

# Sommaire



## Rapport d'activité 2003

RAPPORT D'ACTIVITÉ 2003

### Les implantations

**Siège social : Clamart**  
77-83, avenue du Général-de-Gaulle  
92140 Clamart  
Tél. 33 (0)1 58 35 88 88

**Agen**  
BP 27 – 47002 Agen Cedex  
Tél. 33 (0)5 53 48 01 60

**Angers**  
39, rue Joachim-du-Bellay  
49000 Angers  
Tél. 33 (0)2 41 87 83 21

**Beaumont – La Hague**  
rue du Vieux Chemin – BP 224  
50 442 Beaumont-Hague Cedex  
Tél. : 33 (0)2 33 01 05 61

**Cadarache**  
BP 3  
13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex  
Tél. 33 (0)4 42 25 70 00

**Fontenay-aux-Roses**  
BP 17 – 92262 Fontenay-aux-Roses  
Tél. 33 (0)1 58 35 88 88

**La Seyne-sur-Mer**  
zone portuaire Bregailon – BP 330 83507  
La Seyne-sur-Mer Cedex  
Tél. 33 (0)4 94 30 48 29

**Le Vésinet**  
31, rue de l'Écluse – BP 35  
78116 Le Vésinet  
Tél. 33 (0)1 30 15 52 00

**Les Angles – Avignon**  
550, rue de la Tramontane  
BP 70295 – Les Angles  
30402 Villeneuve-lès-Avignon Cedex  
Tél. 33 (0)4 90 26 11 00

**Mahina**  
BP 519 Tahiti Papeete, Polynésie française  
Tél. 33 (0)0 689 481 707

**Octeville – Cherbourg**  
BP 10 – rue Max-Pol-Fouchet  
50130 Octeville  
Tél. 33 (0)2 33 01 41 00

**Orsay**  
Bois des Rames (bât. 501)  
91400 Orsay  
Tél. 33 (0)1 69 85 58 40

**Pierrelatte**  
BP 166 – 26702 Pierrelatte Cedex  
Tél. 33 (0)4 75 50 40 00

**Saclay**  
BP 68 – 91192 Gif-sur-Yvette Cedex  
Tél. 33 (0)1 69 08 60 00



**Siège social**  
77-83, avenue du Général-de-Gaulle  
92140 CLAMART

**Téléphone**  
(33)1 58 35 88 88

**Courrier**  
B.P. 17 – 92262 Fontenay-aux-Roses Cedex

**Site Internet de l'IRSN**  
www.irsn.org



### Le cahier institutionnel

#### 1 L'IRSN en bref

#### Éditoriaux

- 2 Avant-propos du Président et du Directeur général
- 4 Avant-propos du Directeur général adjoint délégué pour les missions relevant de la défense

#### Enjeux, stratégie, organisation

- 5 Les missions de l'IRSN
- 6 Les enjeux de développement de l'IRSN
- 10 L'organisation de l'IRSN
- 11 L'organigramme de l'IRSN
- 12 Le conseil d'administration de l'IRSN

#### L'IRSN en 2003

- 13 L'activité 2003 en quelques chiffres
- 14 Les faits marquants

### Les activités en 2003

#### CHAPITRE 1

- 18 **La sûreté des installations civiles, des transports et des déchets**
  - 20 Le risque de colmatage des puisards de l'enceinte de confinement des REP
  - 22 L'évaluation des logiciels de contrôle-commande
  - 24 Le vieillissement des REP et le réexamen de sûreté associé aux troisièmes visites décennales
  - 27 Les programmes expérimentaux sur les feux
  - 28 Le programme CABRI REP-Na
  - 29 L'examen des options de sûreté de l'installation ITER
  - 30 Les recherches sur la faille de la Moyenne Durance
  - 32 SARNET, le réseau d'excellence européen sur les accidents graves
  - 34 L'expertise dans le domaine du stockage géologique des déchets radioactifs
  - 36 Le projet européen sur la prise en compte du risque de criticité dans les colis transportant des actinides

#### CHAPITRE 2

- 38 **La protection de l'homme et de l'environnement**
  - 40 Les risques chroniques et la radioactivité
  - 42 La gestion de crise
  - 44 La surveillance des travailleurs et du public dans le domaine de la radioprotection
  - 48 La gestion médicale d'un grand nombre de personnes irradiées accidentellement
  - 51 L'évaluation de la radioprotection dans les centrales EDF

#### CHAPITRE 3

- 52 **L'expertise nucléaire de défense**
  - 54 La protection physique des installations nucléaires et des transports
  - 56 La comptabilité des matières nucléaires
  - 58 L'évaluation de la sûreté de l'installation Laser Mégajoule
  - 59 L'évaluation de la sûreté du SNLE *Le Vigilant*

#### CHAPITRE 4

- 60 **Les relations internationales**
  - 62 L'IRSN dans la construction de l'Europe

#### CHAPITRE 5

- 66 **La contribution à l'information du public et à la formation**
  - 68 L'information et la communication
  - 70 La formation

#### CHAPITRE 6

- 72 **La qualité à l'IRSN**
  - 74 La mise en place à l'IRSN d'un système de management par la qualité

- 76 Glossaire

- 80 Les implantations de l'IRSN

**Le cahier ressources humaines et finances**  
(encarté en fin de document)

## Les missions de l'IRSN\*

### Recherche et missions de service public



Définition et mise en œuvre de programmes de recherche nationaux et internationaux



Contribution à la formation en radioprotection



Veille permanente en matière de radioprotection



Information du public

### Missions d'appui et de concours technique aux pouvoirs publics



Appui technique en matière de risque nucléaire et radiologique



Appui opérationnel en cas de crise ou de situation d'urgence radiologique

### Prestations contractuelles d'expertise, de recherche et de mesure



Réalisation d'expertises, de recherches et de travaux pour des organismes publics ou privés

\* Ces pictogrammes apparaissent en tête des articles de la partie "Les activités en 2003" pour indiquer les missions correspondant à l'activité évoquée. Le descriptif de ces missions figure en page 5 du présent document.

## Les domaines de compétences de l'IRSN

- Expertise nucléaire de défense
- Environnement et intervention
- Prévention des accidents majeurs
- Radioprotection de l'homme
- Sécurité des réacteurs
- Sécurité des usines, des laboratoires, des transports et des déchets

### Recherche et missions de service public

- Définition et mise en œuvre de programmes de recherche nationaux et internationaux
- Contribution à la formation en radioprotection
- Veille permanente en matière de radioprotection
- Information du public

#### Collaborations :

- En Europe et à l'international : Commission européenne, GRS, BfS (Allemagne), NRPB, HSE (Angleterre), NRC (USA), Nupec et Jaeri (Japon), Institut Kurtchatov (Russie)
- Pour l'élaboration de référentiels techniques : CIPR, ICRU, IEC, AIEA, Unsear, ISO, OCDE/AEN...
- En France : CEA, CNRS, universités, écoles d'ingénieurs, BRGM, IFREMER, INRA, Ineris, structures hospitalières de recherche, agence (Afsaps, InVS...)

### Missions d'appui et de concours technique aux pouvoirs publics

- Appui technique en matière de risque nucléaire et radiologique
- Appui opérationnel en cas de crise ou de situation d'urgence radiologique

**pour :** • DGSNR • DSND • Haut fonctionnaire de défense Industrie • DPPR • DRT • CEA (Direction des relations internationales) • DGEMP • Afsaps...

### Prestations contractuelles d'expertise, de recherche et de mesure

- Réalisation d'expertises, de recherches et de travaux pour des organismes publics ou privés

**pour :** • Commissions locales d'information  
• Industriels  
• Commission européenne

## Les 7 missions de l'IRSN

#### Coordination IRSN

Direction de la stratégie, du développement et des relations extérieures  
Direction de la communication

#### Comité éditorial

DG : D. Quéniart  
SG/DAF : D. Derneillers  
DSDRE : F. Ducamp, E. Mur  
DESTQ : F. Bretheau  
DCOM : ML. de Heaulme, H. Fabre  
DEI : N. Chaptal-Gradoz  
DEND : Y. Souchet  
DPAM : M. Adroguer  
DRPH : J. Aigueperse/J. Brenot  
DSR : A. Dumas  
DSU : P. Cousinou

#### Rédaction

IRSN avec le concours de Camille Jaunet (La Clé des mots) et Jean-Christophe Hédouin

#### Conception graphique et coordination

Wprintel

#### Assistance à la réalisation

LAO Conseil

#### Impression

OPAG

#### Crédits photographiques

Page de couverture : Médiathèque EDF, Thomas Gogny, Cogema/ Sydney Jezequel (de haut en bas)  
Pages 2-4 : Vincent Leloup  
Page 10 : IRSN  
Pages 18-19 : COGEMA/ Jean-Marie Taillat (camion)  
Page 20 : IRSN  
Page 21 : Ph. Pauquet, Claude/Framatome ANP (gauche), IRSN (droite)  
Page 22 : ESA/Concorde Europe Film (gauche), CNES/ESA/Arianespace (droite)  
Pages 23-24-25-26 : Médiathèque EDF  
Page 27 : Illustration Stéphane Jungers (gauche), IRSN (droite)  
Page 28 : IRSN  
Page 29 : ITER  
Page 30 : IRSN  
Page 31 : IRSN  
Pages 32-33 : Illustrations Stéphane Jungers  
Page 34 : Médiathèque EDF (gauche), IRSN (droite)  
Page 35 : IRSN  
Pages 36-37 : COGEMA/ Jean-Marie Taillat

Pages 38-39 : Médiathèque EDF  
Page 40 : IRSN (gauche et droite), Phox Photo Provence/M. le Senechal (centre)  
Page 41 : Illustration Stéphane Jungers  
Page 42 : Patrick Méjean Laboratoire de Mécanique des Fluides et d'Acoustique de l'École Centrale de Lyon, UMR 5509 (gauche), IRSN (droite)  
Page 43 : IRSN  
Pages 44-45-46 : Claude Cieutat  
Page 47 : Thomas Gogny (gauche), Médiathèque EDF (droite)  
Page 48 : IRSN  
Page 49 : IRSN et IGR  
Page 50 : IRSN  
Page 51 : Médiathèque EDF  
Pages 52-53 : DCN/Marine nationale  
Page 54 : Médiathèque EDF  
Page 55 : COGEMA/ Jean-Marie Taillat (gauche), Médiathèque EDF (droite)  
Page 56 : COGEMA/Sidney Jezequel  
Page 57 : IRSN (gauche), COGEMA/Philippe Lesage (droite)  
Page 58 : Geney-Burdin/CEA (gauche), CEA/Gonin (droite), CEA (bas)  
Page 59 : DCN/Marine nationale  
Pages 60-61 : Photononstop  
Page 62 : Médiathèque EDF (gauche), Thomas Gogny (droite)  
Page 63 : IRSN  
Page 64 : Riskaudit (gauche), IRSN (droite)  
Page 65 : IRSN  
Pages 66-67-68 : Thomas Gogny  
Page 69 : Médiathèque EDF/Marc Morceau (gauche), IRSN (droite)  
Pages 70-71 : Thomas Gogny  
Pages 72-73 : Photononstop  
Page 75 : Illustration Stéphane Jungers  
Encart page 3 : IRSN

© Communication IRSN  
N° ISSN et dépôt légal en cours

# L'IRSN en bref

## Création

- Par l'article 5 de la loi du 9 mai 2001 instituant l'Agence française de sécurité sanitaire environnementale, dont le décret d'application a été signé le **22 février 2002** (JO du 26 février 2002).

## Statut

- Établissement public à caractère industriel et commercial placé sous la tutelle conjointe des ministres chargés de la Défense, de l'Écologie et du Développement durable, de l'Industrie, de la Recherche et de la Santé et des Affaires sociales.

## Dirigeants

- Jean-François Lacronique, Président du conseil d'administration.
- Jacques Repussard, Directeur général.
- Michel Brière, Directeur général adjoint délégué pour les missions de l'IRSN dans les domaines relevant de la défense.
- Philippe Jamet, Directeur général adjoint pour les affaires générales.

## Missions

- Fixées par le décret n° 2002-254 du 22 février 2002 relatif à l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire.
- Définition et mise en œuvre de programmes de recherche nationaux et internationaux.
  - Contribution à la formation en radioprotection.
  - Veille permanente en matière de radioprotection.
  - Information du public.
  - Appui technique en matière de risque nucléaire et radiologique.
  - Appui opérationnel en cas de crise.
  - Réalisation d'expertises, de recherches et de travaux pour des organismes publics ou privés.

## Positionnement

- **Expert public** de la recherche et de l'expertise sur le risque nucléaire et radiologique.

## Axes de développement

- Optimisation de ses missions d'appui aux pouvoirs publics.
- Refondation de sa dynamique de recherche en concertation avec ses grands partenaires.
- Ouverture de son expertise aux attentes de la société.
- Développement de sa dimension européenne et internationale.

## Domaines d'activité

- Expertise nucléaire de défense.
- Environnement et intervention.
- Prévention des accidents majeurs.
- Radioprotection de l'homme.
- Sûreté des réacteurs.
- Sûreté des usines, des laboratoires, des transports et des déchets.

## Budget 2003

- **250 M€** dont 210 M€ provenant de subventions de l'État et 40 M€ provenant de recettes externes issues de contrats avec des organismes, en particulier internationaux. 50 % du budget total sont consacrés à la recherche.

## Effectif

- L'IRSN rassemble **1 500 spécialistes** ingénieurs, chercheurs, médecins, agronomes, vétérinaires et techniciens, experts compétents en sûreté nucléaire et radioprotection ainsi que dans le domaine du contrôle des matières nucléaires et sensibles.

## Implantations

- Siège social : **Clamart**
- Agen ■ Angers ■ Beaumont – La Hague
- Cadarache ■ Fontenay-aux-Roses
- La Seyne-sur-Mer ■ Le Vésinet
- Les Angles – Avignon ■ Mahina (Tahiti)
- Octeville – Cherbourg ■ Orsay
- Pierrelatte ■ Saclay



Jean-François Lacronique,  
Président de l'IRSN.



Jacques Repussard,  
Directeur général de l'IRSN.

# 2003, une année de consolidation pour l'IRSN

L'Institut avait à faire face à trois enjeux principaux pour sa deuxième année d'existence :

- **Assurer la continuité de l'exercice de sa mission d'expertise et d'intervention en appui technique aux différentes autorités concernées, ainsi que des autres missions qui lui ont été confiées par le décret de février 2002** (recherche, surveillance radiologique de l'environnement et des populations, suivi national des sources radioactives, comptabilité nationale des matières nucléaires, formation, information du public sur les risques nucléaires et radiologiques) et, poursuivre la réalisation de prestations contractuelles pour ses clients français ou internationaux. Ce rapport annuel témoigne des résultats obtenus, qui marquent la continuité de la présence de l'Institut sur tous les grands dossiers de la sûreté et de la sécurité nucléaire, de la radioprotection de l'homme et de l'environnement, sur le plan national ou international.
- **Restaurer son équilibre économique**, dans un contexte budgétaire particulièrement difficile, conformément aux directives du ministre du Budget. Mission accomplie sur ce plan aussi, comme en atteste la lecture des comptes publiés dans ce rapport. Ceci a été obtenu sans remettre en cause le périmètre d'intervention de l'IRSN ni sacrifier aucune priorité, mais au prix du report de travaux d'investissements et du rééchelonnement de programmes de recherche pourtant indispensables dans une perspective de moyen terme.
- **Enfin, il fallait engager – et autant que possible concrétiser – un grand nombre de travaux liés à la création de l'IRSN** comme établissement public reconnu pour

la qualité et l'indépendance de son expertise : création d'organes de gouvernance et de dialogue social ; statuts du personnel ; conventions avec le CEA ; unification de la comptabilité ; réorganisation des services, effective en octobre 2003, pour fusionner réellement IPSN et OPRI, et rendre l'Institut à la fois plus efficace et plus lisible ; renégociation d'un grand nombre d'accords internationaux dont le signataire était le CEA/IPSN ; mise en place de conventions-cadres avec les principales administrations bénéficiant de l'appui technique de l'Institut.

Il fallait dans le même temps développer des outils nouveaux pour faciliter les synergies internes : charte de communication, journal interne, pilotage budgétaire, politique qualité, réflexion globale sur l'excellence scientifique et le développement des pratiques d'évaluation, etc.

Beaucoup de travail a été accompli sur tous ces plans, grâce aux efforts de tous, que nous saluons ici, ce qui nous permet aujourd'hui d'affirmer que l'IRSN est pleinement en ordre de marche.

Bien sûr, nombre de ces chantiers ne sont cependant pas achevés, et d'autres sont seulement ébauchés. Citons par exemple l'élaboration du futur contrat d'objectifs entre l'État et l'Institut, la définition des grands programmes stratégiques qui vont orienter l'évolution des savoirs scientifiques et la capacité d'expertise de l'Institut au cours de la décennie à venir, la création d'un système d'information décisionnel destiné à faciliter le pilotage de l'Institut, ou encore – projets

de moindre envergure mais tout aussi importants – la réorganisation des sites Internet et la création d'une revue périodique à destination des publics de l'Institut, ou le format du futur rapport annuel, qui sera plus complet. L'effort devra donc être poursuivi à un rythme soutenu. Il sera cadré par quatre grands axes d'objectifs présentés aux partenaires de l'Institut fin 2003 :

■ **Optimiser l'appui technique aux pouvoirs publics** : l'IRSN est le seul organisme, en dehors des exploitants, à disposer des moyens matériels et humains permettant de réaliser une surveillance et une évaluation indépendantes des risques, notamment en cas de situation d'urgence, d'expertiser de manière approfondie la conformité des installations et d'assurer le respect des engagements internationaux de la France en matière de non-prolifération nucléaire. L'efficacité de l'action menée et la qualité de la coordination avec les autorités publiques en charge de la gestion des risques sont donc des paramètres essentiels du succès de l'action publique et de celui des opérateurs économiques concernés.

■ **Fonder les activités de recherche sur l'exigence de l'excellence scientifique** : pour rester pertinente l'expertise de l'IRSN doit s'adosser à un effort majeur de recherche à laquelle l'institut consacre la moitié de ses ressources. Cet effort de recherche doit être mené en anticipant les problématiques de la société, en coopérant avec les meilleures équipes mondiales à la constitution de pôles de référence capables d'alimenter le potentiel d'expertise au fur et à mesure des développements technologiques.

■ **Ouvrir l'expertise de l'IRSN aux besoins de la société**. En particulier, il s'agit de faire que l'Institut soit perçu comme un pôle public d'expertise de référence, reconnu comme crédible par la plupart des parties prenantes. En effet le développement souhaité de la transparence suppose en premier lieu l'accès à une expertise de qualité, dans un contexte de pluralisme des sources d'expertise. Grâce à une collaboration renforcée avec les CLI (commissions locales d'information), l'IRSN renforce son expérience de la gestion de ce type de situation, illustrée notamment par les résultats obtenus il y a quelques années dans le Nord-Cotentin. L'IRSN doit aussi renforcer sa contribution à l'enseignement, en collaboration avec les universités, et à la formation en radioprotection.

■ **Inscrire le développement de l'Institut dans le contexte international** au niveau de la recherche (ce qui est déjà largement le cas), de l'expertise – notamment dans la perspective d'une harmonisation progressive des pratiques au sein de l'UE élargie – et des collaborations bilatérales stratégiques (Allemagne, USA, Japon, Chine, Russie notamment).

Ainsi se définit un grand dessein pour l'IRSN, celui d'anticiper et d'intégrer les mutations scientifiques, techniques et sociétales afin d'accroître le service rendu à la collectivité nationale pour la maîtrise des risques nucléaires et radiologiques, au bénéfice de la sûreté des installations, de la protection des personnes et de l'environnement. Ainsi l'Institut pourra-t-il honorer la confiance que lui a témoignée cette même collectivité nationale en lui confiant la mission d'expert public du risque nucléaire et radiologique.



**Michel Brière,**  
Directeur général adjoint de l'IRSN  
délégué pour les missions relevant  
de la défense.

## En 2003, l'IRSN renforce son organisation au service de la sécurité et de la sûreté nucléaire de défense

**T**out en assurant la continuité opérationnelle de ses missions au service de la sécurité et de la sûreté nucléaire de défense, l'IRSN a procédé au cours de l'année 2003 à la mise en place, au niveau de la direction générale de l'Institut et à celui de ses directions opérationnelles, d'une organisation dédiée à ces missions. Ont ainsi été créées une fonction de directeur général adjoint de l'IRSN délégué pour les missions relevant de la défense ainsi qu'une direction de l'expertise nucléaire de défense (DEND).

Désormais bien identifiée et adossée aux compétences publiques de sûreté nucléaire et de radioprotection rassemblées au sein de l'Institut, l'expertise nucléaire de défense peut tirer pleinement profit des connaissances scientifiques et du retour d'expérience dont dispose la France dans ces domaines. Et, grâce à des conventions qui identifient clairement les tâches et processus confiés à l'IRSN, les missions de concours ou d'appui technique aux autorités en charge de la sécurité et de la sûreté nucléaire de défense sont accomplies dans le respect de leur caractère régalién et, si nécessaire, de leur confidentialité.

Elles concernent trois domaines principaux : la protection et le contrôle des matières nucléaires et sensibles, dans le cadre national et dans celui des engagements internationaux pris par la France dans ce domaine ; la protection des installations nucléaires et des transports de matières radioactives et

fissiles contre les actes de malveillance, la sûreté et la radioprotection des installations et activités nucléaires intéressant la défense.

Plus que jamais, les pouvoirs publics peuvent compter sur la compétence, l'organisation et l'engagement de l'IRSN mis au service de la sécurité et de la sûreté nucléaire de défense.

# Les missions de l'IRSN

Les missions de l'IRSN sont fixées par le décret n° 2002-254 du 22 février 2002 relatif à l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire. L'IRSN accomplit dans ce cadre sept types de missions classables en trois catégories :

## Recherche et missions de service public

### Définition et mise en œuvre de programmes de recherche nationaux et internationaux



L'IRSN définit et mène en propre ou confie à d'autres organismes de recherche français ou étrangers des programmes de recherche en vue de maintenir et développer les compétences nécessaires à l'expertise dans ses domaines d'activité.

### Contribution à la formation en radioprotection



L'IRSN contribue à la formation en radioprotection des professionnels de la santé et des personnes professionnellement exposées.

### Veille permanente en matière de radioprotection



L'IRSN participe à la veille permanente en matière de radioprotection, notamment en concourant à la surveillance radiologique de l'environnement et en assurant la gestion et l'exploitation des données dosimétriques concernant les travailleurs exposés aux rayonnements ionisants et la gestion de l'inventaire des sources de rayonnements ionisants.

## Information du public



L'IRSN contribue à l'information du public sur les risques nucléaires et radiologiques par le biais de publications, d'Internet, d'expositions itinérantes conjointes avec la DGSNR, de colloques, etc.

## Missions d'appui et de concours technique aux pouvoirs publics

### Appui technique en matière de risque nucléaire et radiologique



L'IRSN apporte aux pouvoirs publics qui en font la demande un appui technique dans le domaine du risque nucléaire et radiologique, qu'il s'agisse d'installations nucléaires civiles, d'installations classées secrètes, de transports de substances radioactives, d'application des traités sur la non-prolifération ou de sécurité des applications industrielles et médicales. Il procède entre autres à des analyses de sûreté, à des travaux de recherche et développement, d'expérimentation et de développement de modèles, de codes et d'outils de sûreté.

## Appui opérationnel en cas de crise ou de situation d'urgence radiologique



En cas d'incident ou d'accident impliquant des sources de rayonnements ionisants, l'IRSN propose aux pouvoirs publics des mesures d'ordres technique, sanitaire et médical propres à assurer la protection de la population, des travailleurs et de l'environnement, et à rétablir la sécurité des installations.

## Prestations contractuelles d'expertise, de recherche et de mesure

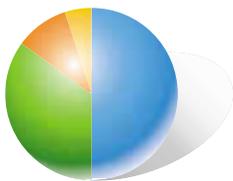
### Réalisation d'expertises, de recherches et de travaux pour des organismes publics ou privés



L'IRSN réalise des prestations contractuelles d'expertise, de recherche et de travaux – en particulier d'analyse, de mesure ou de dosage – pour des organismes publics ou privés français, européens ou internationaux. L'Institut effectue par ailleurs des prestations de tierce expertise sur des ICPE hors secteur nucléaire.

# Les enjeux de développement de l'IRSN

## Ventilation du budget 2003 par catégorie de missions



- 50 % Recherche
- 35 % Appui
- 10 % Prestations
- 5 % Autres missions (hors recherche)

Établissement public à caractère industriel et commercial (EPIC) créé par l'article 5 de la loi du 9 mai 2001 instituant l'AFSSE et doté d'un budget annuel de 250 M€ réparti comme indiqué sur le schéma, l'IRSN voit confirmées ou renouvelées les missions techniques précédemment confiées à l'IPSN et à l'OPRI, mais aussi renforcées des missions telles que la formation à la radioprotection ou l'information du public. Ce nouveau périmètre de responsabilité conduit l'Institut à se repositionner dans le paysage institutionnel et sociétal.

Un des enjeux de l'IRSN est d'accompagner une évolution qui a fait émerger, aux côtés des trois acteurs traditionnels du nucléaire que sont les industriels, les autorités de sûreté et les organismes de recherche et d'expertise, un quatrième acteur généralement désigné sous le terme de *parties prenantes*.

### La stratégie de l'IRSN : bilan 2003 et perspectives 2004

Afin de mener à bien ses missions et de renforcer sa crédibilité, l'IRSN s'est donné en 2003 quatre axes de travail dans les domaines institutionnels et organisationnels.

#### 1. OPTIMISER SES MISSIONS D'APPUI AUX POUVOIRS PUBLICS

##### ■ Favoriser le dialogue entre les pouvoirs publics et l'Institut et le formaliser à travers des conventions-cadres

En 2003, l'IRSN a engagé, avec les administrations (DGSNR, DSND, HFD Industrie, DPPR, DRT...) auxquelles il apporte son appui ou son concours technique, un travail de redéfinition des conditions dans lesquelles s'effectue son

intervention. Ce travail donnera lieu en 2004 à la signature de conventions entre l'Institut et les administrations concernées. Ces conventions décrivent les missions des deux parties signataires, leur mode de fonctionnement qui doit être planifié mais aussi permettre de répondre à des demandes nouvelles. Elles abordent aussi les questions de propriété et d'information sur les résultats des actions de l'Institut.

##### ■ Généraliser le système d'assurance qualité et instaurer des indicateurs de résultats

En 2003, l'IRSN a engagé un travail méthodologique important afin de permettre le pilotage de ses actions et de rendre compte à ses tutelles. Ce travail comprend une réflexion sur le suivi programmatique (élaboration de la nouvelle nomenclature des activités) et budgétaire. Cette demande se fait en cohérence avec la loi organique relative aux lois de finances (LOLF). En parallèle, l'IRSN développe un système informatique adapté, appelé le SID (Système d'information décisionnelle), qui permettra à la fois le suivi analytique détaillé des diverses activités de l'Institut, la consolidation et la synthèse nécessaire aux dialogues avec ses partenaires. Un premier module budgétaire devrait être disponible en 2004.

##### ■ Signer avec les autorités de tutelle un contrat d'objectifs

L'IRSN élabore les bases d'un contrat d'objectifs dont la finalisation devrait intervenir fin 2004. L'élaboration de ce contrat permet à la fois de recueillir les attentes des interlocuteurs de l'Institut et de positionner ce dernier vis-à-vis des enjeux nationaux, européens et internationaux liés à ses principaux domaines d'action.

## 2. REFONDER SA DYNAMIQUE DE RECHERCHE EN CONCERTATION AVEC SES GRANDS PARTENAIRES

### ■ Mener une réflexion interne sur les enjeux de radioprotection, de sûreté et de sécurité

Mission inscrite au décret du 22 février 2002 au même titre que l'expertise, la recherche représente 50 % du budget total de l'Institut. Cet investissement doit être poursuivi afin d'asseoir l'expertise de l'Institut sur les meilleures connaissances disponibles et sur les compétences de ses experts et chercheurs. Aussi l'Institut mène-t-il d'importants programmes de recherche en matière de sûreté, de sécurité et de radioprotection. Il est en particulier le chef de file de programmes tels que PHÉBUS ou CABRI, menés en partenariat européen et international autour de préoccupations de sûreté partagées et de mise en commun des ressources. En 2003, l'IRSN a vu le lancement d'une réflexion sur les stratégies à moyen terme de l'Institut dans les domaines relevant de ses missions : sûreté, radioprotection, sécurité. Cette réflexion, qui associe l'ensemble de l'Institut et qui devrait alimenter le contrat d'objectifs avec les pouvoirs publics, se conclura par un séminaire en septembre 2004.

### ■ Mettre en œuvre une politique résolue de formation par la recherche

L'accueil de doctorants ou de post-doctorants constitue un élément essentiel pour une recherche active et de qualité. L'IRSN a décidé d'accroître le nombre de ces jeunes chercheurs dans les années à venir. Cette démarche est un facteur de dynamisme de la recherche effectuée, de rapprochement avec le monde universitaire, de crédibilité et de

reconnaissance aux niveaux national et international. Par extension, l'IRSN développe une politique de partenariat avec les universités et les grandes écoles, dans le cadre de formations par la recherche, de stages post-doctoraux ou de collaborations scientifiques. Cette politique porte sur la réalisation de recherches génériques dans des domaines applicables aux activités de l'Institut, sur une confrontation *inter pares* des travaux effectués de même que sur le développement de la communication scientifique.

### ■ Promouvoir l'excellence scientifique et technique

Facteur de crédibilité vis-à-vis des ministères de tutelle, des demandeurs et partenaires au

même titre que le dynamisme de sa recherche, la qualité scientifique et technique est pour l'IRSN une nécessité. L'Institut entend renforcer sa capacité à évaluer la qualité scientifique et technique des programmes qu'il souhaite engager. La démarche mise en place par la Direction de l'évaluation scientifique et technique et de la qualité vise à évaluer à la fois les programmes et l'activité des chercheurs.

Un séminaire interne *Excellence scientifique*, organisé mi-mars 2004, était destiné à faire émerger de manière collective les orientations de l'Institut dans les domaines associés à l'obtention et à la reconnaissance de l'excellence scientifique et technique.

## Initier le dialogue et informer les "parties prenantes"

L'Institut a organisé un séminaire à Ville-d'Avray, au mois de janvier 2003, afin d'initier un dialogue avec des intervenants d'horizons différents – industriels, experts, institutionnels, associatifs – des domaines nucléaire et non nucléaire sur la concertation autour des installations à risques. Il a signé avec l'ANCLI, le 31 janvier 2003, un protocole de coopération aux termes duquel il lui apporte un appui scientifique et technique dans les domaines de la radioprotection et de la sûreté nucléaire.

Outre une action de formation de trois jours au mois de mai, dont le contenu a été rassemblé sur un cédérom diffusé aux membres de l'ANCLI, des actions d'information ainsi que des études ont été menées par l'IRSN pour plusieurs CLI. Une réunion avec l'ANCLI s'est tenue le 20 novembre 2003 pour faire un bilan des actions menées dans le cadre du protocole et d'examiner les actions à lancer pour l'année 2004 afin de renforcer la coopération. Cette réunion a inscrit au programme commun le lancement d'actions pilotes, notamment sur la question du suivi des rejets et du vieillissement des centrales.

### 3. OUVRIR SON EXPERTISE AUX ATTENTES DE LA SOCIÉTÉ

#### ■ Devenir un expert public

Au-delà de son appui aux pouvoirs publics, l'IRSN entend mettre son expertise à la disposition de la société, notamment au travers des commissions locales d'information (CLI), associations, etc. Afin d'organiser son action dans ce champ, l'IRSN a créé une mission baptisée *Parties prenantes*. Dans ce cadre, cette mission coordonne l'action de l'Institut sur des thématiques à enjeu local et participe aux réseaux nationaux et internationaux de gouvernance des activités à risque.

Ainsi, l'IRSN a-t-il organisé un séminaire en janvier 2003 sur l'approche concertative, signé un protocole de coopération avec l'Association nationale des commissions locales d'information (ANCLI) et organisé une formation par les membres des CLI.

#### ■ Contribuer à l'information du public

Inscrite au décret du 22 février 2002, la contribution à l'information du public constitue une mission importante de l'Institut qui la diffuse activement au travers de rapports, de son site Internet, de conférences, d'expositions conjointes avec l'ASN, de la préparation d'un cédérom sur le risque nucléaire et de sa participation à des salons tels que Pollutec, Medec et le Forum Eurosafe qu'il coorganise avec son homologue allemand, la GRS, et d'autres organismes d'expertise technique. L'Institut exploite, en outre, depuis de nombreuses années, un baromètre de la perception relative des risques par la société civile.

Il contribue ainsi à la mise en œuvre concrète de principes d'accès à l'information en matière d'environnement et de santé, principes énoncés tant par la Convention d'Aarhus que dans le projet de loi sur la transparence nucléaire.

#### ■ Valoriser les activités de l'Institut

L'Institut encourage les équipes des unités opérationnelles à valoriser leur compétence et leur savoir-faire dans leur domaine d'activité, dès lors que les marchés visés sont pérennes, à haute valeur ajoutée, ne créent pas de difficulté à caractère déontologique et permettent de valoriser l'expertise et l'image de l'IRSN. Dans sa démarche, l'Institut veille naturellement à ne pas détourner ces équipes de leurs missions principales, en particulier sur les grands programmes prioritaires, et à trouver le juste équilibre entre la subvention de l'État et les recettes externes.

C'est par exemple le cas de l'expertise et des études en matière de risques technologiques non nucléaires, pour lesquels l'adoption récente d'une nouvelle législation plus contraignante génère une forte demande de tierce expertise et pour lesquels les savoir-faire de l'IRSN peuvent être utilement déployés au bénéfice de la prévention des risques.

### 4. DÉVELOPPER SA DIMENSION EUROPÉENNE ET INTERNATIONALE

L'action européenne et internationale constitue une des priorités de l'IRSN qui a créé en 2003 une Direction de la stratégie, du développement et des relations extérieures (DSDRE) incluant une Division des relations internationales, et renforcé son équipe internationale avec la nomination de cadres

chargés de contribuer au développement des relations bilatérales de l'Institut et d'un pôle *Europe* au sein de la DSDRE. La politique de développement international de l'IRSN poursuit quatre objectifs.

■ **Contribuer à la création de l'espace européen de la recherche**

Dans l'esprit du Conseil européen de Lisbonne de mars 2000 et des PCRD de l'Union européenne qui visent à renforcer l'intégration de la recherche en Europe, l'IRSN contribue – souvent avec la GRS, son partenaire allemand – à une quarantaine de projets portant sur la gestion et la prolongation de la durée de vie des centrales nucléaires, la sûreté du cycle du combustible, la radioprotection, la gestion d'une crise extérieure à une installation, les transferts de matières radioactives dans l'environnement, etc.

En outre, l'Institut joue un rôle moteur dans la création du réseau d'excellence Sarnet qui se consacre à l'identification et au traitement des sujets de recherche les plus pertinents dans le domaine des accidents graves.

■ **Soutenir la convergence des pratiques techniques en expertise de sûreté en Europe**

L'IRSN participe avec la GRS et d'autres organismes d'expertise technique européens à la démarche de convergence des pratiques techniques de sûreté dans un double objectif. Il s'agit d'une part d'aboutir à la constitution d'un réseau d'expertise européen, au travers notamment des actions d'Eurosafe : un Forum annuel, une revue et un site Web. Il s'agit d'autre part de construire une pratique commune de l'expertise en élaborant des

recommandations partagées sur la démarche d'expertise et sur des sujets techniques d'intérêt commun.

■ **Participer à l'amélioration de la sûreté nucléaire en Europe de l'Est**

En partenariat avec, notamment, son homologue allemand la GRS, l'IRSN prend une part active dans la mise en œuvre des programmes de la Commission européenne, tels PHARE et TACIS, destinés à améliorer le niveau de sûreté des installations nucléaires des pays d'Europe centrale et orientale. L'IRSN réalise des travaux d'expertise et apporte son appui au CENS qui regroupe les organismes de sûreté de ces pays, en vue du renforcement de leurs propres capacités d'expertise.

■ **Resserrer les liens bilatéraux et multilatéraux**

À ce jour, l'IRSN a conclu une centaine d'accords de coopération avec des organis-

mes de recherche et d'expertise scientifique et technique issus de 29 pays menant des programmes de recherche et/ou exploitant des centrales électronucléaires. Ces accords intéressent la totalité des domaines de compétence de l'Institut dans leurs dimensions tant de recherche que d'expertise. L'IRSN construit un schéma directeur de son action à l'international afin de mettre en cohérence ses actions, ses missions et ses objectifs.

Enfin, l'Institut s'attache à renforcer sa contribution aux groupes de travail qui, sous l'égide des organisations internationales, élaborent des textes de recommandation ou de directive tels que les guides, normes de radioprotection, de sûreté et de sécurité nucléaire. Il a notamment pris part, en 2003, au renforcement des dispositions destinées à prévenir les actes de terrorisme radiologique retenues par le G8 au sommet d'Évian.

**Tout au long de l'année 2003, l'IRSN a entretenu des relations privilégiées avec la Chine, la Finlande et les États-Unis**

Avec l'organisme d'expertise chinois (BINE), l'IRSN a renforcé en 2003 sa collaboration en matière d'analyse de sûreté et, avec l'autorité de sûreté chinoise (ANSN), celle portant sur le réexamen de la sûreté des installations et la protection physique. En Finlande, la décision de construire un nouveau réacteur de type EPR a stimulé la collaboration entre l'IRSN et l'autorité de sûreté finlandaise (STUK) avec laquelle a été conclu un accord. Par ailleurs, l'IRSN a poursuivi sa collaboration avec l'autorité de sûreté américaine (NRC) par la signature d'un accord qui met l'accent sur l'expérimentation et la modélisation en matière d'incendie.



**Philippe Jamet,**  
Directeur général adjoint  
pour les affaires générales.

# L'organisation de l'IRSN

## Entretien avec Philippe Jamet.

### Quelle réflexion a présidé à l'organisation de l'IRSN ?

L'organisation de l'IRSN autour d'une direction générale resserrée, de directions opérationnelles, de directions fonctionnelles et d'une agence comptable poursuit deux objectifs essentiels :

- organiser les directions opérationnelles de manière à favoriser au maximum les synergies entre les différents métiers et compétences de l'Institut ;
- organiser les directions fonctionnelles pour faire face aux besoins nouveaux liés à la création de l'IRSN en tant qu'organisme indépendant.

### Comment s'intègrent les compétences et les équipes opérationnelles au sein du nouvel Institut ?

Un objectif essentiel de cette organisation est de fédérer, par compétence et par domaine d'activité, des équipes provenant de l'ex-IPSN et de l'ex-OPRI. C'est le cas au sein de la Direction de la radioprotection de l'homme ou de la Direction de l'environnement et d'intervention. Le regroupement des différents métiers au sein de ces directions favorise également l'interaction entre la recherche, l'expertise, les études et les activités de l'intervention.

Dans les domaines de la sûreté et de la sécurité nucléaires, les directions intègrent également de façon aussi étroite que possible les activités d'étude, d'expertise et de recherche liées à un domaine donné : réacteurs, cycle

du combustible, activités liées à la défense. En rapprochant ces activités, l'objectif poursuivi est de forger un langage commun entre experts et chercheurs au travers du partage des activités d'étude.

### Comment s'articulent les directions fonctionnelles ?

Elles sont au nombre de quatre, auquel s'ajoute l'agence comptable : le Secrétariat général, la Direction de la communication, la Direction de la stratégie, du développement et des relations extérieures (DSDRE) et, enfin, la Direction de l'évaluation scientifique et technique et de la qualité (DESTQ).

Le Secrétariat général regroupe l'ensemble des fonctions administratives et logistiques de l'IRSN ; une unité nouvelle, chargée de la gestion du patrimoine immobilier et des services généraux, y a été créée pour faire face aux besoins importants résultant de la création de l'IRSN.

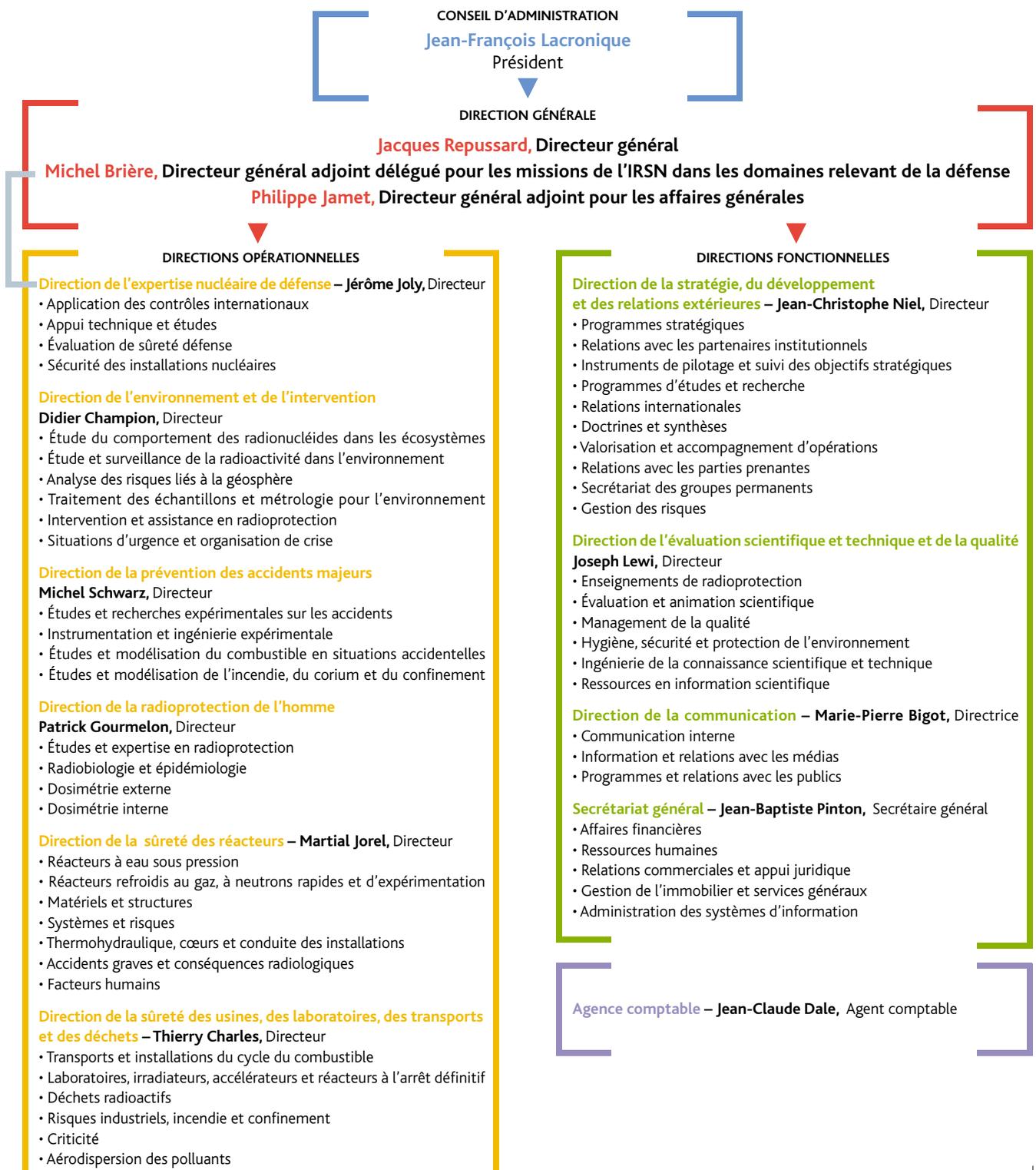
### Quels sont les objectifs nouveaux fixés à la DESTQ et à la DSDRE ?

Un des enjeux majeurs pour l'IRSN est de se positionner rapidement en tant qu'institut scientifique et technique de référence. Dans cette perspective, il a été choisi de valoriser le capital de connaissances et l'expérience méthodologique de l'Institut, grâce à une structure chargée de promouvoir la qualité de la production scientifique et technique de l'IRSN, d'évaluer cette production et de favoriser sa reconnaissance par l'externe. C'est un des rôles essentiels dévolu à la DESTQ. Autre enjeu fondamental pour l'IRSN : acquérir une véritable existence institutionnelle

par sa notoriété et la création de liens directs et autonomes avec ses ministères de tutelle, les parlementaires, les donneurs d'ordres, ses homologues, les parties prenantes, etc. C'est une mission essentielle de la DSDRE, également chargée de bâtir la stratégie de l'Institut et de préparer sur cette base le contrat d'objectifs qui le liera à ses cinq ministères de tutelle. La DSDRE a également pour mission de faciliter et d'encadrer la formalisation de la doctrine de l'IRSN, à partir de son capital d'expérience, afin que l'Institut soit en mesure de s'appuyer à l'avenir sur un référentiel structurant, visible et lisible à l'interne comme à l'externe. En outre, la nomination de directeurs de programmes stratégiques au sein de la DSDRE introduit une dimension projet pour l'institution IRSN en favorisant en son sein toutes les transversalités possibles au service de grands programmes.

J'ajouterai enfin que la DESTQ et la DSDRE confortent mutuellement la pertinence de leur action. En effet, le filtre de l'évaluation scientifique et technique confirme la solidité des propositions émises par la Direction de la stratégie qui, en retour, vérifie qu'un projet, quelle qu'en soit la qualité scientifique et technique, s'inscrit de façon cohérente dans la stratégie de l'IRSN.

# L'organigramme de l'IRSN avril 2004



# Le conseil d'administration de l'IRSN

## avril 2004

### Président du conseil d'administration

Jean-François Lacronique

### Représentants de l'État

Patrick Audebert	Chef de la Mission nationale d'appui à la gestion du risque nucléaire, représentant le ministre chargé de la Sécurité civile
Jean-Denis Combrexelle	Directeur des relations du travail, représentant le ministre chargé du Travail
Marie-Claude Dupuis	Chef du service de l'Environnement industriel à la Direction de la prévention des pollutions et des risques, représentant le ministre chargé de l'Écologie et du Développement durable
Florence Fouquet	Chargée de la sous-direction de l'industrie nucléaire à la Direction générale de l'énergie et des matières premières, représentant le ministre chargé de l'Industrie
Bernard Frois	Directeur du département "Énergie, transports, environnement, ressources naturelles" de la Direction de la technologie représentant le ministre chargé de la Recherche
Marcel Jurien de la Gravière	Délégué à la Sûreté nucléaire et à la radioprotection pour les activités et les installations intéressant la défense
André-Claude Lacoste	Directeur général de la Sûreté nucléaire et de la radioprotection
Thierry Michelon	Sous-directeur de la gestion des risques des milieux à la Direction générale de la santé, représentant le ministre chargé de la Santé et des Affaires sociales
Marc Prévôt	Chef de l'Inspection de l'armement, représentant le ministre chargé de la Défense
Nicolas Vannieuwenhuyze	Chef de bureau à la Direction du budget, représentant le ministre chargé du Budget

### Personnalités qualifiées

Claude Birraux	Membre de l'Office parlementaire des choix scientifiques et techniques
Dominique Goutte	Directeur du grand accélérateur d'ions lourds, sur proposition du ministre chargé de la Recherche
Jean-François Lacronique	Professeur de médecine, sur proposition du ministre chargé de la Santé et des Affaires sociales
Maurice Laurent	Ancien directeur de service à l'Assemblée nationale, sur proposition du ministre chargé de l'Industrie
Jean Rannou	Général d'armée aérienne, sur proposition du ministre chargé de la Défense
Jacques Vernier *	Maire de Douai, sur proposition du ministre chargé de l'Écologie et du Développement durable

### Représentants élus du personnel

Mireille Arnaud	C.G.T.	Thierry Fleury	C.F.D.T.
Hervé Boll	C.G.C./C.F.T.C.	Dominique Martineau	C.F.D.T.
Betty Catania	C.G.T.	Xavier Moya	C.G.T.
Jean-Marc Dormant	C.G.C./C.F.T.C.	François Rollinger	C.F.D.T.

### Personnalités présentes de droit

Thierry Trouvé	Commissaire du gouvernement et Directeur de la prévention des pollutions et des risques
Daniel Racinet	Contrôleur d'État
Jacques Repussard	Directeur général
Michel Brière	Directeur général adjoint, délégué pour les missions relevant de la défense
Jean-Claude Dale	Agent comptable
Marie-Catherine Poirier	Secrétaire du comité d'entreprise
Jean-Baptiste Pinton	Secrétaire du conseil

\* Démissionnaire à la date de parution du rapport.

# L'activité 2003 en quelques chiffres

## La recherche

- 50 % du budget de l'IRSN.
- 745 chercheurs.
- 16 thèmes d'études et de recherches en cours (Combustible REP ; études probabilistes de sûreté (EPS) ; facteur humain ; thermohydraulique ; fusion du cœur et explosion de vapeur ; comportement de l'enclume de confinement ; comportement des produits de fission ; incendie ; criticité ; technologie des matériels utilisés dans les installations ; transport des matières nucléaires ; stockage des déchets ; radioécologie ; dosimétrie ; radiopathologie ; épidémiologie et gestion des risques).
- 6 contrats européens en cours :
  - Radioprotection : EURANOS, ERICA.
  - Sûreté : SARNET, EURAC, NF-PRO, COWAM 2.
- 53 thèses en cours.
- 15 stagiaires post-doctorants par an financés à 100 % par l'IRSN.
- 34 docteurs d'État ou habilités à diriger des recherches.
- 2 375 heures d'enseignement dispensées.
- Plusieurs centaines de publications et communications scientifiques.
- Une dizaine de congrès organisés.

## Les missions de service public

### Radioprotection de l'homme

- 260 000 travailleurs recensés dans la base Siseri.
- 20 000 analyses radiotoxicologiques.
- 8 000 mouvements de sources enregistrés.
- 214 anthropogammamétries.
- 7 évaluations de dose par dosimétrie biologique.

### Études et surveillance de l'environnement

- 40 000 échantillons prélevés par an.
- 700 points de prélèvement sur l'ensemble du territoire.
- 214 balises constituant le réseau de télésurveillance du territoire.
- 100 000 analyses radiologiques réalisées.

### L'appui technique aux pouvoirs publics

- 10 exercices nationaux de crise nucléaire.
- De l'ordre de 200 installations nucléaires civiles ou dédiées à la défense faisant l'objet d'expertises de l'Institut en matière de sûreté, de sécurité et de radioprotection.

- 850 avis techniques aux autorités de sûreté dont 100 avis concernant la sûreté des transports.
- 20 réunions tenues par les groupes permanents sur la base de 15 rapports IRSN sur la sûreté des installations nucléaires.
- 150 missions d'accompagnement des inspecteurs des installations nucléaires de base (INB).
- De l'ordre de 200 inspections relatives au contrôle des matières nucléaires.
- 32 missions d'accompagnement des inspecteurs internationaux pour le contrôle des matières nucléaires et sensibles.
- 88 inspections sur le thème suivi comptabilité des matières nucléaires.
- 53 inspections sur le thème protection physique, dont 10 concernant la protection contre la malveillance.

## Les prestations

- 19 300 clients ou partenaires.
- 1,9 million de dosimètres personnels fournis et exploités.
- 50 tierces expertises d'études des dangers d'installations classées pour la protection de l'environnement (risques technologiques hors secteur nucléaire).

## La communication et l'information

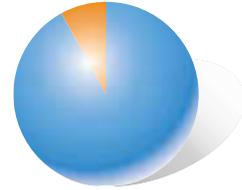
- **Exposition itinérante** *Le nucléaire sous haute surveillance*.
  - 4 339 visiteurs, dont 1 248 élèves.
  - 3 villes : Givet (Ardennes), Arles (Bouches-du-Rhône), Uchaud (Gard).
  - 9 conférences organisées.
- Site Internet : 430 000 connexions.
- 6 000 livrets d'information grands publics diffusés (collection de 6 livrets).
- 12 000 exemplaires du rapport d'activité diffusés.

## L'activité internationale

- Près de 100 accords bilatéraux avec des organismes de recherche et d'expertise de 29 pays.
- Plus de 80 projets internationaux en cours.
- Temps passé équivalent à 100 hommes/an.

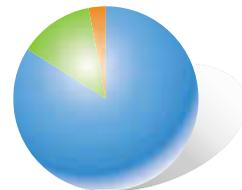
\* Ministère de l'Écologie et du Développement durable

## Budget 2003 des dépenses fonctionnement/investissement

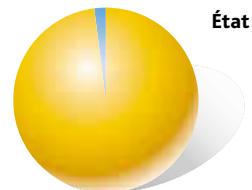


- 92 % Fonctionnement
- 8 % Investissement

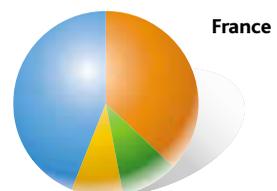
## Budget 2003 par origine de financement



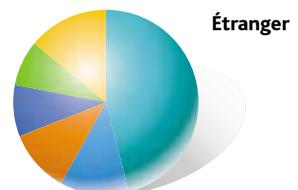
- 84 % État
- 13 % France
- 3 % Étranger



- 98 % MEDD\*
- 2 % Autres



- 37 % EDF
- 10 % COGEMA
- 9 % CEA
- 44 % Autres



- 46 % RISKAUDIT
- 12 % GRS
- 11 % CCE
- 9 % EPRI
- 8 % NRC
- 14 % Autres

Source : budget IRSN 2003.

# Les faits marquants

## JANVIER

- **3.** Décret de nomination des membres du conseil d'administration de l'IRSN (hors représentants du personnel).
- **13.** Visite de M. Taniguchi (directeur général adjoint de l'AIEA, responsable du Département de sûreté et de sécurité nucléaire de l'AIEA) à l'IRSN.
- **16.** Présentation devant le Groupe permanent pour les réacteurs nucléaires du rapport sur l'évaluation des études génériques engagées par EDF au titre du réexamen de sûreté des réacteurs nucléaires de 1 300 MWe.
- **21.** Décret de nomination de Jean-François Lacronique, professeur de médecine, au poste de président du conseil d'administration de l'IRSN (publication au *Journal officiel* n° 19 du 23 janvier).
- **21-22.** L'IRSN organise un séminaire relatif à la "concertation autour des installations à risque" qui regroupe une cinquantaine de participants (industriels, experts, institutionnels et associatifs).
- **23.** Élection des représentants au Comité d'entreprise.
- **31.** L'ANCLI et l'IRSN signent un protocole de collaboration dont l'objectif est d'apporter un appui scientifique et technique à l'ANCLI et à ses membres.

## FÉVRIER

- **13.** Démarrage de la campagne d'essais *Carmela Bis* et *Carmelo* sur les feux d'armoires électriques.
- **19.** Signature d'un accord de collaboration en sûreté nucléaire et radioprotection avec le Centre national de l'énergie, des sciences et des techniques nucléaires (CNESTEN) du Maroc.
- **25.** Première réunion du Comité d'entreprise.
- **27.** Signature d'un accord de collaboration dans le domaine de la sûreté nucléaire et de la radioprotection avec l'Association Vinçotte Nucléaire (AVN), organisme agréé par l'AFCN, l'autorité belge de sûreté nucléaire et de radioprotection.

## MARS

- **3-14.** L'IRSN préside un groupe d'experts de 45 États réunis à Vienne (Autriche) sous l'égide de l'AIEA, pour préparer un renforcement de la convention sur la protection physique des matières nucléaires.
- **10-13.** L'IRSN participe à la Conférence internationale sur la sécurité des sources radioactives à Vienne (Autriche). Présidée par M. Spencer Abraham, secrétaire américain à l'Énergie, cette conférence était coparrainée par les gouvernements de la Fédération de Russie et des États-Unis, et organisée par l'AIEA en coopération avec la Commission européenne (CE), l'Organisation mondiale des douanes (OMD), l'Organisation internationale de police criminelle (OIPC-Interpol) et l'Office européen de police (Europol).
- **11-14.** L'IRSN participe comme chaque année au MEDEC, salon professionnel du monde médical à Paris.
- **12.** Remise du prix Pierre Isoard à Laure Alloul-Marmor, pour son travail à l'IRSN de thèse sur la remise en suspension particulière.
- **17.** Décret de nomination de Jacques Repussard au poste de Directeur général de l'IRSN (publication au *Journal officiel* n° 66 du 19 mars).
- **18.** Remise à Sabrina Hassoun, interne en pharmacie au Laboratoire d'évaluation et de modélisation de la dose interne, du 3<sup>e</sup> prix du concours de l'Internat en pharmacie de l'Assistance publique-Hôpitaux de Paris pour son étude, effectuée au laboratoire de la dose interne de l'IRSN, et intitulée *Étude par microscopie ionique analytique de la distribution thyroïdienne de l'iode chez des rats nés de mères carencées en iode stable et contaminés par l'iode 129*.
- **21.** Création de trois CHSCT, respectivement pour les sites du Vésinet (Yvelines), de Fontenay-aux-Roses (Hauts-de-Seine) et de Cadarache (Bouches-du-Rhône), avec les sites rattachés.

## AVRIL

- **16.** Nomination des personnalités qualifiées au Comité d'orientation de la direction de l'expertise nucléaire de défense de l'IRSN.
- **22-29.** Visite à Fontenay-aux-Roses d'une délégation du Minatom (Russie) dans le cadre de la collaboration CEA/IRSN/MINATOM dans le domaine de la gestion de crise, y compris en cas d'accident de transport de matières radioactives et nucléaires.
- **24.** Présentation, devant le Groupe permanent pour les réacteurs nucléaires, du rapport sur les options de sûreté du projet d'installation *réacteur Jules Horowitz*.

## MAI

- **4-8.** Participation de l'IRSN au congrès CSARP sur les accidents graves organisé par la NRC à Washington.
- **6-7.** Réunion de consensus sur le traitement des personnes irradiées, organisée par l'IRSN aux Vaux-de-Cernay, avec la participation des principaux hématologues et radiopathologistes français concernés.
- **19-21.** L'IRSN assure une formation de trois jours, spécialement destinée aux membres de l'ANCLI, afin d'apporter les connaissances de base nécessaires à la participation au dialogue technique.
- **23.** Inauguration de l'antenne IRSN aux Angles (Gard).
- **29.** Signature de l'accord d'entreprise IRSN.

## JUIN

- **2-4.** Organisation par l'IRSN d'une réunion ISP 47 (International Standard Problem) pilotée par l'OCDE (Comité pour la sûreté des installations nucléaires – CSNI) concernant la thermohydraulique de l'enceinte d'un réacteur en situation d'accident grave.
- **12-18.** Présentation, devant le Groupe permanent pour les réacteurs nucléaires, du rapport sur les orientations à retenir pour le réexamen de sûreté des tranches de 900 MWe associé aux troisièmes visites décennales (VD3 900).

JUILLET

- **19.** Présentation, devant le Groupe permanent pour les réacteurs nucléaires, d'un rapport sur la mise en service des deux tranches du Centre national de production d'électricité de Chooz B.
- **20.** Signature de la convention IRSN/CEA sur l'utilisation par l'IRSN des réacteurs d'essai CABRI et PHÉBUS pour ses programmes de recherche, concluant trois années de discussion entre les deux organismes.
- **23-25.** Visite de Jacques Repussard à Moscou pour des réunions avec le Gosatomnadzor (autorité de sûreté de Russie), son appui technique le SEC-NRS et l'Institut Kurchatov.
- **24.** Présentation au Groupe Permanent d'experts pour les installations destinées au stockage à long terme des déchets radioactifs de l'évaluation du dossier *argile 2001* de l'Andra relatif à la faisabilité d'un stockage de déchets de haute activité dans les formations argileuses de Bure.
- **24-26.** 5<sup>e</sup> séminaire international PHÉBUS PF : près de 174 participants dont 80 étrangers. Consolidation des enseignements tirés des premiers essais et premières applications présentées notamment en support des études de sûreté françaises.
- **26.** Présentation, devant le Groupe permanent pour les réacteurs nucléaires, d'un rapport sur la qualification aux conditions accidentelles des équipements, des centrales électronucléaires.
- **30/06 au 4/07.** 6<sup>e</sup> colloque international de radiobiologie fondamentale et appliquée *De la radiobiologie à la clinique* organisé à Batz-sur-Mer, en Loire-Atlantique.
- **2-4.** Dans le cadre du programme "Santé" de l'Initiative franco-allemande pour Tchernobyl, l'IRSN a organisé une inter-comparaison du diagnostic de 326 lames histologiques de cancers de la thyroïde provenant d'Ukraine et de Biélorussie. Cette inter-comparaison a eu lieu dans le service d'anatomie et de cytologie pathologiques

AOÛT

- de l'hôpital Ambroise Paré, dirigé par le professeur Brigitte Franc, qui a participé, avec des anatomopathologistes ukrainiens et biélorusses, à cette inter-comparaison.
- **8.** Décret de nomination de Michel Brière au poste de Directeur général adjoint de l'IRSN (publication au *Journal officiel* n° 158 du 10 juillet).
- **15.** Claudie Haigneré, ministre déléguée à la Recherche et aux Nouvelles Technologies, a convié Philippe Busquin, Commissaire européen chargé de la recherche, à découvrir le site de Cadarache et à visiter l'installation PHÉBUS.
- **17.** Remise du Prix *Jacques Gaussens* à Nicolas Lecrux, de l'IRSN, pour son travail relatif à l'accélérateur pour la métrologie et les applications neutroniques en dosimétrie interne Amande.
- **19-20.** Gréement du Centre technique de crise (CTC) pour le suivi sur le terrain de l'abattage de la cheminée G1 de Marcoule avec prélèvements atmosphériques.
- **30.** Signature entre Jacques Repussard, Directeur général de l'IRSN, et Geneviève Berger, directrice générale du CNRS, d'un accord-cadre de collaboration scientifique renforçant les liens existants entre les deux organismes.
- **31.** Premier bilan par les partenaires européens des projets Evita et Coloss (5<sup>e</sup> PCRD) sur la qualification et les calculs réacteurs du code intégré Astec (codéveloppé par l'IRSN et la GRS).
- Rénovation de la salle de comptage du Vésinet par remplacement d'une quarantaine de compteurs bêta bas bruit de fond.
- **18.** Signature de la convention sur la mobilité des salariés entre le CEA et l'IRSN.

SEPTEMBRE

- **8.** Signature de l'accord de coopération en sûreté nucléaire et radioprotection avec l'Institute for Nuclear Research and Nuclear Energy (INRNE) bulgare.
- **15-20.** Première participation de l'IRSN aux *Entretiens de Bichat* (Paris) : organisation, dans ce cadre, d'une table ronde par l'IRSN sur *La gestion médicale des victimes d'irradiations accidentelles*.
- **16.** L'IRSN a organisé un exercice d'inventaire des matières nucléaires en situation de crise. Cet exercice a concerné simultanément les établissements COGEMA de La Hague (Manche) et CEA de Cadarache (Bouches-du-Rhône).
- **16-17.** Journée IRSN de formation par la recherche à la Maison de la Chimie.
- **18.** Présentation, devant le Groupe permanent pour les réacteurs nucléaires, d'un rapport sur la sûreté de l'essai FPT-3 prévu dans le réacteur PHÉBUS à Cadarache en 2004.
- **19.** Première réunion du Comité d'orientation de la direction de l'expertise nucléaire de défense (CODEND).
- **22-24.** Accueil par l'IRSN d'une réunion du Comité américain, composé de douze experts de différents pays, chargé par les académies américaines des sciences et technologies, d'investigation sur la gestion des déchets, en vue de l'amélioration des pratiques de réglementation et de gestion des déchets radioactifs de faible activité aux USA. Des experts venus d'Europe et d'Asie ont été associés à ces discussions.
- **25.** Huit représentants du personnel sont élus au conseil d'administration de l'Institut.
- **30.** Réunion de l'Observatoire des opinions sur les risques et la sécurité sur le thème *Risques réels/risques perçus : application aux risques et territoires* (organisé à la Fondation pour la recherche médicale, à Paris).
- Contribution de l'IRSN à la préparation du 2<sup>e</sup> appel à propositions du *Programme de travail EURATOM 2004*.

- **1.** Signature de l'amendement permettant le transfert de l'accord IPSN/NUPEC à IRSN/JNES (Japan Nuclear Energy Safety), organisme technique qui consulte l'autorité de sûreté des installations industrielles et nucléaires commerciales du Japon.
- **15.** Mise en place de la nouvelle organisation de l'IRSN.
- **20-24.** Participation à la conférence annuelle de la NRC sur la recherche en sûreté des réacteurs à eau (NSRC) à Washington. À cette occasion, Jacques Repussard a rencontré les commissaires de la NRC et une présentation du projet de programme PHÉBUS STLOC a été faite à la NRC, au DOE et à l'EPRI.
- **24.** Redémarrage des essais dans l'installation Diva concernant la propagation d'un incendie dans des locaux avec ventilation.
- **31.** Achèvement de l'opération de rapatriement en France, sous la maîtrise d'œuvre de l'Institut, d'un irradiateur chargé de 8 sources de césium 137 (activité résiduelle : 740 TBq) en provenance de l'université de Cocody, en Côte-d'Ivoire.
- Achèvement des travaux de dépollution des sols et de mise à niveau de la chaufferie du site du Vésinet après l'incident de déversement de fioul survenu le 5 mars.

- **3-14.** Participation de l'IRSN à la réunion des parties à la Convention commune sur la sûreté de la gestion du combustible usé et sur la sûreté de la gestion des déchets radioactifs.
- **10.** Signature avec la NRC (États-Unis) d'un accord de coopération concernant la modélisation des incendies.
- **13-14.** Participation de l'IRSN, en soutien à la Direction de la sûreté des installations nucléaires de défense (DSND), à l'exercice de crise sur une base aérienne impliquant une arme nucléaire.
- **17.** Présentation aux partenaires de l'IRSN de la nouvelle organisation et de la nouvelle identité graphique de l'Institut.

- **17-19.** Réunion du conseil scientifique du programme ENVIRHOM à Cadarache : présentation de premiers résultats particulièrement intéressants à propos des effets d'une exposition chronique de l'homme et de l'environnement à l'uranium.
- **20.** Installation de l'irradiateur *Epicur* qui permet à l'IRSN de disposer d'un puissant outil de recherche sur le comportement de l'iode durant un accident grave affectant un réacteur à eau sous pression.
- **20.** Signature de la convention entre le CEA et l'IRSN relative aux modalités de transfert des biens, droits et obligations du CEA à l'IRSN.
- **21.** Accord avec la Commission européenne et les organismes concernés sur le contenu du projet de réseau d'excellence SARNET relatif aux accidents graves. Ce réseau, coordonné par l'IRSN, rassemble une cinquantaine d'organismes de recherche européens.
- **22.** Visite du Conseil municipal du Vésinet sur le site IRSN.
- **25-26.** Colloque EUROSAFE sur le thème : *Vers la convergence des pratiques techniques de sûreté nucléaire en Europe* au palais Brongniart, à Paris.
- **28.** Intervention des équipes de l'IRSN à Roissy, à la suite de l'écrasement d'un colis contenant des flacons d'iode 125.
- **2-3.** Créement du Centre technique de crise (CTC) à la suite des fortes pluies qui ont provoqué l'élévation du débit du Rhône et conduit les exploitants des centrales de Cruas et du Tricastin ainsi que le BCOT à déclencher, à titre préventif, les plans d'urgence interne de ces installations. Envoi d'équipes sur le terrain pour effectuer des prélèvements et des mesures en aval des sites nucléaires.
- **2-5.** L'IRSN est présent au salon Pollutec (Centre des congrès de Villepinte, Paris) où il coorganise le Forum risques avec l'INERIS et le BRGM.
- **3.** Visite de Jean-Jacques Gagnepain, directeur de la technologie au ministère de la Recherche et des Nouvelles Technologies.
- **3-4.** Approbation par le CSNI de l'OCDE/AEN du rapport final sur le problème standard international ISP46 organisé par l'IRSN et consacré au calcul de l'essai PHÉBUS FPT-1. Trente-trois organismes de vingt-trois pays y ont participé.

- **4-11.** Présentation devant le Groupe permanent pour les réacteurs nucléaires d'un rapport sur le vieillissement des centrales nucléaires à eau sous pression d'EDF.
- **5.** Signature d'un accord de collaboration entre l'IRSN et le Japan Atomic Energy Research Institute (JAERI) en sûreté nucléaire et radioprotection.
- **5.** Signature du contrat d'assistance à l'autorité de sûreté ukrainienne en vue de la mise en service de deux réacteurs VVER 1000 sur les sites de Rovno et Khmelnytsky en Ukraine.
- **8-12.** Réunion de coordination de la coopération IRSN/BARC et organisation d'un séminaire technique sur le code ASTEC au Bhabha Atomic Research Centre (Inde).
- **17.** Signature entre l'IRSN et Paris Tech d'un accord de collaboration scientifique qui prévoit trois axes de collaboration : des programmes de recherche menés en partenariat, la participation de l'IRSN aux enseignements dans ces écoles, l'accueil par l'Institut des doctorants et de stagiaires.
- **18.** Groupe Permanent consacré à la radioprotection dans les centrales EDF : première réunion du Groupe permanent pour les réacteurs nucléaires spécifiquement liée à la radioprotection.
- **18.** Décision finlandaise de construire un réacteur EPR, qui implique des relations plus étroites de l'IRSN et de STUK (autorité de sûreté finlandaise).
- **18.** Diffusion du rapport de synthèse des dix premiers essais du programme CABRI REP-Na (réalisés de 1993 à 1998) qui met en évidence l'importance de matériau de gaine et des gaz de fission dans la tenue des crayons de combustible des réacteurs à eau sous pression en cas d'accident de réactivité (éjection d'une barre de contrôle).
- **19.** Signature d'un contrat de prestation technique relative à des essais d'efficacité des éléments filtrants et des pièges à iode, et une expertise expérimentale de la ventilation des locaux des installations du Centre d'études nucléaires de la Maâmora au Maroc.
- **19.** Signature d'une convention CEA/IRSN/Archives de France.
- **27.** Publication au *Journal officiel* de l'arrêté du 24 octobre 2003 concernant le transfert des biens de l'OPRI à l'IRSN.

# Les activités en 2003



# La sûreté des installations civiles,



# des transports et des déchets



Contribuer à assurer la sûreté des installations civiles, des transports de matières radioactives et des déchets radioactifs passe par des actions d'appui technique aux autorités, des études et des travaux de R&D que l'IRSN mène dans ses propres laboratoires ou en partenariat :

- analyse de sûreté des installations (stockage de déchets, dossiers thématiques sur les logiciels de contrôle-commande, le vieillissement des centrales...), et des colis de transport de matières radioactives ;
- études et travaux de recherche (expérimentation, développement de modèles et de codes) sur le fonctionnement des réacteurs à eau, les accidents de réacteurs (accidents graves, accidents de réactivité), les risques de criticité liés au transport, les feux, l'aléa sismique, le comportement des roches lié au stockage de déchets...



Boucle VITRA : étude du transfert horizontal et sédimentation au fond du bâtiment réacteur.



# Le risque de colmatage des puisards de l'enceinte de confinement des REP

Afin de mieux apprécier certaines dispositions liées au refroidissement des réacteurs à eau en cas de brèche accidentelle du circuit primaire, l'IRSN a engagé en 1997 un programme dont les résultats ont été présentés en 2003. Il s'agissait d'étudier plus précisément le maintien en état opérationnel après l'accident des pompes du système permettant le refroidissement du combustible.

## Les systèmes de sauvegarde

En cas de brèche accidentelle du circuit primaire d'un REP, le maintien du refroidissement du réacteur est assuré par le système d'injection de sécurité (RIS). En parallèle, le système d'aspersion dans l'enceinte (EAS) démarre afin de réduire la pression dans l'enceinte (ou bâtiment) du réacteur ; ce système permet également d'injecter de la soude afin de réduire les rejets d'iode radioactif gazeux. Dans un premier temps, l'eau injectée par les pompes de ces deux systèmes provient d'une réserve d'environ 1 600 m<sup>3</sup> d'eau borée à 2 000 ppm (réservoir PTR). Quand cette réserve est épuisée, les systèmes RIS et EAS fonctionnent en circuit fermé en aspirant l'eau recueillie dans des puisards situés en partie basse de l'enceinte de confinement dont le pH est de l'ordre de 9,3. Cette configuration des systèmes permet le refroidissement du combustible sur de longues durées.

Un colmatage des préfiltres ou des grilles de filtration des puisards constitue dès lors un mode de défaillance qui pourrait affecter l'ensemble des files <sup>(1)</sup> des systèmes de sauvegarde. Or, les débris produits dans l'enceinte de confinement, sous l'effet de l'impact du jet issu d'une brèche sur les équipements et les structures (calorifuges, poussières, particules de béton et de peinture), pourraient parvenir jusqu'aux grilles de filtration des puisards. L'obstruction de ces grilles, compte tenu de la nature des écoulements de l'eau dans le bâtiment du réacteur, entraînerait

une augmentation des pertes de charge à l'aspiration des pompes, la possibilité d'une entrée d'air et ainsi des risques de dysfonctionnement de ces pompes.

## Un programme d'études et de recherches

En l'absence d'études relatives aux centrales françaises visant à tenir compte, de façon convaincante, des enseignements apportés par l'accident de la centrale de Barsebäck (Suède) en 1992, l'IRSN a engagé, en 1997, un programme visant à apprécier le caractère opérationnel des pompes des systèmes de sauvegarde RIS et EAS en phase de recirculation. L'IRSN a plus particulièrement étudié le cas des centrales de 900 MWe qui présentent au sein du parc français les caractéristiques les plus sensibles. Il faut noter que les centrales françaises ont été dimensionnées selon les prescriptions du *Regulatory Guide 1.82* révision 1, publié en 1985.

L'évaluation du risque a été menée en considérant l'ensemble des brèches envisageables du circuit primaire et a été fondée sur l'estimation des quantités de débris, leur répartition en taille, leurs modes de broyage ainsi que sur les modalités de transfert vertical dans l'enceinte de confinement et de transfert horizontal de ces débris au fond du bâtiment du réacteur.

Les premières études réalisées ont permis d'identifier les principaux paramètres influents pour lesquels un programme expérimental a été engagé :

- le transport vertical des débris et leur broyage au niveau des caillebotis dans l'enceinte de confinement (boucle IVANA, Institut Vuez, Slovaquie) ;
- les vitesses de transport horizontal et de sédimentation au fond du bâtiment du réacteur (boucle VITRA, Institut Erec, Russie) ;

(1) File : ensemble des composants (pompe, vanne, tuyauteries...) qui assure une fonction. Pour les fonctions de sauvegarde RIS et EAS, le circuit est composé de deux files redondantes.



Puisard RIS, centrale nucléaire de Civaux (Vienne).



Les essais sur la boucle MANON ont permis de mieux apprécier le comportement des filtres.

- le comportement des filtres et de leurs préfiltres (boucle MANON, Institut Vuez, Slovaquie) – Les essais réalisés ont permis de mieux apprécier les tailles de brèches primaires pour lesquelles des bouchages peuvent survenir ;
- la délitescence des débris fibreux sous l'effet de la température, du pH et des caractéristiques de l'eau (boucle ELISA, Institut Vuez, Slovaquie).

#### Les principaux résultats

- En quelques minutes, 90 % du calorifuge délogé au droit de la brèche est broyé sous l'effet de l'aspersion et se transforme en fibres de taille moyenne (0,5 mm) ;
- Les vitesses de transport horizontal observées sont de l'ordre de 4 cm/s pour des débris de calorifuge. Pour les peintures, la vitesse des débris est estimée à 14 cm/s ;
- Un colmatage à très court terme des préfiltres peut survenir, entraînant un dénoyage des grilles filtrantes situées en aval et, par voie de conséquence, une entrée d'air dans les pompes ;
- La température joue un rôle prépondérant sur la dégradation chimique des débris de calorifuge. Par exemple, à 60 °C (température de l'eau des puisards), 30 % du calorifuge délogé au droit de la brèche est dissous en 96 heures ;
- La présence des particules transportées jusqu'aux grilles filtrantes a un effet significatif sur la porosité du lit fibreux déposé et en conséquence sur la perte de charge à l'aspiration des pompes ;
- La nature et les caractéristiques de l'eau et du calorifuge jouent un rôle important sur la formation des précipités qui vont modifier à moyen terme la porosité du lit fibreux fixé sur les grilles et augmenter alors significativement les pertes de charge ;
- Une augmentation très significative de la perte de charge des filtres des files en fonctionnement apparaît lorsqu'une file est arrêtée du fait de la migration du lit fibreux formé sur les grilles de la file arrêtée. Au vu des résultats obtenus, l'IRSN a estimé que le bon refroidissement du réacteur n'était pas démontré

pour certaines tailles de brèches ; le problème existe à des degrés divers pour l'ensemble des centrales françaises.

Une présentation détaillée des risques et des conclusions auxquelles l'IRSN était parvenu a été faite devant le Groupe Permanent pour les Réacteurs nucléaires les 12 et 18 juin 2003. Ce groupe a conclu que le problème devait être examiné et traité en priorité. Cet avis a été repris par la DGSNR en octobre 2003. Dans une lettre du 24 décembre 2003, EDF a indiqué son intention de réaliser, à partir de 2005, les modifications nécessaires sur l'ensemble des centrales françaises. Les travaux d'études et de recherches décrits ci-dessus illustrent bien l'intérêt de mener des recherches pour apporter des éléments objectifs aux débats. Dans le cas d'espèce, les études et recherches conduites à l'initiative de l'IRSN en support à ses travaux d'expertise ont permis de convaincre les diverses parties concernées de la nécessité de réexaminer le dimensionnement des puisards au regard des résultats de ces études et recherches.

### Une collaboration internationale

Les résultats des travaux précités ont par ailleurs suscité l'intérêt de l'US Nuclear Regulatory Commission (USA) qui travaille sur une révision du *Regulatory Guide 1.82*, de l'Autorité de sûreté finlandaise (STUK), de l'Association Vinçotte Nucléaire (Belgique) et de la Gesellschaft für Anlagen und Reaktorsicherheit (Allemagne) avec lesquelles des réunions techniques ont eu lieu en 2003.

La poursuite de ces échanges ainsi que le congrès OCDE/CSNI de février 2004 à Albuquerque (USA) sur l'état de l'art dans le domaine ont permis de progresser dans le sens d'une vue partagée des incertitudes qui subsistent concernant :

- l'ampleur des effets produits par un jet issu d'une brèche sur les équipements et les structures ;
- les effets chimiques dans le lit fibreux déposé sur les filtres des puisards, dus à la formation, en solution alcaline, de précipités pouvant entraîner une évolution significative dans le temps de la perte de charge des filtres.



Une erreur de programmation d'un composant électrique a provoqué l'explosion du lanceur Ariane 501, ici au décollage depuis le centre spatial guyanais.



Récupération d'éléments du lanceur Ariane 501 près de Kourou le 4 juin 1996.



# L'évaluation des logiciels de contrôle-commande

Dans le cadre de ses travaux d'expertise et d'appui technique aux autorités de sûreté, l'IRSN est amené à évaluer la sûreté de certains logiciels, qu'il s'agisse de réalisations nouvelles, de rénovations ou de modifications.

## Un développement constant

L'IRSN a abordé l'évaluation de la sûreté des logiciels critiques (c'est-à-dire contribuant directement à la sûreté des réacteurs) dès les années 1980 quand EDF a fait le choix de développer un système de protection numérique pour les centrales de 1 300 MWe. Depuis, le recours aux logiciels s'est amplifié et concerne la majorité des équipements de contrôle-commande du palier N4 (centrales de Chooz, Ardennes et de Civaux, Vienne), mais aussi des réacteurs expérimentaux et des réacteurs embarqués.

Cette évolution s'est globalement effectuée en suivant les progrès très rapides de la technologie dans ce domaine : ainsi les derniers calculateurs installés ont des performances très supérieures à celles du système de protection des centrales de 1 300 MWe. Néanmoins, ce gain s'est aussi accompagné d'une complexification des fonctions réalisées par les logiciels et par conséquent d'un accroissement des difficultés de vérification de ces logiciels. À cet égard, la Règle Fondamentale de Sûreté II.4.1.a (adoptée en 2000), qui définit les conditions dans lesquelles ces logiciels sont acceptables du point de vue de la sûreté, précise que la réalisation d'essais d'un logiciel ne permet pas à elle seule de pouvoir garantir que ce logiciel répond à ses spécifications.

Ces difficultés en termes d'expertise vont encore se trouver accrues du fait :

- de l'utilisation quasi inéluctable de composants électriques programmés réalisant des fonctions complexes avec des logiciels également complexes ;
- du choix d'EDF d'utiliser le TELEPERM XS pour réaliser le système de protection d'un réacteur de type

EPR. Ce produit utilise des solutions techniques qui n'ont pas encore été mises en œuvre dans des systèmes critiques, ce qui devrait conduire l'IRSN à déployer de nouvelles méthodes pour analyser la démonstration de sûreté qu'EDF pourrait présenter, si le projet de réacteur EPR est effectivement lancé.

## Une implication dans le domaine de la réglementation et de la normalisation

Pour obtenir un logiciel de haute fiabilité, il est nécessaire d'avoir des exigences relatives au processus de développement (en particulier vérification et validation) et au logiciel lui-même. C'est pourquoi l'IRSN s'implique dans la réglementation et la normalisation de ces logiciels.

Dans le cadre de la Commission Électrotechnique Internationale (CEI), l'Institut contribue à la révision de la norme 60880 concernant les logiciels critiques. Il participe par ailleurs à l'avancement de deux autres projets de normes respectivement référencés 62138, qui traite des logiciels moins critiques, et 62340, qui établit des exigences pour prévenir les défaillances de cause commune dans le contrôle-commande informatisé.

L'IRSN intervient aussi dans le cadre de la *Task Force on safety critical software* du *Nuclear Regulatory Working Group* mis en place par la Commission européenne. Des sujets aussi variés que la diversification, les exigences à prendre en compte dans la démonstration de sûreté, et l'établissement d'un retour d'expérience pertinent pour les systèmes programmés y sont discutés en vue d'une harmonisation européenne.



Agent devant le pupitre de la salle de commande de la centrale du Blayais (Gironde).



Armoires électriques consignées dans le bâtiment électrique de la tranche 2 de la centrale de Civaux (Vienne).

### Les travaux d'évaluation

En 2003, l'IRSN a en particulier évalué le projet de révision du recueil des Règles de Conception et de Construction des matériels Électriques des îlots nucléaires (RCC-E) en y faisant introduire une nouvelle section dédiée aux composants électriques programmés (capteurs et actionneurs). L'IRSN constate dans son analyse que leurs caractéristiques techniques sont difficilement maîtrisables. Il considère que l'exploitant doit accroître ses efforts pour identifier les moyens permettant de qualifier ces composants.

Par ailleurs, l'IRSN a depuis 1999 examiné les différentes étapes de la rénovation du système de mesures neutroniques des centrales de Bugey (Ain) et Fessenheim (Haut-Rhin) par un équipement numérique. Il a en particulier étudié la pertinence des tests réalisés par le constructeur pour valider ses logiciels.

D'autres travaux ont été menés sur la maintenance des logiciels et de leurs paramètres. Les logiciels critiques du palier N4 comportent plus de 13 000 paramètres par tranche dont certains varient en fonction de l'usure du combustible. EDF a engagé des actions de pérennisation de ses compétences sur les logiciels des REP et a élaboré un recueil de référence pour ces paramètres.

En outre, l'IRSN a commencé l'examen des modifications des logiciels du système de protection du palier N4 prévues par EDF dans le cadre de la mise en place de l'état fin de palier, pour vérifier que les mesures prises pour les réaliser ne dégradent pas la sûreté. En utilisant des outils innovants d'analyse statique et dynamique, l'IRSN a mis en évidence des débordements de mémoire dans un de ces logiciels. De son côté, EDF a trouvé d'autres erreurs de programmation. Les incidences de ces erreurs sont en cours d'examen par EDF et l'IRSN.

Pour importants que soient la réglementation, les normes et les codes (RCC-E), force est cependant de

constater que les exigences qu'ils contiennent n'ont pas la précision des prescriptions que l'on peut trouver par exemple dans des codes de mécanique. En effet, les textes édictent des règles d'organisation et des principes de conception et non des procédures de fabrication, parce qu'ils relèvent *de facto* plus de la conception que de la réalisation. L'évaluation d'un logiciel doit donc comporter l'examen des programmes source et exécutable et ne pas se limiter à la vérification du respect des exigences normatives.

### Les outils d'expérimentation

Pour réaliser de telles évaluations en toute indépendance, des outils sont nécessaires. C'est pourquoi l'IRSN définit et fait réaliser des études pour trouver ou faire développer de tels outils.

C'est suivant ce processus que le simulateur de microprocesseurs CLAIRE a été mis au point avec le CEA : cet outil permet à l'IRSN d'exécuter dans ses locaux le véritable programme exécutable des logiciels des systèmes critiques.

Un autre outil du CEA (GATeL), en cours de test, traite de manière formelle le délicat problème de la couverture des tests fonctionnels : comment être assuré de couvrir tous les comportements d'un logiciel en ne passant qu'un nombre limité de tests ? Des résultats probants et des critères de couverture de tests pertinents ont été obtenus dans le cadre d'un projet européen.

Des travaux sur la précision numérique des logiciels sont également en cours avec le CEA. Un prototype, dénommé FLUCTUAT, permet de calculer et de propager, par analyse statique du code source, les erreurs d'arrondi dans les calculs en virgule flottante.

L'utilisateur connaît ainsi l'intervalle d'erreur de calcul pouvant affecter chaque variable en chaque point du programme, pour toutes ses exécutions possibles. Cet outil, expérimenté sur des cas réels, a donné des résultats très pertinents.



Centrale nucléaire de production d'électricité de Saint-Laurent-des-Eaux (Vienne).



Intervention sur des tubes du générateur de vapeur en centrale.



## Le vieillissement des REP et le réexamen de sûreté associé aux troisièmes visites décennales

En mai 2003, l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques a rendu son rapport sur la durée de vie des centrales nucléaires et les nouveaux types de réacteurs. Selon ses auteurs, le rapport vise à répondre à des questions fondamentales pour la production électrique française telles que "quels sont les phénomènes pouvant limiter la durée d'exploitation des centrales nucléaires ? Comment peut-on lutter contre leur vieillissement, à quel prix et dans quelles conditions de sûreté ?". Dans la perspective des troisièmes visites décennales des réacteurs de 900 MWe (VD3 900 MWe) qui débiteront en 2008, l'IRSN a étudié le programme du réexamen de sûreté de ces réacteurs pour une mise en œuvre d'amélioration à cette échéance et la manière dont le vieillissement est pris en compte.

### Le vieillissement des composants, des structures et des systèmes

Les dégradations dues aux divers phénomènes de vieillissement peuvent affecter l'aptitude au service des composants, structures ou systèmes ayant un rôle important au regard de la sûreté de fonctionnement normal ou accidentel des installations. Dans certains cas, des composants ou des structures ne sont pas remplaçables (fragilisation des cuves, perte de précontrainte du béton des enceintes de confinement) ou leur remplacement serait jugé d'un coût prohibitif par l'exploitant (vieillesse des câbles électriques, la perte de ténacité de certains composants moulés des circuits primaires). L'effet d'un vieillissement excessif ne pourra pas être corrigé par des réparations ou des remplacements : il affecte donc directement la durée de vie des tranches. Dans les autres cas – c'est-à-dire pour l'ensemble des autres composants ayant un rôle dans la sûreté de l'installation –, il existe des parades aux dégradations mais la défense en profondeur, donc la sûreté, peut se trouver affaiblie de façon plus ou moins importante et plus ou moins durable.

### Le réexamen de sûreté des réacteurs de 900 MWe associé aux troisièmes visites décennales

En France, des réexamens de sûreté sont réalisés périodiquement (environ tous les 10 ans) pour les réacteurs nucléaires. Ces réexamens sont l'occasion de dresser un bilan de l'état de ces réacteurs, mais aussi de reconsidérer leur niveau de sûreté en tenant compte des réflexions développées dans l'intervalle ou appliquées à des installations plus récentes ou en projet. Un réexamen de sûreté débute par des propositions de sujets à traiter faites par EDF que l'IRSN examine à la demande de la DGSNR. Les conclusions de cet examen sont généralement présentées pour avis au Groupe Permanent pour les Réacteurs nucléaires (GPR).

Dans ce cadre, l'IRSN a présenté au GPR, en juin 2003, son évaluation de la démarche et du contour des études proposés par EDF pour préparer le réexamen



Groupe turbo-alternateur, révision à la centrale du Blayais (Gironde).



Inondations de décembre 1999 à l'intérieur de la centrale du Blayais : indication du niveau de la montée des eaux dans le local qui abrite l'échangeur d'aspersion dans le bâtiment combustible.

de sûreté associé aux troisièmes visites décennales des 34 réacteurs de 900 MWe. Ces études seront utilisées pour définir les modifications à apporter aux installations afin que leur exploitation puisse être poursuivie au-delà des troisièmes visites décennales dans des conditions satisfaisantes.

L'IRSN a proposé que le réexamen de sûreté étudie l'applicabilité aux réacteurs de 900 MWe, des exigences de sûreté associées au projet EPR, de manière à rapprocher autant que possible leur niveau de sûreté de celui du projet de réacteur le plus récent, lorsque cela est techniquement réalisable et que le gain pour la sûreté est significatif.

L'IRSN a de plus veillé à ce que le contenu du réexamen de sûreté soit suffisamment étendu, comme le veut la pratique internationale. Il a en particulier mis l'accent sur les domaines pour lesquels le retour d'expérience apporte peu d'enseignements comme les accidents ou les agressions (les feux de forêts, les tornades, les vents extrêmes et les températures élevées de l'air et de l'eau des fleuves...). Les installations feront également l'objet d'une réévaluation sismique pour tenir compte de l'évolution des connaissances techniques dans ce domaine.

L'IRSN a également recommandé que soit étudié de façon approfondie l'ensemble des risques d'explosion. Ces risques sont liés au stockage et à l'utilisation de gaz sous pression comme l'hydrogène et l'acétylène.

### La place des études probabilistes de sûreté (EPS) dans le réexamen de sûreté

Les EPS ont fait l'objet de développements importants à EDF et à l'IRSN depuis les deuxièmes visites décennales. Aussi, le réexamen de sûreté VD3 900 MWe s'appuiera sur des EPS de niveau 1 réactualisées pour tenir compte des dernières modifications matérielles mises en place dans les installations ; il tirera

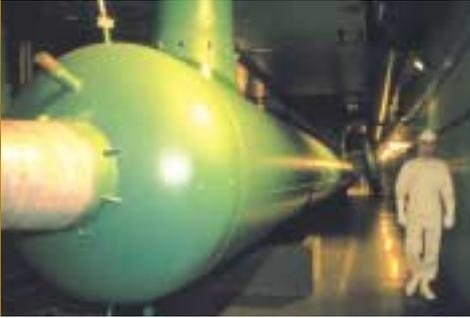
aussi bénéfice de l'EPS incendie et de l'EPS de niveau 2 développées par l'IRSN. Rappelons que les EPS aident à apprécier les dispositions retenues par l'exploitant, grâce à une investigation systématique des scénarios accidentels. Elles permettent notamment de mieux pondérer l'importance pour la sûreté des problèmes identifiés lors de la conception ou de l'exploitation. L'EPS de niveau 1 identifie les scénarios menant à la fusion du cœur et détermine leurs fréquences. L'EPS Incendie vient compléter celle-ci en intégrant les risques spécifiques liés à cette agression. L'EPS de niveau 2 permet d'évaluer la nature, l'importance et la fréquence des rejets radioactifs hors de l'enceinte de confinement.

## La durée de vie des centrales nucléaires françaises

Les concepteurs des centrales nucléaires françaises ont retenu une durée de vie théorique de 40 ans pour le dimensionnement des principaux composants. C'est le cas pour la cuve et l'enceinte de confinement. Toutefois, la durée de vie réelle d'une centrale nucléaire doit tenir compte de trois facteurs principaux :

- **l'usure normale** des composants et des systèmes, appelée parfois vieillissement, dépend notamment de l'âge, des conditions de fonctionnement et des actions de maintenance effectuées par l'exploitant ;
- **le niveau de sûreté** requis évolue en tenant compte des nouvelles exigences retenues dans le cadre des réexamens de sûreté ;
- **la rentabilité** doit rester satisfaisante par rapport à celle des autres moyens de production.

Selon EDF, de nombreuses raisons militent pour un lissage sur 20 à 30 ans du renouvellement du parc, ce qui nécessiterait une prolongation notable de la durée de vie de certains réacteurs au-delà de 40 ans. Ceci ne sera évidemment réalisable que si leur niveau de sûreté, réévalué tous les 10 ans, le permet.



Dégâts causés par les inondations de décembre 1999 à l'intérieur de la centrale du Blayais : local qui abrite l'échangeur d'aspersion dans le bâtiment combustible.



Opération de maintenance sur une turbine à la centrale de Dampierre-en-Burly (Loiret).

### Les risques liés au vieillissement

Dans la perspective des troisièmes visites décennales, EDF a engagé en 2001 des travaux sur la maîtrise des risques associés aux phénomènes de vieillissement des centrales nucléaires. Ces phénomènes peuvent altérer les propriétés physiques des matériaux et provoquer par exemple des diminutions de résistance mécanique se traduisant par des pertes d'intégrité ou d'étanchéité de barrières de confinement ou une moindre fiabilité de composants ou de systèmes.

L'IRSN a effectué une évaluation de la méthode et de l'organisation d'EDF pour la maîtrise du vieillissement. L'une des difficultés identifiées concerne l'assurance de l'existence de possibilités satisfaisantes de remplacement de composants ou matériels usés ou obsolètes, après les troisièmes visites décennales. Les risques liés au vieillissement pourraient, en effet, résulter d'un manque d'anticipation quant à l'identification et à la compréhension des mécanismes du vieillissement ainsi que de dispositions de maintenance préventive insuffisantes ou inadaptées, voire de lacunes dans la préparation de la maintenance curative.

L'IRSN a aussi examiné les difficultés posées par le vieillissement du personnel chargé de l'exploitation des centrales nucléaires et le renouvellement massif des compétences attendu sur la période 2010-2020.

Les conclusions de l'évaluation réalisée par l'IRSN ont été présentées au Groupe Permanent pour les Réacteurs nucléaires les 4 et 11 décembre 2003. Si la méthode et l'organisation mises en place par EDF pour la gestion du vieillissement sont apparues globalement adaptées au maintien du niveau de

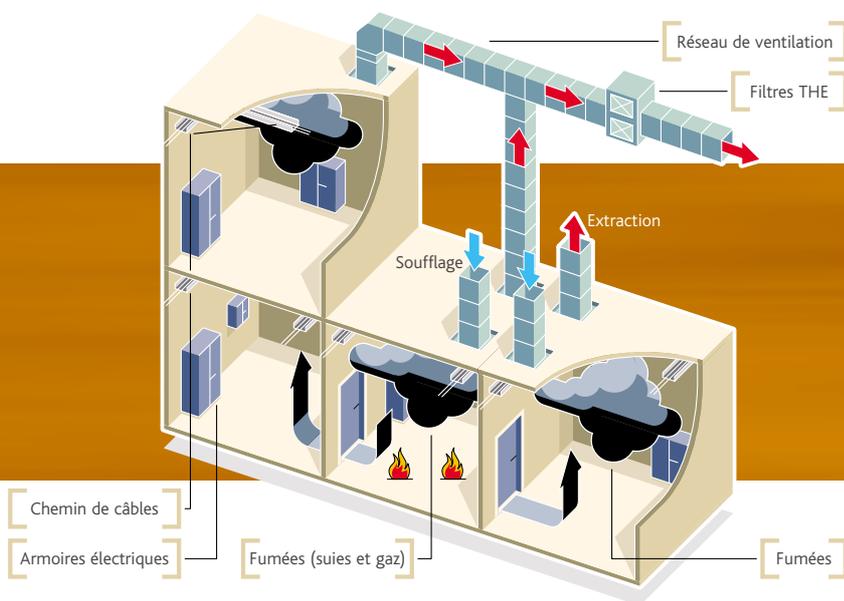
sûreté des réacteurs, le Groupe Permanent a, sur proposition de l'IRSN, retenu un certain nombre de recommandations portant par exemple sur l'analyse approfondie du retour d'expérience, l'anticipation des études de réparation et de remplacement de certains équipements et la prise en compte du vieillissement dans les programmes de surveillance et de maintenance des composants, systèmes et structures.

### Les fiches d'analyse du vieillissement

Le point principal de la démarche proposée par EDF est l'établissement de fiches d'analyse du vieillissement (FAV). Ces fiches résultent de l'analyse systématique des composants, structures et systèmes importants pour la sûreté et des dégradations de vieillissement qui pourraient les affecter. Chacune de ces fiches, au nombre de 450, fait actuellement l'objet d'une analyse par l'exploitant sous divers aspects :

- le mécanisme de vieillissement redouté est-il suffisamment maîtrisé (connaissance, cinétique et conséquences) ?
- la maintenance et les contrôles périodiques prévus dans les programmes de maintenance (nature et périodicité) sont-ils adaptés à la détection suffisamment précoce des dégradations éventuelles ?
- les parades (réduction des causes, réparations, remplacements) sont-elles prévues ?

Les résultats de cette analyse, qui doit se terminer dans le courant de l'année 2005, seront à prendre en compte pour l'établissement des programmes des troisièmes visites décennales des tranches et conduiront, pour les cas les plus importants, à des dossiers spécifiques de démonstration d'aptitude à la poursuite de l'exploitation (DAPE) en préalable à ces troisièmes visites décennales.



Essai du programme CARMELA visant à étudier la combustion des armoires électriques.

## Les programmes expérimentaux sur les feux

Les programmes expérimentaux en cours à l'IRSN sur les feux visent à améliorer les connaissances sur deux sujets qui correspondent à des préoccupations importantes dans l'évaluation des risques d'incendie dans les installations nucléaires : les feux d'armoires électriques et la propagation d'un feu d'un local aux locaux voisins via les systèmes de ventilation ou les ouvertures. Des programmes qui présentent de plus un intérêt certain hors de l'industrie nucléaire.



### Les feux d'armoires électriques

Les programmes CARMELA et CARMELO ont pour objectif d'élaborer un modèle simple décrivant les feux d'armoires électriques. La complexité de ce type de feux a conduit à retenir une approche expérimentale en deux étapes :

- une première à caractère analytique avec le programme CARMELA suivi de CARMELA bis, qui totalisent une trentaine d'essais dont 11 ont été réalisés en 2003. L'armoire électrique est représentée par une boîte en acier, remplie avec un nombre et une disposition variables de carreaux de Plexiglas, de PVC ou de polyéthylène, simulant les composants électriques de l'armoire. À l'issue de ces essais, un modèle empirique simple a pu être élaboré permettant de déterminer l'évolution de la puissance du feu en fonction des caractéristiques géométriques de l'armoire ;
- une seconde étape, réalisée en 2003, avec deux essais globaux sur des armoires de relai représentatives d'armoires réelles. Les résultats permettent de tester et d'affiner sur des cas concrets la robustesse du modèle établi lors de l'étape précédente.

### La propagation d'un feu aux locaux adjacents

La campagne d'essais réalisée en 2003 dans le dispositif DIVA visait à étudier les conséquences d'un feu de type nappe d'huile dans un local sur les locaux voisins et le couplage entre l'incendie et la ventila-

tion. Plus particulièrement, elle avait pour but d'étudier l'évolution de la pression des gaz en divers points de l'installation ainsi que la propagation de la chaleur et des fumées au sein du dispositif. Cette campagne de 9 essais a également permis d'évaluer l'influence de fuites calibrées sous les portes entre locaux et d'éléments de sectorisation de l'industrie nucléaire tels que des clapets coupe-feu à fermeture automatique sur seuil de température (70 °C). L'important volume de données expérimentales est en cours d'analyse et permettra d'améliorer le code de calcul FLAMME\_S-SIMEVENT.

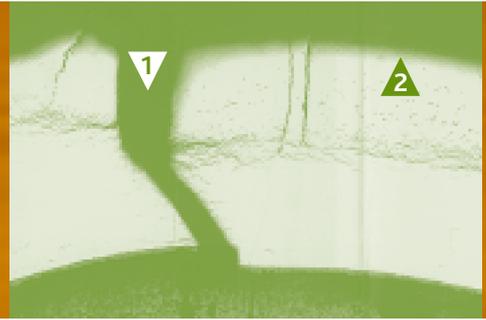
### Définition de nouveaux programmes

Au cours de 2003, les données expérimentales existantes ont été analysées ainsi que les scénarios plausibles de propagation d'un incendie dans les installations nucléaires. Ce travail s'est concrétisé par la définition de deux nouveaux programmes pluriannuels :

**PRISME**, côté réacteur, pour étudier les mécanismes de propagation des fumées et de la chaleur dans des configurations à plusieurs locaux avec ventilation ; **PICSEL**, côté usine, pour étudier les conséquences d'un feu d'armoire électrique sur le colmatage de filtres THE, sur les niveaux de dépression dans les locaux et sur des composants impliquant de la matière radioactive.



Vue de la piscine et du cœur CABRI, installation du CEA, à Cadarache (Bouches-du-Rhône).



1 – Fissure de la gaine.  
2 – Concentration d'hydrures dans la gaine en Zircaloy-4 du crayon utilisé pour l'essai REP Na 8.



## Le programme CABRI REP-Na

Le programme CABRI REP-Na a pour objectif d'acquies des connaissances sur le comportement des crayons de combustible fortement irradié lors d'un accident de réactivité. Il a été initié par l'IRSN pour pallier le manque de validation expérimentale des critères de sûreté utilisés jusqu'alors pour cet accident, dans le cas des combustibles à haut taux de combustion ou des combustibles MOX utilisés dans les REP français. Il a été réalisé dans la boucle en sodium du réacteur CABRI, en coopération avec EDF et avec un support financier de la US-NRC (autorité de sûreté américaine).

Les objectifs majeurs du programme étaient d'identifier les phénomènes physiques pouvant conduire à la rupture de crayons et à l'éjection de combustible durant la première phase de l'accident caractérisée par une forte interaction mécanique entre pastille et gaine. Le programme a comporté huit essais avec des crayons de combustible  $UO_2$  et quatre essais avec des crayons de combustible MOX ; les paramètres suivants ont été explorés : taux de combustion, corrosion de la gaine, injection d'énergie (vitesse et énergie maximale).

### Les principaux résultats

Les ruptures de gaine observées sur certains crayons, pour des valeurs d'enthalpie moyenne maximale du combustible relativement faibles, comprises entre 30 et 113 cal/g, ont confirmé le besoin d'évolution des critères de sûreté retenus jusqu'alors et établis pour du combustible vierge ou faiblement irradié. L'interprétation détaillée des essais a permis de déduire les enseignements principaux suivants :

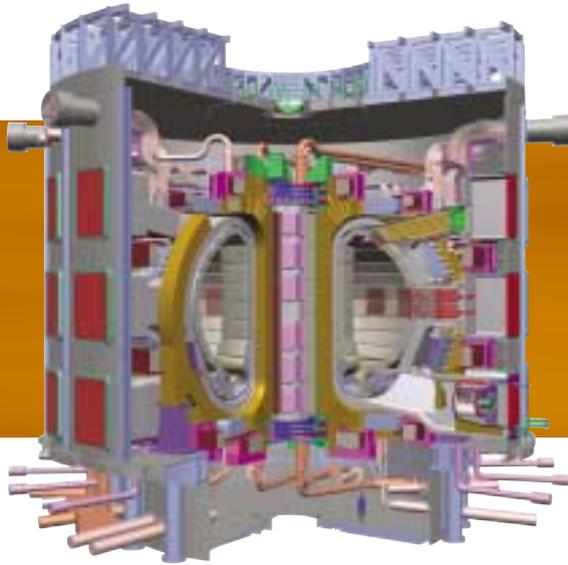
- une forte corrosion du gainage avec présence de concentrations d'hydrures (par exemple due à la desquamation de la couche d'oxyde de zirconium formée pendant le séjour en réacteur) a un effet nocif sur la tenue mécanique des gaines ;
- les gaz de fission présents aux joints de grains (en quantités importantes dans la zone périphérique des pastilles d' $UO_2$  à fort taux de combustion et dans les amas riches en plutonium du combustible MOX irradié) conduisent à une fragmentation fine du

combustible et à un fort relâchement de gaz (croissant avec le taux de combustion) avec la possibilité d'un chargement mécanique additionnel de la gaine pour le combustible MOX.

### Un nouveau programme international CABRI CIP

Compte tenu des caractéristiques de la boucle en sodium, les essais CABRI REP-Na ne peuvent pas reproduire l'ensemble des phénomènes pouvant conduire à la rupture de la gaine du crayon et les conséquences de celle-ci. Des questions subsistent sur le comportement des crayons dans la phase avancée du transitoire pour des conditions représentatives du réacteur (après l'échauffement de la gaine), sur les phénomènes d'interaction entre combustible et fluide de refroidissement après rupture de gaine et sur la quantification du rôle des gaz de fission (ce sujet sera examiné par des essais analytiques).

C'est pourquoi, l'IRSN a initié le programme CABRI CIP dans le cadre d'une large collaboration internationale sous les auspices de l'OCDE (11 pays participants) et en coopération avec EDF. Après rénovation de l'installation et implantation d'une boucle à eau dans le réacteur CABRI, les futurs essais du programme international CABRI CIP viseront à améliorer, dans des conditions de refroidissement du crayon représentatives d'un réacteur à eau sous pression, les connaissances relatives au comportement des combustibles à fort taux de combustion lors d'un accident de réactivité.



Installation expérimentale de fusion thermonucléaire (ITER).



## L'installation ITER

ITER vise la démonstration scientifique et technique de la maîtrise de l'énergie de fusion lors d'expériences d'une durée d'environ 400 secondes avec une puissance de l'ordre de 500 MW. Les études de conception de cette installation ont été menées par le Japon, la Fédération de Russie et l'Europe. Elles ont abouti à la remise en 2001 par le Joint Central Team (JCT), d'une documentation qui décrit les principaux éléments de l'installation sur un site générique.

# L'examen des options de sûreté de l'installation ITER

**Le site français de Cadarache est le candidat européen à l'accueil d'une installation expérimentale de fusion thermonucléaire dénommée ITER. Dans le cadre de la définition des options de sûreté de cette installation, l'IRSN a été amené à examiner le dossier élaboré par le CEA.**

La définition des options de sûreté qui seraient retenues en cas d'implantation d'ITER sur le site de Cadarache (Bouches-du-Rhône) a été engagée sous la responsabilité du CEA, avec en particulier la préparation d'un dossier d'options de sûreté. Pour ce faire, le CEA s'est appuyé sur la documentation émise par le JCT et a apporté, en liaison avec l'équipe internationale, les modifications et compléments nécessaires pour adapter la conception d'ITER au site de Cadarache (prise en compte des séismes en particulier) et tenir compte des spécificités françaises en matière de sûreté (par exemple, la gestion des déchets très faiblement actifs -TFA). Le dossier d'options de sûreté a fait l'objet d'un examen par l'IRSN qui a rapporté les résultats de son examen devant le Groupe Permanent d'experts pour les Usines (GPU).

### Des options de sûreté acceptables

Les risques d'exposition des travailleurs aux rayonnements ionisants liés au tritium, aux neutrons et aux matériaux activés par les neutrons constituent les dangers majeurs de cette installation. Ils ont conduit le CEA à prévoir des systèmes de confinement et des écrans de protection radiologique mais également l'utilisation d'outils robotisés pour réaliser des opérations de maintenance et d'inspection. L'inventaire des matériaux activés devra cependant être approfondi afin de pouvoir, le moment venu, procéder à un dimensionnement optimal de l'installation et connaître précisément les caractéristiques des déchets.

Pour prévenir les risques de tumeurs pulmonaires liés à l'inhalation des poussières de béryllium, le CEA a prévu la mise en place de systèmes de confinement et le nettoyage périodique des zones concernées. Ces poussières seront produites par l'impact des particules issues des réactions de fusion sur les parois qui récupèrent, sous forme de chaleur, la forte énergie des neutrons. Elles seront mélangées avec des poussières de tungstène et de carbone, autres matériaux des parois érodés par le flux de particules ; il faudra approfondir les conditions d'explosion de ce mélange.

À l'égard des risques sismiques, le CEA a prévu de dimensionner l'installation en utilisant les mouvements du sol calculés selon les règles françaises les plus récentes, plus contraignants que ceux retenus pour le site générique ; ceci est satisfaisant. Bien entendu, le dimensionnement des structures et des équipements fera l'objet d'un examen ultérieur. Par ailleurs, l'essentiel des déchets résultant de l'exploitation puis du démantèlement de l'installation seront des déchets de très faible, faible ou moyenne activité dont les modes de gestion devront être précisés dans les prochaines étapes de l'instruction. En conclusion, les options de sûreté proposées par le CEA sont apparues convenables : il n'y a pas d'élément s'opposant à l'avancement du projet. Si la décision d'implanter l'installation ITER sur le site de Cadarache est prise, l'exploitant devra, avant toute réalisation, transmettre un rapport qui précisera les solutions techniques retenues et qui fera l'objet d'un examen approfondi de l'IRSN en vue de l'autorisation de création délivrée par le gouvernement.



Station sismologique du réseau de la Durance.



## Les recherches sur la faille de la Moyenne Durance

En poursuivant des travaux de recherche sur la sismicité de la faille de la Moyenne Durance, l'IRSN a pour objectif d'améliorer de façon générale la connaissance de l'activité d'une faille active dans le contexte sismotectonique français. Le but recherché est de mieux apprécier l'aléa sismique en France et en particulier pour les habitations et les installations à risque de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur.

Le sud-est de la France est une région de sismicité modérée par rapport au Japon ou à la Californie. Cependant, des séismes destructeurs s'y sont produits : le séisme de Lambesc du 11 juin 1909 a fait 40 morts, celui de la baie de Gênes en 1887 a fait plus de 600 morts. En Provence, la région de la Moyenne Durance est classée au plus fort niveau d'aléa dans le zonage sismique réglementaire français en vigueur en 2003. Le système de failles de la Moyenne Durance, appelé plus simplement "faille de la Moyenne Durance", a produit un séisme majeur il y a quelques milliers d'années (magnitude de l'ordre de 6,5), des séismes historiques significatifs tous les siècles depuis le XVI<sup>e</sup> siècle (magnitudes de l'ordre de 5 à 5,5), et elle est le siège de microséismes réguliers détectés par les sismomètres.

### Les recherches menées sur le système de failles de la Moyenne Durance

L'IRSN étudie la faille de la Moyenne Durance entre Meyrargues et Saint-Arnoux depuis le début des années 1990. L'Institut a installé un réseau d'instruments constitué de 12 vélocimètres et de 19 accéléromètres capables d'enregistrer aussi bien de très petits séismes que de forts séismes. Ce réseau est complété par un système géodésique (GPS permanent) qui mesure en continu le glissement relatif des deux blocs qui bordent la faille.

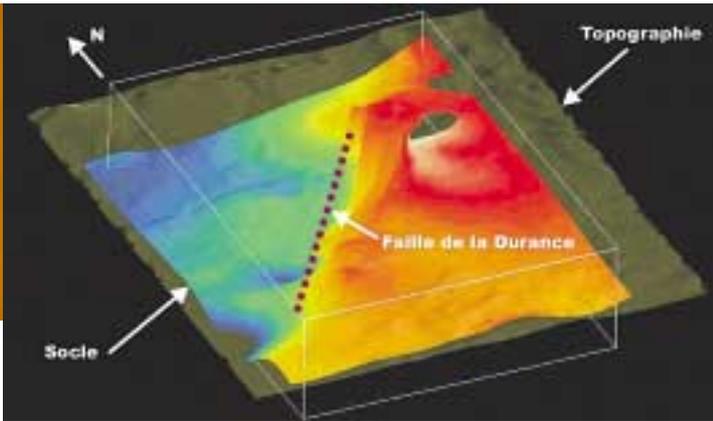
Les recherches sont destinées à mieux caractériser le potentiel sismique de la faille et sont conduites depuis une dizaine d'années en collaboration avec les universités d'Orsay (Essonne), d'Aix-Marseille III (Bouches-du-Rhône) et de Sophia Antipolis (Alpes-Maritimes) ; 5 thèses de doctorat y ont été consacrées.

De façon plus détaillée, les recherches visent à :

- préciser la magnitude et la profondeur des séismes se produisant sur ce système de failles ;
- préciser la géométrie et la localisation des failles en surface et en profondeur ;
- estimer la vitesse de déplacement relative des blocs séparés par le système de failles ;
- étudier les séismes majeurs passés par des études de paléosismicité ;
- estimer au moyen de méthodes empiriques ou par modélisation numérique la taille maximale des séismes pouvant se produire sur le système de failles.

### Apport des résultats des recherches pour l'expertise

L'appréciation du risque sismique pour une installation nucléaire suppose évidemment de connaître l'aléa sismique associé au site considéré. L'aléa sismique est, pour un lieu et une période de temps donnés, défini par les mouvements sismiques maximaux considérés comme plausibles pendant la vie de l'installation.



Visualisation d'un modèle tridimensionnel de la faille de la Moyenne Durance réalisé à partir de la géologie et des profils sismiques. Ce modèle permet de localiser plus finement la sismicité. La variation de couleur représente la variation de la profondeur de la croûte cristalline décalée verticalement par la faille (zones profondes en bleu ; à faible profondeur en rouge).

D'une manière générale, il convient dans un premier temps de localiser chaque faille susceptible de produire des séismes significatifs et de connaître sa géométrie ainsi que son activité sismique instrumentale et historique, voire paléosismique. Il faut aussi estimer les vitesses des déformations géologiques et géodésiques le long de cette faille.

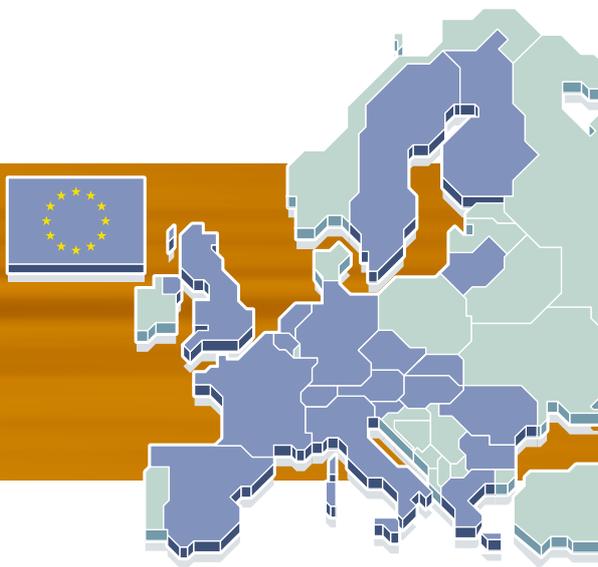
L'aléa sismique associé à une faille est alors précisé dans un deuxième temps, lorsque l'ensemble des paramètres énumérés ci-dessus permet de définir la magnitude, la localisation et la période de retour des séismes à retenir.

L'ensemble de cette démarche est directement applicable au cas du système de failles de la Moyenne Durance et le retour d'expérience qui découle de son étude permet de tenir compte des failles actives "lentes" pour la définition de l'aléa sismique des installations à risques (nucléaire, chimique) et conventionnelles dans le contexte sismotectonique français.

Au cours des années passées, la position et la géométrie de la faille de la Moyenne Durance ont été précisées. Les caractéristiques des séismes historiques ainsi que celles d'un paléoséisme ont été étudiées. Les résultats de ces travaux ont permis une appréciation de l'aléa sismique indépendante de celle du CEA, selon la démarche réglementaire réactualisée en 2001 (Règle Fondamentale de Sécurité 2001-01) pour le centre de Cadarache (voir encadré). Enfin, les progrès faits en instrumentation sismique ont permis de réaliser le catalogue de la sismicité instrumentale associée à ce système de failles. En 2003, une carte du tracé de la faille et des incertitudes associées à la connaissance géologique a été publiée, ainsi que les catalogues de sismicité des années 1999 à 2002. L'ensemble des résultats de ces recherches sert également à mieux apprécier l'aléa sismique pour les habitations et les installations à risque de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur.

## Aléa sismique à Cadarache

Les recherches menées sur les failles actives en Europe de l'Ouest et en particulier sur la faille de la Moyenne Durance mettent parfois en évidence l'occurrence de séismes importants dans des temps reculés (paléoséismes). Pour apprécier les risques sismiques associés aux installations nouvelles ou existantes du site de Cadarache, il convient désormais de tenir compte d'un paléoséisme associé au système de failles de la Moyenne Durance, situé à quelques kilomètres à l'ouest du site. Les séismes historiques régionaux (Manosque en 1708, Lambesc en 1909) sont également considérés comme pouvant se reproduire au plus près du site, sur le système de failles de la Moyenne Durance ainsi que sur les failles de la Trévaresse, près de Lambesc, ou du Lubéron. Les recherches menées ont permis de préciser la profondeur et la magnitude de ces séismes historiques ainsi que la position des failles. Ces paramètres ont permis la détermination du mouvement sismique à retenir pour la sûreté des installations nucléaires de Cadarache.



## SARNET Severe Accident Research NETWORK

- 19 pays
- 49 organisations
  - 18 organismes de recherche
  - 10 universités
  - 11 industriels
  - 4 électriciens
  - 6 ASM ou organismes techniques de sûreté



# SARNET, le réseau d'excellence européen sur les accidents graves

À l'occasion de son 6<sup>e</sup> PCRDT (Programme cadre de recherche et de développement technologique), la Commission européenne a encouragé les grands organismes de recherche à créer des "réseaux d'excellence" afin de donner un nouvel essor à la recherche en Europe et de créer un "espace européen de la recherche". C'est dans ce cadre que l'IRSN a initié la mise en place d'un réseau d'excellence dans le domaine des accidents graves avec fusion de cœur d'un réacteur à eau.

Une cinquantaine d'organismes européens (centres de recherche, organismes techniques de sûreté, autorités de sûreté, électriciens, industriels) ont, sous l'impulsion de l'IRSN, uni leurs efforts début 2003 pour élaborer un projet de réseau dans le domaine des accidents graves des réacteurs à eau (accidents avec fusion du cœur du réacteur). L'objectif est d'optimiser l'utilisation des moyens de recherche disponibles dans ce domaine important pour la sûreté nucléaire. Ce projet a été soumis à la Commission européenne en avril 2003, et a été sélectionné à l'issue d'une audition devant les experts évaluateurs en juillet 2003. Intitulé SARNET, il a été formellement accepté en février 2004, pour un budget de 6 M€ sur 4 ans.

### Un réseau pour progresser, mutualiser, pérenniser

Trois objectifs sous-tendent la définition du réseau :

- améliorer les connaissances scientifiques dans le domaine des accidents graves et donc la sûreté des réacteurs ;
- définir et réaliser des programmes de recherche en exploitant au mieux les complémentarités des laboratoires ;
- pérenniser les acquis, garder la mémoire de ce qui a été fait, diffuser les connaissances à travers

l'Europe. Les activités menées dans le cadre du réseau seront coordonnées par l'IRSN jusqu'au 31 mars 2008, date d'échéance du contrat avec la Commission européenne. Le réseau poursuivra sa vie au-delà, indépendamment de la Commission, selon un mode de fonctionnement à définir.

Quatre types d'activités sont prévus dans le cadre du réseau :

### Analyse des besoins, et élaboration de programmes de recherche

Les grandes orientations que doivent suivre les programmes de recherche européens pour répondre aux questions essentielles dans le domaine des accidents avec fusion de cœur seront périodiquement redéfinies dans la continuité du projet EURSAFE du 5<sup>e</sup> PCRD. Les projets seront quant à eux élaborés en prenant en compte les programmes existants, et en cherchant à tirer profit des compétences des différents laboratoires.

### Bilan et synthèse des connaissances

Cette activité, menée sur les axes prioritaires définis par EURSAFE et remise périodiquement à jour par SARNET, aura pour objet de fournir des états de l'art et des recommandations en termes de modélisation.

Exemple d'échanges  
d'information au sein  
du réseau SARNET.

Quatre domaines seront couverts :

- la dégradation du cœur en cuve (cinétique de production d'hydrogène, renoyage d'un cœur dégradé...) ;
- le comportement du corium – mélange de matériaux résultant de la fusion du cœur – une fois la cuve percée (éjection, interaction corium béton, refroidissement d'un lit de débris...) ;
- la tenue de l'enclauement de confinement (possibilité de détonation d'hydrogène, d'explosion de vapeur...) ;
- le comportement des produits radioactifs libérés (relâchement à partir de combustibles MOX ou de combustibles à haut taux de combustion, chimie de l'iode dans le circuit primaire et l'enclauement...).

#### Élaboration d'outils et de méthodes de référence

Le code intégré ASTEC, codéveloppé par l'IRSN et la GRS (Allemagne), sera mis à la disposition des membres du réseau qui contribueront à sa qualification. ASTEC intégrera progressivement les modèles élaborés au sein du réseau et sera adapté aux besoins des utilisateurs pour leurs travaux d'interprétation et leurs applications aux réacteurs. Capitalisant les connaissances acquises, adapté aux caractéristiques des différents types de réacteurs existant en Europe (y compris les réacteurs de conception russe), largement distribué, le code ASTEC deviendra la référence européenne en termes de code de calcul relatif aux accidents graves.

Dans le domaine des applications aux réacteurs, un effort sera engagé pour mettre au point une méthode de référence pour les Évaluations probabilistes de sûreté de niveau 2 (études probabilistes des conséquences des accidents avec fusion de cœur).

Enfin, l'ensemble des résultats expérimentaux produits et utilisés par les partenaires sera réuni selon les mêmes protocoles sur un réseau de bases de données d'accès contrôlé.

#### Transmission des connaissances

La transmission des connaissances fait partie des objectifs de SARNET. Au-delà de la formation à l'utilisation d'ASTEC et de sa mise à disposition pour des applications aux réacteurs, il est prévu d'opérer le transfert de connaissances par trois types d'action :

- une conférence, tous les 12 à 18 mois, sur les progrès accomplis au sein du réseau et rassemblant une assistance internationale du même niveau de celles organisées par l'US-Nuclear Regulatory Commission dans ce domaine (*Cooperative Severe Accident Research Program, MELCOR Code Application and Maintenance Program*) ;
- des cours de formation organisés périodiquement pour des étudiants ou de jeunes chercheurs ;
- la rédaction d'un livre sur les "Accidents Graves" destiné à la communauté scientifique, au cours des trois premières années de fonctionnement du réseau.

Le pilotage du réseau sera assuré par une structure à 2 niveaux :

- le *Governing Board*, instance décisionnelle chargée de définir les orientations et les plans d'actions à partir des propositions du *Management Team* ;
- le *Management Team* en charge du pilotage opérationnel, dirigé par le coordinateur du réseau.

Le réseau SARNET modifiera progressivement le paysage de la recherche sur les accidents graves en Europe. Il deviendra une référence pour la définition des priorités de la recherche dans ce domaine, ce qui aura nécessairement un impact sur les orientations des programmes nationaux. Progressivement, une large part des activités de recherche sur les accidents graves fera l'objet d'une coordination par le réseau, renforçant les complémentarités entre les différents laboratoires.



Contrôle de radioactivité des fûts de stockage de déchets nucléaires à la centrale de Nogent-sur-Seine (Aube).

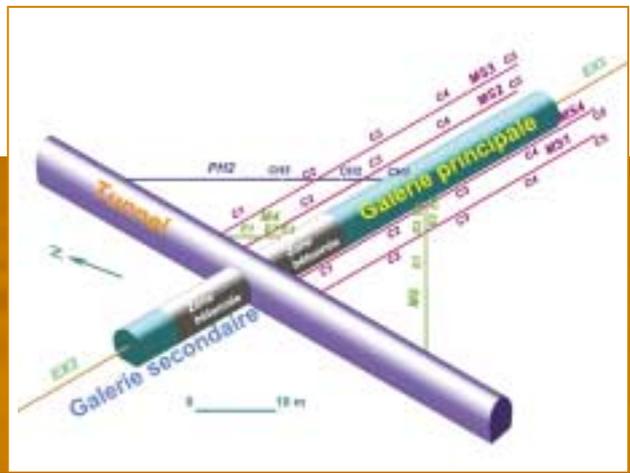


Schéma des galeries et de l'instrumentation en forage pour analyser l'impact du creusement dans le milieu argileux du tunnel de Tournemire (Aveyron).

MISSIONS

cf. rabat de couverture



## L'expertise dans le domaine du stockage géologique des déchets radioactifs

Dans le cadre de ses missions d'appui technique auprès des pouvoirs publics, l'IRSN développe et exerce une expertise dans le domaine de la sûreté de la gestion des déchets radioactifs, et en particulier du stockage géologique des déchets haute activité et à vie longue. En effet, si la loi du 30 décembre 1991 a donné un cadre ouvert à la recherche de voies de gestion de ces déchets (transmutation, entreposage, stockage), les compétences déjà acquises par l'IRSN en matière de sûreté des installations nucléaires l'ont amené à focaliser ses efforts sur les questions que pose la sûreté d'un éventuel stockage géologique.

Ainsi, l'IRSN conduit des recherches centrées principalement sur l'étude des milieux argileux, en cohérence avec le milieu constitutif du laboratoire souterrain de Bure (Meuse) qui relève de l'ANDRA. Des expérimentations *in situ* à Tournemire (Aveyron) et en laboratoire, des modélisations et des exercices méthodologiques d'analyse de l'impact d'un stockage sont réalisés dans le cadre de contrats européens ou de collaborations bilatérales, en France – ENSMP, École polytechnique, universités, CEA... – et en Europe – CEN-SCK (Belgique), université de Berne (Suisse), NAGRA (Suisse), ENRESA (Espagne).

Par ailleurs, à la demande de la DGSNR, l'IRSN évalue l'avancement des travaux de l'ANDRA concernant la faisabilité d'un éventuel stockage géologique à Bure.

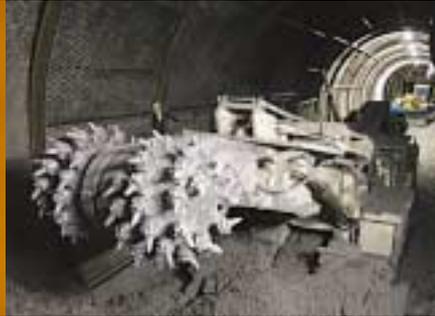
### Actions menées à Tournemire

La station expérimentale de Tournemire, un ancien tunnel ferroviaire de 2 km de long, creusé il y a plus d'un siècle, donne accès directement à une formation argileuse toarcienne, autorisant ainsi la réalisation d'expérimentations au sein d'une couche d'argile avec un recouvrement de 250 m de roches sédimentaires. Ces argiles possèdent suffisamment de similitudes avec celles du site de Bure pour permettre à l'IRSN de conduire des programmes de recherche aptes à améliorer son expertise.

L'existence éventuelle de fracturations naturelles et le rôle que celles-ci pourraient jouer dans les mécanismes

de transfert constituent des points importants de la sûreté d'un stockage. C'est pourquoi l'IRSN a conduit un important programme pluridisciplinaire dans l'objectif de tester les méthodes permettant d'identifier et de caractériser les discontinuités. La nature et les caractéristiques des fractures naturelles pouvant affecter un massif argileux sont maintenant mieux connues. Il reste à préciser le rôle que joue cette fracturation dans les temps de transfert des fluides et des solutés au travers d'une couche argileuse à l'échelle des temps géologiques.

Le creusement de puits, de galeries, de tunnels dans une formation argileuse provoque par ailleurs des modifications de l'état des contraintes initiales du massif avec l'apparition d'une zone perturbée autour des ouvrages. Localement, cette zone perturbée modifie significativement les propriétés hydrauliques intrinsèques du massif (perméabilité, porosité...), ainsi que le sens des écoulements ; elle doit donc être traitée dans le cadre des évaluations de la sûreté à long terme d'un éventuel stockage. En 2003, l'IRSN a réalisé deux nouvelles galeries instrumentées, respectivement de 40 m et 15 m de long, présentant une section semi-circulaire de 5 m de diamètre, afin d'étudier les perturbations hydro-mécaniques induites par le creusement. L'interprétation de cette expérimentation, notamment pour la validation des modèles rhéologiques développés dans le passé, est prévue pour les trois années à venir.



Tête de la machine de creusement à attaque ponctuelle.



Creusement de la galerie principale en 2003, dans l'installation expérimentale de Tournemire (Aveyron).

### Collaborations internationales

L'IRSN participe à un essai de ventilation en galerie dans le cadre du projet international du Mont-Terri (canton du Jura, Suisse). Cette expérience a pour objet de suivre la progression du front de désaturation dans le massif rocheux autour d'un micro-tunnel, sous atmosphère contrôlée. Ce processus se manifestera lors de la réalisation d'un stockage et risque de faciliter la propagation de fissures dans le massif à proximité des galeries.

Par ailleurs, le développement de gradients thermiques dans un massif argileux peut induire de fortes modifications hydrauliques et mécaniques. Depuis 1995, l'IRSN participe au projet international DECOVALEX dédié aux effets des couplages THM (Thermique, Hydraulique et Mécanique) sur la circulation de l'eau dans les milieux fracturés.

### Actions menées sur le site de l'est du Bassin parisien

Les études menées par l'IRSN sur les formations sédimentaires de l'est du Bassin de Paris se sont articulées, entre 1999 et 2002, avec le Programme National de Recherches Hydrologiques (PNRH) 99/35 du CNRS, qui associait divers organismes publics (INSU, ANDRA et Gaz de France). À partir de 2003, les travaux, réalisés en collaboration avec le CNRS, se sont focalisés sur la compréhension de la géométrie du système de failles de Saint-Diez situé dans la région du site de Bure.

Dans le cadre d'une convention passée avec l'ANDRA, l'Institut effectue par ailleurs des analyses d'échantillons d'argilite et d'eau prélevés au cours du fonçage des puits du laboratoire de Bure, et des forages environnants. L'objectif de ces analyses est de préciser, à l'échelle locale, les compositions chimique et isotopique des eaux.

Les données acquises dans le cadre de ces travaux, mais aussi à partir de données disponibles dans le domaine public, viennent alimenter une base de données géologiques, hydrogéologiques et hydrogéochimiques sur le bassin de Paris (BPDATA), constituée par l'IRSN depuis 1998. Cette base de données est utilisée en collaboration avec l'École Nationale Supérieure des Mines de Paris, pour la compréhension et la reconstitution des différents schémas possibles d'écoulement dans l'est du bassin de Paris.

## Évaluations réalisées en 2003

Parmi les activités d'expertise de l'IRSN concernant le stockage des déchets radioactifs, l'évaluation du "dossier 2001 argile", élaboré par l'ANDRA, a constitué une étape importante dans le suivi de l'avancement des travaux relatifs à la faisabilité d'un stockage de déchets de haute activité dans des formations géologiques argileuses. Ce dossier synthétise en effet les connaissances acquises par l'ANDRA jusqu'à la fin de l'année 2001 concernant les caractéristiques hydrogéologiques, géochimiques et géomécaniques des formations sédimentaires du site de Bure, décrit des options de conception d'une éventuelle installation de stockage et présente une première approche pour évaluer la sûreté d'une telle installation.

L'évaluation de l'IRSN a été présentée le 24 juin 2003 au groupe permanent d'experts pour les installations destinées au stockage à long terme des déchets radioactifs. L'IRSN s'est en particulier attaché à évaluer de quelle manière l'approche développée par l'ANDRA permet d'identifier et de prendre en compte les incertitudes subsistantes, qui portent notamment sur les propriétés naturelles du site, les méthodes de réalisation des ouvrages de stockage et l'incidence des perturbations d'ordre thermique, hydraulique, chimique et mécanique sur la sûreté globale de l'installation. Les modélisations des transferts à long terme de substances radioactives présentées par l'ANDRA ont également été évaluées, en tenant compte notamment des résultats des différents exercices de même nature auxquels l'IRSN a participé (en particulier les projets SPA et BENIPA, inscrits dans les programmes cadres de recherche de la Communauté européenne).



Transport de combustibles usés sur le *Pacific Teal* à La Hague (Manche).



Chargement d'un bateau de transport d'emballages de combustibles MOX à destination du Japon, de La Hague, et de Cherbourg (Manche).



## Le projet européen sur la prise en compte du risque de criticité dans les colis transportant des actinides

Dans le règlement actuel du transport des matières radioactives, seuls trois isotopes fissiles font l'objet de limitations pour la prévention du risque de criticité : l'uranium 235, le plutonium 239 et le plutonium 241. Or d'autres isotopes de la famille des actinides peuvent conduire à une réaction en chaîne incontrôlée. De tels isotopes sont en particulier présents en faibles quantités dans les combustibles sortant des centrales nucléaires. À ce jour, seule une recommandation annexe au règlement de l'AIEA évoque le problème posé par le transport de tels isotopes fissiles et alerte les autorités compétentes sur la nécessité d'évaluer le risque de criticité en présence de quantités notables de ces isotopes.

Les études réalisées par l'IRSN, en collaboration avec EMS (Suède) et SERCO (Grande-Bretagne) dans le cadre d'un contrat avec la Commission européenne, ont permis d'accroître les connaissances sur les risques de criticité relatifs à ces isotopes et de proposer une évolution du règlement du transport de ces isotopes.

### Connaissances de base sur les actinides

La première phase des études a consisté à regrouper les données existantes et à obtenir des connaissances de base sur les actinides : durée de vie et capacité à entretenir seuls une réaction de fission en chaîne. L'appréciation des risques de criticité relatifs aux différents isotopes nécessite ensuite la détermination des paramètres "critiques", notamment la détermination de leurs masses minimales critiques, masses au-dessous desquelles le risque de criticité n'existe pas quelles que soient la forme et la concentration de la matière. Compte tenu du manque de qualification de certaines données nucléaires relatives à ces isotopes, les calculs de criticité ont été effectués en utilisant diverses bases de données nucléaires provenant des États-Unis, d'Europe et du Japon.

Les résultats des calculs montrent que, selon les isotopes, la masse minimale critique est comprise entre une dizaine de grammes (californium 251) et plusieurs

dizaines de kilogrammes. La comparaison des valeurs obtenues avec les différentes évaluations de données nucléaires et avec différents codes de calculs permet d'évaluer les connaissances relatives aux différents isotopes et les incertitudes associées à leurs masses minimales critiques.

### Configurations de transport

Compte tenu des très faibles quantités d'actinides généralement transportées, un moyen de ne pas pénaliser inutilement l'ensemble des transports contenant des actinides consiste à déterminer, pour chaque isotope, la masse par colis en dessous de laquelle l'accumulation d'un nombre important de colis ne pose pas de problèmes de criticité.

Par exemple, dans le règlement actuel, tout colis dans lequel la masse d'isotopes fissiles est inférieure à 15 g peut être agréé sans étude de criticité. Cette valeur de masse est issue de calculs réalisés dans les années 1960 en faisant l'hypothèse d'un nombre maximal de colis transportés égal à 250. Lors de la dernière révision du règlement de l'AIEA (1996), une exigence supplémentaire a été introduite, limitant la masse totale d'isotopes fissiles par envoi à la moitié de la masse minimale critique du mélange des isotopes fissiles.

## Le règlement international de transport

Les différentes réglementations nationales relatives au transport des matières radioactives s'appuient toutes sur une base technique commune : le règlement international de transport édité par l'AIEA. La dernière édition de ce règlement date de 1996 (édition révisée en 2000).



Au terminal ferroviaire de Valognes (Manche), transport d'emballages de combustibles usés.

Cette exigence permet de limiter le risque de criticité dans l'hypothèse d'une situation accidentelle conduisant au regroupement de la matière fissile de plusieurs colis.

Les calculs effectués dans le cadre du projet européen ont permis de déterminer, en fonction du nombre de colis transportés, la masse d'isotopes maximale admissible par colis pour laquelle la sous-criticité est démontrée, selon les mêmes principes de sûreté que ceux retenus pour les colis usuels transportant des matières fissiles.

### Proposition d'évolution de la réglementation

À partir des données obtenues lors du projet, l'IRSN et ses partenaires ont établi, pour l'ensemble des isotopes fissiles, des masses limites par colis et par groupes de colis au-dessous desquelles les colis sont considérés comme "fissiles exceptés" : ils peuvent être transportés sans justification spécifique de sous-criticité. Ces limites tiennent compte des incertitudes sur les données nucléaires, par le biais de facteurs de sécurité appliqués aux masses limites.

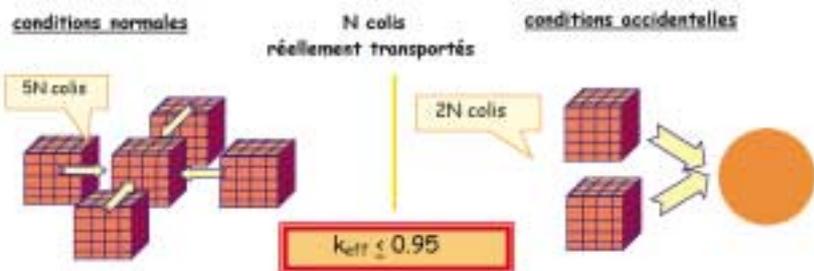
Ainsi, sous réserve de garantir un nombre maximal de colis transportés simultanément et de respecter les valeurs de masses maximales par colis définies lors du projet, il devient possible de considérer que les colis "fissiles exceptés" transportant des actinides seront, pour ce qui concerne le risque de criticité, transportés avec le même degré de sûreté que les colis fissiles usuels.

### Conclusions

Les études réalisées au cours du projet ont permis d'accroître les connaissances relatives aux actinides, ainsi que sur les valeurs de leurs paramètres "critiques". Par ailleurs, les résultats obtenus ont permis d'établir, à l'aide d'une méthode générale, des critères d'exemption pour les colis contenant de faibles masses d'isotopes fissiles.

Les travaux de l'IRSN conduiront à des propositions de modifications du règlement de l'AIEA. Une réunion de travail dont l'objectif est de trouver un consensus international pour une évolution de la définition des matières fissiles exceptées s'est tenue en France en mars 2004.

### Pour prévenir tout risque de criticité lors du transport de N colis contenant des matières fissiles, ce règlement exige de démontrer la sous-criticité :



■ en situation normale, pour le regroupement de 5N colis (les colis sont considérés tels qu'ils sont après les épreuves représentatives des conditions normales de transport) ; la plus petite dimension extérieure du colis ne doit pas être inférieure à 10 cm.

■ en situation accidentelle, pour le regroupement de 2N colis (les colis sont considérés tels qu'ils sont après les épreuves représentatives des conditions accidentelles de transport).

# [ La protection de l'homme



# et de l'environnement

Les actions de l'IRSN en matière de protection de l'homme et de l'environnement s'organisent en quatre domaines :

- la radioprotection des travailleurs, des patients et de la population générale, avec notamment la gestion de l'inventaire des sources radioactives, l'étude d'effets biologiques des rayonnements ionisants, l'analyse de l'impact sanitaire des rejets radioactifs dans l'environnement, la dosimétrie externe et la dosimétrie interne... ;
- l'étude et la surveillance de la radioactivité dans l'environnement, l'étude du comportement des radionucléides dans les écosystèmes et l'analyse des risques liés à la géosphère... ;
- l'intervention et l'assistance en radioprotection ;
- l'appui opérationnel aux pouvoirs publics en cas de crise.



Les membres du conseil scientifique ENVIRHOM qui s'est tenu du 17 au 19 novembre 2003 à Cadarache (Bouches-du-Rhône).



Étude expérimentale de l'effet de l'uranium sur la croissance d'algues vertes unicellulaires.



La bioaccumulation de l'uranium est étudiée chez le bivalve et l'écrevisse.

## Les risques chroniques et la radioactivité

Parmi les perturbations de l'environnement souvent évoquées comme une cause possible de la montée de certaines pathologies, le cas de la radioactivité mérite des réponses claires. C'est pourquoi l'IRSN a lancé le programme ENVIRHOM, qui a été évalué positivement en 2003 par son conseil scientifique après une période de 2 ans destinée à tester la faisabilité des options retenues.



### Évaluer le risque radioécologique

L'objectif d'ENVIRHOM est de permettre des évaluations d'impact, fondées sur des données scientifiques validées, traitant le cheminement et les effets des radionucléides depuis leur introduction dans l'environnement jusqu'aux hommes et autres organismes exposés de la biosphère. Pour cela, il faut élaborer un indicateur d'atteinte, utilisable dans des situations où l'agent radioactif est diffus, à des concentrations faibles, en synergie avec d'autres agents et exerce ses effets dans la durée. Ce sont très précisément des situations complémentaires de celles auxquelles est adapté le Sievert, indicateur dont la représentativité du risque n'est solidement établie que pour des expositions moyennes, délivrées en un temps bref et le plus souvent par irradiation externe. De plus, il ne s'agit pas seulement d'étudier les atteintes qui se traduisent par des cancers. Pour les populations animales et végétales, les influences sur la reproduction ou sur d'autres performances des individus sont essentielles, tout stress pouvant avoir à la longue un pouvoir de sélection et de réduction de la biodiversité.

Dans ce contexte, les recherches du programme ENVIRHOM portent principalement sur deux sujets : d'une part, la cinétique des transferts et les facteurs d'accumulation et d'inhomogénéité, d'autre part, les effets réels, par exemple sur l'évolution de populations animales ou sur le comportement d'individus affectés.

Dans sa phase de faisabilité, le programme a principalement porté sur le cas de l'uranium, élément radioactif omniprésent dans l'environnement à des concentrations quelquefois notables.

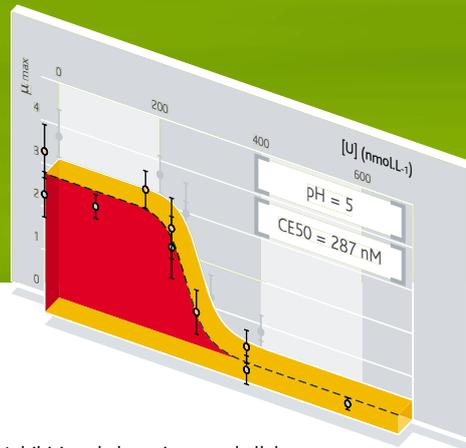
### Les facteurs de transfert, d'accumulation et d'inhomogénéité

Pour ce premier sujet, des rats ont été contaminés de façon chronique pendant deux ans. Il a été constaté que l'incorporation de l'uranium et son élimination diffèrent nettement de ce qui est admis pour une contamination sur une très courte durée. Il a également été relevé que la répartition de l'uranium entre les organes n'est pas identique à ce qu'elle aurait été après une contamination ponctuelle. Enfin, dans un même organe, de forts écarts ont été notés par rapport à l'hypothèse de répartition homogène qui est celle des modèles actuels. Ces observations ont été faites non seulement chez le rat mais aussi sur des organismes très différents comme des bivalves d'eau douce.

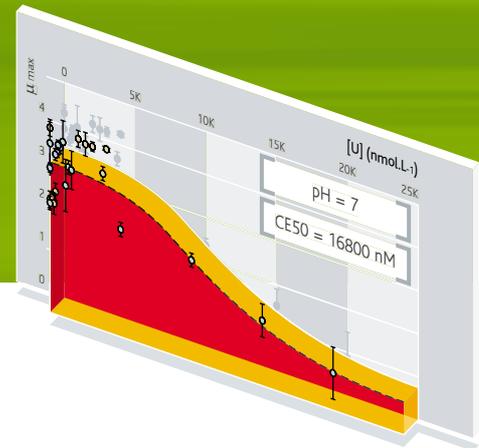
On peut donc d'ores et déjà affirmer, et ceci constitue un premier résultat essentiel d'ENVIRHOM, que la contamination chronique relève de lois sensiblement différentes de celles de la contamination aiguë. La confirmation de l'absence d'homogénéité justifie des approfondissements du programme car c'est précisément en situation d'inhomogénéité que des concentrations locales notables sont possibles même lorsque la quantité totale de contaminant est rela-

## Évaluation du programme ENVIRHOM

En novembre 2003, date de son évaluation par son comité scientifique, le programme ENVIRHOM avait produit 16 publications et 29 présentations dans des congrès. 16 thésards et post-doctorants ont contribué à cette première phase. 36 chercheurs et techniciens se consacrent à ce programme qui est réalisé dans des laboratoires de Cadarache (Bouches-du-Rhône), Pierrelatte (Drôme) et Fontenay-aux-Roses (Hauts-de-Seine) auxquels s'ajoutent désormais le laboratoire de radioécologie marine de Cherbourg (Manche). Les mêmes équipes participent aux programmes de recherche européens FASSET et ERICA destinés à rassembler et à développer des connaissances applicables à l'évaluation du risque sur l'environnement.



Inhibition de la croissance de l'algue verte *Chlamydomonas reinhardtii* après 120 h d'exposition à l'uranium aux pH 5 et 7.



tivement faible. Il en est sans doute de même pour l'ensemble des radionucléides susceptibles de jouer un rôle dans les contaminations chroniques. Il faudra, à cet égard, déterminer s'il peut y avoir coïncidence entre les zones d'accumulation et les zones les plus sensibles à la présence de contaminant.

Dans le domaine des transferts dans l'environnement, la relation entre la biodisponibilité et la spéciation chimique a été étudiée. Il a notamment été établi que des variations du pH ou des variations des concentrations d'autres éléments peuvent avoir une influence conséquente sur les transferts. Ce résultat, qui était attendu, a une grande importance pratique : c'est, en plus des mécanismes spécifiquement biologiques de concentration, une des raisons de l'inhomogénéité de l'environnement, toute inhomogénéité pour un paramètre entraînant en cascade des inhomogénéités pour d'autres. Il signifie également qu'une mesure locale de radioactivité n'est pleinement exploitable que si les autres paramètres locaux sont connus.

### Les effets réels

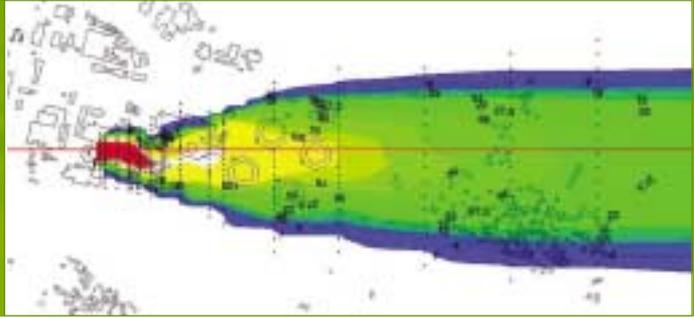
Sur ce second sujet, l'IRSN a par exemple mis en évidence les effets de la concentration de l'uranium dans l'eau sur la survie de populations d'algues microscopiques. Une influence importante a été constatée, non seulement de la concentration totale d'uranium mais aussi des concentrations des différentes formes chimiques qu'il peut prendre. D'autres résultats

originaux en matière de comportement ont été établis tels que l'influence de la concentration d'uranium sur les temps d'ouverture de bivalves, sur le sommeil de rats et sur leurs performances en labyrinthe.

Ces résultats sont prometteurs, mais soulignent l'ampleur des travaux à réaliser avant de pouvoir faire de véritables évaluations d'impact sur l'homme et l'environnement pour des situations d'exposition chronique. Il est à noter que pour les toxiques chimiques, des règlements et des guides d'évaluation existent au niveau européen. Les travaux du programme ENVIRHOM devraient contribuer à élaborer des documents du même type pour la radioactivité.



Maquette du site du Bugey (Ain).



Reconstitution des iso-concentrations à partir des mesures réalisées au sol pour un rejet supposé issu des fuites directes du bâtiment réacteur.



## La gestion de la crise

Les missions confiées à l'IRSN par le décret du 22 février 2002 prévoient que celui-ci soit en mesure, en cas d'accident nucléaire ou radiologique, de conseiller les pouvoirs publics et de proposer des mesures d'ordre technique, médical et sanitaire propres à assurer au mieux la protection de la population, des travailleurs et de l'environnement et à rétablir la sécurité des installations. Pour assurer ces missions, l'IRSN a mis en place une organisation spécifique comprenant un système d'alerte, un Centre Technique de Crise (CTC) et un ensemble de moyens d'intervention et de mesure de la radioactivité chez l'homme et dans l'environnement.

### Le projet MIRA

Pour améliorer ses moyens d'expertise, notamment ceux dédiés à l'évaluation des conséquences radiologiques de situations accidentelles, l'IRSN mène des projets de recherche et développement. C'est ainsi que l'Institut a engagé en 2002 une réflexion sur ses modèles de dispersion atmosphérique des polluants radioactifs. Les développements en cours concernent la phase d'urgence d'une situation accidentelle et ses effets possibles à "courte distance" (jusqu'à 30 km).

Ces travaux doivent conduire à la mise en exploitation au CTC d'un nouvel outil opérationnel d'évaluation de la dispersion atmosphérique et des doses, qui remplacera le système actuel. Ce projet, dénommé MIRA, devrait également permettre une meilleure interprétation des mesures radiologiques réalisées dans l'environnement en situation accidentelle.

### Modélisation directe et modélisation "inverse"

Lors d'une situation accidentelle, l'IRSN réalise une évaluation de la dispersion des produits radioactifs et des conséquences radiologiques associées à partir, d'une part, des observations et prévisions météorologiques, d'autre part, des estimations des rejets en cours ou potentiels. Le nouveau modèle "direct" offrira la possibilité de tenir compte de

phénomènes physiques non traités avec les outils actuels, tels que les perturbations induites par les bâtiments et les effets liés au relief.

Réciproquement, l'interprétation des mesures de contamination de l'environnement réalisées pendant et après un rejet doit notamment permettre de confirmer ou d'infirmer les estimations de rejets réalisées à partir de la connaissance plus ou moins bonne du déroulement de l'accident dans l'installation. Le projet MIRA comprend ainsi le développement d'un modèle "inverse" qui, couplé au modèle direct, permettra de mieux apprécier certains paramètres de la situation accidentelle (caractéristiques du rejet, données météorologiques...).

### Modèles physiques et validation

Pour tester les nouveaux modèles, une série d'expérimentations a été menée. Une expérience de diffusion en soufflerie a été spécifiquement réalisée sur une maquette à l'échelle 1/500 de la centrale du Bugey (Ain) ; différents essais ont été réalisés pour mesurer les concentrations résultant d'un rejet filtré par la cheminée et d'un rejet non filtré (fuites "directes" de l'enceinte). Une première comparaison entre les résultats de ces essais et ceux obtenus avec le modèle en cours de développement a permis d'observer une concordance satisfaisante.



Pendant un exercice au Centre technique de gestion de crise à Fontenay-aux-Roses (Hauts-de-Seine).

### Les exercices nationaux de crise de l'année 2003

L'organisation nationale de crise est testée chaque année à l'occasion d'une dizaine d'exercices, selon un calendrier défini par les pouvoirs publics. L'IRSN participe de façon systématique à ces exercices en tant qu'acteur et contribue également à l'élaboration des scénarios techniques.

Comme les années précédentes, les exercices 2003 ont concerné de façon majoritaire les centrales d'EDF.

L'exercice de Chooz B (Ardennes) a permis de tester en particulier les relations entre la France et la Belgique, l'IRSN étant en relation avec son homologue belge AVN.

L'IRSN a également participé à deux exercices concernant des installations des sites nucléaires de Saclay (Essonnes) et de Romans-sur-Isère (Isère) ainsi qu'à un exercice concernant un transport de matières radioactives dans le département de l'Eure-et-Loir. Enfin, pour la première fois en 2003, l'IRSN a participé à un exercice concernant une base aérienne en soutien à l'autorité de sûreté "défense" (DSND).

## Les phases du projet MIRA

- Une première phase de faisabilité (2002-2003) a permis de choisir une méthode d'inversion et d'identifier les axes d'amélioration du modèle de dispersion actuel.
- Sur la base des phénomènes physiques prépondérants à retenir, le modèle direct de dispersion est en cours de développement (2004).
- Le modèle inverse est construit au fur et à mesure de l'avancement du modèle direct. Une phase de validation de l'outil opérationnel ainsi développé est prévue (premier semestre 2005).
- La dernière phase consistera à développer une interface facilement utilisable par les experts et à produire un guide sur les modalités d'interprétation des mesures. La mise en production au CTC de l'outil MIRA est prévue fin 2005.

Ce projet est mené en collaboration avec le Laboratoire de mécanique des fluides et d'acoustique de l'École centrale de Lyon et le Centre d'enseignement et de recherche en environnement atmosphérique de l'École nationale des ponts et chaussées.

### Les événements de l'année 2003

L'IRSN a mis en place son organisation de crise à l'occasion de deux événements réels :

- **Les 19 et 20 juillet 2003**, le CTC a été créé dans une configuration restreinte pour suivre en direct les opérations de démolition et de basculement de la cheminée de l'installation G1 de l'établissement COGEMA de Marcoule (Gard). Il était en relation avec l'autorité de sûreté "défense", avec COGEMA par audioconférence et avec une équipe de l'Institut qui a effectué des mesures radiologiques sur le terrain.
- **Les 2 et 3 décembre 2003**, les intempéries qui ont affecté la vallée du Rhône ont conduit les exploitants des centrales de Cruas (Ardèche) et du Tricastin (Drôme), ainsi que celui de l'établissement BCOT (Base Chaude Opérationnelle du Tricastin), à déclencher par mesure de précaution leur plan d'urgence interne (PUI). Pour assurer un appui technique aux autorités de sûreté (DGSNR et DSND), l'IRSN a, d'une part, créé le CTC pendant 36 heures, durant lesquelles différentes équipes se sont relayées, et, d'autre part, déployé sur le terrain des équipes qui ont réalisé des prélèvements d'eau et des mesures en aval des sites nucléaires.



Appareils de gammagraphie.



## La surveillance des travailleurs et du public dans le domaine de la radioprotection

La réglementation dans le domaine de la radioprotection a été profondément modifiée et intégrée dans le code de la santé publique et le code du travail au cours des dernières années, dans le cadre de la transposition en droit français de directives européennes touchant à la radioprotection. En 2003, l'IRSN a activement participé à l'élaboration de ce nouveau dispositif réglementaire, en appui des ministères qui en ont la charge. Par ailleurs, l'IRSN exerce pour l'application de cette réglementation des activités multiples concernant l'utilisation des sources de rayonnements ionisants, la protection du public, des travailleurs et des personnes exposées à des fins médicales.

### Utilisation des sources de rayonnements ionisants

Les modifications apportées au code de la santé publique par le décret n° 2003-462 concernant la radioprotection des populations ont introduit de profonds changements dans la gestion des sources de rayonnements ionisants<sup>(1)</sup>, et ont conduit à la création de l'Unité d'expertise des sources (UES) en avril 2002 au sein de l'IRSN. Cette unité a pour mission de fournir un appui technique aux autorités (DGSNR, DSND, AFSSAPS, DPPR, préfets) qui délivrent des autorisations aux fournisseurs, distributeurs et utilisateurs

de sources dans les domaines de l'industrie, de la médecine, de la recherche et de la défense. L'UES a rédigé 50 avis pour ces autorités en 2003. Elle a également la mission de gérer l'inventaire national des sources de rayonnements ionisants, grâce au suivi des stocks et des mouvements de sources au travers de procédures d'enregistrement.

### Un inventaire national des sources de rayonnements ionisants

Depuis février 2002, l'IRSN centralise et tient à jour l'ensemble des informations relatives aux autorisations de détention et aux enregistrements des mouvements de sources. La base informatique nationale nommée SIGIS permet d'assurer un contrôle de la régularité des mouvements de sources. Elle fournit également des statistiques de stocks et de flux. Outre sa fonction de contrôle, SIGIS est principalement un outil de suivi et d'information sur l'utilisation des sources au service des différents acteurs impliqués dans leur usage (utilisateurs, autorités...).

### Les directives européennes

Trois directives européennes touchant à la radioprotection ont été intégrées dans la réglementation française en 2003 :

- la directive du conseil Euratom 96/29, du 13 mai 1996, fixant les normes de base relatives à la protection sanitaire de la population et des travailleurs contre les dangers résultant des rayonnements ionisants ;
- la directive du conseil Euratom 97/43, du 30 juin 1997, relative à la protection sanitaire des personnes lors d'expositions médicales ;
- la directive du conseil Euratom 98/83, du 3 novembre 1998, relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine.

(1) **Sources de rayonnements ionisants** : appareil, substance radioactive ou installation pouvant émettre des rayonnements ionisants ou des substances radioactives.

**Substance radioactive** : toute substance qui contient un ou plusieurs radionucléides dont l'activité ou la concentration ne peut être négligée du point de vue de la radioprotection.

## Les sources radioactives en France en 2003

**200**  
fournisseurs

**5 000**  
utilisateurs

**1 350**  
autorisations  
délivrées ou  
renouvelées

**30 000**  
sources scellées  
détenues

**3 800**  
sources scellées  
distribuées aux  
utilisateurs

**2 700**  
sources scellées reprises  
par les fournisseurs

**5 400**  
formulaires  
d'enregistrement  
de mouvements



Dispositif de mesure du radium 226 par émanation utilisé dans le cadre du contrôle radiologique des eaux de boisson.

### Évaluation de l'exposition du public aux rayonnements ionisants

Le code de la santé publique a prévu la création d'un réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement dont la gestion est confiée à l'IRSN et qui a pour mission de contribuer à l'estimation des doses auxquelles la population est soumise du fait de l'ensemble des activités nucléaires. Ce réseau fédère :

- l'ensemble des résultats des analyses radiologiques de l'environnement contenus dans les programmes réglementaires destinés à surveiller l'impact des rejets liés aux activités nucléaires soumises à autorisation ou à déclaration ;
- l'ensemble des résultats des analyses radiologiques de l'environnement réalisées à la demande des collectivités territoriales, des services de l'État et des établissements publics ou des associations qui le demandent.

L'arrêté ministériel du 17 octobre 2003 a précisé les modalités de fonctionnement du réseau national et d'agrément des laboratoires participant à ce réseau. Le rôle de l'IRSN y a été explicité :

- l'Institut assure la gestion du réseau, dont les orientations sont fixées par la DGSNR après avis d'un comité de pilotage, composé notamment de représentants des ministères concernés (Santé, Environnement, Consommation, Agriculture, Défense) et des agences de santé (AFSSA, AFSSE, InVs). L'IRSN assume les tâches techniques d'exploitation du réseau et rédige un rapport annuel sur l'état radiologique de l'environnement... ;

- l'IRSN participe à la commission d'agrément des laboratoires et met en place des programmes annuels de comparaison entre laboratoires.

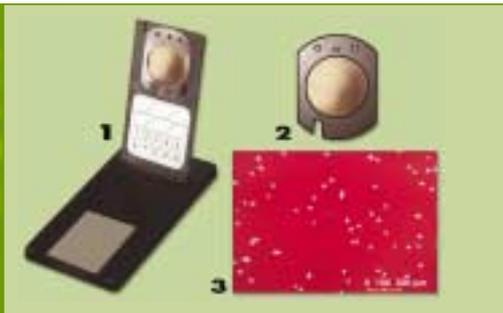
Les travaux nécessaires à la mise en place opérationnelle du réseau national se poursuivent en 2004 pour préciser l'organisation et les moyens à prévoir pour un fonctionnement efficace du réseau, en particulier pour ce qui concerne la mise à disposition du public des résultats collectés.

### Le contrôle radiologique des eaux de boisson

Dans le cadre de l'application de la directive 98/83/CE, le décret 2001-1220 du 20 décembre 2001 a fixé la nature et les modalités de mesures de radioactivité que les distributeurs d'eau doivent désormais réaliser dans les eaux potables. Ce décret prévoyait une période transitoire pour sa mise en application allant jusqu'au 24 décembre 2003. En outre, les analyses de radioactivité faisaient partie des paramètres à fournir au moment du montage du dossier de création d'une Alimentation en Eau Potable (AEP). Désormais, ces analyses doivent également être effectuées régulièrement sur les captages en fonctionnement. L'ensemble de ces dispositions fait que l'IRSN a observé un accroissement important du nombre d'analyses d'eaux potables qui lui ont été demandées en 2003.

## Évolution des demandes d'analyses des eaux potables

Année	Eaux d'adduction	Eaux d'adduction à la suite d'un étiage
2000	117	
2001	97	
2002	139	
2003	312	20



(1) Exemple de dosimètre adapté au dépistage du radon, constitué d'un film (2) sensible aux particules émises par le radon qui y impriment des traces, le comptage automatique de ces traces (3) sur le film fourni la mesure.

L'IRSN est actuellement le seul laboratoire habilité pour effectuer ces mesures. La stratégie de mesure utilisée par l'IRSN est la suivante :

- dans un premier temps, des mesures de l'activité du tritium et de l'activité globale des radionucléides émetteurs alpha et bêta sont réalisées ;
- si les activités volumiques mesurées sont inférieures respectivement à 100 Bq/l, 0,1 Bq/l et 1 Bq/l, la dose totale indicative, telle que définie dans le décret

précité, est alors considérée inférieure à 0,1 mSv par an ;

■ dans le cas contraire, des analyses complémentaires sont réalisées pour identifier les radionucléides, naturels (uranium, radium...) ou artificiels, responsables de ces dépassements ;

■ un calcul de dose est enfin réalisé sur la base des résultats obtenus, pour une consommation de 730 litres d'eau par an, en utilisant pour chaque radionucléide les coefficients de dose prescrits par le décret précité. Cette dose est alors comparée à la valeur de 0,1 mSv/an fixée par la directive Euratom, sur la base des recommandations de l'OMS.

## Mesures dosimétriques effectuées en 2003

par l'IRSN dans le cadre de la surveillance des travailleurs exposés aux rayonnements ionisants

### Exposition externe X et gamma

17 548 entreprises  
214 815 travailleurs surveillés  
1 872 240 dosimètres photographiques

### Exposition externe aux neutrons

200 entreprises  
20 000 travailleurs surveillés  
50 000 dosimètres neutrons

### Exposition interne : anthropogammamétrie

214 examens

### Exposition interne : surveillance de routine

430 entreprises  
4 139 personnes surveillées  
6 834 échantillons biologiques  
20 000 analyses (urines, selles)

### La maîtrise de l'exposition au radon

La réglementation couvre désormais l'exposition au radon dans les lieux ouverts au public (art. L.1333-10 et R.1333-15 et 16 du code de la santé publique) et dans les lieux de travail (art. L.231-7-1 et R.231-115 du code du travail), mais elle ne concerne pas encore l'habitat privé.

L'arrêté relatif à l'agrément des organismes habilités à procéder aux mesures de radon dans les lieux ouverts au public a été publié le 15 juillet 2003 : parmi les nouvelles dispositions, l'IRSN siège à la commission d'agrément et doit mettre en place pour 2004 une formation sur la métrologie du radon, exigée pour obtenir l'agrément à moins de justifier d'une compétence acquise par la pratique.

Deux autres arrêtés en préparation ont impliqué l'IRSN en 2003 : celui sur les modalités de gestion du risque lié au radon dans les lieux ouverts au public et celui fixant la liste des activités professionnelles concernées.

Par ailleurs, l'Institut a piloté en 2003 la révision des normes AFNOR sur la mesure du radon et engagé l'écriture d'une norme sur le radon dans l'eau.



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



Anthropogammamétrie :  
détection de radionucléides  
externes et/ou internes  
à la centrale du Blayais  
(Gironde).

Outre ces actions menées dans le cadre de la réglementation, l'IRSN a poursuivi en 2003 ses travaux visant à mieux connaître les mécanismes de concentration du radon dans l'habitat : campagnes de mesure dans l'habitat, étude de la contribution des matériaux de construction et du comportement du radon sous différentes conditions sur son site expérimental de Kersaint (Finistère). L'Institut a par ailleurs édité une nouvelle série de fiches descriptives sur des bâtiments français dans lesquels des techniques de réduction ont été appliquées et défini un protocole de mesure dans les établissements thermaux... Concernant l'amélioration des connaissances sur les effets sanitaires du radon, le projet européen coordonné par l'IRSN sur la modélisation du risque dû au radon a été achevé en 2003 et les résultats de l'étude épidémiologique menée par l'IRSN sur des populations françaises exposées au radon seront prochainement publiés dans la revue *Epidemiology*.

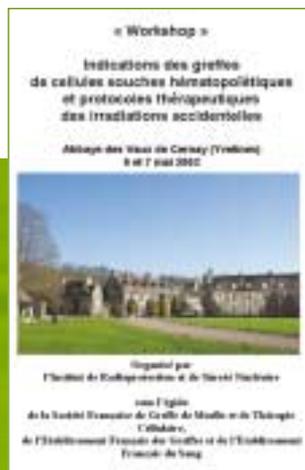
### La protection des travailleurs exposés

Pour l'application du décret n° 2003-296 concernant la radioprotection des travailleurs, l'IRSN a participé à la préparation de cinq arrêtés ministériels sous la conduite du ministère du Travail. En particulier, un de ces arrêtés fixe les modalités d'accès aux informations dosimétriques des travailleurs, les règles de transmission de ces informations et le contenu de la carte individuelle de suivi médical ; sa mise en œuvre nécessitera des aménagements du système SISERI, géré par l'Institut, qui centralise au plan national l'ensemble des données dosimétriques des travailleurs exposés. Ce même décret et ses arrêtés d'application impliquent l'IRSN dans la mesure des doses, l'organisation d'intercomparaisons, l'accréditation des laboratoires de dosimétrie, la formation en radioprotection, l'étude de postes de travail et le soutien aux médecins du travail. L'IRSN réalise également

chaque année pour la Direction des relations du travail un bilan de l'exposition des travailleurs aux rayonnements ionisants en France.

### La protection des personnes exposées dans l'univers médical

Le décret n° 2003-270 du 24 mars 2003 concernant la radioprotection des patients donne à l'IRSN un rôle important dans l'optimisation des pratiques médicales. Pour l'assumer, l'Institut a créé en 2003 une Unité d'expertise en radioprotection médicale (UEM) qui participe à l'élaboration des niveaux de référence diagnostique de dose et à la construction d'un bilan des expositions des patients. L'UEM est sollicitée par les autorités et les professionnels de santé pour rendre des avis sur la justification et l'optimisation des pratiques, participer à l'élaboration d'arrêtés ou de guides de prescription des actes et examens exposant à des rayonnements ionisants. Elle est fréquemment interrogée par des praticiens qui veulent une confirmation des doses reçues par les patients dans le cadre d'un radiodiagnostic. L'Unité est aussi en charge des questions relatives à la radioprotection des travailleurs en milieu médical. Composée de personnes d'expérience, l'UEM intervient dans de nombreuses formations sur la radioprotection en milieu médical.



## La gestion médicale d'un grand nombre de personnes irradiées accidentellement

Parmi les missions de l'IRSN figure l'appui technique aux structures hospitalières amenées à traiter des personnes irradiées. Dans ce cadre, et à l'initiative de l'Institut, un consensus sur la stratégie de prise en charge médicale de personnes irradiées en grand nombre a été élaboré par une cinquantaine de spécialistes en hématologie, radiopathologie et dosimétrie, réunis les 6 et 7 mai 2003. La réunion était placée sous l'égide de l'Établissement français des greffes, de l'Établissement français du sang et de la Société française de greffe de moelle et de thérapie cellulaire avec le concours des experts du Service de santé des armées.

Jusqu'à présent, en cas d'irradiation aiguë globale à fortes doses d'un grand nombre de personnes, la stratégie thérapeutique à adopter posait problème. En effet, malgré la diversité de l'arsenal thérapeutique existant susceptible de présenter une certaine efficacité (cytokines, allogreffes, expansion de cellules souches...), il n'existait pas de véritable consensus quant à la définition d'un schéma cohérent de traitement de l'aplasie médullaire (diminution de la production des cellules sanguines) radio-induite en situation accidentelle. La rareté des irradiations accidentelles dans le monde, et le fait que la gestion thérapeutique des victimes ait souvent été influencée par des experts aux opinions très différentes, expliquent cette absence de consensus, notamment sur les indications de greffe de cellules souches hématopoïétiques.

### La gestion médicale des irradiations accidentelles

L'hématopoïèse est l'ensemble des mécanismes qui permettent à un nombre limité de cellules souches de générer les cellules de différents types présentes dans le sang : granulocytes et lymphocytes (défense de l'organisme), globules rouges (transport de l'oxygène) et plaquettes (contrôle des hémorragies). L'hématopoïèse se passe dans la moelle osseuse.

Les rayonnements ionisants, en détruisant la moelle osseuse, induisent des risques élevés d'infections opportunistes (disparition des globules blancs) et d'hémorragies (disparition des plaquettes).

Cependant les irradiations accidentelles sont hétérogènes dans leur très grande majorité. Vu la répartition de la moelle osseuse, cette hétérogénéité a pour conséquence de laisser des territoires médullaires plus ou moins protégés de l'irradiation, contenant des cellules hématopoïétiques capables de reconstituer toute la moelle osseuse de l'individu.

Cette hématopoïèse résiduelle après une irradiation hétérogène complique singulièrement le traitement de l'atteinte médullaire d'une victime. En effet, dans ces conditions, il est très risqué de réaliser une greffe de moelle osseuse car l'hématopoïèse résiduelle peut être suffisante pour rejeter la greffe, ce qui peut être particulièrement délétère pour la victime. De plus, l'irradiation entraîne une phase d'aplasie sévère avec des risques infectieux et hémorragiques élevés pour le patient, nécessitant des apports transfusionnels et une antibiothérapie importante, sans aucune évidence immédiate de reprise hématopoïétique.



Surexpression du CTGF\*, visualisé par une coloration brune dans le tissu radique, à gauche intestin normal et à droite muqueuse d'entérite radique.

\* CTGF : Connective-Tissue Growth Factor (facteur impliqué dans la fibrose tissulaire).

### Principes généraux du consensus

Le consensus obtenu se décline en un consensus médical à caractère opérationnel et une série de recommandations. Le consensus médical porte sur deux volets. Le premier concerne les critères de tri qui conduisent à une répartition opérationnelle simple des victimes en trois classes selon l'absence de risque léthal, la présence d'un risque léthal ou la présence d'un risque supra-léthal, selon un ensemble de symptômes apparaissant dans les premières heures après l'irradiation. Le second volet porte sur le traitement de l'aplasie médullaire pour lequel l'indication de greffe de moelle osseuse est différée de trois semaines, avec dans l'intervalle un traitement de stimulation de l'hématopoïèse résiduelle par injection d'une cytokine, le G-CSF. Une plaquette d'information sur la conduite à tenir en cas d'accident, destinée aux praticiens, sera élaborée à partir de ce consensus.

Des recommandations pour l'avenir, notamment en termes de recherche, ont été effectuées. En particulier, il est recommandé de poursuivre des recherches appliquées sur les traitements par cytokines, sur les bio-indicateurs des dommages radio-induits et sur le traitement du syndrome de défaillance multiple des organes notamment par la greffe de cellules souches mésenchymateuses (non différenciées). Ces domaines de recherche sont déjà étudiés par l'IRSN.

### Recherches expérimentales en thérapie cellulaire

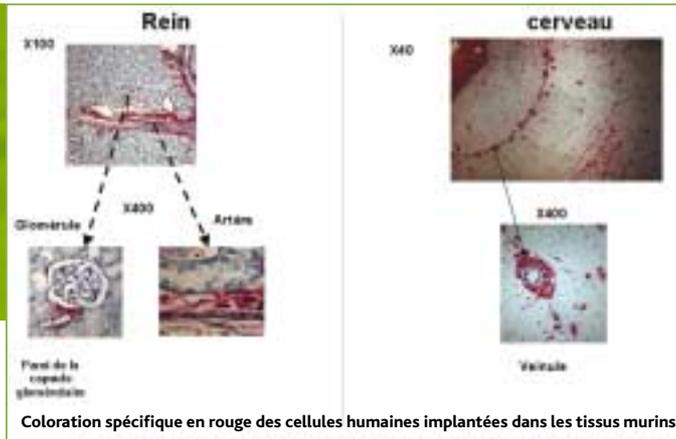
Dans le contexte du consensus, les recherches menées à l'IRSN sur l'application des principes de la

thérapie cellulaire au traitement des irradiations accidentelles présentent un intérêt majeur. Depuis plusieurs années, différents travaux ont permis de développer les techniques d'expansion, de transfert de gène traceur du devenir des cellules réinjectées et de greffe des cellules souches mésenchymateuses (CSM). Ces cellules sont intéressantes car elles ont une capacité de différenciation en cellules musculaires, cartilagineuses ou adypocytaires, mais elles ont également une capacité plastique, c'est-à-dire une capacité à générer des cellules d'autres lignées, comme des cellules neurales, des cellules hépatiques ou des cellules endothéliales. Cette capacité plastique pourrait permettre de combler les déficits cellulaires radio-induits.

Dans une première série de travaux, des CSM ont été prélevées dans la moelle osseuse de primates, puis développées *ex vivo*, marquées avec un gène

### Le comité d'éthique de l'IRSN pour l'expérimentation animale

Au cours de l'année 2003, le comité d'éthique a évalué neuf nouveaux sujets de recherche et 27 protocoles expérimentaux, quant au respect des principes fondamentaux de l'éthique relative aux animaux de laboratoire : remplacement des animaux par un autre modèle d'étude, réduction des effectifs d'animaux utilisés et attention apportée aux procédures mises en œuvre. Parallèlement, les lignes directrices de l'activité du comité d'éthique, sa communication et la valorisation de son travail ont été définies.

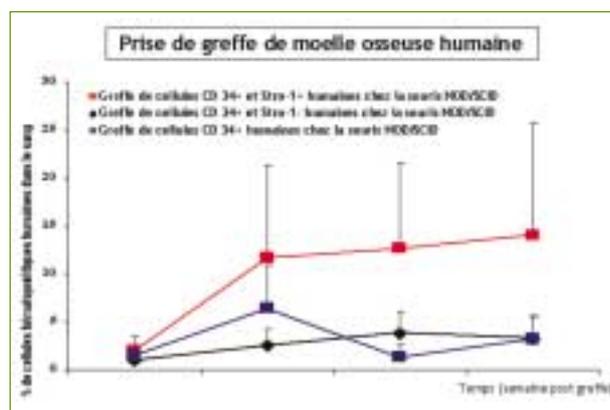


Implantation de cellules souches mésenchymateuses humaines chez la souris immunotolérante irradiée.

traceur et greffées à des animaux irradiés dans un flux mixte gammas-neutrons. Les résultats ont montré que les CSM ont une capacité d'implantation importante, puisqu'elles ont été retrouvées dans différents organes comme les muscles, la peau, l'intestin, l'estomac et la moelle osseuse. De plus, les résultats ont montré une implantation préférentielle des CSM dans les sites des lésions les plus importantes, en corrélation avec les lésions induites par la composante neutronique du flux d'irradiation. Une seconde étude réalisée au sein de l'unité commune IRSN-CHU Saint-Antoine (UPRES EA 1638) a utilisé un modèle de souris immuno-déficiente, la

souris NOD-SCID, pour réaliser des co-greffes de CSM humaines et de cellules souches hématopoïétiques humaines. Cette étude a permis de montrer que non seulement les CSM sont capables de s'implanter dans la moelle osseuse des souris, mais elles sont capables d'y assumer une fonction physiologique de soutien de l'hématopoïèse. En effet, les cellules hématopoïétiques avaient une meilleure implantation et généraient deux à quatre fois plus de cellules sanguines matures lorsqu'elles sont co-greffées avec des CSM. Ces travaux constituent d'ailleurs l'une des premières démonstrations de la capacité fonctionnelle des CSM après greffe.

### Co-injection de cellules CD34<sup>+</sup> avec des cellules CSM Stro-1<sup>+</sup> ou Stro-1<sup>-</sup>



Deux sous-populations (Stro-1<sup>+</sup> et Stro-1<sup>-</sup>) de cellules souches mésenchymateuses (CSM) sont injectées, avec des cellules hématopoïétiques (CD34<sup>+</sup>), chez la souris immunotolérante aux greffes humaines après irradiation. La prise de greffe humaine est suivie au cours du temps chez l'animal. Cette expérience met en évidence le soutien accru de la prise de greffe par les CSM de type mature Stro-1<sup>+</sup>. Ces cellules pourraient être utilisées pour l'amélioration des greffes de moelle osseuse après irradiation.

### Bio distribution des CSM Stro-1<sup>+</sup> et Stro-1<sup>-</sup> dans les tissus de la souris NOD/SCID

Tissus	Cellules Stro-1 <sup>+</sup>	Cellules Stro-1 <sup>-</sup>
Rate	8 ± 5	1,5 ± 1
Moelle Osseuse	13 ± 7	6 ± 3
Cerveau	4 ± 5	4 ± 0,6
Coeur	1,6 ± 1,1	2 ± 2
Foie	0,6 ± 0,4	0,4 ± 0,6
Poumon	2 ± 3	7 ± 11
Rein	2,9 ± 1,9	1,9 ± 1,7
Muscle	2 ± 2	0,2 ± 0,3

Cellules humaines par 10000 cellules murines pour chaque tissu

Deux sous-populations (Stro-1<sup>+</sup> et Stro-1<sup>-</sup>) de CSM sont injectées chez la souris immunotolérante aux greffes humaines après irradiation. On recherche chez l'animal l'implantation des cellules humaines dans les tissus lésés par l'irradiation. Cette expérience met en évidence la capacité des CSM immatures humaines (Stro-1<sup>+</sup>) à se greffer dans de nombreux tissus. Ces cellules pourraient être utilisées pour la réparation tissulaire après irradiation.



Dosimètre électronique à la centrale du Bugey (Ain).



Contrôle de contamination vestimentaire en sortie de zone contrôlée.



## L'évaluation de la radioprotection dans les centrales EDF

**L'IRSN a réalisé un examen approfondi de la radioprotection dans les centrales nucléaires d'EDF en fonctionnement. Il s'agissait d'identifier les difficultés rencontrées par l'exploitant en matière de radioprotection et d'apprécier les dispositions retenues pour améliorer la situation.**

Cet examen a comporté deux volets : d'une part, l'examen de la doctrine établie par EDF au niveau national, d'autre part, l'évaluation de son application sur quelques centrales. L'IRSN a examiné les points suivants : le bilan des inspections, des incidents et des résultats dosimétriques enregistrés entre 1999 et 2002, l'organisation de la radioprotection mise en place par les services centraux d'EDF, la gestion des zones radiologiques, la gestion des opérations et des chantiers (avec quelques évaluations de cas concrets de gestion de chantiers sur site) et, enfin, la gestion des sources scellées et non scellées.

### Les résultats

L'instruction technique a permis d'apprécier les actions réalisées par les services centraux d'EDF telles que la mise en place de lieux d'échange et de prise de décision spécifiques et la constitution d'un référentiel de radioprotection. Ce référentiel est indispensable à la mise en œuvre, sur le terrain, de dispositions adaptées aux différents sujets liés à la radioprotection (propreté radiologique, optimisation des doses, métrologie, maîtrise des aspects réglementaires).

L'analyse des résultats dosimétriques a montré une amélioration globale depuis 1996, à la fois en termes de doses individuelles et de doses collectives. L'IRSN a cependant souligné des disparités ; des efforts doivent être poursuivis, notamment pour certaines spécialités professionnelles (calorifugeurs, soudeurs, chaudronniers et activités de soutien logistiques comme la mise en place des échafaudages...).

D'un point de vue général, l'IRSN a constaté la mise en œuvre d'une dynamique de progrès (recrutement, formation des agents chargés de la radioprotection, gestion des sources...) qui reste cependant variable d'une centrale à l'autre. La nécessité d'une homogénéisation des pratiques a été relevée pour divers sujets (gestion des zones radiologiques, gestion des chantiers, gestion des sources), en particulier pour les prestataires qui doivent s'approprier les spécificités des différentes centrales sur lesquelles ils sont amenés à travailler.

### Les voies d'amélioration

Elles concernent notamment :

- la répartition des tâches entre les chargés d'affaires et les agents des services de radioprotection ;
- la maîtrise de l'évolution des situations radiologiques dans les zones (par exemple, les changements d'état de l'installation qui peuvent entraîner une hausse brutale du risque d'exposition dans certains locaux), la clarification et la rationalisation du zonage radiologique ainsi que la signalisation afférente et enfin, la prise en compte du risque de contamination des locaux nécessitant, notamment un renforcement des lignes de défense et de contrôle, au plus près des sources de contamination ;
- la gestion des opérations et des chantiers, en particulier dans le cadre de l'application du principe d'optimisation ;
- les conditions de gestion et de détention des sources scellées, dans le cas particulier des opérations de gammagraphie industrielle (conditions de réalisation des tirs en particulier).

Cette évaluation a été présentée le 18 décembre 2003 au Groupe Permanent d'experts pour les Réacteurs nucléaires qui a transmis ses conclusions au Directeur général de la sûreté nucléaire et de la radioprotection.

# L'expertise nucléaire de



# défense ]



Le décret de création de l'IRSN qui prévoit l'identification des activités d'expertise nucléaire de défense a conduit au regroupement de l'essentiel de ces actions dans une direction dédiée.

Les principaux domaines concernés sont :

- la prévention des actions de malveillance contre les installations nucléaires et les transports de matières radioactives ;
- la protection et le contrôle des matières nucléaires et sensibles pour en prévenir le vol ou le détournement à des fins de prolifération d'armes de destruction massive ;
- l'appui technique aux pouvoirs publics pour la mise en œuvre des accords internationaux de non-prolifération des matières nucléaires et sensibles ;
- la sûreté et la radioprotection des installations et des activités nucléaires intéressant la défense.



Centrale nucléaire de production d'électricité de Paluel (Seine-Maritime).



Centrale de Civaux (Vienne).



## La protection physique des installations nucléaires et des transports

La protection physique d'un équipement, d'une installation nucléaire ou d'un transport de matière nucléaire, comporte un ensemble de dispositions – matérielles ou organisationnelles – visant à empêcher soit une action de malveillance pouvant conduire à un rejet de substances radioactives dans l'environnement, soit le vol ou le détournement de matières nucléaires.

Ces dispositions sont conçues de façon à assurer une défense en profondeur adéquate. Elles comprennent des éléments retardateurs (clôtures, barrières, portes renforcées...), des éléments détecteurs (radars, systèmes infrarouges, caméra vidéo...), des systèmes de contrôle d'accès et des moyens d'intervention. Elles incluent également des mesures de nature administrative ou organisationnelle telles que des règles de confidentialité, des procédures (règle des deux agents, gestion des clés...).

On remarquera ici que la protection physique constitue un point commun essentiel entre l'application de la loi du 25 juillet 1980 (protection et contrôle des matières nucléaires) et l'application de l'ordonnance du 29 décembre 1958 (protection contre la malveillance). La démarche retenue est la même dans les deux cas et les dispositions prises pour protéger les sites ont la même efficacité que la cible soit une matière nucléaire sensible ou un équipement important pour la sûreté. Les hypothèses retenues pour définir un système de protection physique sont fondées sur des menaces de référence qui précisent les caractéristiques et les moyens prêtés aux agresseurs. Deux jeux de menaces sont retenus, l'un pour le vol de matières nucléaires, l'autre pour la malveillance. Pour chacun de ces jeux, des menaces d'origine interne et des menaces d'origine externe sont prises en compte.

### La responsabilité de l'exploitant

L'exploitant est le premier responsable de la protection physique de ses installations et des matières nucléaires qu'il détient. Les pouvoirs publics définissent les objectifs visés en matière de protection et vérifient que les dispositions prises par chaque exploitant permettent de respecter ces objectifs. L'IRSN apporte son expertise technique aux pouvoirs publics pour apprécier l'efficacité des mesures de protection physique adoptées par les exploitants et les transporteurs. Pour effectuer ces expertises, l'IRSN est amené à examiner :

- les capacités de résistance des installations ou des équipements de transport compte tenu des moyens mis en œuvre contre le vol ou le détournement ;
- les procédures d'accès aux matières nucléaires, de sortie de ces matières de leur confinement et de l'établissement ou d'un emballage de transport ;
- la capacité des systèmes mis en place pour détecter la perte ou le vol de matières nucléaires, en termes de quantité et de délai ;
- la capacité des systèmes mis en place pour les transports, depuis leur point de départ jusqu'à leur arrivée.



Transport d'effluents liquides radioactifs.  
Citerne LR56 avec tracteur routier. Oak Ridge (États-Unis).



Centrale du Blayais (Gironde).

### La protection des installations

L'examen par l'IRSN de la protection des installations à l'égard des actions de malveillance conduit à des présentations devant des groupes d'experts mandatés conjointement par le HFD et la DGSNR. L'examen de la protection à l'égard du vol de matières nucléaires fait essentiellement l'objet d'études de sécurité. Des agents de l'IRSN sont également mandatés par le HFD pour effectuer des inspections permettant d'apprécier *in situ* l'efficacité des dispositions adoptées par les exploitants. Chaque année, les agents concernés de l'Institut effectuent environ une centaine d'analyses et mènent une cinquantaine de missions d'inspection, certaines inopinées, dans les installations. Au-delà de cette activité continue, l'IRSN effectue des actions plus spécifiques. Ainsi, en 2003, il a notamment :

- proposé plusieurs textes réglementaires visant à mieux asseoir les bases juridiques de la protection physique et à prendre en compte les enseignements tirés des événements du 11 septembre 2001 ;
- organisé, à la demande du HFD, un exercice de grande ampleur visant à tester la chaîne décisionnelle et la coordination de l'intervention des différentes entités concernées de l'exploitant et de l'État pour faire face à une agression entrant dans le cadre des menaces de référence ;
- effectué une inspection réactive à la suite de l'intrusion sur le site de Penly (Seine-Maritime) de manifestants se réclamant de l'organisation Greenpeace, et proposé des mesures correctives pour éviter que ce type d'événement ne se reproduise.

### La protection des transports

Les dispositifs de protection physique mis en place sur les moyens de transport de matières nucléaires, par exemple les camions, sont examinés par l'IRSN

pour le compte du HFD pendant les phases de conception, de fabrication et d'exploitation de ces matériels. Des inspections réalisées par des agents de l'IRSN, mandatés par le HFD, chez les transporteurs autorisés permettent de vérifier le bon fonctionnement et la conformité de ces matériels.

Par ailleurs, les transports des matières nucléaires les plus sensibles font l'objet d'un suivi en temps réel par une unité dédiée de l'IRSN : l'Échelon Opérationnel des Transports (EOT). À cet égard, l'IRSN exerce une veille permanente sur le développement des moyens de télécommunications et des systèmes d'informations, afin d'améliorer les possibilités de suivi et de communication de l'EOT. En 2003, des études ont été menées, notamment sur les réseaux de repérage par satellites à l'aide de balises IMMARSAT et sur la localisation géographique par téléphonie mobile qui permettrait de suivre les transports les moins sensibles à moindre coût.

Enfin, les nouveaux blindages font l'objet d'une estimation par l'IRSN de leur vulnérabilité aux munitions perforantes, notamment par des tests balistiques.



La Hague (Manche) : conteneurs dans l'atelier d'Entreposage des Déchets Solides (EDS).



# La comptabilité des matières nucléaires

**L'IRSN assure la centralisation et le contrôle des données comptables concernant les matières nucléaires présentes en France : une mission de concours technique effectuée pour le compte du HFD.**

## La centralisation des données comptables

Le système réglementaire établi par la loi du 25 juillet 1980 "sur la protection et le contrôle des matières nucléaires" impose aux détenteurs de ces matières de mettre en œuvre des dispositions techniques adaptées pour en prévenir le vol, le détournement ou la perte accidentelle. Ces dispositions incluent la connaissance précise de la quantité, de la nature et de la localisation des matières détenues ou échangées, une comptabilité rigoureuse et un inventaire annuel exhaustif. Deux statuts réglementaires sont définis :

- la détention de quantités importantes de matières nucléaires nécessite une autorisation et la transmission quotidienne des données comptables. Ce régime concerne principalement les grands acteurs de l'industrie nucléaire ;
- la détention de quantités plus faibles n'impose qu'une déclaration comptable annuelle. Les installations relevant de ce régime sont souvent en dehors de l'industrie nucléaire.

La comptabilité nationale assurée par l'IRSN, qu'il ne faut pas confondre avec la comptabilité des sources radioactives, permet aux pouvoirs publics de disposer d'une vision en temps quasi réel des matières nucléaires présentes en France, en fournissant des informations cohérentes, pertinentes et fiables, susceptibles d'être contrôlées dans le cadre d'inspections.

## Une source d'informations et un outil de contrôle pour les pouvoirs publics

La base de données gérée par l'IRSN pour assurer la comptabilité nationale des matières nucléaires abrite la localisation de l'ensemble des stocks des matières nucléaires présents sur le territoire national ainsi que leur historique. Elle est alimentée par les déclarations reçues en provenance de 250 installations autorisées et 300 installations soumises à déclaration annuelle. Pour les installations autorisées, l'IRSN a, en 2003, reçu et traité 83 000 lignes d'écriture comptable figurant sur 35 000 Bordereaux de Déclaration d'Opération sur Matières Nucléaires (BDOMN). Ces BDOMN sont des documents codifiés correspondant

## Un nouveau système comptable informatisé en 2003

En juin 2003, un nouveau système d'information pour la gestion de la comptabilité nationale des matières nucléaires, dénommé Cicéron, a été mis en fonctionnement sans entraîner de perturbation dans le traitement quotidien des données. Cicéron dispose de fonctions accrues par rapport au système précédent, pour la gestion comptable, la consultation et le contrôle automatique ou ponctuel des données. L'IRSN suit également attentivement l'évolution des systèmes informatiques mis en place par les entreprises françaises pour atteindre leurs objectifs réglementaires.

## Définition des matières nucléaires

L'appellation matières nucléaires désigne les éléments susceptibles d'être utilisés, directement ou indirectement, pour la fabrication d'une arme nucléaire. Au titre de la loi du 25 juillet 1980, les matières nucléaires dont l'élaboration, la détention, l'utilisation, le transport, l'importation et l'exportation sont soumis à autorisation ou à déclaration, sont, à l'exception des minerais, les matières contenant les éléments suivants ou leurs composés : le plutonium, l'uranium, le thorium, le deutérium, le tritium et le lithium 6. Suivant les quantités de matière et leur état, une autorisation ou une déclaration est requise.



L'IRSN est au centre du dispositif français de contrôle et de comptabilité des matières nucléaires.



Atelier de compactage, réduction du volume des déchets technologiques, et des coques et embouts à l'usine de traitement des combustibles usés Cogema de La Hague (Manche).

à des déclarations de variations de stocks et rendant compte des opérations ayant affecté les matières. Transmis sous format numérique ou sur papier, les BDOMN font l'objet, avant d'être acceptés, de 350 contrôles informatiques pour vérifier leur cohérence et leur conformité aux exigences réglementaires. Les déclarations sont enregistrées et donnent lieu à une mise à jour immédiate des stocks de la comptabilité nationale.

Pour les petits détenteurs, l'IRSN a, en 2003, établi 650 demandes de déclaration annuelle qui ont conduit, après contrôle, à répertorier 300 installations dont les déclarations ont été enregistrées dans la comptabilité nationale. Celles-ci concernent surtout de faibles quantités de deutérium ou d'uranium présentes dans des laboratoires mais aussi des pièces mécaniques ou des barrières radiobiologiques en uranium appauvri, utilisées dans certains appareils de radiothérapie ou dans des appareils de gammagraphie utilisés pour des contrôles non destructifs. La comptabilité nationale est une copie sécurisée des comptabilités locales des détenteurs de matières, au décalage près correspondant au délai de transmission des déclarations. Un contrôle réglementaire mensuel, effectué par les détenteurs autorisés sur la base des états comptables transmis par l'IRSN, permet de déceler et de corriger les écarts entre les données comptables locales et celles enregistrées par l'IRSN.

Les données disponibles sont utilisées dans le cadre des analyses et expertises menées par l'IRSN ou durant les inspections menées avec le concours de l'Institut.

Les principales tâches effectuées pour assurer cette comptabilité sont :

- la gestion et mise à jour quotidienne de la base de données ;

- le contrôle du respect des règles de déclaration ;
- le développement d'outils d'analyse et d'inspection ;
- la réalisation d'inspections à la demande de l'Autorité, dédiées à l'expertise de la comptabilité (9 inspections durant l'année 2003) ;
- la transmission d'états comptables aux pouvoirs publics, à des détenteurs de matières et aux instances internationales ;
- l'assistance aux entreprises pour la rédaction de leurs déclarations.

## Évolution de la réglementation nationale et nouveau règlement EURATOM

L'IRSN a également la charge de faire évoluer les règles de déclaration comptable en fonction des demandes des industriels et des autorités, afin que les premiers puissent répondre à leurs obligations réglementaires et les secondes remplir leur rôle de contrôle.

Une grande partie des installations nucléaires françaises est aussi soumise aux obligations découlant du traité EURATOM. Une spécificité française réside dans le lien fort qui existe entre la comptabilité due au titre de la loi de juillet 1980 et celle due au titre de la réglementation européenne. L'IRSN, en tant qu'appui technique des pouvoirs publics, centralise mensuellement les déclarations françaises et assure leur transmission à la Commission européenne.

La révision en cours du règlement EURATOM qui conduira à de nouveaux rapports comptables et à une modification de la déclaration des déchets aura un impact sur la comptabilité nationale.

Après négociations en 2003, les grandes lignes du règlement, dont la publication est prévue en 2004, sont stabilisées. Les évolutions nécessaires de la comptabilité nationale et des systèmes d'informations connexes feront l'objet d'une concertation entre l'IRSN et l'ensemble des acteurs concernés.

Le nouveau règlement EURATOM sera applicable pour partie dans un délai de 120 jours après sa publication, ce délai passant à trois ans pour ce qui concerne les évolutions comptables.



Travaux sur la chambre d'expériences de la ligne d'intégration laser, prototype du futur Laser Mégajoule, le Barp (Gironde).



Salle de commande de l'installation.



## L'évaluation de la sûreté de l'installation Laser Mégajoule

L'IRSN a évalué le rapport préliminaire de sûreté du Laser Mégajoule, INBS dont la mise en exploitation est actuellement prévue pour 2009/2010.

Implanté sur le centre d'études scientifiques et techniques d'Aquitaine (CESTA) du CEA, le Laser Mégajoule (LMJ) constituera l'outil de laboratoire permettant de simuler, à échelle réduite, le fonctionnement des armes thermonucléaires françaises. Des applications civiles sont également envisagées dans les domaines de l'interaction laser-matière, de la fusion par confinement inertiel et de l'astrophysique.

Les principales expériences envisagées concernent la réaction de fusion entre les noyaux de deux isotopes de l'hydrogène, le deutérium et le tritium, contenus dans une "cible" de 2 mm de diamètre environ.

Les 240 rayons laser seront dirigés sur les parois de la cavité contenant la cible afin de les chauffer fortement et de générer un flux de rayons X suffisants pour comprimer, en une dizaine de nanosecondes, le mélange Deutérium-Tritium (D-T) jusqu'à atteindre les conditions de température et de pression nécessaires à l'amorçage des réactions de fusion. Chaque réaction conduit à la production d'un noyau d'hélium (ou particule  $\alpha$ ) d'énergie 3,5 MeV et d'un neutron d'énergie 14 MeV. La fusion du mélange D-T contenu dans une cible produit une énergie de 17,5 MJ, supérieure d'un facteur 10 à celle délivrée par les rayons laser (1,8 MJ).

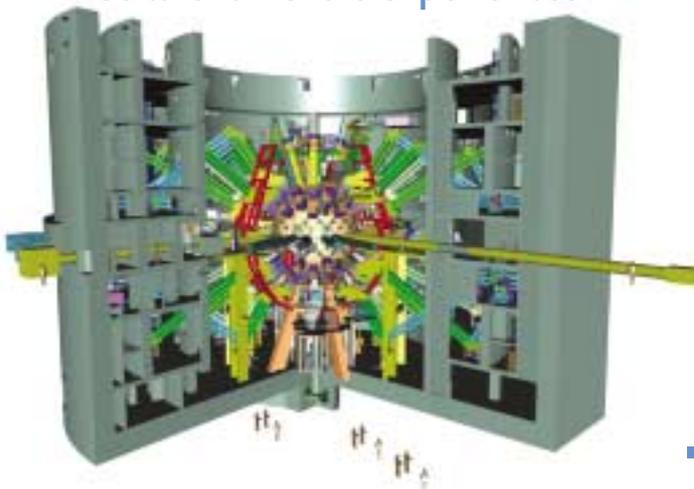
### Le rapport préliminaire de sûreté

Le 18 mars 2003, à la demande du DSND, l'IRSN a présenté devant la Commission de Sûreté des Laboratoires et Usines (CSLU) son avis sur la sûreté du Laser Mégajoule sur la base du rapport préliminaire de sûreté présenté par l'exploitant. Cet avis qui tient compte des informations complémentaires obtenues lors de nombreux échanges avec l'exploitant doit permettre aux autorités compétentes de statuer sur l'autorisation de création de l'installation.

Le principal risque présenté par l'installation Laser Mégajoule est un risque d'exposition externe, d'une part, à des neutrons de haute énergie pendant les courtes durées de réalisation des tirs, d'autre part, aux rayonnements ionisants émis par les équipements et structures activés, pendant les nombreuses opérations et interventions nécessaires (préparation des expériences, récupération des données, "nettoyage", maintenance).

Les principales recommandations de l'IRSN concernent les systèmes de gestion des accès du personnel et l'aménagement du hall d'expériences : les équipements implantés dans ce hall constitueront en effet, après activation, une source d'irradiation ambiante importante. Par ailleurs, l'IRSN donnera son avis, pendant la construction du LMJ, sur des dispositions prises à l'égard des séismes et des inondations.

### Laser Mégajoule, schéma de la chambre d'expériences



Le *Vigilant*, sous-marin nucléaire lanceur d'engins (SNLE).Le *Vigilant* en construction.

## Le référentiel de sûreté

Comme pour toute installation nucléaire, les concepteurs des chaufferies des SNLE doivent justifier du niveau de sûreté des réacteurs. Ces justifications sont apportées par des documents, dont le rapport de sûreté et le règlement d'exploitation, qui constituent le référentiel de sûreté de l'installation. Ce référentiel, applicable au SNLE, a été examiné par l'IRSN et approuvé au moment du lancement du premier navire du type : *Le Triomphant* (mis en service en 1997). Il restait à vérifier que ses successeurs, *Le Téméraire* et *Le Vigilant*, étaient conformes à ce référentiel.

### MISSIONS



cf. rabat de couverture

# L'évaluation de la sûreté du SNLE "Le Vigilant"

Troisième d'une série de quatre sous-marins nucléaires lanceurs d'engins, le SNLE *Le Vigilant* a entamé en 2003 la campagne d'essais qui précède son entrée en service. Dans ce cadre, l'IRSN a examiné la conformité du réacteur nucléaire au référentiel de sûreté des SNLE.

Une partie des essais avant la mise en service, notamment ceux effectués à la mer, nécessite de disposer de la chaufferie nucléaire. C'est pourquoi l'exploitant – le ministère de la Défense – doit au préalable justifier que cette chaufferie est bien conforme au référentiel de sûreté des SNLE. Le DSND a demandé à l'IRSN d'examiner les documents transmis par l'exploitant à cette fin.

Ainsi, au cours du premier semestre 2003, l'IRSN a examiné les rapports attestant de la qualité de la fabrication et du montage des équipements concourant à la sûreté du réacteur.

Cet examen a abouti à la présentation devant le groupe d'experts compétents de la Commission de sûreté des réacteurs (CSR) de deux rapports d'analyse élaborés par l'IRSN. Sur la base de ces rapports et des avis émis par la commission, le DSND a autorisé le chargement du cœur du réacteur et sa divergence, afin d'effectuer les essais à quai et à la mer (en surface).

L'analyse de l'IRSN a toutefois montré que le traitement par l'exploitant des écarts rencontrés à la fabrication et au montage devait être approfondi avant les essais en plongée. En outre, les résultats des premiers essais nucléaires devant être examinés par l'IRSN, la Délégation générale à l'armement (DGA) a communiqué les compléments correspondants et l'analyse de l'IRSN a été présentée à la CSR au mois de décembre.

L'avis de cette commission a permis au DSND d'autoriser l'exploitant à effectuer les essais en plongée. Les résultats de ces essais seront examinés en 2004 par l'IRSN afin de conclure sur la conformité de la chaufferie nucléaire à son référentiel de sûreté.

## La Commission de sûreté des réacteurs

Le décret du 5 juillet 2001 relatif à la sûreté et à la radioprotection des installations et activités nucléaires intéressant la défense confie au DSND le rôle d'autorité de sûreté pour ces installations et activités. L'article 3 de ce décret prévoit que le délégué s'appuie sur des commissions techniques de sûreté. La Commission de sûreté des réacteurs est l'une d'entre elles. Elle assure auprès du DSND, pour les chaufferies nucléaires embarquées, une mission d'appui équivalente à celle que le Groupe Permanent pour les Réacteurs nucléaires fournit au DGSNR pour les réacteurs électrogènes d'EDF.

# Les relations internationales



# ales ]



Inscrire le développement de l'Institut dans un cadre européen et international passe par :

- un investissement dans la construction de l'Europe de la recherche et une participation à l'harmonisation européenne en matière de sûreté nucléaire et à la définition des normes de radioprotection ;
- une implication dans des réseaux et partenariats scientifiques aux plans européen et mondial ;
- la contribution aux travaux d'élaboration de référentiels techniques menés par les organismes internationaux.



La Tribune EUROSAFE.



5<sup>e</sup> édition du Forum européen EUROSAFE qui s'est tenue à Paris au Palais Brongniart les 25 et 26 novembre 2003.



## L'IRSN dans la construction de l'Europe

Qu'il s'agisse de sûreté nucléaire ou de radioprotection, c'est dans un contexte international que l'IRSN mène ses activités. Cette ouverture à l'international est indispensable au développement des compétences et de l'expertise de l'Institut dans l'exercice des missions qui lui sont confiées pour un haut niveau de maîtrise du risque nucléaire.

Aujourd'hui, alors que l'Union européenne vient d'accueillir dix nouveaux membres, alors que se met en place un marché unique de l'électricité et qu'une approche européenne unifiée se construit peu à peu en matière de recherches et d'expertises, l'IRSN s'implique plus fortement dans la construction européenne et dans la mise en œuvre des politiques communautaires en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection.

### Contribuer à la création de l'espace européen de la recherche

S'il est essentiel pour les pays équipés d'installations nucléaires de disposer d'une expertise et d'une recherche de qualité en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection, l'intensification de la coopération internationale est aujourd'hui une nécessité pour assurer l'existence de capacités et d'instruments de recherche adaptés et pour parvenir à des consensus sur les questions scientifiques et techniques.

L'ambition affichée par le Conseil européen de Lisbonne (Portugal), en mars 2000, en faveur de la création d'un espace européen de la recherche a connu une avancée importante en 2003 avec le passage du 5<sup>e</sup> PCRD à la mise en œuvre du 6<sup>e</sup> PCRD destiné à renforcer l'intégration de la recherche en Europe.

Dans le cadre du 5<sup>e</sup> PCRD, l'IRSN a participé en 2003 à près de quarante projets portant sur :

- la gestion et la prolongation de la durée de vie des centrales nucléaires (projet SPI) et la gestion des

accidents graves avec, en particulier, la modélisation et la validation de codes de calcul tel que le code intégré franco-allemand ASTEC (projets COLOSS, PHEBEN2 et EVITA) ;

- la sûreté du cycle du combustible avec notamment le projet BENIPA consacré à l'évaluation des performances des barrières ouvragées argileuses qui pourraient être utilisées dans certains projets de stockage de déchets radioactifs en formation géologique profonde ;

- la radioprotection, avec des travaux se rapportant, entre autres, à l'évaluation des risques liés :

- aux expositions faibles et à débit de dose faible (projets "UMINERS - ANIMAL DATA" et RADON EPIDEMIOLOGY),

- à l'exposition professionnelle (projets EVIDOS et IDEA),

- à l'exposition du public et des travailleurs avec le projet en dosimétrie interne BIODOS, dont l'objectif est de fournir des modèles permettant de calculer de façon plus réaliste les doses délivrées aux travailleurs et aux populations, en tenant compte de toutes les particularités physiologiques des individus ;

- la gestion d'une crise à l'extérieur de l'installation concernée (projet ASTRID sur le développement d'une méthode et d'un outil informatique pour l'estimation des rejets en cas d'accident affectant un REP).

Par ailleurs, l'année 2003 a été marquée par un effort particulier de l'IRSN dans le domaine des études sur les transferts de matières radioactives dans l'environnement avec notamment les projets :

- BORIS, qui vise à améliorer la compréhension des



Séminaire sur les essais de démarrage d'un réacteur de recherche, du 14 au 17 avril 2003 à Rabat (Maroc).

mécanismes de transfert des radionucléides du sol vers les plantes ;

■ FASSET, qui vise à développer un cadre d'évaluation des effets des rayonnements ionisants sur les organismes et sur l'écosystème, et à élaborer des modèles de référence en matière d'exposition interne, d'exposition externe et de dosimétrie.

Enfin, la création dans le cadre du 6<sup>e</sup> PCRDT du réseau d'excellence SARNET consacré aux accidents graves traduit la volonté d'une cinquantaine d'organismes européens d'inscrire, de façon pérenne, leur action dans la politique d'intégration décidée par l'Union européenne. SARNET est ainsi appelé à jouer un rôle majeur dans l'identification des sujets de recherche les plus pertinents et dans les conditions des travaux réalisés en Europe, qu'ils relèvent de projets expérimentaux

ou techniques. De la sorte, il contribuera au maintien de compétences et de capacités de recherche adéquates en Europe. Il concourra aussi à la promotion du développement et de l'utilisation du code de calcul ASTEC sur le déroulement des accidents graves (cf. chapitre Sécurité des installations, des transports et des déchets, page 18).

#### Vers une convergence des pratiques techniques de sûreté en Europe

Au-delà des consensus techniques sur les questions de sûreté, se pose la question d'une harmonisation des pratiques appliquées dans les pays européens. Cette harmonisation se heurte à l'existence de règles déjà en place et aux pratiques qui s'y rapportent.

Pour autant, les défis auxquels doivent répondre aujourd'hui la sûreté nucléaire et la radioprotection rendent

### L'IRSN collabore avec des organismes de sûreté ou de radioprotection de 29 pays

Allemagne, Argentine, Belgique, Biélorussie, Brésil, Bulgarie, Canada, Chine, Corée du Sud, Croatie, Cuba, Égypte, Espagne, États-Unis, Finlande, Hongrie, Inde, Italie, Japon, Maroc, Portugal, République tchèque, République slovaque, Royaume-Uni, Russie, Slovaquie, Suède, Suisse, Ukraine.

## Les collaborations internationales

L'année 2003 a été marquée notamment par un renforcement de la collaboration avec le BINE, organisme d'expertise chinois, en matière d'analyse de sûreté, avec l'autorité de sûreté nucléaire chinoise (ANSN) en matière de réexamen de sûreté et de protection physique et avec la NRC américaine dans les domaines de l'expérimentation et de la modélisation des incendies. En outre, de nouvelles actions ont été mises en œuvre avec le BARC, centre de recherche indien, en matière de modélisation des accidents graves et le CNESTEN, organisme d'expertise marocain, dans le domaine de l'expertise des installations du centre de Maâmora.

Par ailleurs, 2003 a vu l'intensification de la coopération avec l'AVN, organisme d'expertise belge, dans le domaine de la gestion de crise avec la signature d'un accord bilatéral en février 2003. De même, l'IRSN a engagé des négociations avec le NRPB britannique et le BFS allemand pour la création d'un réseau en dosimétrie biologique pouvant être mobilisé en cas d'incident radiologique. Il a également poursuivi sa coopération avec les organismes de recherche russes IBRAE et Institut Kourtchatov dans le domaine des accidents graves.

Enfin, en décembre 2003 a été signé avec le JAERI, institut de recherche japonais, un accord de coopération en sûreté nucléaire et en radioprotection. Les premières actions lancées portent sur le dégagement des produits de fission et la sûreté en matière de criticité.

## RISKAUDIT

**RISKAUDIT est un GEIE (Groupement européen d'intérêt économique) créé en 1992 par l'IPSN et la GRS afin de coordonner des projets internationaux communs. Depuis sa création, RISKAUDIT a géré une centaine de projets associant ses deux maisons mères et d'autres organismes techniques de sûreté européens et américains, dans le cadre des programmes d'assistance aux pays d'Europe de l'Est en matière de sûreté nucléaire financés par la Commission européenne et la BERD. RISKAUDIT dispose d'un siège situé à Fontenay-aux-Roses (Hauts-de-Seine) et de deux bureaux permanents à Moscou (Russie) et à Kiev (Ukraine).**



Délégation IRSN, GRS et RISKAUDIT visitant l'installation de Tchernobyl en septembre 2003.



Séminaire franco-chinois pour "La protection contre l'incendie" à Pékin (Chine), en février 2003.

indispensable la recherche d'une telle harmonisation. Les travaux menés dans le cadre de groupes d'experts internationaux, auxquels l'IRSN prend part, comme ceux de l'AIEA, de l'AEN ou de la Commission européenne, ou dans le cadre de collaborations bilatérales, comme celle qui a conduit au développement d'une démarche de sûreté franco-allemande pour le réacteur EPR, ou encore celle engagée fin 2003 avec l'autorité de sûreté finlandaise (STUK) à l'occasion de la construction en Finlande d'un réacteur de ce type, sont à cet égard essentiels.

### EUROSAFE

Abordant la question de la convergence des pratiques techniques de sûreté en Europe sous un autre angle, l'approche EUROSAFE conduite par 7 organismes de sûreté et de radioprotection européens : AVN (Belgique), CSN (Espagne), GRS (Allemagne), HSE (Royaume-Uni), IRSN (France), SKI (Suède), VTT (Finlande) commence à porter ses fruits.

Dans un premier temps, il s'est agi d'enrichir les débats en permettant à l'ensemble des acteurs concernés par la sûreté nucléaire et la radioprotection – pouvoirs publics, industriels et exploitants, instituts de recher-

che et d'expertise, acteurs de la société civile – d'identifier et de discuter de questions importantes de sûreté sur lesquelles des approches ou des vues différentes existent en Europe.

Trois actions sont au service de cette démarche. Elles ont donné lieu en 2003 :

- au Forum EUROSAFE, dont la cinquième édition a rassemblé à Paris près de 500 personnes sur le thème de "l'expertise et la sûreté nucléaire face aux défis de l'élargissement" ;
- à la *Tribune EUROSAFE* dont les numéros 3 et 4 étaient consacrés respectivement à la convergence des pratiques de sûreté et au démantèlement des réacteurs de puissance ;
- au site Internet, avec la création d'un espace interactif dédié à l'approche EUROSAFE ([www.euro-safe-forum.org](http://www.euro-safe-forum.org)).

Tout en poursuivant ces actions, EUROSAFE vise maintenant à accorder une priorité à la recherche de recommandations opérationnelles. Une première action a été lancée dans ce sens en 2003. Elle concerne la gestion des connaissances scientifiques et techniques des organismes de recherche et d'expertise européens et fera l'objet d'un atelier international organisé à Cologne en 2004.

S'agissant de questions plus précises de sûreté, le développement d'EUROSAFE s'appuie sur des études de sûreté comparatives sur des sujets d'intérêt commun (fatigue thermique, comparaison de bases de données...) engagées par l'IRSN et la GRS depuis plusieurs années, afin de mettre en évidence les points de convergence puis d'identifier et d'expliquer les différences qui existent dans les approches de sûreté. Cette coopération qui a pour but de faire progresser la sûreté nucléaire en Europe a été étendue à AVN (Belgique). Dans ce cadre, les trois organismes ont poursuivi en 2003 une

## Les organisations internationales

Les organisations internationales jouent un rôle majeur dans l'élaboration des consensus scientifiques et techniques internationaux, dans l'approfondissement des connaissances dans les domaines de la radioprotection, de la sûreté et de la sécurité nucléaires et dans l'évolution de l'environnement réglementaire international. L'IRSN contribue aux travaux de ces organisations, en particulier de l'AIEA, de l'AEN, de l'UNSCEAR et de la CIPR. Dans ce cadre, l'IRSN a notamment pris part, en 2003, au renforcement des dispositions destinées à prévenir les actes de terrorisme radiologique retenues par le G8 au sommet d'Évian et aux programmes menés par l'AIEA.



Des représentants de l'IRSN visitent le China Experimental Fast Reactor (CEFR) près de Pékin (Chine), en octobre 2003.

analyse comparée des méthodes d'évaluation de sûreté qu'ils utilisent et des principaux aspects à prendre en considération dans l'analyse des problèmes de sûreté rencontrés, afin de faciliter le partage d'expérience, la réalisation de travaux communs ou complémentaires, ainsi que le partage des résultats obtenus.

#### **Pour une amélioration de la sûreté nucléaire en Europe de l'Est**

Depuis le début des années 1990, la communauté internationale a développé une collaboration importante avec les pays d'Europe de l'Est pour améliorer le niveau de sûreté de leurs installations. L'Union européenne joue depuis l'origine un rôle majeur dans la définition et la mise en œuvre de cette collaboration.

### **L'initiative franco-allemande pour Tchernobyl (IFA)**

L'IFA est un programme destiné à rassembler, sous forme de bases de données, les informations techniques disponibles sur les conséquences de l'accident de Tchernobyl en Ukraine, en Biélorussie et en Russie, selon trois axes : la sûreté du sarcophage, les transferts de radionucléides dans l'environnement et la santé des populations. Ce programme, piloté par l'IRSN, la GRS et le Centre Ukrainien de Tchernobyl, mobilise une trentaine d'organismes des trois pays. Les bases de données concernant la sûreté du sarcophage et la "radioécologie" (REDAC : Radioecological Database of Chernobyl) sont achevées. L'année 2003 a vu la poursuite des travaux dans le domaine de la santé, notamment sur l'évolution des pathologies ou indicateurs de santé chez les populations exposées, les habitudes alimentaires et leurs conséquences, les effets psychologiques chez les liquidateurs, et l'introduction des données correspondantes dans la base HEDAC (Health Database After Chernobyl). Enfin un site Internet ([www.fgi.icc.gov.ua](http://www.fgi.icc.gov.ua)) a été créé en 2003 pour permettre au public de consulter les résultats généraux obtenus dans les trois domaines.

Dans le domaine de compétence des organismes de sûreté, ceci se traduit notamment par la réalisation d'évaluations, la mise en place ou le développement de cadres réglementaires, le transfert de codes de calcul et la formation à leur utilisation.

L'IRSN, en partenariat avec la GRS, prend une part active dans la mise en œuvre des programmes PHARE et TACIS de la Commission européenne et des projets de la Banque Européenne de Reconstruction et de Développement (BERD).

Dans le cadre de contrats gérés par RISKAUDIT, filiale de l'IRSN et de la GRS, et en collaboration avec les autres organismes techniques de sûreté européens, l'IRSN a notamment participé en 2003 :

- à la poursuite de la revue approfondie du rapport de sûreté du réacteur n° 1 de la centrale russe de Kursk (réacteur de type RBMK) ;
- à la réalisation d'expertises liées à la mise à l'arrêt définitif de la centrale de Tchernobyl (Ukraine), des réacteurs 1 et 2 de la centrale de Kozloduy (Bulgarie), du réacteur Ignalina 1 (Lituanie) et de la centrale d'Aktou (Kazakhstan) ;
- à l'expertise réalisée pour la réduction des risques présentés par le sarcophage de Tchernobyl ;
- aux travaux menés dans le cadre de la modernisation du parc nucléaire ukrainien, de l'achèvement de la construction en Ukraine des réacteurs Khmel'nitski 2 et Rovno 4, du traitement des déchets issus du réacteur Ignalina 2 et de ceux de la centrale de Smolensk (Russie).

L'IRSN a également apporté son appui aux autorités de sûreté bulgare, slovaque, slovène et tchèque. Enfin, l'Institut a poursuivi en 2003 le soutien qu'il apporte au CENS qui regroupe les organismes de sûreté d'Europe centrale et orientale, en vue du renforcement des capacités d'expertise dans cette zone géographique.

# La contribution à l'informati



# on du public et à la formation



Parmi les missions inscrites dans le décret de création de l'IRSN figurent l'information du public et la formation en radioprotection.

C'est dans cet objectif que l'Institut accroît les actions précédemment engagées en matière de communication et de formation.

Les actions d'information doivent permettre de partager, par un travail de pédagogie, les connaissances acquises par l'IRSN dans le domaine du nucléaire et de la radioprotection.

Pour la formation, il s'agit de formaliser, de valoriser et d'enseigner les savoirs de l'Institut par la mise en place de formations internes et externes, la participation à des enseignements externes, l'encadrement de thèses et de stages.



L'exposition itinérante de l'IRSN.



## L'information et la communication

Parmi les missions de l'IRSN, la communication et l'information doivent contribuer au développement, au sein de la société, d'une culture du risque et de la prévention des risques nucléaires. Il s'agit également de faire connaître le rôle de l'Institut comme organisme d'expertise et de recherche dans le domaine de la sûreté nucléaire et de la radioprotection.

### Un Institut en ordre de marche

2003 a été l'année de la construction institutionnelle de l'IRSN, avec la mise en place d'une nouvelle organisation. Un projet qui a mobilisé la direction de la communication à plusieurs titres :

- accompagnement en interne à l'occasion des principales phases de cette mise en place dès l'arrivée du Directeur général. Des rencontres avec le Président et les chefs de service puis l'ensemble du personnel ont été organisées ; la nouvelle organisation a été présentée à l'encadrement le 25 septembre puis à l'ensemble du

personnel à l'occasion de la mise en place effective le 15 octobre. Dès le lendemain, le personnel a découvert un nouvel intranet conforme à cette organisation. Par ailleurs, la signature de l'accord d'entreprise en mai a été l'occasion d'un travail d'information. Enfin, 2003 a vu la préparation du futur journal interne (ligne éditoriale, rubriques...)

- présentation en novembre 2003 des missions et de l'organisation de l'IRSN à l'ensemble des acteurs français de la sûreté nucléaire et de la radioprotection ;
- élaboration d'une nouvelle identité visuelle et d'un logo, destinés à renforcer l'image du nouvel Institut.

### Les événements scientifiques

Parallèlement aux actions d'information et de communication, la Direction de la communication a participé à l'organisation d'événements scientifiques :

- les séminaires CABRI et TAG (Technical Advisory Group) (2 puis 3-4 avril, Aix-en-Provence) qui ont rassemblé 50 partenaires du programme CABRI, pour faire le point sur l'évolution du programme et des grilles d'essais ;
- le 5<sup>e</sup> séminaire international Phébus PF (24-27 juin, Aix-en-Provence) qui a réuni près de 170 scientifiques pour partager les résultats acquis du programme ;
- la diffusion aux agents de l'IRSN d'une Charte élaborée avec l'ASN afin d'améliorer l'efficacité des relations et des pratiques pour les évaluations relatives à la sûreté des installations nucléaires de base ;
- l'accueil du comité américain chargé de l'amélioration des conditions de gestion des déchets faiblement actifs et la présentation des pratiques d'Europe et d'Asie (septembre).

### Une nouvelle organisation pour la communication

Dans le cadre de cette nouvelle organisation de l'IRSN, la Direction de la communication créée en 2002 a adapté son action pour répondre au mieux aux missions de l'Institut et contribuer à sa notoriété.

Les réflexions ont abouti à une structuration de la Direction autour de trois missions :

- l'information du public : afin de contribuer au développement d'une culture du risque par des actions pédagogiques ;
- les relations avec des publics prioritaires : par des actions de communication auprès des professionnels de l'environnement de la santé et de sûreté nucléaire, des médias... ;
- la communication interne : pour contribuer à fédérer et informer les équipes.

## Inauguration de l'Antenne des Angles

Parmi les événements de 2003, l'antenne régionale IRSN des Angles a été inaugurée en mai à Villeneuve-lès-Avignon (Gard). Elle a permis de rassembler sur un même site des équipes implantées auparavant sur le centre nucléaire de Marcoule et à Avignon.



Affiche de l'exposition itinérante de l'IRSN.

### Les actions 2003

Dans la continuité des années précédentes, les actions de communication externe de l'Institut ont concerné le grand public, les médias et les professionnels de l'environnement, de la santé et de la sûreté nucléaire.

### Les professionnels

En participant comme les années précédentes à POLLUTECH (décembre), l'IRSN s'est adressé aux professionnels de l'environnement pour leur présenter ses possibilités d'expertise en précisant les prestations que l'Institut peut apporter aux industriels et aux collectivités locales. Il a par ailleurs participé avec le BRGM au Forum Risques organisé par l'INERIS sur le thème de la sécurité environnementale. De même, près de 500 professionnels de la sûreté nucléaire se sont réunis à l'initiative de l'IRSN, de la GRS (Allemagne) et du Comité des programmes européen dans le cadre du Forum EUROSAFE (novembre). L'objectif de cette rencontre : favoriser la convergence des pratiques techniques de sûreté en vue de constituer à terme un pôle européen d'expertise.

Enfin, l'année 2003 s'est caractérisée par un renforcement des actions vers les professionnels de santé. En effet, l'IRSN était présent au MEDEC (mars) avec un stand consacré au suivi des travailleurs et des patients, au soutien aux équipes médicales, à Tchernobyl... et une conférence-débat sur "l'exposition des patients et des professionnels de santé aux rayonnements ionisants".

Par ailleurs, dans le cadre des Entretiens de Bichat (septembre), l'IRSN a présenté, lors d'une table ronde, le consensus récemment établi, sous l'égide de l'IRSN, sur la stratégie à adopter en cas d'irradiation aiguë d'un grand nombre de victimes.



Présentation de la nouvelle organisation interne le 25 septembre à l'IRSN.

### Le grand public

Dans le cadre de sa mission d'information du public, l'IRSN présente depuis plus de 15 ans une exposition itinérante "le nucléaire sous haute surveillance". Réalisée par l'IRSN et la DGSNR, cette exposition a pour objectif d'informer le grand public, notamment les scolaires, sur les risques liés au nucléaire, en expliquant les moyens mis en œuvre pour réduire les risques. En 2003, l'exposition a été présentée à Givet (Ardennes), en Arles (Bouches-du-Rhône) et à Uchaud (Gard). Elle a accueilli plus de 4 300 visiteurs dont 1 300 élèves. En complément de l'exposition, des cycles de conférences sont organisés sur des sujets d'intérêt général ou local : ainsi, à Arles, a été abordée la radioactivité des sables de Camargue.

Parmi les autres moyens d'information, le site Internet de l'IRSN a poursuivi la mise en ligne de dossiers de fond sur la radioprotection, la sûreté des installations face aux séismes, les accidents nucléaires, la gestion du plutonium... Près de 400 000 connexions ont été comptabilisées en 2003 sur le site Internet de l'Institut, qui est désormais consultable en français et en anglais. Enfin, l'IRSN met à la disposition du public une collection de livrets sur le radon, les transports des matières radioactives, les déchets radioactifs...

### Les médias

Régulièrement sollicité par les médias, l'IRSN s'efforce de répondre dans les meilleurs délais aux requêtes des journalistes. Dans un souci de transparence et de pédagogie, l'IRSN tient les médias informés de ses activités et met à leur disposition des dossiers de fond leur apportant des éléments de compréhension des événements. En 2003, ces dossiers ont porté sur la sûreté des installations nucléaires face aux séismes, l'accident de Tchernobyl et ses conséquences, la protection de l'homme contre les rayonnements ionisants.

## Radioactivité des sables de Camargue

À l'occasion de la diffusion dans *Envoyé spécial* d'un reportage sur la radioactivité des sables de Camargue en juin 2003, l'IRSN a adressé aux collectivités territoriales et aux élus locaux concernés une note d'information retraçant l'historique des actions et travaux de recherche menés par l'IRSN autour de ce phénomène et les résultats obtenus.



Thésards en formation à l'IRSN.



## La formation

Parmi les missions de l'IRSN, la formation contribue au développement des compétences. Qu'il s'agisse d'enseignement, de formation par la recherche ou de formation professionnelle continue dans le domaine de la radioprotection, l'objectif de l'Institut est de diffuser les connaissances acquises au sein de ses équipes.

La collaboration avec des laboratoires de recherche universitaires est essentielle pour un organisme de recherche comme l'IRSN. En effet, bien qu'orientées vers l'acquisition de connaissances en relation avec les expertises de l'Institut, ces recherches doivent pouvoir être confrontées à des experts extérieurs qui peuvent les critiquer, les évaluer et les enrichir d'idées nouvelles. Du fait du champ très large de ses missions, l'Institut doit faire appel à des compétences extérieures en complément des siennes. Les relations avec les universités sont donc un moyen privilégié de faire évoluer et d'améliorer les compétences utiles et indispensables à l'IRSN. Enfin, ces relations permettent aux experts de l'IRSN d'intervenir dans les formations dispensées par les universités et grandes écoles, ce qui permet de faire connaître l'Institut, d'y attirer des jeunes et de remplir sa mission de formation.

### Les enseignements

Des salariés de l'IRSN participent à de nombreuses actions de formation, continue ou initiale, dans leurs champs de compétence. Ainsi, l'IRSN soutient un certain nombre de formations initiales parmi lesquelles l'option Nucléaire (technologies, sûreté et environnement) de l'École des mines de Nantes (Loire-Atlantique), l'option Énergie nucléaire de la filière maîtrise des risques industriels de l'ENSI de Bourges (Cher), l'option Radioprotection du mastère Ingénierie pour la Santé et le Médicament de l'université Joseph-Fourier (Grenoble, Isère), le

DESS Sciences des aérosols et génie de l'aérocontamination de l'université Paris XII et le cours de génie atomique de l'INSTN (Saclay, Essonne). De plus, des agents de l'IRSN ont une contribution prépondérante dans certaines sessions de formation continue proposées par l'INSTN concernant la ventilation des installations et la filtration des effluents gazeux, l'évaluation des transferts de contamination, la radioécologie, l'évaluation probabiliste de la sûreté des REP, la sûreté-criticité, la gestion des matières nucléaires.

### La formation par la recherche

L'IRSN accueille chaque année une vingtaine de doctorants (18 en 2003) et quinze stagiaires post-doctorants qui viennent apprendre le métier de chercheur dans ses laboratoires et apportent en contrepartie leur jeunesse, leur dynamisme, leur soif d'apprendre et créent naturellement des relations privilégiées avec le monde de la recherche. Ainsi, la plupart des directeurs des thèses qui se déroulent à l'IRSN sont des chercheurs extérieurs à l'Institut.

### Les accords avec les universités et les grandes écoles

Les études développées en commun avec les universités ou les grandes écoles s'accompagnent de la signature d'accords de collaboration portant sur des recherches communes et l'accueil de stagiaires. En 2003 ont été signées des conventions de collaboration avec l'université libre de Bruxelles (Belgique),



l'université Paris XIII, ParisTech (ensemble des grandes écoles de Paris : École des mines, École nationale des ponts et chaussées-ENPC, École de chimie...), l'ENSI de Bourges, les Écoles des mines de Nantes et de Saint-Étienne, l'INSTN. Les thèmes de ces accords sont très variés. À titre d'exemple, on peut citer la modélisation de la dispersion de radionucléides dans l'atmosphère, recherche entreprise avec le CEREAs (Centre d'Enseignement et de Recherche sur l'Environnement Atmosphérique) de l'ENPC, ou bien le comportement d'éléments structuraux représentatifs d'une installation nucléaire soumise à une forte explosion avec l'ENSI de Bourges.

#### La formation continue en radioprotection

Contribuer à la formation en radioprotection de certains professionnels exposés est une des missions de l'Institut : c'est pour y répondre que l'organisation de l'IRSN, mise en place en octobre 2003, identifie cette fonction au sein de la Direction de l'évaluation scientifique et technique et de la qualité (DESTQ).

Ce positionnement manifeste clairement la filiation de la formation avec l'expertise et la recherche, dont elle constitue un prolongement naturel et un des axes de valorisation. La formation est un moyen de diffuser les principes, les règles et les méthodes de la radioprotection vers les publics divers qui doivent en bénéficier, en particulier les professionnels du nucléaire et ceux concernés par les applications médicales des rayonnements.

Au cours du dernier trimestre 2003, l'IRSN a défini les grandes orientations stratégiques de la formation à la radioprotection qu'il dispensera dès 2004 :

- la formation professionnelle continue est considérée comme prioritaire ;
- complémentaire de la "formation par la recherche" et de la participation de chercheurs et d'ingénieurs de l'IRSN à des enseignements initiaux, elle vise à promouvoir les techniques et les outils propres à garantir la sécurité, à limiter les expositions et à optimiser en milieu médical les doses reçues par les patients ou leur entourage ;
- l'offre de formation professionnelle de l'IRSN doit avoir pour objectif de concilier la théorie et la pratique, de façon à être exploitable par ceux qui sont chargés de promouvoir la radioprotection dans les entreprises et les établissements de santé ;
- s'appuyant sur les métiers exercés par l'Institut, la formation professionnelle dispensée par l'IRSN doit intégrer les nouvelles normes ou réglementations et tenir compte de l'état des connaissances scientifiques et techniques.

### Accord de coopération avec le CNRS

En 2003, l'IRSN a signé un accord national de coopération avec le CNRS. Il a déjà permis la signature de deux accords spécifiques en 2003 avec des laboratoires du CNRS et plusieurs autres sont en cours de définition. Ces deux conventions portent sur :

- l'étude du phénomène d'inhibition par des sulfures de cobalt de la production de gaz de radiolyse lors de l'irradiation de molécules organiques modèles (pour simuler l'irradiation de bitumes qui servent à enrober certains déchets radioactifs) avec l'Institut de Recherches sur la Catalyse (IRC) ;
- le comportement thermomécanique des cavités souterraines soumises à un échauffement interne (l'application est ici le cas de déchets radioactifs exothermiques dans un stockage profond dans l'argile) avec l'École nationale des travaux publics de l'État (ENTPE).

# La qualité à l'IRSN





Contribuer à l'efficacité du management et du fonctionnement de l'entreprise et démontrer ses capacités techniques et organisationnelles à assurer la qualité de ses activités, tels sont les objectifs du système de management par la qualité engagé par l'IRSN. Il s'agit pour l'Institut d'obtenir à l'horizon 2006 la certification ISO 9001.



## La mise en place à l'IRSN d'un système de management par la qualité

L'IRSN a lancé en 2003 un nouveau projet consistant à élaborer et à mettre en place un système de management par la qualité cohérent avec ses missions et son organisation, et conforme à la norme ISO 9001 version 2000. L'objectif est d'obtenir la certification correspondante pour les activités de l'Institut à l'horizon 2006.

Un système de management par la qualité permet d'utiliser la qualité en support au management et au fonctionnement de l'entreprise. Il repose tout d'abord sur l'identification des processus qui structurent les activités de l'entreprise et sur l'élaboration des dispositions permettant la maîtrise et l'efficacité de ces processus. Il se fonde ensuite sur un ensemble d'objectifs globaux mesurables, cohérents avec les objectifs stratégiques de l'entreprise, ainsi que sur les dispositions permettant de mesurer comment ces objectifs sont atteints. Pour effectuer cette mesure, il faut associer des indicateurs adéquats à ces objectifs.

La démarche générale retenue par l'IRSN est structurée en trois grandes phases :

- établissement des bases du système : caractérisation des processus et définition des objectifs globaux mesurables (fin 2003-début 2004) ;
- déploiement du système : définition des objectifs et des indicateurs dans les unités, élaboration des tableaux de bord, mise en place des boucles d'amélioration (2004-2005) ;
- fonctionnement du système et période probatoire avant le dépôt du dossier de certification (2004-2006).

L'année 2003 a été consacrée à la définition globale de la démarche et à l'identification des macroprocessus de l'Institut. Ont été ainsi définis, en cohérence avec les missions de l'IRSN telles qu'elles apparaissent dans son décret de création, 7 macroprocessus opérationnels, 5 macroprocessus de pilotage et 6 macroprocessus de support.

### Les audits

En 2003, 20 audits ont été réalisés à l'IRSN, dans le prolongement de ce qui avait été fait les années précédentes.

On peut en outre noter que la mise en place du nouveau système de management par la qualité devrait avoir deux conséquences principales sur les audits à venir :

- une montée en puissance progressive du programme d'audits, qui devrait en particulier comporter en 2006 un audit "à blanc" global du nouveau système, en préalable au dépôt du dossier de certification de ce système;
- une évolution des modalités des audits : de l'audit de conformité, visant principalement à détecter les écarts, on passera à l'audit d'efficacité, destiné à évaluer également dans quelle mesure les objectifs fixés sont atteints.

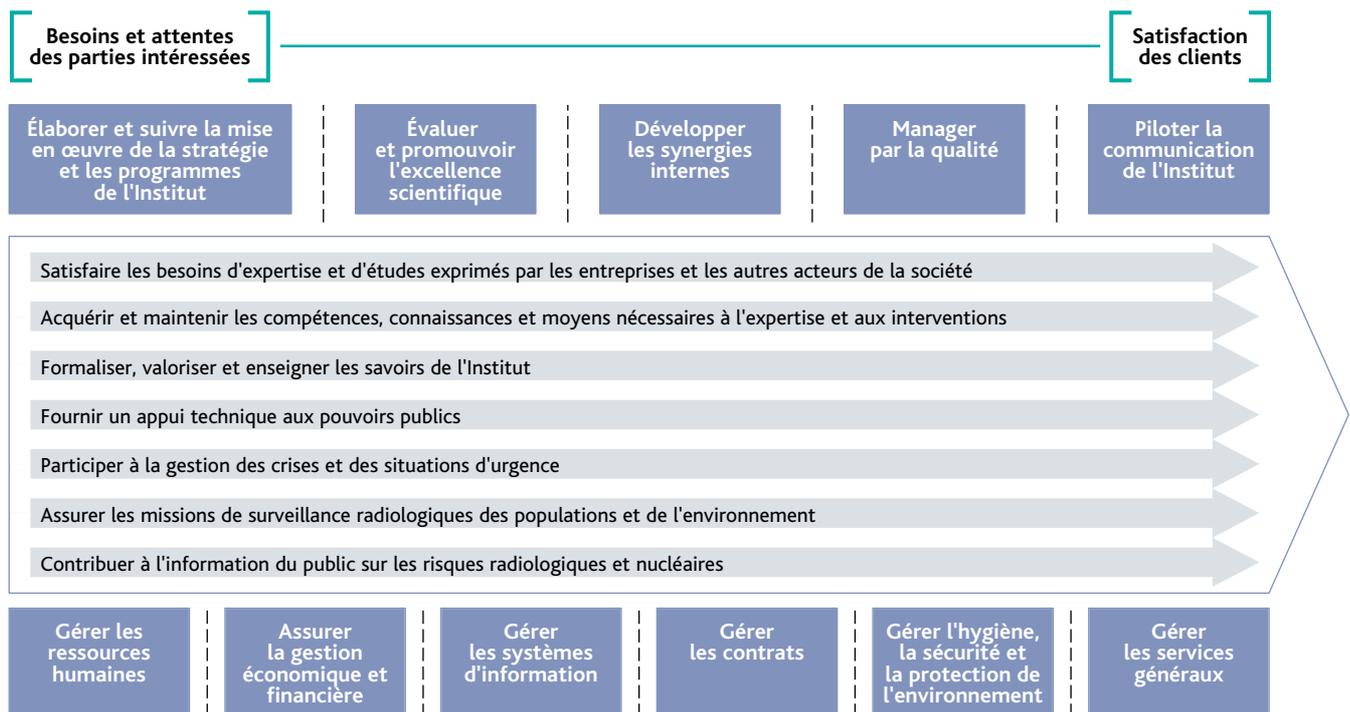
## Les accréditations et certifications

Il y a actuellement à l'IRSN 6 unités accréditées (norme ISO 17025) et 2 certifiées (norme ISO 9001 version 2000).

En 2003, parmi les unités titulaires d'une certification :

- l'audit de suivi du CTHIR (Centre Technique d'Homologation d'Instrumentation de Radioprotection) n'a donné lieu à aucune détection de non-conformité ;
- le SIAR (Service d'Intervention et d'Assistance en Radioprotection) a obtenu le renouvellement de sa certification selon la version 2000 de la norme ISO 9001 (et non plus selon la version 1994 de cette même norme), assorti d'une extension de périmètre des activités certifiées (celui-ci comprend désormais également la mesure d'échantillons par spectrométrie gamma).

### Représentation cartographique des macroprocessus de pilotage, opérationnels et de support de l'Institut



# Glossaire

## A

### Accident de criticité

Déclenchement incontrôlé d'une réaction de fission en chaîne au sein d'un milieu contenant des matières fissiles telles que l'uranium 235 ou le plutonium 239.

**ADEME** Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie.

**AEN** Agence pour l'énergie nucléaire de l'OCDE.

**AEP** Alimentation en eau potable.

**Aérosol** Dispersion, en particules très fines (de l'ordre du micron), d'un liquide ou d'un solide dans un gaz (air ou oxygène).

**AFNOR** Association française de normalisation.

**AFSSA** Agence française de sécurité sanitaire des aliments.

**AFSSAPS** Agence française de sécurité sanitaire des produits de santé.

**AFSSE** Agence française de sécurité sanitaire environnementale.

**AIEA** Agence internationale de l'énergie atomique.

**Alpha** (symbole  $\alpha$ ) Rayonnement composé de noyaux d'hélium 4, fortement ionisant mais très peu pénétrant. Une simple feuille de papier est suffisante pour arrêter sa propagation.

**AMANDE** Accélérateur pour la métrologie et les applications neutroniques en dosimétrie externe.

**ANCLI** Association nationale des commissions locales d'information.

**ANDRA** Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (France).

**ANS** American nuclear society.

**ANSN** Asian Nuclear Safety Network.

**APRP** Accident de perte de réfrigérant primaire.

### Assemblage combustible

Faisceau de crayons de combustible, reliés par une structure métallique, utilisé dans les réacteurs nucléaires.

**ASTEC** (Accident Source Term Evaluation Code) Système de codes de calcul développé en collaboration par l'IRSN et la GRS pour évaluer les phénomènes physiques intervenant au cours d'un accident de fusion du cœur d'un réacteur à eau sous pression.

**AVN** Association vinçotte nucléaire (Belgique).

## B

**BARC** Bhabha atomic research center (Inde).

**BDOMN** Bordereaux de déclaration d'opération sur matières nucléaires.

**Becquerel** (Bq) Unité de mesure, légale et internationale, utilisée pour la radioactivité. Le Becquerel est égal à une désintégration par seconde.

**BENIPA** Bentonite barriers in integrated performance assessment.

**BERD** Banque européenne pour la reconstruction et le développement.

**Bêta** (symbole  $\beta$ ) Rayonnement composé d'électrons de charge négative ou positive. Un écran de quelques mètres d'air ou une simple feuille d'aluminium suffisent à les arrêter.

**Bfs** Bundesamt für Strahlenschutz.

**BINE** Organisme d'expertise chinois.

**BIODOS** Programme européen de recherches en dosimétrie interne.

**BIPM** Bureau international des poids et mesures.

**BLEVE** Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion.

**BNEN** Bureau de normalisation d'équipements nucléaires.

**BNM** Bureau national de métrologie (France).

**BORIS** Biodisponibilité des radionucléides dans le sol.

**BRGM** Bureau de recherche géologique et minière.

## C

**CABRI** Réacteur d'essais concernant la sûreté du combustible utilisé par l'IRSN.

**CABRI REP-Na** Réacteur à eau avec une boucle sodium.

**CABRI CIP** CABRI international program.

**CARMELA** Programme de recherche de l'IRSN sur les incendies dans les installations nucléaires visant à améliorer les connaissances sur les feux d'armoires électriques.

**CARMELO** Combustion Armoires Electriques essais gObaux.

**CAROL** Camargue-Rhône-Languedoc, projet d'étude de la répartition des radionucléides artificiels dans la région Bas-Rhône.

**CATHARE** Code avancé de thermohydraulique appliqué aux réacteurs à eau sous pression.

**CCE** Commission des communautés européennes.

**CEA** Commissariat à l'énergie atomique (France).

**CEI** Commission électrotechnique internationale.

**CENS** Centre d'études nucléaires de Saclay.

**Césium** (Cs, numéro atomique 55) Métal rare et toxique dont les caractéristiques sont comparables à celles du potassium.

**CHSCT** Comité d'hygiène de sécurité et des conditions de travail.

**CHU** Centre hospitalo-universitaire.

**Cicéron** Comptabilité Informatique Centralisée relative aux Opérations sur matières Nucléaires.

**CIPR** Commission internationale de protection radiologique.

**CIRC** Centre international de recherche sur le cancer.

**Circuit primaire** Circuit fermé constitué par un ensemble d'appareils assurant la circulation du fluide caloporteur chargé d'extraire la chaleur dégagée par le cœur d'un réacteur.

**CIREA** Commission interministérielle des radioéléments artificiels.

**CLAIRE** Conception d'une Logique pour l'Analyse et l'Interprétation des Résultats.

**CLI** Commission locale d'information.

**CNESTEN** Centre national de l'énergie des sciences et des techniques nucléaires.

**CNRS** Centre national de la recherche scientifique (France).

**Cœur** Zone du réacteur nucléaire où se produisent les réactions nucléaires.

**COFRAC** Comité français d'accréditation.

**COGEMA** Compagnie générale des matières nucléaires (France).

**COLOSS** Projet européen consacré à l'étude de la dégradation du cœur lors d'un accident grave.

### Combustible nucléaire

Matière fissile (capable de subir une réaction de fission) utilisée dans un réacteur pour y développer une réaction nucléaire en chaîne. Après utilisation dans un réacteur nucléaire, on parle de combustible irradié.

**CRISTAL** Nouveau formulaire français de criticité développé en collaboration par l'IRSN, le CEA et la COGEMA. Il a pour objectif l'évaluation du risque de criticité dans toutes les installations nucléaires et les emballages de transport mettant en œuvre des matières fissiles.

**Criticité** Risque de phénomènes de fission incontrôlés dans les matériaux fissiles.

**CSM** Centre de stockage de la Manche.

**CSN** Consejo de seguridad nuclear (Espagne).

**CSNI** Committee on the safety of nuclear installations.

**CSR** Commission de sûreté des réacteurs.

**CTC** Centre technique de crise de l'IRSN.

**CTHIR** Centre technique d'homologation d'instrumentation de radioprotection.

## D

**DECOVALEX** Development of COupled models and their VALidation against EXperiments.

**DEND** Direction de l'expertise nucléaire de défense (IRSN).

**DESTQ** Direction de l'évaluation scientifique et technique et de la qualité (IRSN).

**DIAPLU** Comportement du PLUtonium dans la DIAgenèse des sédiments marins.

**DGA** Délégation générale pour l'armement.

**DGAC** Direction générale de l'aviation civile.

**DGEMP** Direction générale de l'énergie et des matières premières.

**DGSNR** Direction générale de la sûreté nucléaire et de la radioprotection.

**DISPRO** DISpersion en champ PROche.

**Diva** Dispositif pour l'incendie, la ventilation et l'aérocontamination.

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

**DPPR** Direction de la prévention des pollutions et des risques majeurs.

**DRIRE** Direction régionale de l'industrie, de la recherche et de l'environnement.

**DRT** Direction des relations de travail.

**DSDRE** Direction de la stratégie, du développement et des relations extérieures (IRSN).

**DSND** Délégué à la sûreté nucléaire et à la radioprotection pour les activités et installations intéressant la défense (IRSN).

**DSV** Direction des services vétérinaires.

**D-T** Deutérium-Tritium.

## E

**EAS** Système d'aspersion dans l'enceinte.

**EDF** Électricité de France.

**ELISA** Nom donné à une boucle expérimentale.

**Enceinte de confinement ou bâtiment du réacteur**  
Enceinte étanche en béton, contenant la cuve du réacteur, le circuit primaire, les générateurs de vapeur ainsi que les principaux auxiliaires assurant la sûreté du réacteur.

**ENPC** École nationale des ponts et chaussées.

**ENSI** École nationale supérieure d'ingénieurs.

**ENTHALPY** Base européenne de données thermodynamiques du corium.

**ENTPE** École nationale des travaux publics de l'État.

**ENVIRHOM** Programme de recherche de l'IRSN environnement-santé, sur les conséquences des expositions chroniques aux radionucléides présents à faible dose.

**EOT** Échelon opérationnel des transports (IRSN).

**EPIC** Établissement public à caractère industriel et commercial.

**EPR** European pressurised reactor.

**EPRI** Electric Power and Research Institute.

**EPS** Étude probabiliste de sûreté.

**ERICA** Environmental Risk from Ionising Contaminants : Assessment and Management.

**EURADOS** European Radiation Dosimetry Group.

**EURATOM** Communauté européenne de l'énergie atomique.

**EURODIF**  
Usine européenne d'enrichissement de l'uranium par diffusion gazeuse.

**EURSAFE** European Network for Reduction of Uncertainties in Severe Accident SAFETY issues.

**EVIDOS** (Evaluation of individual dosimetry in mixed neutron-proton fields) Programme de recherche financé par la Communauté européenne.

**EVITA** European validation of the integral code ASTEC.

## F

**FASSET** Framework for ASSESSment of Environmental Impact.

**FLAMMES** Codes de calcul décrivant l'évolution de feux de produits carbonés développés par l'IRSN.

**FLIP** Feux de liquide en interaction avec une paroi.

**Framatome** Société de fabrication de chaudières nucléaires.

## G

**Gamma** (symbole  $\gamma$ )  
Rayonnement électromagnétique, très pénétrant mais peu ionisant, émis par la désintégration d'éléments radioactifs. Des écrans de béton ou de plomb permettent de s'en protéger.

**GATeL** Génération Automatique de Tests à partir d'une description Lustre.

**G-CSF** Molécule impliquée dans la production des cellules sanguines.

**GEA** Groupe d'études atomique.

**GPR** Groupe permanent pour les réacteurs nucléaires.

**GPU** Groupe Permanent d'experts pour les Usines.

**GRNC** Groupe radioécologie Nord-Cotentin.

**GRS** Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (Allemagne).

**GSIEN** Groupement de scientifiques pour l'information sur l'énergie nucléaire (France).

## H

**HAT** Human Alimentary Tract model.

**HFD** Haut fonctionnaire de défense.

**HSE** Health and Safety Executive (Royaume-Uni).

## I

**IBRAE** Institut de sûreté nucléaire de l'Académie des sciences de la Fédération de Russie.

**ICARE** Interprétation des cœurs accidentés pour les réacteurs à eau : code de calcul simulant la dégradation d'un cœur de réacteur à eau durant un accident grave.

**ICHEMM** Projet européen sur la chimie de l'iode.

**ICPE** Installation classée pour la protection de l'environnement.

**IFA** Initiative franco-allemande.

**IFREMER** Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer.

**IGR** Institut Gustave-Roussy (France).

**IGS** Institute of Geological Sciences.

**ILL** Institut Laue-Langevin.

**INB** Installation nucléaire de base.

**INBS** Installation nucléaire de base secrète.

**INDOS** Internal dosimetry.

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

# Glossaire (suite)

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

**INSTN** Institut national des sciences et techniques nucléaires.

**INSU** Institut national des sciences de l'univers.

**InVs** Institut de veille sanitaire.

**IPSN** Institut de protection et de sûreté nucléaire.

**IRC** Institut de recherche sur la catalyse.

**IRSN** Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire.

**IRSN-CHU Saint-Antoine (UPRES EA 1638)**

Laboratoire commun IRSN – Centre hospitalier universitaire qui appartient à l'unité propre de recherche de l'enseignement supérieur 1638.

**ISO** Organisation internationale de normalisation.

**ISO 9001** Norme européenne du système de management et de la qualité.

**Isotopes** Éléments dont les atomes possèdent le même nombre d'électrons et de protons, mais un nombre différent de neutrons. Ils ont le même nom, et les mêmes propriétés chimiques. On connaît actuellement environ 325 isotopes naturels et 1 200 isotopes créés artificiellement.

**ITER** International Thermonuclear Experimental Reactor.

**IVANA** Nom donné à une boucle expérimentale.

## J

**JAERI** Japan atomic energy research institute.

**JCT** Joint Central Team.

**JNC** Japan Nuclear Corporation.

## L

**LMJ** Laser Mégajoule.

**LOLF** Loi organique relative aux lois de finances.

**LTCRA** Laboratoire de thérapie cellulaire et de radioprotection accidentelle.

## M

**MANON** Nom donné à une boucle expérimentale.

### Matières nucléaires

Sont ainsi dénommées les matières qui pourraient être utilisées pour fabriquer un engin explosif nucléaire. Elles sont définies à partir de leurs caractéristiques fissiles (pour un engin à fission), fusibles (pour une bombe thermonucléaire), ou fertiles (capacité à produire des matières fissiles ou fusibles). La législation française en retient six : plutonium, uranium, thorium, tritium, deutérium et lithium 6 (le deutérium et le lithium 6 ne sont pas radioactifs).

**MCCI** Molten-Core Concrete Interaction.

**MEDEC** Salon de la médecine en France.

**MEDD** Ministère de l'Écologie et du Développement durable.

**MINEFI** Ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie.

**MIRA** Modélisation Inverse d'un Rejet Atmosphérique.

**MOX** Combustible à oxydes mixtes d'uranium et de plutonium.

**MWe** Mégawatt électrique.

## N

**NOD-SCID** Lignée de souris immuno-déficientes.

**NRPB** Nuclear radiation protection board.

## O

**OAR** Office d'assistance en radioprotection (IRSN).

**OCDE** Organisation de coopération et de développement économiques.

**OIAC** Organisation pour l'interdiction des armes chimiques.

**OPERA** Observatoire permanent de la radioactivité dans l'environnement.

**OPRI** Office de protection contre les rayonnements ionisants.

## P

**PCRD** Programme cadre de recherche et de développement (Communauté européenne).

**PHARE** (Poland-Hungary Assistance for Reconstruction of the Economy) Programme européen d'assistance à la restructuration des économies de la Pologne et de la Hongrie.

**PHEBENZ** Projet européen : Validating Severe Accident Codes Against PHEBUS FP for plants applications.

**PHÉBUS** Réacteur expérimental.

**PHÉBUS PF** Programme de recherche consacré à l'étude du comportement des produits de fission (PF).

**Phénix** Réacteur à neutrons rapides de 250 MWe.

**PIC** Programme d'intérêt commun.

**PICSEL** Propagation de l'Incendie de Combustibles Solides dans un Environnement Laboratoire et usine.

**Plutonium** (Pu, numéro atomique 94). Élément chimique transurien. L'isotope 239 a une période de 24 110 ans.

**POLLUTEC** Salon international des équipements, des technologies et des services de l'environnement pour l'industrie.

**PUI** Plan d'urgence interne.

## R

**Radioactivité** Propriété de certains éléments chimiques dont les noyaux se désintègrent spontanément pour former d'autres éléments en émettant des rayonnements ionisants.

**Radioélément** Élément radioactif naturel ou artificiel.

**Radionucléide** Isotope radioactif d'un élément.

**Radioprotection** Ensemble de mesures destinées à assurer la protection sanitaire de la population et des travailleurs utilisant des sources de rayonnements ionisants.

**RAFT** (Reactivity Accident Fuel Test) Programme de recherche de l'IRSN réalisé en collaboration avec EDF et JNC (Japon) concernant la sûreté des réacteurs à neutrons rapides.

**RBMK** Réacteurs graphite de l'ex-Union soviétique.

**RCC-E** Règles de conception et de construction des matériels électriques.

**REDAC** RadioEcological Database After Chernobyl.

**R & D** Recherche et développement.

**REMORA** REMOBilisation des RADionucléides dans le pro-delta du Rhône.

**REMOTRANS** REMOBilisation, long distance TRANsport and bioavailability of radionuclides in marine sediments.

**REP** Réacteur à eau sous pression.

**RIS** Système d'injection de sécurité.

## S

**SARA** Surveillance automatisée de la radioactivité des aérosols.

**SCANAIR** Système de calcul d'analyse d'accident d'injection réactivité de l'IRSN.

**SARNET** Severe Accident Research Network.

**SEQUOIA** Système évolutif de la qualité, objectif de l'IRSN pour l'avenir.

**SÉSAME** Schéma d'évolution des situations accidentelles et méthodes d'évaluation, système informatique développé par l'IRSN.

**SIAR** Service d'intervention et d'assistance en radioprotection (IRSN).

**SID** Système d'information décisionnelle (IRSN).

**SIGIS** Système d'Information et de Gestion de l'Inventaire des Sources.

**SILÈNE** Réacteur expérimental utilisé par l'IRSN pour les expériences de criticité.

**SIMEVENT** Logiciel de simulation de ventilation développé en collaboration par l'IRSN, SGN et COGEMA.

**SIP** Shelter Implementation Plan.

**SISERI** Système d'information de la surveillance de l'exposition aux rayonnements ionisants.

**SIEVERT** Système d'information et d'évaluation par vol de l'exposition au rayonnement cosmique.

**SKI** Statens Kärnkraftinspektion (Suède).

**SNLE** Sous marin nucléaire lanceur d'engin.

**SPA** Spent fuel disposal performance assessment.

**SSTC** State Scientific and Technical Center (Ukraine).

**STARMANIA** Station pour les transferts d'aérocontamination et les résistances mécaniques appliquées aux nuisances incidentelles et accidentelles.

**STUK** Autorité de sûreté finlandaise.

**Sûreté nucléaire** Ensemble des dispositions prises à tous les stades de la conception, de la construction du fonctionnement et de l'arrêt définitif des installations nucléaires pour prévenir les accidents et en limiter les effets.

**SYMBIOSE** Systemic approach for Modelling the fate of chemicals in BIOSphere and Ecosystems.

## T

**TACIS** (Technical Assistance for Commonwealth of Independent States) Programme européen d'assistance à la restructuration des économies des nouveaux États indépendants.

**Taux de combustion** Énergie thermique produite par les fissions nucléaires dans une unité de masse de combustible. Il est mesuré en Mégawatts-jour par tonne (MWj/t).

**Technicatome** Ensembler dans le domaine des systèmes sûrs et de la maîtrise des environnements sévères.

**TFA** Déchets très faiblement actifs.

**THE** Très haute efficacité.

**THM** Thermo hydro mécanique.

**Tranche** Unité de production électrique comportant une chaudière et un groupe turbo-alternateur. Une tranche nucléaire se caractérise essentiellement par le type du réacteur et la puissance du groupe turbo-alternateur.

**TRANSAT** TRANSfert eau Atmosphère.

## U

**UEM** Unité d'expertise en radioprotection médicale.

**UES** Unité d'expertise des sources.

**UIAR** Ukrainian Institute of Agricultural Radiology.

**UMINERS-ANIMAL DATA** Données animales relatives aux mineurs d'uranium.

**UNSCEAR** Comité scientifique des Nations unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants.

**US-NRC** Commission de sûreté nucléaire américaine.

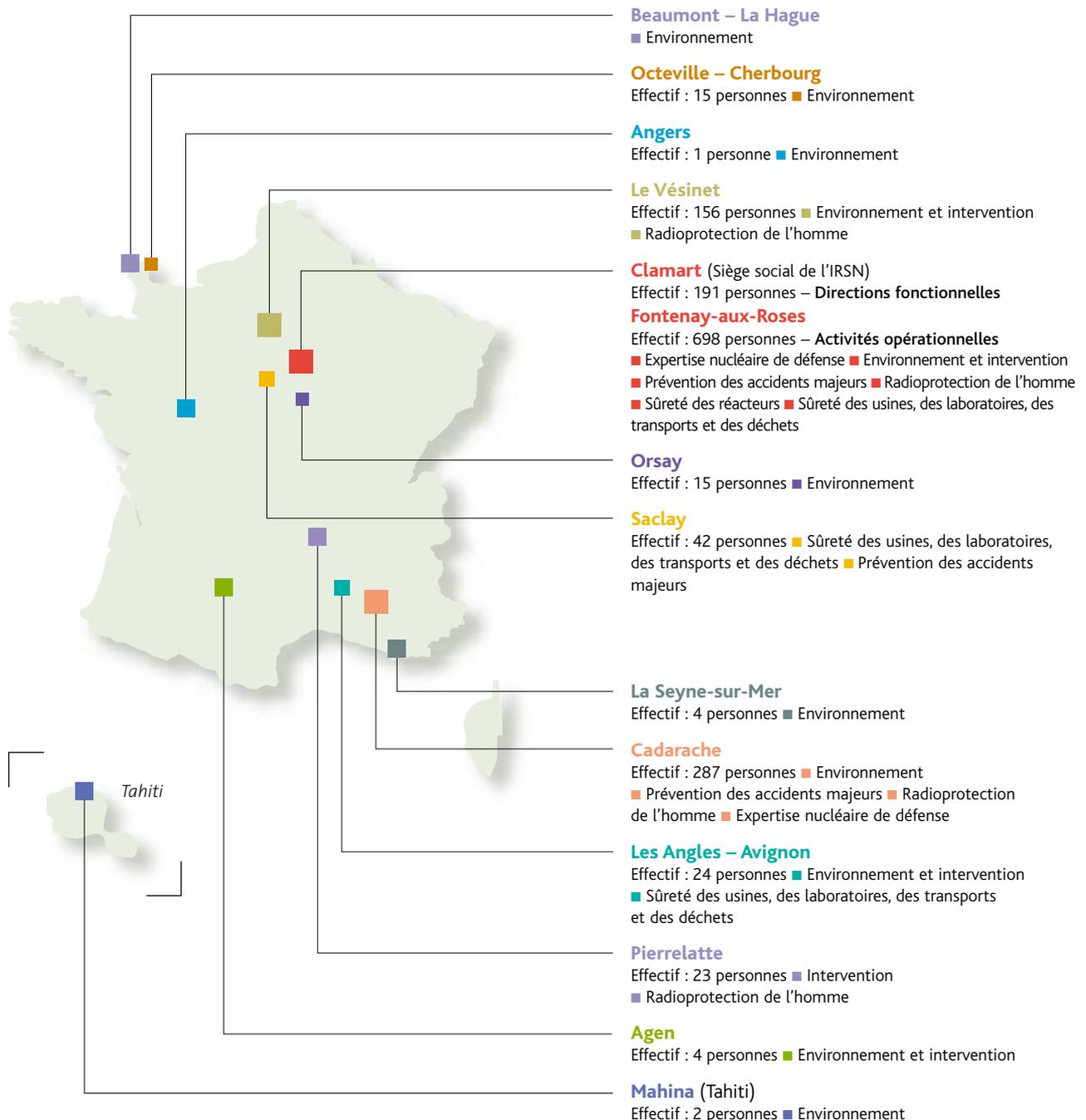
**UO2** Dioxyde d'uranium.

## V

**VITRA** Nom donné à une boucle expérimentale.

**VTT** Organisme d'études de sûreté finlandais.

# Les implantations de l'IRSN : effectifs, activités



Voir les coordonnées des implantations sur le rabat ci-contre.

# IRSN

INSTITUT  
DE RADIOPROTECTION  
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

## Le cahier ressources humaines et finances 2003



## Secrétariat général

La réorganisation de l'Institut mise en place le 15 octobre 2003 s'est traduite par le regroupement de l'ensemble des services d'appui au sein du secrétariat général qui rassemble désormais six divisions : la division des ressources humaines (DRH), la division des affaires financières (DAF), la division de l'administration des systèmes d'information (DASI), la division commerciale et de l'appui juridique (DCAJ), la nouvelle division de l'immobilier des services généraux (DISG), chargée des fonctions jusqu'alors assumées, pour l'essentiel, par le CEA, enfin la délégation des services supports sud (D3S), qui constitue la représentation de proximité des autres divisions du secrétariat général dans la zone sud.

Avec le souci permanent d'une gestion maîtrisée des deniers publics, qui représentent l'essentiel des ressources de l'IRSN, le rôle des divisions du secrétariat général est double :

- apporter un appui aux unités opérationnelles pour les aider à remplir efficacement leur mission ;
- faciliter le pilotage économique de l'Institut pour la Direction générale, avec, au-delà, le devoir d'information de nos tutelles.

L'année 2003 a permis de progresser dans la mise en place du nouvel Institut. De manière emblématique, celui-ci dispose désormais, depuis la clôture 2003, d'un bilan complet, grâce à l'intégration du haut de bilan de l'IPSN et du bilan de l'OPRI. Par ailleurs, l'ensemble des institutions nécessaires au dialogue social dans l'Institut a également été mis en place, avec l'élection en septembre des administrateurs représentant les salariés au conseil d'administration.

Les pages qui suivent donnent un aperçu des données financières ou sociales de l'IRSN.

### Quelques chiffres clés des ressources humaines de l'IRSN en 2003

- 1 494 postes.
- 2/3 d'ingénieurs, chercheurs et cadres.
- 1/3 de techniciens et employés de support technique et administratif.
- 53 % de salariés IRSN et 47 % de salariés mis à disposition par le CEA. La part des salariés IRSN ne cesse de progresser au rythme des options et des nouveaux recrutements.
- Environ 400 postes consacrés à la recherche et au développement.
- 158 recrutements effectués en 2003, dont 104 ingénieurs, chercheurs et cadres.
- 1,3 M€ consacrés à la formation.
- 44 000 heures de formation, dont 41 % sur des domaines scientifiques et techniques, 14 % sur la sécurité et la radioprotection au travail.
- 48 doctorants, 22 post-doctorants.
- 125 stagiaires.

## Sommaire

### 3 Ressources humaines et relations sociales

Gérer les ressources humaines pour accompagner le développement de l'IRSN

### 5 Gestion financière et contrôle de gestion

Assurer au quotidien l'optimisation des ressources financières disponibles

### 7 Rapprochement des prévisions et des exécutions

### 8 Bilan

### 10 Compte de résultat

# Ressources humaines et relations sociales

## Gérer les ressources humaines pour accompagner le développement de l'IRSN



Signature de l'accord d'entreprise le 26 mai 2003.

### Le cadre social de l'Institut a été construit

Le comité d'entreprise et les délégués du personnel ont été mis en place et exercent leurs missions respectives : fonctionnement général de l'Institut, organisation, programmes, questions du personnel. Le comité d'entreprise a également commencé d'exercer l'action sociale qui relève de sa responsabilité.

Les administrateurs salariés ont été élus au conseil d'administration.

L'accord d'entreprise et les accords qui lui sont associés sont appliqués au quotidien et permettent aux salariés de bénéficier des dispositions négociées avec les organisations syndicales : réforme de la grille non-cadres, accord relatif aux 35 heures, prévoyance...

### L'Institut a résorbé son sous-effectif

Au 31 décembre 2003, l'IRSN comptait 1 485 salariés en CDI pour un effectif plafond de 1 494 postes, parmi lesquels 53 % ont un contrat de travail IRSN et 47 % sont mis à disposition par le CEA. L'Institut reste caractérisé par beaucoup de mouvements de personnel : 158 recrutements en 2003, soit plus de 10 % de son effectif ; un total de 192 arrivées pour 172 départs. Autre trait particulier de l'IRSN, deux tiers de ses salariés actuels ont moins de 35 ans.

### L'IRSN est ouvert vers la recherche et vers les jeunes

En 2003, 48 doctorants et 22 post-doctorants ont effectué des travaux de recherche fondamentale ou appliquée, centrés sur les domaines d'activités de l'Institut.

## Faciliter la mobilité professionnelle au sein de l'Institut

Offrir des possibilités de mobilité externe aux salariés de l'IRSN est un objectif majeur de la politique des ressources humaines de l'Institut. En effet, l'opportunité d'enrichir son parcours professionnel à travers des expériences dans diverses entreprises ou unités de recherche représente une dimension essentielle pour la carrière des ingénieurs et des chercheurs.

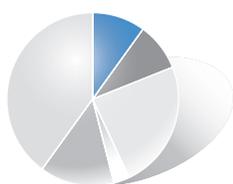
À ce titre, l'IRSN et le CEA ont signé un accord pour organiser la mobilité de leurs personnels qui a déjà permis d'accueillir, de part et d'autre, des salariés intéressés par des perspectives d'évolution externes à leur organisme. L'application de cet accord sera amenée à se développer à l'avenir. D'autres accords de même type seront conclus avec des organismes de recherche, français et étrangers. Ils permettront à l'IRSN et aux membres de son personnel de renforcer leur ouverture sur la communauté scientifique et contribueront au développement des relations avec les principaux partenaires.

Participant à l'effort de formation des jeunes, l'IRSN a également reçu 125 stagiaires, dont 10 % préparant un diplôme technique de niveau BAC + 2 (DUT mesures physiques, BTS informatique, DEUG sciences de la vie), 27 % dans le cadre d'un diplôme de troisième cycle universitaire (DESS radioprotection ou sciences des aérosols, DEA mathématiques appliquées) et 29 % issus d'écoles d'ingénieurs (27 écoles différentes).

### La formation est un axe fort de l'IRSN

La formation continue contribue à la maîtrise des compétences nécessaires à l'exercice des métiers de l'Institut. Les salariés de l'Institut ont suivi un total de 44 000 heures

### Répartition des heures de formation par discipline en 2003



- 10 % Gestion, communication
- 9 % Informatique
- 24 % Langues
- 3 % Qualité
- 14 % Sécurité
- 40 % Techniques et sciences

de formation en 2003, et les dépenses de frais pédagogiques se sont élevées à 1,3 M€.

Cet effort a porté en priorité sur les thèmes scientifiques et techniques (40 % des heures) qui recouvrent, par exemple, la connaissance des réacteurs, la radiochimie, la radiobiologie, la métrologie, la thermodynamique, la thermochimie, les statistiques et méthodes de calcul, ainsi que la métallurgie et la maîtrise des outils de modélisation.

Les formations concernant la sécurité et la radioprotection au travail ont représenté 14 % des heures de formation.

#### La gestion des ressources humaines est résolument tournée vers l'avenir

Les bases sociales de l'Institut étant en place, l'IRSN a engagé un projet global de gestion de ses ressources humaines. Plusieurs actions d'envergure sont lancées, parmi lesquelles : l'élaboration d'une nouvelle grille de salaires des ingénieurs, chercheurs et cadres, la définition d'une filière expert, la mise en œuvre d'une gestion prévisionnelle des

emplois et des compétences adaptée à la taille, aux activités et aux objectifs de l'Institut. Ces actions visent à développer une politique de gestion des ressources humaines dynamique qui permettra à l'IRSN de proposer à ses salariés une carrière motivante, au regard des programmes et des objectifs ambitieux de l'Institut inscrits dans ses missions.

#### Une équipe jeune de cadres ingénieurs et chercheurs récemment intégrés à l'IRSN

L'effectif de l'IRSN compte 45 % de femmes pour 55 % d'hommes. Il s'agit d'une population assez jeune, puisque 53 % des femmes et 51 % des hommes ont entre 25 et 35 ans.

Répartition par âge	- de 25 ans	25 à 30 ans	31 à 35 ans	36 à 40 ans	41 à 50 ans	51 à 60 ans	+ de 60 ans
Hommes	5 %	27 %	24 %	13 %	19 %	11 %	1 %
Femmes	7 %	27 %	26 %	11 %	18 %	11 %	0,2 %

Répartition par ancienneté	- de 1 an	1 à 2 ans	3 à 4 ans	5 à 10 ans	11 à 20 ans	21 à 30 ans	+ de 30 ans
Hommes	21 %	36 %	19 %	7 %	10 %	5 %	2 %
Femmes	20 %	38 %	19 %	6 %	8 %	6 %	3 %

# Gestion financière et contrôle de gestion

## Assurer au quotidien l'optimisation des ressources financières disponibles

L'exercice 2003 de l'IRSN est le premier exercice complet de 12 mois depuis la création de l'établissement le 28 février 2002. De même, c'est le premier exercice qui intègre, dans le bilan de clôture, l'ensemble des activités provenant de l'OPRI et de l'IPSN-CEA. Ainsi la convention de transfert a été signée avec le CEA le 20 novembre 2003 et l'arrêté de transfert des biens de l'OPRI a été publié au *Journal officiel* le 27 décembre 2003. En conséquence, si l'année 2002 a vu la naissance de l'Institut, cette année 2003 constitue véritablement la première année de référence sur les plans comptable, financier et fiscal.

### Un exercice budgétaire compliqué

La mise en place du budget a été difficile, compte tenu des échéances liées à la constitution du conseil d'administration, dont le Président a été nommé par un décret du 21 janvier 2003. Le Directeur général a été nommé, pour sa part, par un décret du 17 mars 2003. Le budget initial a été voté en mai, et une décision modificative a fait l'objet d'une acceptation en juillet par le conseil d'administration. La décision modificative, rejetée par le ministre du Budget par lettre du 1<sup>er</sup> août 2003, a donc été représentée et définitivement votée en octobre, après la prise en compte des souhaits exprimés dans le courrier du ministre. Ce manque de visibilité budgétaire a perturbé la gestion au quotidien, d'autant plus que, dans la même période, l'IRSN a connu une réorganisation en profondeur de ses services.

Une réduction de la subvention budgétaire de 4 M€, soit 2 %, est intervenue dès le début de l'exercice. Cette amputation des ressources s'est traduite par des arbitrages difficiles comportant des conséquences négatives pour l'activité de nombreux programmes. Cependant cet effort a été fait sans remettre en cause le périmètre des compétences de l'IRSN.

L'insuffisance fiscale (8 M€), résultant de la mise en place du nouveau régime fiscal de l'Institut, a été financée par redéploiement pour maintenir les équilibres financiers de l'établissement. Ainsi, l'exécution de l'EPRD\* a pu être réalisée, dans le respect des recommandations du ministre du Budget et conformément aux engagements de l'Institut.

Après la clôture de l'exercice, une annulation complémentaire de 2,9 M€ (liée au gel des crédits 2002 à hauteur de 3,5 M€ TTC) est intervenue et a encore réduit, en affichage, le résultat d'activité.

### Analyse du compte résultat

#### Les produits

- Les produits d'exploitation hors taxes s'élèvent à 235,5 M€ dont :
  - 198,1 M€ au titre de la subvention MEDD\*\* ;
  - 2,0 M€ au titre de la convention avec le ministère de la Défense ;
  - 33,5 M€ de ressources propres provenant des activités d'expertise de l'Institut ou de cofinancements sur des programmes de recherche. Ce chiffre est en retrait de 5,7 M€ par rapport aux prévisions, du fait en particulier de la non-facturation d'une convention de 3 M€ environ signée trop tard avec EDF, et du tassement de notre activité de dosimétrie consécutive à la

\* EPRD : État prévisionnel des recettes et des dépenses.  
\*\* MEDD : Ministère de l'Écologie et du Développement durable

modification de la réglementation concernant la périodicité des contrôles ;  
– 1,9 M€ de produits divers comprenant à hauteur de 0,9 M€ l'annulation de charges à payer constituées sur les exercices antérieurs, puis pour 0,5 M€ des redevances liées à la propriété industrielle, enfin le solde pour 0,5 M€ de produits divers de gestion courante.

- Le montant des produits financiers s'élève à 1 M€ provenant essentiellement des placements de trésorerie réalisés durant l'exercice.
- Les produits exceptionnels, d'un montant particulièrement fort de 25,2 M€, s'expliquent pour 18,7 M€ par un jeu d'écriture qui équilibre la part de subventions d'investissement virées au compte de résultat et la dotation aux amortissements calculée sur les biens transférés de l'IPSN-CEA. Le solde de 6,5 M€ correspond en totalité à des régularisations de TVA, dont 5,5 M€ versés indûment au trésor public au cours de l'exercice antérieur.

Le total des produits de l'exercice 2003 est donc de 261,7 M€.

#### Les charges

- Les charges d'exploitation de l'exercice sont de 261,0 M€ et se décomposent de la façon suivante :
  - charge de personnel globale, incluant les salariés mis à disposition par le CEA et les taxes sur rémunérations : 104,3 M€ ;
  - impôts et taxes : 3,7 M€, dont 3,4 M€ constitués sous la forme d'une provision pour risques et charges dans la mesure où le montant précis des différents impôts dus n'est pas encore connu ;
  - amortissement d'un montant de 25 M€, comprenant à la fois la régularisation de la dotation 2002 et la dotation 2003 ;
  - achats de biens et de prestations pour 125,0 M€ ;
  - autres charges pour 3 M€, dont 2,9 M€ (soit 3,5 M€ TTC) représentant l'annula-

tion d'une partie des produits à recevoir, correspondant au gel partiel de la subvention 2002.

- La charge financière est citée pour mémoire, et c'est une provision pour contentieux social qui constitue l'essentiel des charges exceptionnelles de 261 k€.

Le total des charges de l'exercice 2003 est donc de 261,3 M€.

#### Résultat et financement

- L'exercice se solde donc par un résultat bénéficiaire de 0,4 M€, en retrait de 3,3 M€ par rapport à la décision modificative de l'EPRD, qui n'intégrait pas l'annulation de 2,9 M€ intervenue le 5 janvier 2004 et notifiée à l'établissement fin janvier (cf. *supra*).
- La capacité d'autofinancement de l'Institut étant de 10,3 M€, le financement des investissements d'un montant de 13,5 M€ s'équilibre par un prélèvement de 3,2 M€ sur le fonds de roulement. Il convient de noter que les investissements de l'ex-OPRI pour 6 M€ et les prêts au personnel pour 1,2 M€, dont l'EPRD prévoyait un financement par prélèvement sur le fonds de roulement, n'ont pas été réalisés en totalité, et seront reportés sur le prochain exercice, à hauteur de 2,7 M€.

#### Analyse du bilan

##### Passif

- Les capitaux permanents se composent d'une situation nette de 40,6 M€, de 18,9 M€ de subventions d'investissement et de 8,4 M€ de provisions, soit un total de 67,9 M€.
- Les dettes à court terme, d'un montant total de 140,2 M€, comportent une opération de 39,5 M€, qui correspond à la part des subventions 2002 IRSN reversée à l'IPSN-CEA pour janvier et février 2002. Il faut exclure cette opération qui est compensée par une opération équivalente à l'actif. C'est donc un volume de 100,7 M€ qui est à prendre en considération et qui se décom-

pose en 11,4 M€ de dettes fiscales et sociales, 2,4 M€ d'avances sur commandes en cours, 84,4 M€ de dettes fournisseurs et 2,5 M€ de dettes diverses. Le poste fournisseurs est particulièrement élevé, du fait d'un montant de charges à payer passées en fin d'année de plus de 70 M€, en raison de la facturation très tardive de fournisseurs importants, dont le CEA. L'IRSN a en effet respecté en 2003 les délais de règlement de ses fournisseurs, dès lors que l'ensemble des pièces nécessaires était fourni.

##### Actif

- L'actif immobilisé à hauteur de 47,9 M€ se détaille en une valeur brute de 73 M€ et un amortissement de 25,1 M€.
- L'actif circulant d'un montant affiché de 160,2 M€ est à corriger, comme le passif, de 39,5 M€ et s'établit donc à 120,7 M€.
- Ce montant se décompose de 44,1 M€ de trésorerie, de 7,8 M€ d'avances sur commandes, de créances clients pour un montant de 28,2 M€ et, enfin, le solde de 40,6 M€ de créances diverses dont l'essentiel est composé de TVA. Il convient de signaler que l'importante trésorerie de 44,1 M€ est à mettre en parallèle avec le poste fournisseurs de 84,4 M€.
- L'exercice 2003 se termine avec un fonds de roulement de 20 M€.

#### Conclusion

La structure financière est désormais complète avec l'intégration des bilans de l'OPRI et de l'IPSN-CEA et permet l'affichage d'un bilan de l'Institut cohérent.

L'exploitation 2003 a été exécutée conformément aux engagements pris par l'IRSN et validés par le conseil d'administration, dans le respect des recommandations du ministre du Budget.

"L'insuffisance fiscale" reste, sur le plan budgétaire, un problème récurrent, une solution étant attendue pour 2005.

## Tableau synthétique de rapprochement des prévisions et des exécutions

Compte de résultat	Dépenses		Recettes		
	Prévision	Exécution	Prévision	Exécution	
Charges de personnel (c/64)	104 065 720,00	45 440 248,53	39 339 700,00	35 590 211,96	Ventes de produits fabriqués, prestations de services, marchandises (c/70)
			199 958 563,00	198 098 871,94	Subventions publiques (c/74)
Autres charges d'exploitation (hors opérations internes)	127 563 243,00	187 192 155,01	6 565 000,00	9 260 752,60	Autres produits d'exploitation (hors opérations internes)
<i>dont...</i>					<i>dont...</i>
Opérations internes • dont 675 Valeur comptable des éléments d'actifs cédés • dont 68 Dotations aux amortissements et aux provisions	20 000 000,00	28 664 363,46	9 500 000,00	18 762 830,54	Opérations internes • dont 775 Produits des cessions d'éléments d'actifs • dont 776 Produits issus de la neutralisation des amortissements • dont 777 Quote-part des subventions d'investissement virée au résultat de l'exercice • dont 78 Reprises sur amortissements et provisions
<b>Total des charges</b>	<b>251 628 963,00</b>	<b>261 296 767,00</b>	<b>255 363 263,00</b>	<b>261 712 667,04</b>	<b>Total des produits</b>
<b>Résultat (bénéfice)</b>	<b>3 734 300,00</b>	<b>415 900,04</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>Résultat (perte)</b>
<b>Total équilibre du compte de résultat</b>	<b>255 363 263,00</b>	<b>261 712 667,04</b>	<b>255 363 263,00</b>	<b>261 712 667,04</b>	<b>Total équilibre du compte de résultat</b>

### Passage du résultat à la CAF

<b>Résultat (bénéfice)</b>	<b>3 734 300,00</b>	<b>415 900,04</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>Résultat (perte)</b>
+ Valeur comptable des éléments d'actifs cédés					- Produits des cessions d'éléments d'actifs
+ Dotations aux amortissements et aux provisions	20 000 000,00	28 664 363,46			- Produits issus de la neutralisation des amortissements
			9 500 000,00	18 742 326,22	- Quote-part des subventions virée au résultat
				20 504,32	- Reprises sur amortissements et provisions
Sous-total 1	23 734 300,00	29 080 263,50	9 500 000,00	18 762 830,54	Sous-total 2
<b>Capacité d'autofinancement (SI 1-2 &gt; 0)</b>	<b>14 234 300,00</b>	<b>10 317 432,96</b>			<b>Insuffisance d'autofinancement (SI 1-2 &lt; 0)</b>

### Financement abrégé

<b>Insuffisance d'autofinancement</b>			<b>14 234 300,00</b>	<b>10 317 432,96</b>	<b>Capacité d'autofinancement</b>
Acquisitions d'immobilisations corporelles et incorporelles	19 994 300,00	13 529 420,13			Subventions publique d'investissement
Immobilisations financières	1 200 000,00	0,00			Autres ressources (hors opérations internes)
<b>Total des emplois</b>	<b>21 194 300,00</b>	<b>13 529 420,13</b>	<b>14 234 300,00</b>	<b>10 317 432,96</b>	<b>Total des ressources</b>
<b>Apport au fonds de roulement</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>6 960 000,00</b>	<b>3 211 987,17</b>	<b>Prélèvement sur le fonds de roulement</b>
<b>Total équilibre du tableau de financement abrégé</b>	<b>21 194 300,00</b>	<b>13 529 420,13</b>	<b>21 194 300,00</b>	<b>13 529 420,13</b>	<b>Total équilibre du tableau de financement abrégé</b>

# Bilan actif

Actif	Exercice 2003			Exercice 2002
	Brut	Amortissements et provisions (à déduire)	Net	Net
<b>Actif immobilisé</b>				
<b>Immobilisations incorporelles</b>				
■ Frais d'établissement	2 373,63	2 175,83	197,80	
■ Frais de recherche et de développement				
■ Concessions, brevets, licences, marques, procédés, logiciels, droits et valeurs similaires	4 962 752,91	3 908 474,14	1 054 278,77	1 284 570,08
■ Fonds commercial				
■ Autres				
<b>Immobilisations incorporelles en cours</b>	790 858,51		790 858,51	185 745,15
<b>Avances et acomptes</b>				
<b>Immobilisations corporelles</b>				
■ Terrains	334 640,88	249 386,76	85 254,12	6 484,00
■ Constructions	8 079 005,85	2 728 367,20	5 350 638,65	777 458,04
■ Installations techniques, matériel et outillage	28 688 460,35	13 435 543,71	15 252 916,64	4 734 578,01
■ Autres	11 178 763,91	4 717 628,61	6 461 135,30	3 150 876,15
<b>Immobilisations corporelles en cours</b>	18 285 073,77		18 285 073,77	4 582 511,21
<b>Avances et acomptes</b>				
<b>Immobilisations financières</b>				
■ Participations				
■ Créances rattachées à des participations	659 156,08		659 156,08	
■ Autres titres immobilisés				
■ Prêts		29 097,69	-29 097,69	-7 092,29
■ Autres	5 154,42		5 154,42	
<b>TOTAL (I)</b>	<b>72 986 240,31</b>	<b>25 070 673,94</b>	<b>47 915 566,37</b>	<b>14 715 130,35</b>
<b>Actif circulant</b>				
<b>Stocks et en-cours</b>				
■ Matières premières et autres approvisionnements	34 943,08		34 943,08	
■ En-cours de production (biens et services)				
■ En-cours de travaux				
■ Produits intermédiaires et finis				
■ Marchandises				
<b>Avances et acomptes versés sur commandes</b>	7 758 726,96		7 758 726,96	27 572 585,76
<b>Créances d'exploitation</b>				
■ Créances clients et comptes rattachés	28 272 266,05	94 259,60	28 178 006,45	35 551 849,76
■ Autres	79 901 017,14		79 901 017,14	54 839 848,14
<b>Créances diverses</b>				
■ Valeurs mobilières de placement	33 680 806,20		33 680 806,20	47 177 335,17
■ Actions				
■ Autres titres				
■ Disponibilités	10 370 525,94		10 370 525,94	348 995,30
<b>Comptes de régularisations</b>				
■ Charges constatées d'avance	241 517,33		241 517,33	
<b>TOTAL (II)</b>	<b>160 259 802,70</b>	<b>94 259,60</b>	<b>160 165 543,10</b>	<b>165 490 614,13</b>
Charges à répartir sur plusieurs exercices (III)				
Primes de remboursement des emprunts (IV)				
Écarts de conversion Actif (V)				
<b>TOTAL GÉNÉRAL (I+II)</b>	<b>233 246 043,01</b>	<b>25 164 933,54</b>	<b>208 081 109,47</b>	<b>180 205 744,48</b>

## Bilan passif

Passif	Exercice 2003	Exercice 2002
<b>Capitaux propres</b>		
Dotation	8 782 859,59	
Complément de dotation. État		
Complément de dotation (organismes autres que l'État)		
Fonds propres		
Autres compléments de dotation. État		
Autres compléments de dotation. Autres organismes		
Dons et legs en capital		
Écarts de réévaluation		
Réserves		
■ Réserves réglementées		
■ Autres	31 428 260,57	
Report à nouveau		
Résultat de l'exercice (Bénéfice ou perte)	415 900,04	14 096 654,19
Sous-total : situation nette	40 627 020,20	14 096 654,19
Subventions d'investissement	18 851 501,99	
Provisions réglementées		
<b>TOTAL (I)</b>	<b>59 478 522,19</b>	<b>14 096 654,19</b>
<b>Provisions pour risques et charges</b>		
Provisions pour risques	260 000,00	
Provisions pour charges	8 150 000,00	
<b>TOTAL (II)</b>	<b>8 410 000,00</b>	<b>0,00</b>
<b>Dettes</b>		
<b>Dettes financières</b>		
■ Emprunts obligataires		
■ Emprunts et dettes auprès des établissements de crédit	136 224,68	-248 851,80
■ Emprunts et dettes financières divers	312,42	
■ Avances et acomptes reçus sur commandes en cours	2 426 504,71	2 426 504,71
<b>Dettes d'exploitation</b>		
■ Dettes fournisseurs et comptes rattachés	79 002 887,85	84 339 390,84
■ Dettes fiscales et sociales	11 409 966,28	54 797 484,67
■ Autres	39 514 301,48	
<b>Dettes diverses</b>		
■ Dettes sur immobilisations et comptes rattachés	5 386 816,45	6 767 579,81
■ Autres dettes	2 197 809,41	17 909 218,06
<b>Comptes de régularisations</b>		
Produits constatés d'avance	117 764,00	117 764,00
<b>TOTAL (III)</b>	<b>140 192 587,28</b>	<b>166 109 090,29</b>
Écarts de conversion Passif (IV)		
<b>TOTAL GÉNÉRAL (I+II+III)</b>	<b>208 081 109,47</b>	<b>180 205 744,48</b>

## Compte de résultat : produits

Produits (hors taxes)	Exercice 2003		Exercice 2002
		Totaux partiels	Totaux partiels
<b>Produits d'exploitation</b>	<b>235 461 776,64</b>	<b>235 461 776,64</b>	<b>213 374 879,80</b>
Ventes de marchandises			
Production vendue		35 590 211,96	34 611 537,36
■ Travaux			
■ Prestations de services, études et activités annexes	35 590 211,96		
<b>Montant net du chiffre d'affaires</b>	<b>35 590 211,96</b>	<b>35 590 211,96</b>	<b>34 611 537,36</b>
Production stockée			
■ En-cours de production de biens			
■ En-cours de production de services			
■ Produits			
Production immobilisée			
Subventions d'exploitation	198 098 871,94	198 098 871,94	178 524 198,90
Reprises sur amortissements et provisions			
Transferts de charges	25 349,47	25 349,47	130 164,47
Autres produits	1 747 343,27	1 747 343,27	108 979,07
<b>Produits financiers</b>	<b>1 018 763,58</b>	<b>1 018 763,58</b>	<b>1 203 877,45</b>
De participation			
D'autres valeurs mobilières et créances de l'actif immobilisé			
Autres intérêts et produits assimilés	0,00	0,00	31,94
Reprises sur provisions et transfert de charges financières			
Différences positives de change	38 568,13	38 568,13	29 626,39
Produits nets sur cessions de valeurs mobilières de placement	980 195,45	980 195,45	1 174 219,12
<b>Produits exceptionnels</b>	<b>25 232 126,82</b>	<b>25 232 126,82</b>	<b>5 446,82</b>
Sur opérations en capital		18 742 326,22	5 446,82
■ Produits des cessions d'éléments d'actif			
■ Subventions d'investissement virées au compte de résultat de l'exercice	18 742 326,22		
Sur opérations de gestion	6 469 296,28	6 469 296,28	0,00
Neutralisation des amortissements			
Reprises sur provisions	20 504,32	20 504,32	0,00
<b>TOTAL PRODUITS</b>	<b>261 712 667,04</b>	<b>261 712 667,04</b>	<b>214 584 204,07</b>
<b>Solde débiteur = perte</b>			
<b>TOTAL GÉNÉRAL</b>	<b>261 712 667,04</b>	<b>261 712 667,04</b>	<b>214 584 204,07</b>

## Compte de résultat : charges

Charges (hors taxes)	Exercice 2003		Exercice 2002
		Totaux partiels	Totaux partiels
<b>Charges d'exploitation</b>	<b>261 015 076,71</b>	<b>261 015 076,71</b>	<b>200 437 180,89</b>
Coût d'achat des marchandises vendues dans l'exercice			
■ Achats de marchandises			
■ Variation des stocks de marchandises			
Consommations de l'exercice en provenance de tiers		182 837 279,05	171 834 080,29
■ Achats stockés d'approvisionnements			
– matières premières			
– travaux			
– autres (études, prestations)			
■ Variation des stocks d'approvisionnements			
■ Achats de sous-traitances	25 919 990,64		
■ Achats non stockés de matières et fournitures	17 404 738,43		
■ Services extérieurs	139 512 549,98		
Impôts, taxes et versements assimilés		1 381 124,89	3 454 953,91
– sur rémunérations	1 038 197,52		
– autres	342 927,37		
Charges de personnel		45 440 248,53	25 120 486,08
– salaires et traitements	31 946 936,76		
– charges sociales	13 493 311,77		
Dotations aux amortissements et aux provisions		28 404 363,46	0,00
– sur immobilisations : dotations aux amortissements	25 041 576,25		
– sur immobilisations : dotations aux provisions			
– sur actif circulant : dotations aux provisions	12 787,21		
– pour risques et charges : dotations aux provisions	3 350 000,00		
Autres charges	2 952 060,78	2 952 060,78	27 660,61
<b>Charges financières</b>	<b>21 155,29</b>	<b>21 155,29</b>	<b>46 546,63</b>
Dotations aux amortissements et aux provisions			
Intérêts et charges assimilées	1 955,98	1 955,98	27 264,98
Différences négatives de change	19 199,31	19 199,31	19 281,65
Charges nettes sur cessions de valeurs mobilières de placement			
<b>Charges exceptionnelles</b>	<b>260 535,00</b>	<b>260 535,00</b>	<b>3 822,36</b>
Sur opérations de gestion	535,00	535,00	3 822,36
Sur opérations en capital			
■ Valeurs comptables des éléments immobilisés et financiers cédés			
■ Autres			
Dotations aux amortissements et aux provisions		260 000,00	0,00
■ Dotations aux provisions réglementées			
■ Dotations aux amortissements et aux autres provisions	260 000,00		
<b>TOTAL CHARGES</b>	<b>261 296 767,00</b>	<b>261 296 767,00</b>	<b>200 487 549,88</b>
<b>Solde créditeur = bénéfice</b>	<b>415 900,04</b>	<b>415 900,04</b>	<b>14 096 654,19</b>
<b>TOTAL GÉNÉRAL</b>	<b>261 712 667,04</b>	<b>261 712 667,04</b>	<b>214 584 204,07</b>



**Siège social**

77-83, avenue du Général-de-Gaulle  
92140 CLAMART

**Téléphone**

(33) 1 58 35 88 88

**Courrier**

B.P. 17 – 92262 Fontenay-aux-Roses Cedex

**Site Internet de l'IRSN**

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