Le *Bulletin officiel* du ministère de l'Éducation nationale du 30 août 2001 réintroduit l'étude de la radioactivité dans les classes de terminale scientifique à partir de la rentrée scolaire 2002.

Dans ce contexte, l'IPSN a été sollicité, en association avec COGEMA, pour contribuer au programme de travaux pratiques. L'expérience proposée (mesure du radon dans un échantillon d'air prélevé dans le sol) a emporté l'adhésion du groupe de travail présidé par Georges Charpak. Pour la mettre en œuvre, un appareillage spécifique, adapté à l'utilisation par les élèves, est actuellement en cours de mise au point. Ce projet devrait permettre à l'Éducation nationale de contribuer à la sensibilisation du public à la radioactivité naturelle, conformément à l'esprit des circulaires émises par les pouvoirs publics. >

Deux laboratoires de l'IPSN accrédités COFRAC < En octobre 2001, deux laboratoires de l'IPSN ont reçu l'accréditation COFRAC pour la réalisation d'essais liés à la protection de la santé de l'homme : le laboratoire de physique et de métrologie des aérosols et du confinement (LPMAC), dans le cadre du programme 57 (relatif aux essais des appareils de mesure utilisés pour la radioprotection et la radioprospection), pour évaluer les performances des contaminamètres des gaz rares (trois essais), et le laboratoire d'étude des transferts de contamination, de l'épuration et de la ventilation (LECEV), dans le cadre du programme 123-2 (relatif aux essais des équipements de protection individuelle), pour évaluer les performances des équipements de protection individuelle (quatre essais). >

Vers une meilleure utilisation des portiques de détection radiologique < Le Centre technique d'homologation d'instrumentation de radioprotection (CTHIR) a été chargé de

Campagne de mesure du radon.



Portail de détection radiologique.

lations nucléaires du Nord-Cotentin exprimé en nombre de leucémies radioinduites pour la période 1978-1996 chez les jeunes du canton de Beaumont-La Hague. Il faut rappeler que le nombre très faible de cas de leucémies radioinduites calculé dans le cadre de cette première mission (de l'ordre de 0,002 cas à comparer à 4 cas observés) conduisait à conclure qu'il était peu probable que l'incidence élevée de leucémie observée puisse s'expliquer par les rejets des installations nucléaires du Nord-Cotentin. Certains membres du GRNC n'avaient cependant pas souhaité se prononcer en l'absence d'analyse d'incertitude.

Établir la distribution du risque

Un groupe de travail dépendant du GRNC a été mis en place, animé par des spécialistes de l'IPSN et de composition très ouverte, associant en particulier des experts étrangers du NRPB. Les travaux du groupe ont permis à la fois d'identifier les paramètres contribuant de façon prépondérante au risque, mais aussi de définir les intervalles de variation de ces paramètres avant le lancement du calcul de risque automatisé. Pour établir la distribution du risque, la méthode de Monte-Carlo a été utilisée. Les résultats obtenus montrent que la variation du risque de leucémie attribuable aux installations nucléaires est faible : la borne inférieure de la distribution correspond approximativement au risque estimé lors de la première mission du GRNC, la borne supérieure étant de l'ordre de trois fois la valeur de référence. Une analyse critique de cette conclusion, portant notamment sur l'indépendance des paramètres incertains intervenant dans le calcul du risque, a été menée ; elle conduit à élargir cet intervalle de variation. En tout état de cause, un calcul maximaliste consistant à attribuer aux paramètres incertains les valeurs des bornes inférieures puis des bornes supérieures de leurs intervalles de variation conduit à un risque collectif compris entre 0,1 et 30 fois la valeur de référence.

L'impact des rejets chimiques

Pour mener à bien l'étude de l'impact des rejets chimiques, des groupes de travail spécialisés ont également été mis en place, coordonnés par un expert de l'INERIS et ouverts aux experts des différents organismes nationaux travaillant dans ce domaine ; ces groupes traitent des rejets, de l'impact sur l'environnement, de l'impact sanitaire et des mesures dans l'environnement. Une reconstitution aussi exhaustive

que possible des rejets depuis la mise en service des installations, principalement de COGEMA à La Hague, a été effectuée. Elle concerne pour l'essentiel vingt-six substances mesurées systématiquement depuis 1987 du fait des exigences réglementaires, des caractéristiques toxicologiques de ces substances et des quantités rejetées.

À titre de précaution, le GRNC s'est également intéressé aux 330 substances approvisionnées sur le site COGEMA de La Hague dont une faible partie serait rejetée. Par ailleurs, une évaluation des transferts des substances chimiques dans l'environnement est en cours et fait appel, chaque fois que possible, aux modèles utilisés pour les radionucléides dans le cadre de la première mission du GRNC. Les données relatives aux propriétés toxicologiques des substances rejetées – ou susceptibles de l'être – ont été rassemblées et les scénarios d'exposition des populations ont été définis. Une réflexion sur les mesures qu'il conviendrait de réaliser dans l'environnement a été menée.

Comparaison des approches anglaise et française

Le 20 avril 2001, une rencontre a réuni à Londres des experts du GRNC, des épidémiologistes français accompagnant le professeur A. Spira, directeur de recherche à l'INSERM, et des membres du COMARE, qui est chargé de l'étude d'impact sanitaire des installations nucléaires anglaises.

Les approches méthodologiques des deux groupes sont très proches ; par contre, la composition des équipes s'avère très différente : dans le cas anglais, il s'agit principalement d'experts universitaires (épidémiologistes, radiobiologistes, médecins) n'ayant pas eu à traiter directement le dossier avant la polémique, alors que, dans le cas du GRNC, la plupart des membres, à l'exception des experts étrangers, sont directement impliqués (experts institutionnels, associatifs, exploitants). Dans les deux cas, le travail d'analyse est préparé par les organismes d'expertise institutionnels : NRPB en Grande-Bretagne, IPSN en France.

Prélèvements aquatiques à proximité d'une installation nucléaire.



mener une étude destinée à élaborer un dispositif de qualification des portiques du CEA, à la demande de la direction centrale de la sécurité. Un protocole expérimental d'utilisation de ce dispositif et un programme d'essais ont été définis, avec pour objectif d'homogénéiser le niveau de déclenchement des alarmes pour tous les portiques du CEA. Les travaux déjà réalisés ou en cours devraient permettre d'améliorer l'utilisation des portiques de détection radiologique que l'on trouve dans le secteur nucléaire ou l'industrie sidérurgique mais aussi dans les domaines de la santé ou de l'environnement. >

Nouvelles perspectives thérapeutiques pour les cytokines < Afin d'améliorer les stratégies thérapeutiques à mettre en œuvre après une irradiation accidentelle, l'IPSN poursuit son évaluation du potentiel thérapeutique des cytokines chez la souris irradiée à dose létale. Les études portent sur des cytokines autres que celles utilisées dans les récents accidents ; en effet, si ces dernières sont efficaces sur certaines lignées de cellules sanguines, elles n'agissent pas de façon significative sur d'autres organes participant au syndrome de défaillance multiviscérale. Les résultats obtenus montrent que la thrombopoïétine améliore la survie des souris en relation avec une reprise accélérée de l'hématopoïèse et une limitation des thromboses. L'interleukine-4 (IL4) améliore également la survie ; elle est sans effet sur l'hématopoïèse, mais a fait la preuve de son action anti-inflammatoire (figure 1). >

Mesure du thorium dans les urines de 79 anciens travailleurs de l'usine de Pargny-sur-Saulx < L'extraction du cérium de minerais de monazite par la société Orlam-Plast entre 1934 et les années 70 a été à l'origine de déchets solides contenant des sables minéraux fortement thorios. Afin d'évaluer les risques radiologiques qui en découlent, le laboratoire d'évaluation et de modélisation de la dose interne de l'IPSN a réalisé la mesure du thorium 232 dans les urines de 79 anciens travailleurs de la société Orlam Plast de Pargny-sur-Saulx à partir des prélèvements réalisés par l'OPRI en juin 2001. Les résultats ont montré l'absence d'élimination urinaire significative du thorium 232 chez ces travailleurs. Ils vont dans le même sens que les conclusions des études menées par l'OPRI avec l'INSERM et l'InVS qui n'ont pas mis en évidence d'association statistiquement significative entre l'incidence des décès par cancer du poumon ou de la vessie et l'exercice d'une activité professionnelle au sein de la société Orlam-Plast. >

Risques associés à l'uranium appauvri utilisé dans les armes : un rapport de l'IPSN < Fin 2000, diverses pathologies, dont des leucémies, ont été rapportées chez des militaires ayant participé à la guerre des Balkans. À cette occasion, l'uranium appauvri d'armes utilisées lors de ce conflit a été mis en cause. À la lumière de leur expérience des questions de radioprotection posées par l'uranium après incorporation, les experts de l'IPSN ont rédigé une synthèse des connaissances actuelles sur ce radioélément : comportement dans l'organisme, toxicité chimique et radiologique,

et méthodes de détection d'une éventuelle contamination. Selon ce rapport, seule la toxicité chimique de l'uranium au niveau du rein est aujourd'hui formellement établie. Par ailleurs, les calculs de dose montrent que, si les leucémies étaient dues à l'uranium appauvri, des pathologies rénales aiguës auraient été observées auparavant. >

AMANDE, un nouvel accélérateur pour la production de neutrons < L'IPSN a décidé d'acquérir un équipement capable de produire des faisceaux de neutrons mono-énergétiques pour être en mesure de réaliser l'étude et l'étalonnage de dosimètres en fonction de l'énergie des neutrons. Baptisé AMANDE, cet instrument confortera la position de pointe que le laboratoire d'études et de recherches en dosimétrie externe de l'IPSN occupe en matière d'étude des expositions externes dues à des rayonnements ionisants de différentes natures (photons ou neutrons). La construction du bâtiment qui abritera AMANDE devrait débuter fin 2002 ; la mise en service de l'accélérateur est prévue à la fin de l'année 2003. >



Mine d'uranium d'Oklo (Gabon).

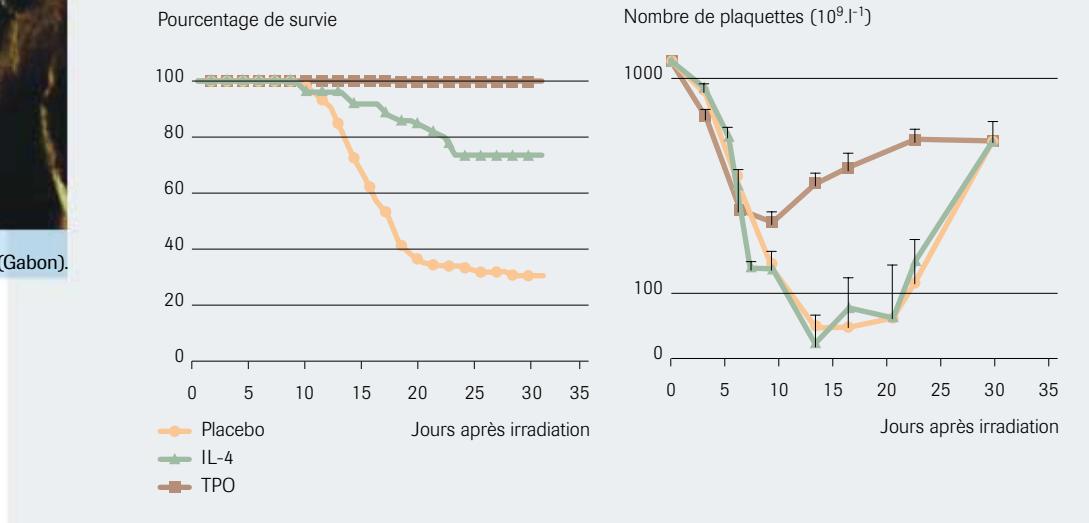


Figure 1
L'interleukine-4 (IL-4) et la thrombopoïétine (TPO) améliorent la survie de souris irradiées avec une source de rayonnement γ à une dose de 8 Gy sur l'ensemble du corps. Les animaux ont été irradiés, puis traités deux heures après l'irradiation par un placebo, l'IL-4 ou la TPO.

La TPO augmente le nombre de plaquettes sanguines de souris irradiées corps entier à la dose de 8 Gy alors que l'IL-4 reste sans effet.

Contribuer à la protection du personnel des centrales nucléaires < Bien que les doses collectives dans les centrales nucléaires diminuent au niveau mondial depuis les années 1980, la réduction et le contrôle des sources de rayonnements demeurent un objectif essentiel. Les études réalisées dans les centrales ont montré que les débits de dose étaient principalement dus aux produits de fission et aux produits de corrosion (cobalt 60, cobalt 58...) déposés sur les surfaces du circuit primaire ou transportés par l'eau. Ces dépôts évoluent au cours du fonctionnement de la centrale, surtout lors des arrêts à froid. Pour limiter les dépôts, différentes méthodes ont été testées, le contrôle de la chimie de l'eau de refroidissement du circuit primaire étant un élément essentiel pour la protection des travailleurs contre l'exposition externe. >

Projet CIBLEX: des données fiables sur les populations exposées < Estimer avec plus de réalisme les doses reçues par des groupes de population exposés aux rayonnements ionisants requiert de rassembler des données précises sur les temps passés dans les activités journalières, les régimes alimentaires et les modes de vie caractéristiques de scénarios particuliers. Ce recueil de données constitue le projet CIBLEX, qui est financé par l'ADEME. La base de données sera disponible en 2002. >

Zones à haut niveau de radioactivité naturelle: bilan des enquêtes épidémiologiques < Dès les années 1970, des études épidémiologiques ont été menées dans des régions à haut niveau de radioactivité naturelle, en particulier dans le Yangjiang (sud de la Chine) et le Kerala (Inde), où les doses individuelles peuvent atteindre plusieurs dizaines de mSv par an et conduire à des doses élevées sur la vie entière. Ces études n'ont pas montré d'augmentation du risque de cancer, de leucémie ou de maladies héréditaires et congénitales. Elles ont néanmoins permis d'observer un surcroît d'aberrations chromosomiques. Il convient de souligner que la majorité de ces études épidémiologiques présentent des limites méthodologiques et qu'elles ne peuvent pas en l'état apporter des éléments déterminants sur les effets des faibles doses et débits de dose. >

La perception du risque: un facteur clé de la gestion du risque < Depuis sa création par l'IPSN en 1992, l'Observatoire des opinions sur les risques et la sécurité a tenu dix-sept réunions d'information et d'échange sur la perception des risques par le public. En juin 2000, un comité d'animation élargi à d'autres organismes a été constitué. Sa mission est de veiller à ce que l'Observatoire couvre le plus grand nombre possible de domaines. Dans ce contexte, deux réunions ont été tenues en 2001 sur la comparaison entre risques réels et risques perçus. La première réunion a traité des risques alimentaires, la seconde de l'identification de nouveaux risques. >

L'épithélium intestinal: rôle dans l'atteinte multi-organes après irradiation < L'épithélium intestinal constitue une des plus grandes surfaces de l'organisme exposées à des agressions extérieures. S'il est endommagé, il ne permet plus le transport des nutriments essentiels, et ne joue plus son rôle de barrière protectrice de l'organisme vis-à-vis des molécules ou agents pathogènes présents dans la lumière intestinale.

Les recherches menées à l'IPSN ont montré que des médiateurs neuro-hormonaux et inflammatoires libérés par l'intestin irradié participent aux dysfonctionnements gastro-intestinaux et aux modifications structurales et fonctionnelles de l'épithélium intestinal. Par ailleurs, l'atteinte de l'épithélium intestinal pourrait avoir des répercussions sur d'autres organes. L'intestin aurait alors un rôle clef dans le développement du syndrome de défaillance multiviscérale observé dans certains accidents d'irradiation (Tchernobyl, Tokai-Mura). De nouvelles stratégies thérapeutiques, prenant en compte ces relations entre différents organes, sont étudiées à l'IPSN (figure 2). >

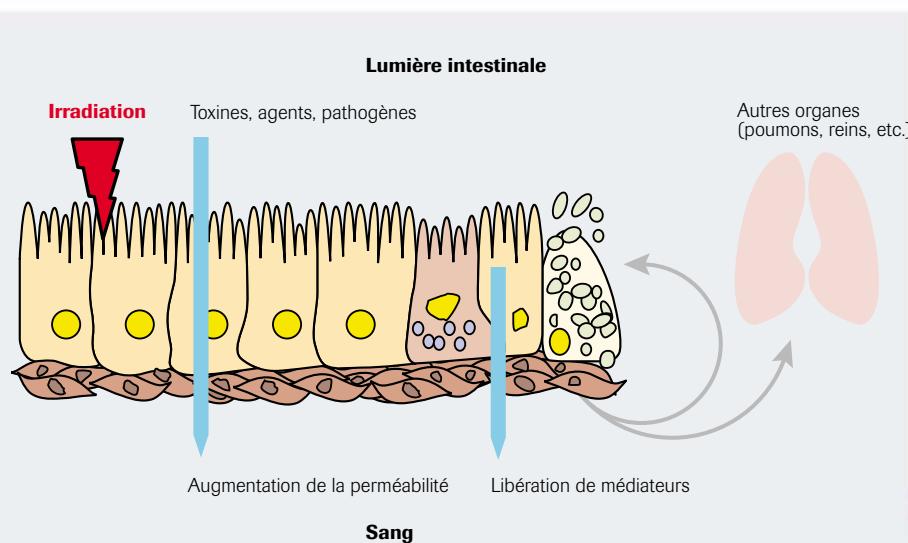


Figure 2

L'altération de la barrière intestinale est associée à un passage facilité de toxines ou d'agents pathogènes, ainsi qu'à un accroissement de la libération de certains médiateurs neuro-hormonaux et inflammatoires par l'intestin. Ces changements peuvent se répercuter sur la fonction intestinale, mais également sur le fonctionnement d'autres organes.



Un Institut de plus en plus tourné vers l'international

Dans tous les domaines d'activité de l'IPSN – sûreté nucléaire, radioprotection, sécurité des matières nucléaires, etc. – et pour l'ensemble des acteurs du secteur nucléaire, les relations internationales jouent un rôle croissant dans le développement des connaissances et des compétences. Pour l'IPSN, elles sont indispensables au maintien et au développement d'une expertise et d'une recherche de haut niveau.





Une contribution essentielle à l'élaboration de consensus internationaux

Une expertise sollicitée sur le plan international

Aujourd'hui, des organismes comme l'IPSN ne peuvent pas se contenter d'une approche nationale : les échanges nourris avec les autres pays et la participation à des programmes qui rassemblent les pays les plus avancés en matière scientifique permettent d'enrichir les connaissances mais aussi d'acquérir une reconnaissance sur le plan international qui s'impose comme un gage de sa crédibilité auprès des pouvoirs publics nationaux.

Les relations internationales s'avèrent aussi déterminantes pour faire évoluer l'environnement scientifique, technique et réglementaire dans lequel se situe l'énergie nucléaire. Seule la coopération entre les pays permet d'aboutir à des consensus sur l'exploitation des résultats des programmes de recherche. Cette coopération est également indispensable pour que ces programmes atteignent leur pleine efficacité et prennent valeur de référence bien au-delà du cercle des participants qu'ils rassemblent. Dans cette perspective, l'Institut participe aux travaux organisés par un grand nombre d'organisations internationales qui rassemblent des experts de tous les pays concernés sur des sujets importants de sûreté, de radioprotection et de sécurité.

Enfin, pour l'IPSN, l'ouverture internationale est le moyen de mettre son expertise à la disposition des organismes de sûreté et de radioprotection étrangers. L'objectif ? Travailler ensemble à la modernisation de leurs systèmes réglementaires, de leurs méthodes et de leurs outils, voire collaborer au règlement de certains problèmes particuliers dans ces domaines. Cette coopération, financée notamment par la Commission européenne ou la BERD, est menée avec de nombreux partenaires étrangers à travers le monde, principalement dans les pays de l'Europe centrale et orientale, et en Asie.

L'IPSN développe ainsi des relations internationales de natures différentes dont les synergies contribuent largement à la cohérence et à l'efficacité de son action en France et sur la scène internationale.

Radioprotection : une collaboration fructueuse entre l'IPSN et le MINATOM < Le MINATOM et l'IPSN ont tenu en juillet la première réunion du comité de pilotage mis en place pour améliorer le suivi et développer les orientations stratégiques de leur collaboration en radioprotection. La réunion a fait le bilan des actions engagées depuis 1996 dans le domaine de la radioprotection, notamment en matière de dosimétrie des travailleurs du cycle du combustible nucléaire, et a envisagé de nouveaux axes de collaboration. À cet égard, deux projets avec l'Institut de biophysique de Moscou et plusieurs autres partenaires russes et étrangers devraient être soumis au Centre international scientifique et technique (CIST) de Moscou dont l'IPSN est devenu partenaire en juillet 2001 ; ces projets portent respectivement sur la mesure anthroporadiométrique des transuraniens et sur la reconstitution dosimétrique en cas d'accident. >

L'IPSN préside l'association EURADOS < Depuis le mois de mai dernier, l'IPSN a pris la présidence d'EURADOS, association fondée en 1981, avec deux objectifs majeurs : faire progresser la compréhension des bases scientifiques de la dosimétrie des rayonnements ionisants, et promouvoir le développement et l'application de méthodes et d'instrumentations en dosimétrie conformes aux directives internationales. Plus de trente organismes de recherche, d'expertise et de service européens sont désormais représentés au sein du groupe EURADOS, qui bénéficie du soutien des programmes de radioprotection de la Commission européenne. >

Radioprotection : coopération avec l'Autoridad regulatoria nuclear (ARN, Argentine)
< Un mémorandum de coopération dans le domaine de la radioprotection a été signé en juin 2001 entre l'Autoridad regulatoria nuclear (Argentine), l'institut Curie et l'IPSN. La coopération est centrée sur l'accident radiologique : la radiopathologie, la dosimétrie physique et biologique et les stratégies thérapeutiques. Un volet d'études sur les complications liées aux traitements de radiothérapie complète les domaines de la coopération. >

Quatre nouveaux contrats européens < L'année 2001 a vu la signature de quatre contrats européens auxquels l'IPSN participe dans le champ de la radioprotection : le projet EVIDOS (dosimétrie individuelle en champs mixtes neutrons-photons) coordonné par le PTB (Allemagne) ; les projets IDEAS (évaluation de la dose interne) et IDEA (développement de la mesure de l'exposition interne) respectivement coordonnés par le FzK de Karlsruhe (Allemagne) et l'ARCS (Autriche) ; le projet NAIMORI (étude de nouvelles approches pluridisciplinaires pour le traitement d'accidents d'irradiation) coordonné par CIEMAT (Espagne). Ces projets complètent l'implication forte de l'IPSN dans le 5^e PCRD pour les domaines de la dosimétrie des neutrons et des rayonnements cosmiques, la dosimétrie interne, l'épidémiologie, la dosimétrie biologique, la radiopathologie et les traitements associés. >

Deux projets européens de premier ordre
< En matière d'accidents avec fusion du cœur, deux nouveaux projets coordonnés par l'IPSN ont été retenus à l'issue du deuxième appel d'offres du 5^e PCRD de la Commission européenne : le projet THENPHEBISP qui rassemblera les quinze organisations européennes engagées dans le quarante-sixième exercice ISP de l'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire concernant la comparaison des réponses de plusieurs codes de calcul aux résultats de l'essai Phébus FPT-1, le projet EURSAFE qui conduira dix-neuf organisations de onze pays à définir une position européenne sur les programmes de recherche prioritaires dans les prochaines années en matière d'accidents avec fusion de cœur

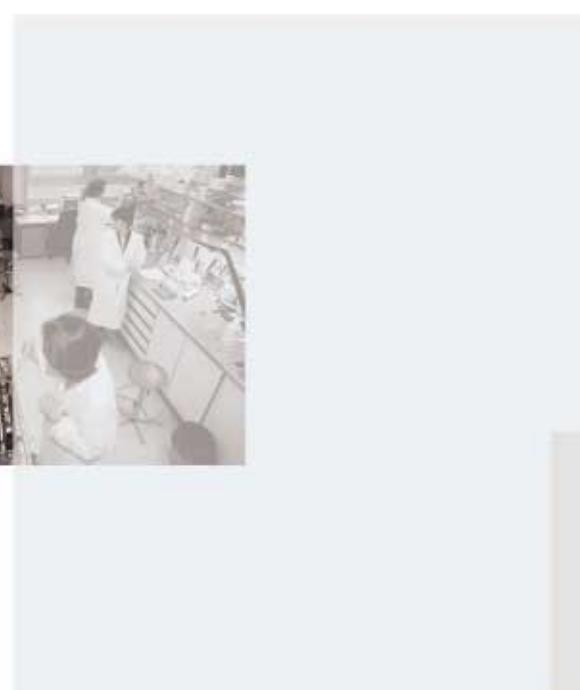
et favorisera la mise en place d'un réseau d'excellence européen dans ce domaine. >

5^e PCRD : résultats significatifs à mi-parcours

< L'IPSN a poursuivi sa participation au 5^e PCRD de la Commission européenne au travers du projet ASTRID concernant les méthodes d'organisation et les évaluations en cas de crise et de six projets consacrés aux accidents avec fusion du cœur : COLOSS sur la dégradation de cœur, ENTHALPY sur l'élaboration d'une base européenne de données thermodynamiques sur le corium, EVITA sur la mise à disposition et la validation du code ASTEC, ICHEMM sur l'étude de la chimie de l'iode, LPP sur le relâchement de produits de fission à partir de bains de corium, PHEBEN2 sur la validation des codes à partir des résultats du programme Phébus PF. À mi-parcours, ces projets ont produit des résultats significatifs sur la dégradation et l'oxydation de crayons en B₄C, l'élaboration d'une première base de données sur le corium à partir des données de AEA-T et IPSN, la validation du code ASTEC V0 et la préparation de la nouvelle version ASTEC V1, les données expérimentales de base sur la chimie de l'iode, le transport du ruthénium et le relâchement de produits de fission à partir de bains de corium. >

IPSN et NRC : une coopération renforcée

< Signature d'un accord bilatéral pour la réalisation du programme international Cabri boucle à eau, détachement d'un expert de l'IPSN à la NRC sur l'évaluation des logiciels de sûreté, échanges entre experts des deux organismes dans le cadre d'un accord sur les études probabilistes... tels sont quelques-



La coopération avec les pays d'Europe centrale et orientale

Depuis le début des années 1990, l'IPSN n'a cessé de confirmer le caractère prioritaire de son action en faveur de la sécurité nucléaire dans les pays d'Europe centrale et orientale. Tout en conservant cette priorité, l'Institut élargit le champ de son action à d'autres sujets importants de sécurité nucléaire.

La participation active de l'IPSN à différents projets concernant les pays d'Europe centrale et orientale se poursuit dans le cadre des programmes européens PHARE et TACIS et des projets de la BERD. Elle est menée en partenariat avec la GRS, au travers de leur filiale Riskaudit, et en collaboration avec les autres organismes techniques de sûreté européens et, pour certains projets, avec la société américaine Scientech. Ainsi l'Institut contribue à la mise à l'arrêt définitif de la centrale nucléaire de Tchernobyl et à la réduction des risques présentés par l'actuel sarcophage. Ce dernier programme d'action, d'une durée de dix ans, a été lancé en 1998. Il a donné lieu, en 2001, à un travail portant sur la définition des agressions externes qui devront être prises en considération dans la conception du nouveau sarcophage.

L'IPSN participe par ailleurs à l'amélioration du parc nucléaire ukrainien dans son ensemble et à de nombreux projets dans d'autres pays d'Europe centrale ou orientale : évaluation des conséquences radiologiques associées au stockage de déchets en Roumanie, analyse d'une installation de

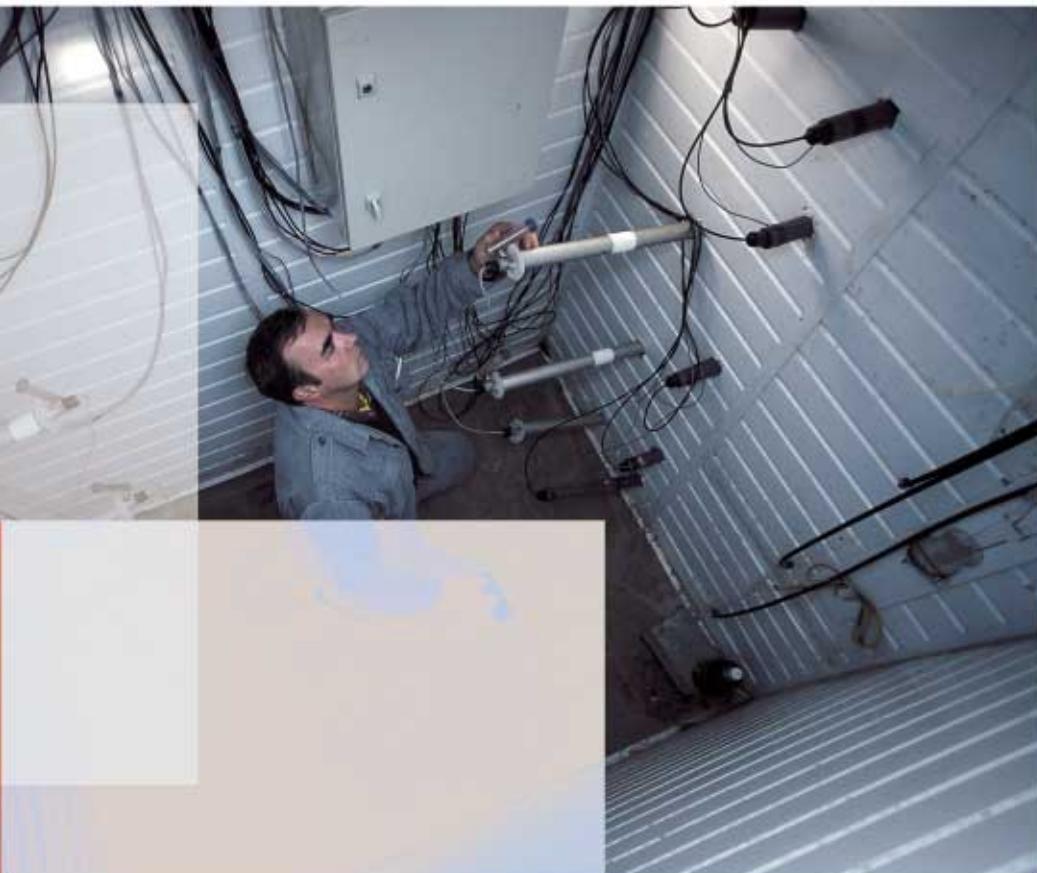
traitement d'effluents pour la centrale de Leningrad, gestion et stockage des déchets en Russie, assistance à l'autorité de sûreté lituanienne, analyse des améliorations proposées pour la centrale arménienne de Medzamor, etc.

Un élargissement de la coopération

Centrée – jusqu'à présent – sur la sûreté des réacteurs nucléaires, la coopération avec les pays d'Europe centrale et orientale devrait connaître, dans les années à venir, des évolutions importantes, à la fois en ce qui concerne la nature des relations entre partenaires et les questions traitées.

Compte tenu de l'évolution des pays d'Europe centrale et orientale, les actions d'assistance devraient progressivement céder la place à des coopérations équilibrées. Ce processus est accéléré par la perspective de l'entrée de certains de ces pays dans l'Union européenne.

Par ailleurs, le champ de la coopération s'élargit et prend désormais pleinement en compte les problèmes liés au déclassement des centrales nucléaires, les questions de sûreté qui soulèvent la gestion des combustibles usés et des déchets radioactifs, et la sûreté des réacteurs nucléaires de conception plus récente. Enfin, l'importance des collaborations relatives à la protection de l'homme et de l'environnement tend à s'accroître. Il en va de même pour la sécurité des matières nucléaires.



Site pilote de Tchernobyl : étude du comportement des radionucléides dans le sol.

uns des axes de renforcement de la collaboration entre l'IPSN et la NRC américaine. Ce partenariat devrait en outre être complété par un nouvel accord de recherche, actuellement en cours de négociation, concernant la modélisation et l'expérimentation dans le domaine des feux. >

Une participation active aux travaux des organisations internationales < Les organisations internationales jouent un rôle majeur pour la construction de consensus en matière de règles et de pratiques que pour le progrès des connaissances scientifiques et techniques dans les domaines de la sûreté nucléaire, de la radioprotection ou du contrôle des matières nucléaires et sensibles. Aussi l'IPSN contribue-t-il activement aux travaux de divers groupes consultatifs, comités et groupes de travail abrités par ces organismes, au premier rang desquels l'AIEA, l'AEN, l'UNSCEAR, la CIPR et la Commission européenne. Pour ce qui concerne cette dernière organisation, l'IPSN a également contribué à la préparation du volet nucléaire (gestion des déchets, radioprotection, sûreté nucléaire...) du 6^e PCRD en participant aux groupes de travail mis en place par les autorités françaises ou des instances européennes. >

La Chine : un partenaire privilégié < L'IPSN a maintenu en 2001 une coopération soutenue avec ses partenaires chinois en matière de sûreté nucléaire. Dans le cadre d'un accord signé en 2000 avec l'exploitant des centrales de Daya Bay et de Ling Ao (GNP/JVC), l'adaptation aux caractéristiques des deux centrales du logiciel de crise SÉSAME de

l'IPSN a été poursuivie. En outre, l'IPSN, la NNSA et les organismes techniques chinois ont organisé plusieurs séminaires et stages sur des questions importantes de sûreté, tant en Chine (évaluation de l'extension de la durée des cycles d'irradiation à dix-huit mois pour la centrale de Daya Bay, augmentation du taux de combustion, sûreté des réacteurs à neutrons rapides...) qu'en France, et un stage de formation pour un expert du NSC sur l'évaluation de sûreté et le retour d'expérience. >

L'IPSN renforce son soutien au SSTC ukrainien

< Le SSTC et l'IPSN ont signé en juillet 2001 un accord de coopération dans les domaines de l'expertise et de la recherche en sûreté nucléaire et en radioprotection. À la suite d'un séminaire d'échanges entre experts des deux organismes, organisé en septembre à Kiev, les premières applications concrètes de cette coopération ont été lancées. Elles concernent des stages de longue durée d'experts ukrainiens à l'IPSN dans les domaines de la gestion des contrats, de l'évaluation de sûreté et de l'analyse des accidents avec fusion du cœur (code de calcul ASTEC). >

Lituanie : une action d'assistance en plein essor

< Au cours de l'année 2001, l'IPSN a poursuivi sa participation aux travaux du groupe de six pays occidentaux (Allemagne, États-Unis, Finlande, France, Royaume-Uni, Suède), qui apporte une assistance continue à l'autorité de sûreté lituanienne dans l'exercice de sa mission de contrôle. L'IPSN continue par ailleurs d'apporter son concours au NSAC, comité consultatif chargé de conseiller le gouvernement lituanien sur les questions relatives à la centrale nucléaire d'Ignalina. Enfin, en collaboration avec l'INSTN (Saclay), l'Institut a accueilli, en décembre, onze spécialistes lituaniens de l'énergie nucléaire pour un stage de deux semaines sur la physique du cœur d'un réacteur nucléaire. >

Collaboration IPSN/JNC sur le développement du code SIMMER III

< Dans le cadre de l'accord de coopération qui lie l'IPSN et le JNC, une nouvelle fiche de coopération d'une durée de quatre ans a été signée en octobre 2001 entre ces deux organismes. Elle prévoit la participation de l'IPSN au développement et à l'utilisation du code SIMMER III au même titre que les autres partenaires de ce développement JNC, FzK et CEA. L'originalité du code SIMMER III réside dans sa possibi-

lité de décrire la dégradation d'un cœur de réacteur à neutrons rapides (et plus généralement de systèmes à plusieurs constituants sous différentes phases physiques), en tenant compte des effets neutroniques induits par cette dégradation. La première application de ce code par l'Institut concerne l'étude de l'accident d'assemblage pour le réacteur Phénix. >

Collaboration sur l'utilisation des EPS pour l'analyse des événements significatifs

< L'utilisation des études probabilistes de sûreté permet d'apporter un éclairage quantitatif sur les événements significatifs. L'approche consiste à évaluer l'importance pour la sûreté des incidents marquants en examinant leurs conséquences potentielles et en calculant la probabilité conditionnelle d'endommagement du cœur. Les résultats permettent de mettre en évidence l'importance de certains problèmes et de hiérarchiser les actions correctrices.

Cette approche, qui a été lancée dans les années 1980 aux États-Unis sous le nom de programme Précurseurs, est utilisée dans de nombreux pays et notamment en France à EDF et à l'IPSN. Un exercice de comparaison des différentes méthodes utilisées a été mené par les organismes d'appui technique des autorités de sûreté que sont l'IPSN pour la France, NUPEC pour le Japon et la GRS pour l'Allemagne. Cet exercice a apporté de nombreux enseignements concernant les méthodes utilisées et les résultats obtenus. Un des points examinés en détail a été la façon de considérer les défaillances de cause commune. >



La coopération avec les organismes finlandais se développe < L'IPSN et ses partenaires finlandais ont renforcé leur coopération en 2001. L'Institut a ainsi étendu pour cinq ans l'accord de coopération qui le lie à VTT Energy. Cette extension concerne principalement les accidents de réactivité et le code de calcul SCANAIR, le logiciel de crise SÉSAME et ses applications aux réacteurs de type VVER. L'IPSN et VTT Energy ont en outre signé, en 2001, un accord bilatéral pour la réalisation du programme de recherche Cabri boucle à eau. Enfin, l'IPSN et le STUK ont poursuivi leur collaboration avec un accent particulier, cette année, sur les risques d'incendie et l'étude expérimentale des feux dans les installations nucléaires. >

Panama : expertise d'un accident grave en radiothérapie < L'IPSN a participé à la mission organisée en mai 2001 par l'AIEA à la demande du Panama pour réaliser l'expertise d'un grave accident de radiothérapie survenu à l'Institut national oncologique. L'expertise a permis d'identifier la cause de la surexposition de vingt-huit patients traités essentiellement pour des cancers de l'utérus et de la prostate liée à la mauvaise utilisation d'un logiciel de dosimétrie. Les conséquences médicales de l'accident restent très difficiles à appréhender : des occlusions intestinales et des radionécroses du rectum ou du côlon peuvent apparaître plusieurs mois ou plusieurs années après la surexposition. Ces pathologies intestinales radioinduites sont étudiées dans le cadre du laboratoire commun IPSN-institut Gustave-Roussy afin de proposer des moyens de prévention et des thérapeutiques efficaces. >

Nouvelles initiatives en matière de recherches sismiques < L'IPSN participe régulièrement aux missions d'expertise organisées par l'Association française de génie parasismique après de violents séismes. Ainsi, en 2001, un géologue et un sismologue de l'IPSN se sont rendus en Inde après le séisme intraplaque de magnitude 7,3 qui s'est produit dans l'Etat de Gurajat le 26 janvier, afin d'observer sur le terrain les effets du séisme (liquéfaction, rupture de surface), ainsi que le comportement des bâtiments. L'IPSN participe en outre au projet européen CORSEIS, consacré à l'observation et à la compréhension du fonctionnement d'une faille active dans le golfe de Corinthe. À cette fin, les enregistrements d'un réseau accélérométrique en surface et en profondeur permettront l'étude du comportement non linéaire des sols qui apparaît à partir d'un certain niveau de sollicitations sismiques. >

Essai Cabri-REP Na 1: constitution d'une task force internationale < Pour déterminer si la rupture précoce survenue lors de l'essai Cabri-REP Na1 est due à des artefacts éventuels résultant des tests isothermes réalisés préalablement au transitoire, une "task force" internationale a été mise en place. À cet effet, une étude détaillée du comportement des hydrures et de leur influence sur les propriétés mécaniques des gaines pendant la phase avant essai a été menée en 2001 par des experts d'EDF, du CEA et de l'IPSN. Les éléments actuellement disponibles ne mettent pas en évidence d'artefacts. >

L'IPSN maître d'œuvre du rapatriement d'un irradiateur ivoirien < En septembre 2001, l'IPSN a été mandaté par la direction du patrimoine et de l'assainissement (DPA) du CEA pour procéder ou faire procéder au rapatriement en France d'un irradiateur de type LISA 3 installé à l'université de Cocody en Côte-d'Ivoire. L'appareil avait été fourni par la France en 1969 et contenait à l'origine $1,5 \cdot 10^{15}$ Bq de césum 137 répartis en huit barreaux, (soit environ $0,75 \cdot 10^{15}$ Bq aujourd'hui). Le déroulement de cette opération complexe, menée en étroite collaboration avec les autorités de la Côte-d'Ivoire, l'AIEA, le ministère des Affaires étrangères français et le CEA, a été décrit dans un cahier des charges rédigé par l'IPSN fin 2001. Le dossier de faisabilité sera confirmé lors d'une mission d'expertise programmée début 2002 et transmis à la DSIN pour avis sur la possibilité de réaliser un transport sous arrangement spécial. >

Paroi en acier du sarcophage recouvrant la tranche accidentée de la centrale de Tchernobyl.



Forum Eurosafé : un succès qui ne se dément pas < L'IPSN et la GRS, en collaboration avec les organismes belge AVN, britannique HSE, espagnol CSN et suédois SKI, ont organisé à Paris, les 5 et 6 novembre 2001, la troisième édition du forum européen Eurosafé. Ces journées ont regroupé plus de cinq cents experts, chercheurs et décideurs des différents pays de l'Union européenne, de Suisse, ainsi que des pays d'Europe centrale et orientale et d'organisations internationales. Les thèmes abordés ont concerné la sûreté des installations nucléaires, la gestion des déchets, la radioprotection et la sécurité des matières nucléaires.

Destiné à favoriser la collaboration entre les organismes techniques de sûreté et de radioprotection ainsi que la convergence des pratiques de sûreté en Europe, le forum Eurosafé constitue une enceinte privilégiée de débat sur les questions relatives à la gestion des risques nucléaires. D'ores et déjà, rendez-vous est pris pour le prochain forum Eurosafé qui se tiendra à Berlin les 4 et 5 novembre 2002. >

Le code ASTEC : une validation en bonne voie

< La version V0.4 du code intégré ASTEC a été validée par l'IPSN et la GRS sur une trentaine d'expériences analytiques ou globales. Cette version traite l'ensemble des phénomènes dominants qui interviennent au cours d'un scénario d'accident grave dans un REP. Les conclusions de la validation sont satisfaisantes pour plusieurs phénomènes tels que la production d'hydrogène en cuve, le transport et le rabattement des produits de fission et des aérosols, ou encore la thermo-hydraulique dans l'enceinte de confinement. Ces travaux ont toutefois mis en évidence quelques limitations concernant la phase avancée de la dégradation du cœur, la chimie à haute température des produits de fission, la production d'iodes organiques par les peintures des murs de l'enceinte, et la phase à long terme de l'interaction corium-béton. Certaines devraient être levées dès la prochaine version d'ASTEC, prévue en 2002. D'autres nécessiteront l'obtention préalable de nouveaux résultats expérimentaux. Ce processus devrait être enrichi par les contributions apportées par les partenaires européens du projet EVITA de validation du code ASTEC, mené dans le cadre du 5^e PCRD de la Commission européenne. >

IFA : un premier bilan prometteur < Inaugurée en 1997 par l'IPSN, la GRS et le Centre ukrainien de Tchernobyl, l'initiative franco-allemande pour Tchernobyl est réalisée avec le concours d'une trentaine d'instituts biélorusses, russes et ukrainiens. Il s'agit d'un projet de 6 millions d'Euros, financé par les pouvoirs publics des deux pays, EDF et le groupement d'électriciens allemands VdEW, en vue de rassembler l'ensemble des informations techniques concernant les conséquences de l'accident de 1986.

Trois domaines sont concernés : la sûreté du sarcophage, les transferts de radioéléments dans l'environnement et la santé des populations ; ils donnent lieu à trente-sept sous-projets, déjà bien avancés. Ainsi, une première version de la base de données concernant le sarcophage est d'ores et déjà constituée, tandis qu'un site Internet présentant les résultats généraux des trois domaines est en voie de constitution. >

Tchernobyl : un nouveau bilan < Organisée en avril 2001 par le gouvernement ukrainien, en collaboration avec les autorités biélorusses et russes et plusieurs organisations internationales, une conférence tenue à Kiev a permis de faire le point sur les leçons de l'accident de Tchernobyl. Les conséquences environnementales, sanitaires et sociales, les questions relatives à la sûreté du sarcophage et à l'efficacité des contre-mesures mises en œuvre dans les trois pays ont été ainsi passées en revue. À cette occasion, l'IPSN et la GRS, membres du comité des programmes de la conférence, ont présenté les travaux menés dans le cadre de l'initiative franco-allemande pour Tchernobyl (IFA). >

Troisième édition du forum européen Eurosafé.



IPSN-GRS : un partenariat à vocation européenne

Rassemblant les activités d'expertise et de recherche dans les domaines de la sûreté et des déchets radioactifs, la GRS est l'homologue allemand de l'IPSN. Ces caractéristiques en font un interlocuteur privilégié, avec lequel l'Institut développe un partenariat ambitieux et reconnu sur le plan international, en vue de contribuer à la constitution à terme d'un pôle européen d'expertise.

Depuis plus de dix ans, l'IPSN et la GRS ont entrepris une démarche partenariale fondée sur une série de projets communs. C'est notamment le cas en matière d'accidents graves, avec le projet ASTEC de code franco-allemand destiné à devenir une référence internationale.

Dans le cadre de la définition des orientations à retenir pour la sûreté des futurs réacteurs à eau sous pression, l'IPSN et la GRS ont élaboré ensemble de nombreux rapports d'évaluation concernant le projet de réacteur franco-allemand EPR.

La poursuite de l'initiative franco-allemande pour Tchernobyl

Par ailleurs, l'IPSN et la GRS ont poursuivi la mise en œuvre de l'initiative franco-allemande pour Tchernobyl (programme 1997-2003), destinée à rassembler, sous forme de bases de données, l'ensemble des informations techniques disponibles concernant les conséquences de l'accident de 1986 : sûreté du sarcophage, transferts de radioéléments dans l'environnement, santé des populations... Sur ces sujets, l'IPSN et la GRS, associés au Centre de Tchernobyl, travaillent en coopération avec une trentaine d'instituts biélorusses, russes et ukrainiens qui, sur le terrain, réalisent le travail de collecte, d'analyse, de validation et de mise en forme des informations recueillies. Doté d'un budget de six millions d'euros, ce projet franco-allemand participe donc au développement d'expertises locales et mettra à la disposition des pouvoirs publics, du public et des scientifiques des banques de données uniques en leur genre.

Eurosafe : le forum international des organismes techniques de sûreté européens

Autre initiative conjointe de l'IPSN et de la GRS : contribuer au rapprochement des pratiques techniques de sûreté nucléaire en Europe, en vue de la constitution à terme d'un pôle européen d'expertise. Le forum international Eurosafe a été créé à cette fin. Il est destiné aux experts des organismes techniques de sûreté, aux instituts de recherche, aux sociétés d'électricité, aux industriels, aux pouvoirs publics et aux organisations non gouvernementales. La réunion annuelle du Forum Eurosafe, alternativement en France et en Allemagne, permet aux différents organismes de présenter leurs travaux en cours et de faire ressortir points de convergence et points de divergence. En 2001, Eurosafe s'est enrichi de deux nouveaux outils permettant aux différents acteurs de prolonger et d'approfondir leurs échanges en dehors des réunions : un magazine scientifique, la *Tribune Eurosafe*, et un site Internet (www.eurosafe-forum.org). Si l'IPSN et la GRS restent les moteurs essentiels, d'autres organismes se sont engagés formellement dans cette dynamique. Ainsi, un comité des programmes Eurosafe a été constitué, qui rassemble, outre ces deux instituts, les organisations belge (AVNE), espagnole (CSN), britannique (HSE) et suédoise (SKI).

Dans le même temps, le directorate créé en 1998 entre les deux instituts a poursuivi son rôle de coordination et d'harmonisation de leurs stratégies respectives dans le domaine de la sûreté nucléaire. Avec le soutien financier de la Commission européenne et de la BERD, l'IPSN et la GRS ont pu maintenir, par l'intermédiaire de leur filiale commune Riskaudit, leur position de leader européen pour l'appréciation des projets d'amélioration de la sûreté nucléaire en Europe centrale et orientale.

ADEME	Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie	DATARAD	Base de données de mesures radiologiques dans l'environnement
AEA-T	Atomic energy authority-technology (Royaume-Uni)	DCS	Direction centrale de la sécurité
AEN	Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire	DÉBRIS	Étude du comportement d'un lit de débris à la suite d'un renouage du cœur en cuve
AFSSE	Agence française de sécurité sanitaire environnementale	DEN	Direction des études nucléaires
AIEA	Agence internationale de l'énergie atomique	DES	Département d'évaluation de sûreté
AMANDE	Accélérateur pour la métrologie et les applications neutroniques en dosimétrie externe	DGS	Direction générale de la santé
ANDRA	Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs	Diffusion Raman	Processus de diffusion inélastique de la lumière
APAVE	Association des propriétaires d'appareils à vapeur et électriques	DISCO	Installation pour l'étude de poudres inactives dans différentes atmosphères, pour le programme Aérocontamination
APRP	Accident de perte de refroidissement du circuit primaire	DIVA	Dispositif pour l'incendie, la ventilation et l'aérocontamination
ARCS	Austrian research centre Seibersdorf (Autriche)	DPA	Direction du patrimoine et de l'assainissement
ARN	Autoridad regulatoria nuclear (Argentine)	DPEA	Département de prévention et d'étude des accidents
ARTÉMIS	Programme expérimental d'étude de l'interaction corium (cœur fondu)-béton	DPHD	Département de protection de la santé de l'homme et de dosimétrie
ASG	Système d'alimentation de secours des générateurs de vapeur	DPRE	Département de protection de l'environnement
ASTEC	Accident source term evaluation code (code de calcul)	DRIRE	Direction régionale de l'industrie, de la recherche et de l'environnement
ASTRID	Assessment of source term for emergency response based on installation data	DRIVER	Installation d'essais à échelle réduite (12 m de long) de l'Institut Kurchatov pour l'étude de la combustion de l'hydrogène
AVN	Association vinçotte nucléaire (Belgique)	DRS	Département de recherches en sécurité
B4C	Carbure de bore, employé comme absorbant dans des barres de commande de réacteurs nucléaires	DSIN	Direction de la sûreté des installations nucléaires
BARC	Bhabha atomic research centre (Inde)	DSMR	Département de sécurité des matières radioactives
BEP	Boucle à eau sous pression	EAS	Système d'aspersion dans l'enceinte
BERD	Banque européenne pour la reconstruction et le développement	EDF	Électricité de France
Bismuth	Élément lourd de la table de Mendeleiev produit par la désintégration du radium	ENTHALPY	Base européenne de données thermodynamiques du corium
BORIS	Biodisponibilité des radionucléides dans les sols	Envirhom	Programme de recherche de l'IRSN environnement-santé, sur les conséquences des expositions chroniques aux radionucléides présents à faible dose
BRGM	Bureau de recherches géologiques et minières	EPIC	Établissement public à caractère industriel et commercial
Cabri	Réacteur expérimental dédié à l'étude des accidents de réactivité	EPICUR	Études physico-chimiques de l'iode confiné sous rayonnements
Cadmium	Métal disposant d'une exceptionnelle puissance d'absorption des neutrons	Épithélium	Tissu de recouvrement de la surface et des cavités de l'organisme
CANDU	Canadian deuterium-uranium reactor (filière canadienne de réacteurs nucléaires)	EPR	European pressurized water reactor
		EPS	Étude probabiliste de sûreté
		EQRAIN	Circuit d'évaluation de la qualité des résultats des analyses dans les installations nucléaires

Glossaire

CARMELA	Programme de recherche sur les incendies dans les installations nucléaires visant à améliorer les connaissances sur les feux d'armoires électriques	EURADOS	European radiation dosimetry group
CAROL	Camargue-Rhône-Languedoc, projet d'étude de la répartition de radionucléides artificiels dans la région Bas-Rhône	EURODIF	Usine européenne d'enrichissement par diffusion gazeuse
CATHARE	Code de calcul avancé de thermohydraulique pour les études de comportement des réacteurs à eau sous pression en situation accidentelle	ESARDA	European safeguards research and development association
CE	Commission européenne	EVIDOS	Évaluation of individual dosimetry in mixed neutron-photon fields : programme de recherche financé par la Communauté européenne
CEA	Commissariat à l'énergie atomique	EVITA	European validation of the integral code ASTEC
CETAMA	Commission d'établissement des méthodes d'analyse du CEA	Ex vivo	Se dit de phénomènes observés sur un tissu ou un organe sortis du corps, puis réincorporés
CHIP	Programme d'étude de la chimie de l'iode en phase gazeuse dans le circuit primaire d'un REP lors d'un accident de fusion de cœur	FIGARO	Four utilisé pour le programme MADRAGUE
CHU	Centre hospitalier universitaire	FLIP	Feux de liquide en interaction avec une paroi
CIBLEX	Banque de données sur l'exposition radiologique de la population au voisinage d'un site pollué	FLT3-ligand	Cytokine (FLT3 : fms-like tyrosine kinase 3)
CIEMAT	Centro de investigaciones energéticas medioambientales y tecnológicas (Espagne)	Framatomé	Société de fabrication de chaudières nucléaires
CINOG	Programme expérimental démonstratif	FzK	Forschungszentrum Karlsruhe (Allemagne)
CIPR	Commission internationale de protection radiologique	GNPJVC	Guangdong nuclear plant joint venture company (Chine)
CIST	Centre international scientifique et technique (Russie)	Granulométrie	Dimension des particules
CNRS	Centre national de la recherche scientifique	GRNC	Groupe Radioécologie Nord-Cotentin
COFRAC	Comité français d'accréditation	GRS	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (Allemagne)
COGEMA	Compagnie générale des matières nucléaires	Gy	Gray, unité de dose absorbée (1 Gray (Gy)=1 J.kg ⁻¹)
COLOSS	Projet européen consacré à l'étude de la dégradation du cœur lors d'un accident grave	Hématopoïétique	En relation avec la formation des éléments figurés du sang (globules rouges, globules blancs, plaquettes)
COMARE	Committee on the medical aspects of radiation in the environment	HFD	Haut fonctionnaire de Défense
Corium	Cœur de réacteur nucléaire en fusion	HSE	Health and safety executive (Royaume-Uni)
CORSEIS	Projet européen de compréhension du fonctionnement d'une faille (séismes) dans le golfe de Corinthe	HYCOM	Programme d'essais pour l'étude de la combustion de l'hydrogène
CSN	Consejo de seguridad nuclear (Espagne)	Hz	Hertz, unité de fréquence : 1 Hertz (Hz) correspond à une période par seconde
CTC	Centre technique de crise	ICARE	Interprétation des cœurs accidentés pour les réacteurs à eau (code de calcul)
CTHIR	Centre technique d'homologation d'instrumentation de radioprotection	ICHEMM	Projet européen sur la chimie de l'iode
Cytokine	Protéine sécrétée par une cellule et allant se fixer sur une autre cellule pour y déclencher divers phénomènes (division, différenciation...)	ICPE	Installation classée pour la protection de l'environnement
		ICP-MS	Plasma à couplage inductif associé à un spectromètre de masse

IDEA	Internal dosimetry-enhancement in application : programme de recherche financé par la Communauté européenne	PHEBEN 2	Projet européen de validation des codes décrivant le comportement des produits de fission dans le circuit et l'enceinte de confinement sur des essais Phébus
IDEAS	General guidelines for the estimation of committed dose from incorporation monitoring data : programme de recherche financé par la Communauté européenne	Phébus	Réacteur expérimental
IFA	Initiative franco-allemande	Phébus PF	Programme de recherche consacré à l'étude du comportement des produits de fission (PF)
IL4	Inter-leukine 4 (cytokine)	Phénix	Réacteur à neutrons rapides de 250 MWe
INERIS	Institut national de l'environnement industriel et des risques	PIC	Programme d'intérêt commun
INEX	International exercises	POLLUTEC	Salon international des équipements, des technologies et des services de l'environnement pour l'industrie
INSERM	Institut national de la santé et de la recherche médicale	PPI	Plan particulier d'intervention
INSTN	Institut national des sciences et techniques nucléaires (CEA)	Programme 123-2	Programme relatif aux essais des équipements de protection individuelle
In vivo	Se dit de phénomènes observés dans l'organisme entier	PROMETRA	Étude des propriétés mécaniques de la gaine irradié en fonction de l'état de corrosion, de la vitesse de déformation et de la température
InVS	Institut national de veille sanitaire	PTB	Physikalisch-technische Bundesanstalt (Allemagne)
IPSN	Institut de protection et de sûreté nucléaire	PTR	Système de traitement des piscines
IRSN	Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire		
ISO	Organisation internationale de normalisation	RAFT	R Reactivity accident fuel test
ISO 9001	Norme européenne du système de management de la qualité	RAPSODIE	Réacteur expérimental à neutrons rapides, mis à l'arrêt définitif en 1983
Isotope	Élément de même numéro atomique, mais de nombre de masse différent (le nombre de neutrons est différent)	RBMK	R Reactor Bolchoï Mochtchnost Kipiachctchi (réacteur à eau bouillante)
ISP	International standard problem	REP	R Réacteur à eau sous pression
JNC	Japan nuclear cycle institute (Japon)	RES	R Réacteur d'essais
KI	Kurchatov institute (Russie)	RFS	R Régule fondamentale de sûreté
Laser doppler velocimetry	Technique optique de mesure de vitesse par effet Doppler	RIS	R Système d'injection de sécurité
LECEV	Laboratoire d'étude des transferts de contamination, de l'épuration et de la ventilation	Riskaudit	R Filiale de l'IRSN et de la GRS
LED	Laboratoire d'exploitation dosimétrique de l'IPSN	RPE	R Résonance paramagnétique électronique
LISA 3	Type d'irradiateur	RPN	R Système d'instrumentation nucléaire
LPMAC	Laboratoire de physique et de métrologie des aérosols et du confinement	RUT	R Installation d'essais à grande échelle (100m de long) de l'Institut Kurchatov pour l'étude de la combustion de l'hydrogène, de la déflagration à la détonation
LPP	Programme européen sur le relâchement des produits de fission dans un bain de corium	SAP	S Progiciel de gestion (Allemand)
M5	Type de gainage de combustible à eau sous pression	SCANAIR	S Système de calcul pour l'analyse d'accident par injection de réactivité
MACE	Melt attack coolability experiment program	Screening	S Action de dépistage rapide
MADRAGUE	Installation pour des essais sur des crayons de carbure de bore et de combustible simulant la dégradation du cœur	SÉQUOIA	S Système évolutif de la qualité, objectif de l'IPSN pour l'avenir
mbar	Millibar	SÉSAMÉ	S Schéma d'évolution des situations accidentielles et méthodes d'évaluation
MEDEC	Salon de la médecine en France	SILÈNE	Réacteur expérimental de l'IPSN utilisé pour les expériences de criticité
MÉDICIS	Nouveau module d'interaction corium-béton du système de codes de calcul d'accidents graves ASTEC	SIMMER-III	Réacteur expérimental à neutrons rapides (RNR)
MINATOM	Ministère russe de l'énergie atomique	SKI	Statens Kärnkraftinspektion (Suède)
MOX	Mixed oxide fuel	SMQ	Système de management de la qualité
mSv	milliSievert	SSTC	State scientific and technical center (Ukraine)
MWe	Mégawatt électrique	STARMANIA	Station pour les transferts d'aérocontamination et les résistances mécaniques appliquée aux nuisances accidentielles et accidentelles
N4	Palier N4, palier de réacteurs à eau sous pression de puissance 1450 MWe en exploitation par EDF	STUK	Radiation and nuclear safety authority (Finlande)
NAIMORI	Novel approaches in the management of the radiation injury : programme de recherche financé par la Communauté européenne	Super-Phénix	Réacteur à neutrons rapides
Nanométrique	De l'ordre de 1 nanomètre (sachant que $1\text{nm}=10^{-9}\text{m}$)	TACIS	Programme européen de coopération avec les pays d'Europe orientale
NNSA	National nuclear safety administration (Chine)	THENPHEBISP	Réseau thématique européen couvrant l'action d'extension des calculs du problème standard international ISP46 (relatif à l'essai Phébus FPT1)
NOAH	Procédé de destruction du sodium en soude	TNA	Système élémentaire de traitement du sodium
NRC	Nuclear regulatory commission (États-Unis)	TONUS	Système de codes consacré à la modélisation du risque hydrogène
NRPB	National radiological protection board (Royaume-Uni)	TORPEDO	Installation d'essais à échelle réduite (12 m de long) de l'Institut Kurchatov pour l'étude de la combustion de l'hydrogène
NSAC	Nuclear safety advisory committee (Lituanie)	TOSQAN	Tonus qualification analytique : installation expérimentale utilisée pour les essais de qualification du système de codes TONUS
NSC	National safety center (Chine)	TPO	Thrombopoïétine (cytokine)
NUPEC	Nuclear power engineering corporation (Japon)	TRANSRIV	Code de calcul modélisant la dynamique sédimentaire des écosystèmes fluviaux
OCDE	Organisation de coopération et de développement économique	UF6	Hexafluorure d'uranium
OCHA	Bureau de la coordination des affaires humanitaires (Nations unies)	UNSCEAR	Comité scientifique des Nations unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants
OPRI	Office de protection contre les rayonnements ionisants	UO ₂	Dioxyde d'uranium
OLHF	Étude du comportement du fond d'une cuve REP en cas d'accident grave	VdEW	Groupement de sociétés d'électricité allemandes
OMM	Organisation météorologique mondiale (Nations unies)	VERDI	Four utilisé pour le programme MADRAGUE
OMS	Organisation mondiale de la santé	VTT	Centre de recherche technique de Finlande
P4	Palier constitué de huit réacteurs à eau sous pression de 1300 MWe de Paluel, Flamanville et Saint-Alban	VUJE	Nuclear power plants research institute de la République Slovaque
P'4	Palier constitué de douze réacteurs à eau sous pression de 1300 MWe les plus récents du parc français	VULCANO	Programme d'essais sur du corium à la DEN Cadarache
Particle image velocimetry	Technique optique de mesure de champ de vitesse dans un gaz	VVER	Vodo-vodianoï energetitchekii reaktor, réacteur nucléaire russe à eau sous pression
PATRAM	Packaging and transportation of radioactive materials		
PCRD	Programme cadre de recherche et de développement		
PHARE	Programme européen de coopération avec les pays d'Europe centrale		

Coordination IRSN
Emmanuelle Mur
Philippe Prouff

Conception graphique et coordination
martin.brunner.associés

Photogravure
Icône Graphic

Impression
Imprimerie Delta

Crédits photographiques

© C. Cieutat
pages 10, 11, 12 (gauche),
13 (gauche), 15, 16, 19 (gauche), 22,
23, 24 (haut), 25, 26 (gauche), 31,
32 (gauche), 35, 36 (bas), 37, 38, 39,
40 (gauche), 41, 43, 44 (bas),
45 (gauche), 46, 50
carnet : chapitre communication
© COGEMA
page 13 (droite)
© A. Devouard
couverture premier rabat, pages 4, 5,
10 (haut), 24 (haut), 30 (haut),
36 (haut), 44 (haut), 56
© DR
pages 6, 7, 12 (droite), 14, 18,
19 (droite), 20, 21, 28, 29, 33,

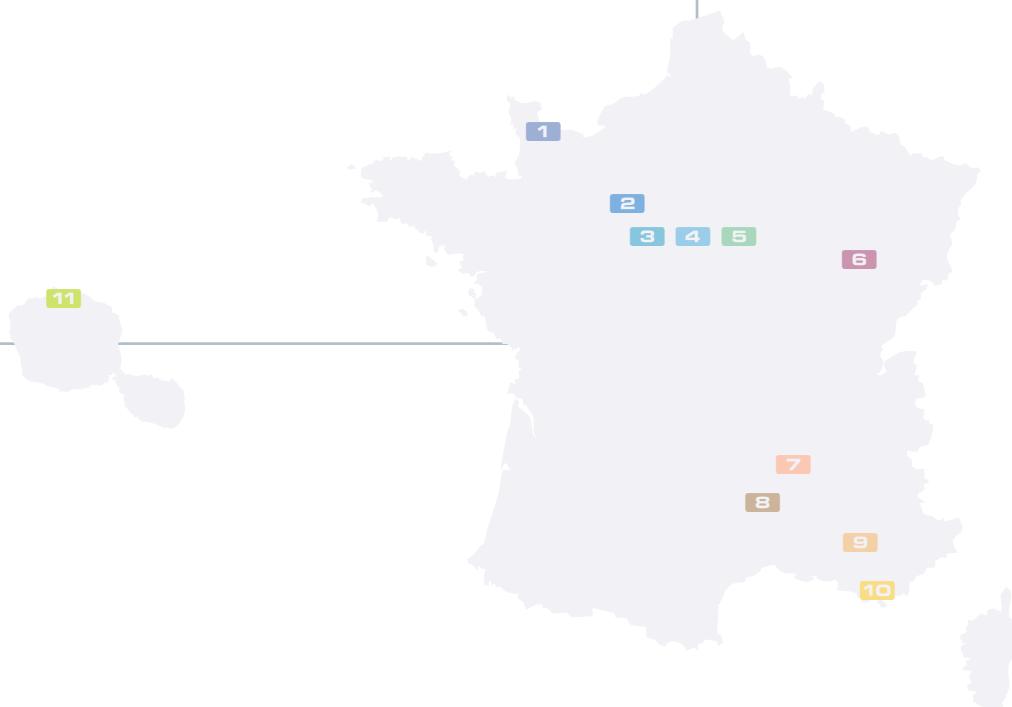
© Gamma/Burrows
page 49
© P. Landman
pages 45 (droite), 47, 48, 49
© G. Larvor
pages 26 (droite), 27
© martin.brunner.associés
couverture à partir de photographies
de C. Cieutat, avec l'autorisation
de l'auteur
carnet : chapitre communication
(bas)
© Médiathèque CEA
page 42
© Photothèque CEA
page 40 (droite)

© Mission communication IRSN
2002

ISSN 1280 - 6390
Dépôt légal : juin 2002

1 Octeville B.P. 10 rue Max-Pol-Fouchet 50130 Octeville	2 Orsay Bois des Rames (Bât. 501) 91400 Orsay	3 Saclay 91191 Gif-sur-Yvette Cedex	4 Fontenay-aux-Roses B.P. 6 92265 Fontenay-aux-Roses Cedex	5 Clamart 77-83, av. du Général-de-Gaulle 92140 Clamart
6 Valduc 21120 Is-sur-Tille	7 Pierrelatte B.P. 38 26701 Pierrelatte Cedex	8 Marcoule B.P. 171 30207 Bagnols-sur-Cèze Cedex	9 Cadarache B.P. 1 13108 Saint-Paul-lez-Durance Cedex	10 Toulon Zone portuaire Bregaillon B.P. 330 83507 La Seyne-sur-Mer Cedex
				11 Papeete B.P. 519 – Tahiti Papeete Polynésie française

Les implantations de l'IPSN 2001



Dans la perspective de sa fusion avec l'OPRI et de la création prochaine de l'IRSN, l'IPSN a acquis depuis deux ans une relative autonomie par rapport au CEA. Cette période lui a permis de se préparer à son futur statut d'entreprise en se dotant notamment, aux côtés de ses directions opérationnelles, de directions fonctionnelles. Cette évolution implique également que la direction et les responsables des ressources humaines assurent le rôle et la responsabilité juridique d'employeur. En matière de politique de ressources humaines, il s'agit là non pas d'un changement de degré mais d'un véritable changement de nature.

L'IRSN de demain constituera un groupe social de quelque 1 500 personnes. Parmi elles, 300 salariés en provenance de l'IPSN, 200 agents en provenance de l'OPRI, auxquels s'ajoutent plus de 1000 salariés du CEA. Cela a conduit à renforcer la structure administrative de l'IPSN afin d'être en mesure d'effectuer tous les actes qui découlent de ce changement. La création de l'IRSN constitue un projet très vaste que la direction aura à mener à bien en étroite collaboration avec cinq partenaires différents : la direction de l'entreprise, la hiérarchie, les partenaires sociaux, les salariés et les instances extérieures compétentes.

Accompagner la transition

La direction des ressources humaines de l'IPSN s'attache à accompagner la phase de transition qui s'ouvre. Tout d'abord, en mettant en place une nouvelle structure de relations de travail : convention de travail et accords d'entreprise... C'est un chantier majeur dans la mesure où il vise notamment à définir un cadre du travail et de l'emploi en continuité avec la situation en vigueur à l'IPSN. La mise en œuvre de ces dispositions sociales encouragées par le texte du décret du 22 février 2002 se fera par l'engagement de négociations avec les organisations syndicales dès les premiers mois suivant la création de l'IRSN, conjointement avec la mise en place des instances représentatives du personnel élues.

Mais, au-delà de ce cadre juridique et social, le plus important sera incontestablement l'adhésion de l'ensemble des collaborateurs concernés à la création de l'IRSN. À cet égard, il convient de souligner l'importance et l'avenir du futur Institut. Les missions de recherche et d'expertise dans le domaine de la sûreté nucléaire et du contrôle des matières sont clairement réaffirmées ; elles sont renforcées dans le domaine de la radioprotection. Cet institut offrira à ses collaborateurs une très large diversité de métiers et, par conséquent, des perspectives d'évolution professionnelle tout à fait passionnantes.

Conserver l'originalité de notre culture

Dans ce nouveau contexte, seront reconduites plusieurs priorités en matière de politique de ressources humaines. En premier lieu, il importe d'affirmer l'identité de l'IRSN tout en lui conservant sa culture d'entreprise forte et originale, et d'entretenir sur ces bases des rapports étroits avec le CEA dont l'IRSN est issu. Parallèlement, il est indispensable de développer les passerelles qui existent avec cet établissement et, en outre, de les élargir par une politique de ressources humaines volontariste, à d'autres établissements du domaine de la recherche et des ingénieries. Il est certain que cette mobilité doit-être favorable tant aux collaborateurs eux-mêmes qu'au développement des collaborations au sein du pôle nucléaire.

Sur le fond, la création de l'IRSN constitue un véritable défi. À ce titre, elle va se traduire par une mutation en profondeur des métiers et des mentalités. Les ressources humaines ont un rôle majeur à jouer dans cette évolution : formation, mobilité, gestion des carrières, tous les domaines sont concernés. Un défi auquel la direction va s'atteler avec une efficacité renforcée, compte tenu de l'élargissement de ses attributions auprès de la direction générale de ce nouvel établissement.

L'IRSN, un changement de dimension



Louis Croux



Paul Candes



Paul Candes

Sommaire

21

22A

22

Le fonctionnement
[Tribune libre](#)

Le budget

Les ressources
humaines

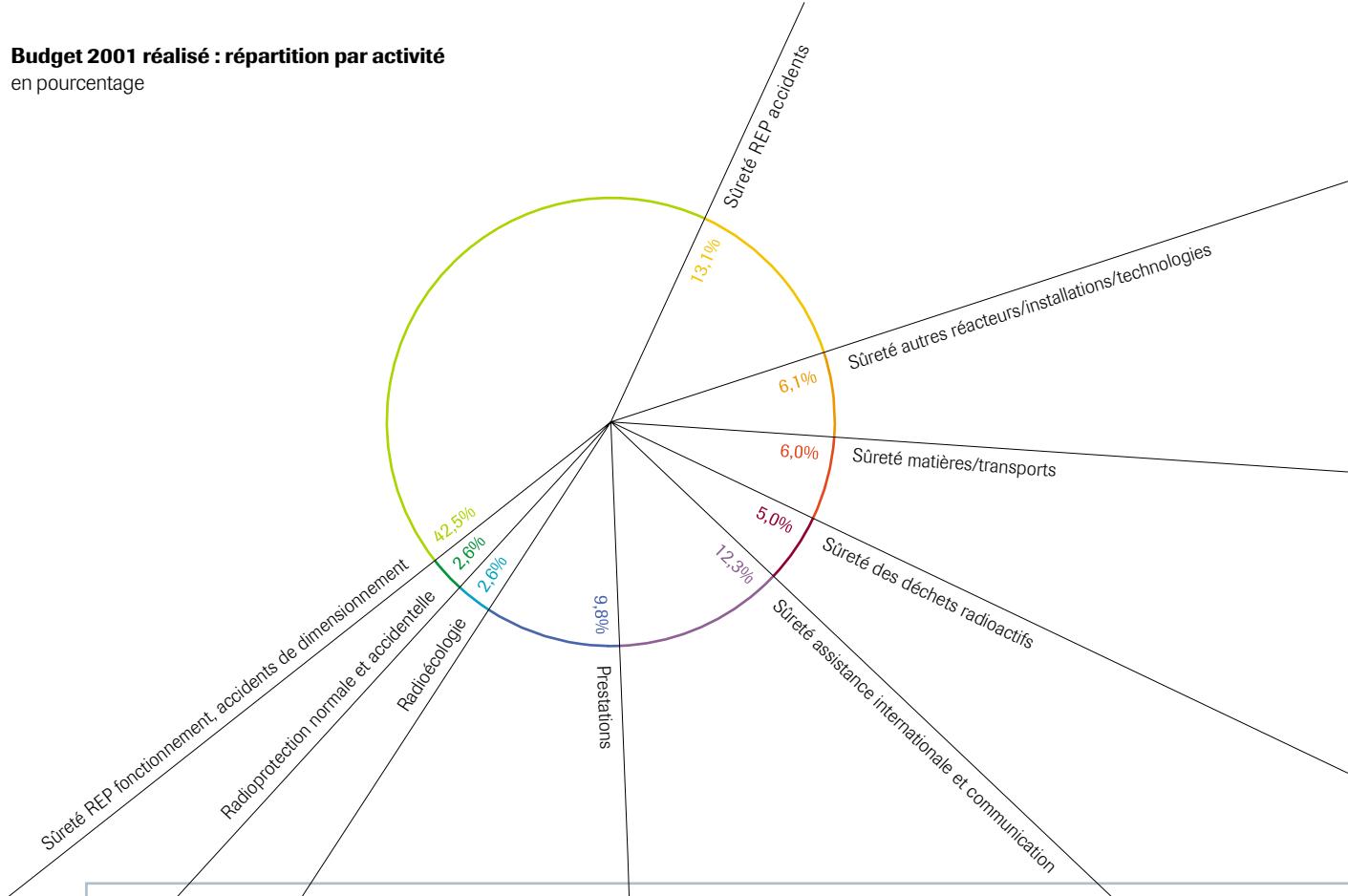
La communication

Vers l'IRSN...

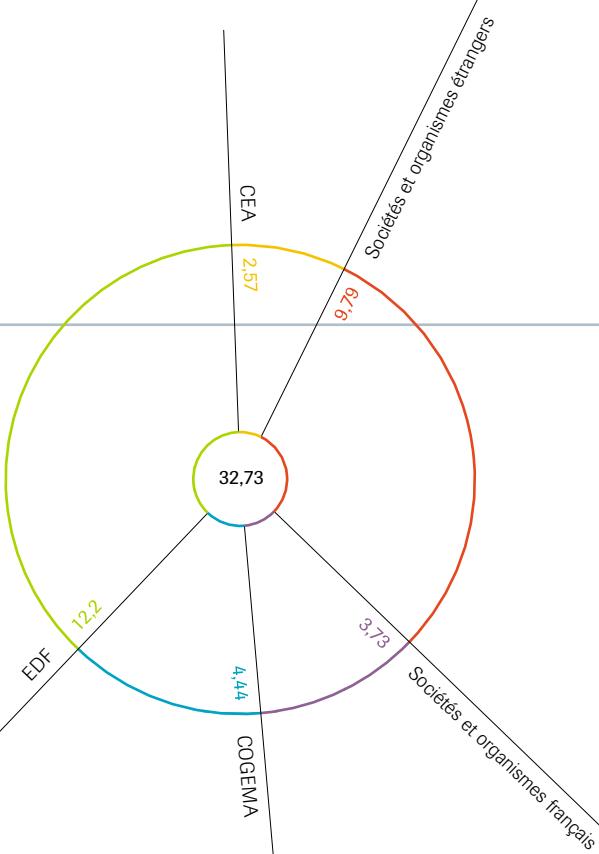
Projet SÉQUOIA

Budget 2001 réalisé : répartition par activité

en pourcentage



Le budget 2001



Recettes de l'IPSN hors subvention de l'État en 2001

en millions d'Euros

L'IPSN a disposé, en 2001, d'un budget annuel de 219,6 M€, financé pour 86 % par l'État et pour 14 % par des recettes externes. Le financement des activités d'expertise réalisées dans le cadre du protocole signé avec la Direction de la sûreté des installations nucléaires a été assuré par une subvention directe à l'IPSN.

Un solde de gestion 2001 négatif

Le solde de gestion 2001 en crédits de paiements s'élève à – 6,1 M€ (en intégrant un report négatif de 1,6 M€ de l'exercice précédent). Ce solde négatif s'explique par le fait qu'une part importante (14,2 M€) de la subvention, article 20, n'a pas été versée en 2001. Parallèlement à cette baisse de ressources, les dépenses ont été, quant à elles, fortement réduites. Ces deux facteurs génèrent une baisse respective par rapport à 2000 d'environ 9,4 % pour les ressources et de 9,6 % pour les dépenses.

Une autonomie accrue dans la gestion administrative

Au regard du dispositif défini par l'arrêté de 1990, l'IPSN a augmenté, à compter du 1er janvier 2001, son autono-

mie en matière de gestion administrative. Les fonctions de support, organisées en 1999 dans la perspective de la constitution d'un EPIC indépendant, ont remplacé partiellement ou totalement les services assurés antérieurement par les centres CEA. Le progiciel intégré SAP, paramétré au cours de l'année 2000, a été mis en production.

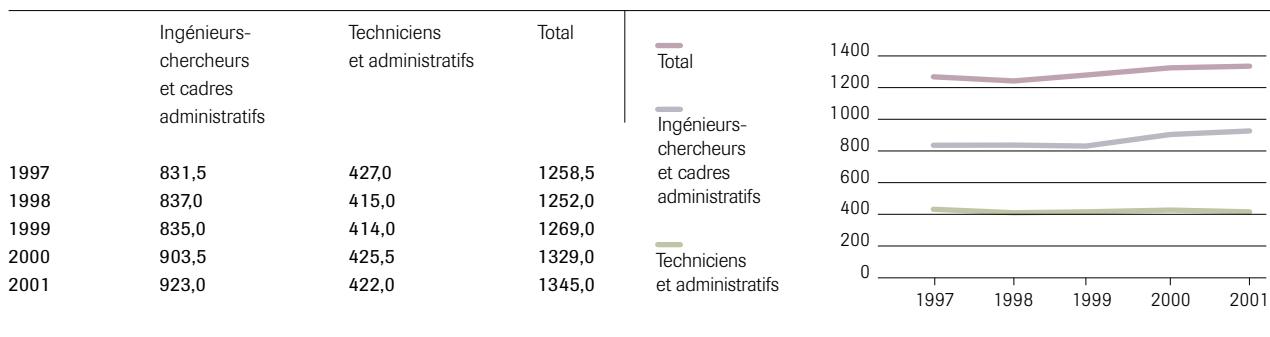
Une exécution budgétaire en retrait

L'exécution budgétaire s'avère en retrait significatif par rapport au budget initial : – 7,5 % pour les recettes totales (dont – 12,5 % pour les recettes liées aux études et prestations) contre – 4,9 % pour les dépenses. Les décalages successifs de la date de création de l'IRSN ont, sans conteste, créé un contexte défavorable. L'effectif est ainsi resté constamment inférieur à la prévision et plusieurs investissements importants ont été retardés, comme ceux préparatoires à l'installation d'une boucle en eau dans le réacteur Cabri. On notera, cependant, le lancement des opérations concernant la construction de l'accélérateur AMANDE à Cadarache, qui permettra à terme d'améliorer la dosimétrie des neutrons.

Réalisation du budget 2001 en crédits de paiement en millions d'Euros

Ressources	Budget 01 initial	Budget 01 exécution	% init/exé	Dépenses	Budget 01 initial	Budget 01 ordonnancé	% init/ord
• Ressources publiques				• Frais de personnel	99,8	95,8	– 4,0
Article 10	203,4	188,4	– 7,4	Personnels contrats CEA			
Article 20	147,6	146,8	– 0,6	Personnels hors contrat	86,6	82,4	– 4,9
• Reports	55,8	41,6	– 25,4	Cessations anticipées	1,4	1,8	21,9
• Actions coopératives				d'activité, PPE, etc	5,5	5,5	0,0
de recherche	21,1	21,5	2,2	Transports et déplacements	6,3	6,2	– 1,5
EDF	9,1	10,5	15,0	• Soutien de programmes	109,0	107,7	– 1,2
COGEMA (PIC)	3,2	2,3	– 27,0	Sous-traitance logistique			
Autres partenaires				CEA	9,4	9,5	1,2
(CE, NUPEC)	8,7	8,7		Autres services CEA			
• Études et prestations	12,9	11,3	– 12,5	et frais généraux	22,4	21,5	– 4,1
				Sous-traitance			
				scientifique CEA	16,0	14,3	– 10,7
				Autres charges			
				et sous-traitances externes	61,1	62,4	2,0
				• Investissements	19,2	13,8	– 28,3
				• Charge fiscale	9,3	8,4	– 10,0
Total	237,4	219,6	– 7,5	Total	237,4	225,7	– 4,9
				Solde de gestion	0	– 6,1	

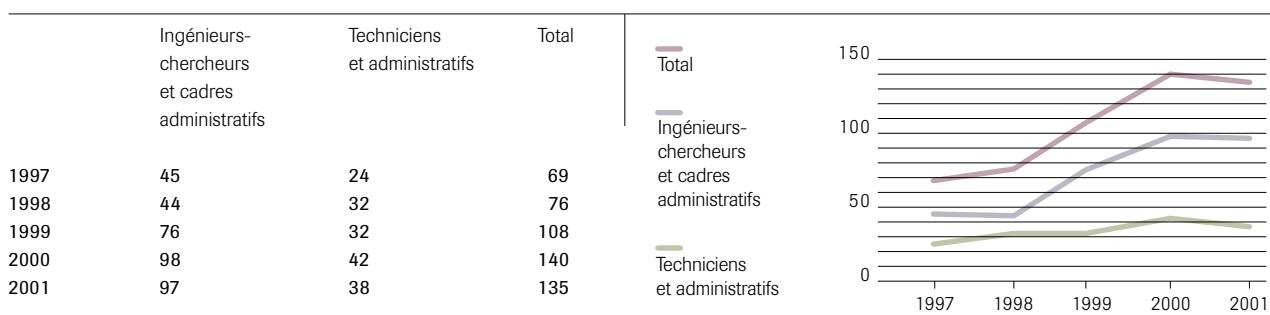
Évolution des effectifs de l'IPSN par catégories de 1997 à 2001



Ressources humaines : un rôle clé pour préparer l'avenir

Inauguration de nouveaux outils, adaptation de l'organisation interne à la création de l'IRSN, poursuite des politiques engagées l'année précédente... 2001 a été une année charnière pour la direction des ressources humaines.

Évolution des recrutements à l'IPSN de 1997 à 2001



Pour mieux faire face aux défis de l'avenir, la direction des ressources humaines a tout d'abord dû se doter d'une série de nouveaux outils. Premier chantier, la mise en service du système d'information SAP a permis à la direction d'être opérationnelle dès le début 2002. Autre étape importante dans la perspective de la création de l'IRSN : le nouvel établissement rassemble en effet l'ensemble des compétences et des obligations propres à une entreprise, donc à une organisation juridiquement indépendante, assurant pleinement les fonctions d'employeur.

Accompagner la création de l'IRSN

Tout au long de l'année 2001, et conformément aux actions engagées par la direction de l'Institut, la direction des ressources humaines s'est par ailleurs employée à renforcer les liens avec l'OPRI grâce à des groupes de travail mixtes sur trois sujets majeurs : le régime juridique de chaque établissement, les conditions de passage des agents de l'OPRI au statut de salariés de droit privé, les moyens et outils à mettre en œuvre pour assurer le bon fonctionnement de l'IRSN dans les domaines de l'administration et de la gestion du personnel.

Dans ce contexte, la direction des ressources humaines s'est efforcée, pendant toute la durée de l'exercice, d'accompagner l'évolution de l'Institut en matière d'emploi avec une nouvelle croissance des effectifs. Malgré un solde net de 15 collaborateurs supplémentaires, le chiffre de 1 345 emplois pourvus à fin décembre reste cependant en deçà de la prévision.

Renforcer les effectifs

Pour parvenir à ce résultat, l'Institut a déjà dû réaliser un effort de recrutement important en raison de l'amplitude des mouvements de personnel avec le CEA, mobilité qui témoigne à la fois de la reconnaissance dont bénéficient les collaborateurs de l'Institut et de la dynamique des passerelles entre les deux entités. Dans ce

cadre, un chiffre apparaît toutefois très révélateur, celui des sorties (retraites et autres motifs) du CEA (depuis l'IPSN), qui s'établissent à un niveau normal, voire modéré (4,7% de l'effectif).

Au total, les recrutements ont connu une évolution contrastée. Si les directions fonctionnelles ont complété leurs recrutements en 2001, voyant ainsi leurs effectifs progresser de 52 personnes, certains départements opérationnels ont en revanche enregistré une baisse.

Priorité à la formation

Dans ce contexte de croissance globale, l'IPSN se doit d'être particulièrement vigilant en matière d'intégration des nouveaux personnels, tant pour le déroulement des carrières que pour le maintien des compétences.

Aussi la politique de formation a-t-elle accordé cette année une place privilégiée aux actions liées à l'acquisition et au maintien des connaissances scientifiques et techniques d'une part (environ 24%), et linguistiques d'autre part (24%). Grâce à ce volontarisme, l'adaptation des nouveaux collaborateurs aux métiers de l'IPSN s'est trouvée facilitée, tout comme la diffusion de l'expertise de l'Institut au niveau international. L'effort de formation a également été poursuivi dans les domaines des relations humaines, de la communication et du management (14%).

Bilan des recrutements 2001

Âges	Ingénieurs-chercheurs et cadres administratifs	Techniciens et administratifs	Total	Sexes	Ingénieurs-chercheurs et cadres administratifs	Techniciens et administratifs	Total
Moins de 35 ans	62	25	87	Femmes	36	22	58
Plus de 35 ans	35	13	48	Hommes	61	16	77
Total	97	38	135	Total	97	38	135

La moyenne d'âge des recrutements d'ingénieurs-chercheurs et cadres administratifs est de 34 ans.

La moyenne d'âge des recrutements de techniciens et d'administratifs est de 34 ans.

Une information qui fait écho à l'actualité

L'année 2001 a été marquée, pour l'IPSN, par quelques rendez-vous incontournables comme l'anniversaire de l'accident de Tchernobyl (15 ans). L'IPSN a également diffusé, à l'intention des médias, une large information sur ses activités : voyage de presse, à l'occasion du congrès international Ecorad 2001, pour présenter programmes et laboratoires de recherche, envoi au Panama de deux experts à la suite d'un grave accident de radiothérapie, mise au point d'un nouveau système portable de cartographie de la radioactivité dans l'environnement...

L'année 2001 a aussi été marquée par des événements majeurs inattendus, à l'occasion desquels l'IPSN s'est attaché à éclairer les médias. Ce fut le cas pour les attentats du 11 septembre, à l'occasion desquels de nombreuses interviews d'experts ont été accordées aux médias, pour évoquer notamment la question de la résistance des centrales à l'impact d'un avion. Autre fait marquant : les questions touchant à la sismicité. Une fiche d'information sur "La protection des installations nucléai-

Une communication diversifiée

En 2001, l'IPSN a, comme les années précédentes, diffusé une information soutenue sur ses activités de recherche et d'expertise. L'Institut a aussi renforcé sa communication et ses actions d'information auprès de publics relais essentiels : médias, spécialistes, institutionnels... Cet engagement s'est en particulier concrétisé par la création de la *Tribune Eurosafe*, les journées d'information sur le radon ou encore l'information des médias à l'occasion d'événements majeurs de l'actualité.

Une nouvelle tribune pour le forum Eurosafe
À l'occasion de l'édition 2001 d'Eurosafe, forum international associant instituts de recherche, organismes de sûreté, producteurs, industries, administrations et associations, qui s'est tenu les 5 et 6 novembre à Paris, l'IPSN et la GRS, son partenaire allemand, ont lancé *La Tribune Eurosafe*. Ce magazine, qui a pour ambition de devenir un outil de référence à l'échelle internationale auprès de la communauté scientifique et technique en créant un lien entre les colloques annuels Eurosafe, permettra d'ouvrir, de retracer et de prolonger les débats. Par ailleurs, dans le cadre d'une démarche de constitution d'un pôle européen de compétence en sûreté nucléaire, un site commun à l'IPSN et à la GRS a vu le jour pour relayer le forum et la publication du même nom. >

Communiquer sur l'avenir... < L'année 2001 a aussi été marquée par le vote de la loi sur l'Agence française de sécurité sanitaire environnementale (AFSSE) qui crée par ailleurs l'IRSN. Ainsi, l'année 2001 a été une année charnière dans la communication de l'IPSN, avec la création d'un site Internet consacré au futur IRSN, présentant notamment l'IPSN et l'OPRI ainsi que l'historique de la création de l'EPIC. Pour les collaborateurs de l'IPSN comme pour ceux de l'OPRI, plusieurs actions ont été organisées : journées de présentation de l'IPSN et de l'OPRI aux personnels des deux organismes, opérations portes ouvertes, réalisation d'une rubrique commune sur les réseaux Intranet des deux établissements... >

De nouvelles publications scientifiques
< De nouveaux titres sont venus enrichir la collection scientifique de l'IPSN :

- ICRP 84 - Grossesse et irradiation médicale;
- Radioactive pollutants : impact on the environment;
- Catastrophes et accidents nucléaires dans l'ex-Union soviétique;
- L'uranium : de l'environnement à l'homme. >

< Un nouveau livret IPSN *La radioécologie* a été publié en 2001 à l'occasion du congrès Ecorad (Aix-en-Provence); il explique que la radioécologie a pour rôle de détecter les radionucléides, de mesurer les concentrations, de connaître leur mécanismes de transfert et de fournir des données permettant d'estimer les doses de rayonnements reçues par la population. >

res contre la malveillance" a également été diffusée sur le site Internet de l'Institut, comme ce fut le cas pour de nombreux autres sujets : "Les risques associés à l'uranium appauvri", ou "Le trafic de matières nucléaires" après la saisie en France de cinq grammes d'uranium mi-juillet...

Une communication renforcée auprès des publics relais

Le nucléaire sous haute surveillance a accueilli

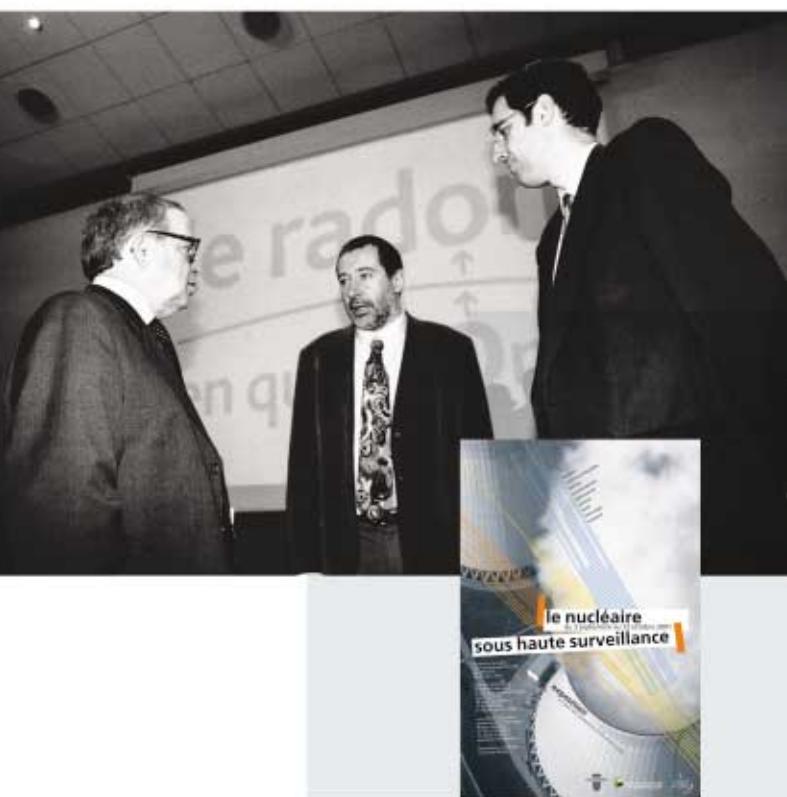
25 000 visiteurs

Le nucléaire sous haute surveillance, exposition conçue par la Direction des installations nucléaires et l'IPSN, a été présentée, au cours de l'année 2001, à Toulon, Villeneuve-d'Ascq, Aix-en-Provence, Rouen et Évreux. Destinée notamment au public scolaire, cette exposition décrit les risques liés à l'énergie nucléaire et les moyens mis en œuvre pour se prémunir contre eux. Des visites spécifiques à l'intention des enseignants et des inspecteurs pédagogiques régionaux ont été systématiquement organisées, afin de susciter les visites des classes.

Des journées d'information sur le radon

Alors que vient d'être initiée une politique de gestion du risque lié au radon (ce gaz constitue la première source d'exposition à la radioactivité naturelle), un effort de sensibilisation s'imposait. C'est ce constat qui a présidé à l'organisation de trois journées d'information, fin 2001 et début 2002, à Rennes, Montluçon et Lyon. L'objectif de cette initiative commune de l'IPSN et de la Direction générale de la santé (DGS) est de partager les expériences entre responsables locaux concernés par le sujet.

Réunions d'information sur le radon.



[www.ipsn.fr : l'information en temps réel](http://www.ipsn.fr)

Le site Internet de l'IPSN a été un relais continu des avis d'experts et des recherches scientifiques de l'Institut pour l'ensemble de ses publics : rapport sur l'uranium appauvri, guide méthodologique de gestion des sites radiocontaminés... La rubrique "Librairie" permet, en outre, depuis le début de l'année 2001, de commander directement en ligne l'ensemble des documents de communication. La progression de 70 % de l'audience du site, avec 170 000 visites en 2001, atteste l'importance de ce vecteur d'information.

Des rencontres annuelles des professionnels de la santé et de l'environnement

Comme chaque année, l'IPSN a participé aux salons professionnels que sont, d'une part, le MEDEC et, d'autre part, POLLUTEC, où l'Institut était présent aux côtés de l'INERIS et du BRGM dans un nouvel espace consacré à la gestion des risques. Des experts de l'Institut sont intervenus dans le cadre du cycle de conférences *Évaluation et gestion des risques*, durant les quatre jours du salon POLLUTEC.



Participation au salon Pollutec 2001.

La création de l'IRSN a été inscrite dans la proposition de loi sur l'AFSSE lors de son examen en deuxième lecture à l'Assemblée nationale le 12 décembre 2000. La loi, intégrant l'amendement de création de l'IRSN conformément aux orientations du gouvernement, a finalement été promulguée par le président de la République et publiée au *Journal officiel* le 10 mai 2001.

Un champ d'action préservé

Cette année 2001 a été par ailleurs marquée par les débats sur l'éventualité du transfert au Commissariat à l'énergie atomique des activités d'expertises de l'IPSN relatives aux installations et activités intéressant la Défense nationale. Une telle orientation aurait nui à la clarté de la réforme en cours. Le gouvernement a finalement précisé, à l'issue du conseil des ministres du 4 juillet 2001, que l'IRSN serait chargé de l'expertise en matière de sécurité nucléaire des installations civiles mais aussi, dans des conditions respectueuses de la sécurité nationale, et définies par décret, des installations intéressant la Défense. Le projet de décret relatif à l'IRSN a été mis au point sur cette base et transmis au Conseil d'État le 23 novembre 2001.

Vers l'IRSN... .

Le gouvernement a décidé, en juin 2000, de procéder à la création de l'Institut de radio-protection et de sûreté nucléaire par voie législative. L'IRSN a ainsi été officiellement créé par l'article 5 de la loi sur l'AFSSE. Ses missions et son organisation ont été définies par décret du 22 février 2002, publié au *Journal officiel* le 26 février 2002 .

Une autonomie renforcée

Pendant l'année 2001, et dans la perspective du fonctionnement opérationnel du futur EPIC, l'IPSN a bénéficié d'un statut d'autonomie renforcée au sein du Commissariat à l'énergie atomique. Cette situation a permis à l'Institut de mettre en place des unités fonctionnelles et un système de gestion propres, qui préfigurent ceux de l'EPIC. Compte tenu de l'expérience acquise au cours de l'année, de nombreuses améliorations ont été ainsi apportées aux procédures de gestion et au progiciel SAP, dont la mise en œuvre, effectuée dans un délai très court, constitue un succès notable.

À partir du deuxième semestre 2001, un plan de travail spécifique a été mis en œuvre pour préparer le passage au fonctionnement opérationnel d'un EPIC autonome. Un effort particulier a été accompli pour faire face à l'ampleur et à la diversité des tâches : préparation des démarches administratives, premières démarches relatives au patrimoine et à la convention de transfert des biens, droits et obligations du futur EPIC, discussion du fonds de roulement et premières démarches en vue de sa constitution, publicité auprès des tiers, préparation des premiers recrutements sous statut IRSN, organisation du fonctionnement avec l'OPRI, adaptation finale du progiciel SAP et reprise des données de gestion, plans de communication interne et externe...

De nouvelles relations avec le CEA

Le projet de constitution de l'IRSN en établissement autonome a également entraîné un important effort pour préparer la contractualisation des relations entre le futur établissement et le Commissariat à l'énergie atomique. Les principaux sujets concernés sont l'utilisation par l'IRSN des installations nucléaires de recherche dont le CEA reste l'exploitant nucléaire, la fourniture de pres-

tations scientifiques par le CEA, l'occupation par l'IRSN de locaux situés dans des centres du CEA, les dispositions relatives à la sécurité, la fourniture de prestations logistiques par le CEA, la mise à la disposition de l'IRSN de salariés du CEA et les modalités destinées à favoriser la mobilité des salariés entre les deux organismes. Des projets de conventions et de protocoles ont été préparés en 2001 sur l'ensemble de ces points ; les sujets nécessitant un arbitrage des pouvoirs publics ont été eux aussi identifiés. Un accord enfin a été trouvé sur le principe de la transmission à l'IRSN des droits dont dispose le CEA sur une partie des terrains du centre de Fontenay-aux-Roses ; les démarches nécessaires à cette transmission ont été engagées dès 2001.

IPSN-OPRI : une alliance concrète

Une nouvelle impulsion a été donnée dès le début 2001 à la préparation du regroupement de l'OPRI et de l'IPSN. Des rencontres régulières entre les directions des deux établissements ont permis d'assurer la coordination de l'ensemble des actions entreprises : échanges scientifiques et techniques sur les programmes des deux établissements et mise en évidence des synergies et regroupements à promouvoir, présentation du projet de système de gestion de l'IRSN et identification des adaptations nécessaires à l'OPRI, coordination de la préparation des budgets 2002 des deux établissements, définition des conditions qui pourraient être offertes aux salariés de l'OPRI qui souhaiteraient opter pour un contrat de travail de droit privé avec l'IRSN, opérations de communication interne destinées à promouvoir la connaissance réciproque des activités et des personnels des deux établissements, réalisation d'un premier site Internet IRSN...

À la lumière des premières propositions issues du séminaire d'orientation de Bougival qui s'est déroulé fin 2000 et des conclusions des groupes de travail chargés de les approfondir, les bases du futur système qualité de l'Institut ont été précisément définies.

Des lignes directrices précises

Fruit de cette réflexion préalable, un certain nombre de lignes directrices ont été adoptées, au premier rang desquelles la conformité aux grands principes de la norme ISO 9001 version 2000, qui encourage l'adoption d'une approche par processus¹ mettant en relief la compréhension et la satisfaction des exigences des clients, la mesure régulière de la performance et de l'efficacité des démarches engagées au moyen d'indicateurs objectifs, la dynamique de valeur ajoutée et d'amélioration continue. Autre ligne directrice que s'est assignée l'Institut : appliquer à l'ensemble de ses activités un système commun, une méthode fédératrice indispensable compte tenu des évolutions à venir. Représentatives des activités actuelles, les bases du futur système permettront ainsi l'intégration progressive de nouvelles activités, notamment celles issues de la création de l'IRSN.

Projet SÉQUOIA : cap sur la certification ISO 9001

Tout au long de l'année 2001, les actions préliminaires nécessaires au démarrage du projet SÉQUOIA ont été poursuivies. L'objectif est de mettre le système qualité de l'Institut en conformité avec la norme ISO 9001, en vue d'une certification de tout ou partie de ses activités.

Une refonte en trois étapes < La refonte du système qualité de l'Institut sera réalisée en trois étapes successives, débouchant chacune sur une demande de certification :

1. Obtention d'un système qualité certifiable pour les activités d'expertise et d'ingénierie de l'Institut ;
2. Extension du système qualité certifiable à la gestion des crises externes, aux essais et étalonnages, aux études, à l'inspection et au développement ;
3. Extension du système qualité certifiable à la recherche, à la vente de produits sur catalogue, à l'information externe et à l'enseignement .

Engagée dès le début 2002, la première étape de ce projet devrait aboutir au milieu de l'année 2004. >

Un site Intranet < Pour diffuser le plus largement possible l'information sur le projet SÉQUOIA au sein de l'Institut, un site Intranet spécifique a été créé. Il permet à chacun de s'approprier le projet, d'en appréhender les tenants et les aboutissants et de suivre son avancement, étape par étape, jusqu'à son achèvement. Ce site facilite par ailleurs la communication entre les différents acteurs du projet en leur permettant d'accéder en permanence à sa base documentaire. Afin de tirer le meilleur profit de ce nouvel outil, l'ensemble des informations qui y figurent font l'objet d'une réactualisation régulière. >

De nouvelles accréditations < Parallèlement au projet SÉQUOIA, les différents départements de l'Institut ont poursuivi en 2001 leurs efforts en matière de qualité. Ainsi de nouvelles accréditations d'activités ont été obtenues au service d'études et de recherche en aérocontamination et en confinement du département de prévention et d'étude des accidents. >

Troisième axe de travail : structurer le système qualité de façon indépendante par rapport à l'organisation de l'Institut, de manière à induire le moins possible de modifications lors des prochains changements d'organisation. Enfin, a été soulignée la nécessité de mettre à la disposition du management de l'Institut l'ensemble des outils qualité dont il a besoin pour faciliter la mise en application et la maintenance du système qualité. À côté de ces lignes directrices, les bases du futur système qualité de l'Institut ont été élaborées : détermination des clients et des produits de l'Institut, identification des macro-processus et représentation schématique de leurs interactions sous forme de cartographies, première description des principaux macro-processus de réalisation, schéma de l'architecture documentaire du futur système qualité ainsi que de l'organisation qualité.

Une méthode exigeante

Une fois ces hypothèses de travail posées, la démarche proposée pour la refonte du système qualité a été testée à titre d'exemple sur les activités de fourniture et d'exploitation de dosimètres individuels menées par le laboratoire d'exploitation dosimétrique. Cet effort de mobilisation du personnel du laboratoire a permis de mettre au point et de formaliser la démarche générale qui doit désormais être appliquée à l'ensemble des macro-processus de l'Institut.

Sur le fond, cette démarche comporte plusieurs étapes. Tout d'abord l'identification et la description méthodiques de chaque processus important pour la qualité

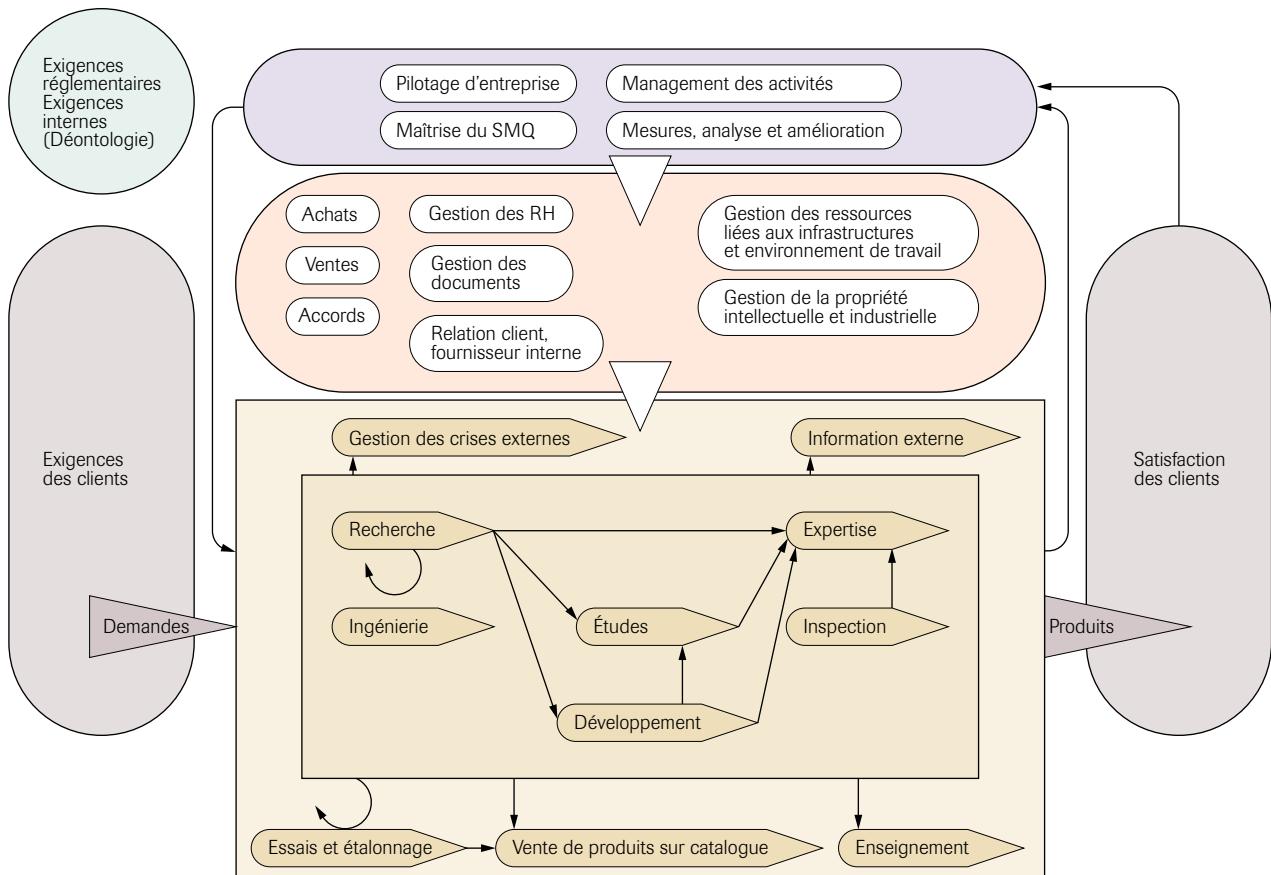
des produits de l'Institut, puis l'analyse des risques qui s'y rapportent. Cette étape cruciale permet, à partir de l'identification des modes de défaillance, de leurs causes possibles et de l'évaluation de leurs effets, de faire ressortir les stades délicats des différents processus et de déterminer de façon efficace et fiable les dispositions – humaines, techniques, organisationnelles, documentaires – à améliorer ou à créer pour les maîtriser. L'évaluation des risques repose sur une démarche participative mettant en présence les acteurs de l'activité examinée et favorisant ainsi les croisements d'expériences et de compétences.

Quant aux dispositions documentaires, elles devront être limitées au juste nécessaire, regroupées au sein de documents cohérents et présentant le niveau de mutualisation adapté aux activités traitées.

Une organisation de projet structurée

La refonte du système qualité étant appelée à mobiliser un large éventail de personnes regroupées au sein de groupes thématiques, un plan de management a été élaboré pour faciliter sa mise en œuvre, avec pour objectif de décrire l'organisation retenue, le rôle de chacun des acteurs ainsi que l'ensemble des règles et dispositions liées à la planification, à la réalisation et au suivi du projet.

¹ À ce niveau de description, chaque processus (ensemble d'activités) est pris dans sa globalité, à savoir, pour les processus de réalisation, comme l'ensemble des activités (de la demande du client à la livraison au client) et, pour les processus support et de management, comme un regroupement thématique d'activités : c'est pourquoi on parle de macro-processus.





IRSN

siège social : 77-83, avenue du Général-de-Gaulle - 92140 Clamart |
courrier : B.P. 17-92262 Fontenay-aux-Roses Cedex | téléphone :
01 46 54 88 88 | pour plus d'informations, visitez notre site : www.irsn.org