



**IRSN**

INSTITUT  
DE RADIOPROTECTION  
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

*Faire avancer la sûreté nucléaire*

# RAPPORT ANNUEL 2012

ANNUAL REPORT 2012

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

## ENHANCING NUCLEAR SAFETY IN FRANCE AND INTERNATIONALLY

Créé par l'article 5 de la loi n° 2001-398 du 9 mai 2001, l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) est un établissement public industriel et commercial autonome, dont le fonctionnement a été précisé par le décret n° 2002-254 du 22 février 2002, modifié le 7 avril 2007. Il est placé sous la tutelle conjointe des ministres chargés de la défense, de l'environnement, de l'industrie, de la recherche et de la santé. Expert public en matière de recherches et d'expertises relatives aux risques nucléaires et radiologiques, l'Institut traite l'ensemble des questions scientifiques et techniques associées à ces risques, en France et à l'international. Ses activités couvrent ainsi de nombreux domaines complémentaires : surveillance de l'environnement, intervention en cas de risque radiologique, radioprotection de l'homme en situation normale et accidentelle, prévention des accidents majeurs, sûreté des réacteurs nucléaires, usines, laboratoires, transports et déchets. L'Institut est également présent dans le domaine de l'expertise nucléaire de défense. L'IRSN concourt aux politiques publiques en matière de sûreté nucléaire, de protection de l'homme et de l'environnement contre les rayonnements ionisants ainsi que de protection des matières nucléaires, installations et transports à l'égard du risque de malveillance. Il interagit, dans ce cadre, avec tous les acteurs concernés par ces risques : pouvoirs publics, et notamment les autorités de sûreté et de sécurité nucléaires, collectivités locales, entreprises, organismes de recherche, associations de parties prenantes, etc.

*IRSN, a public entity with industrial and commercial activities, was set up under Article 5 of French Act No. 2001-398 of May 9, 2001, enacted through Order No. 2002-254 of February 22, 2002. This Order was amended on April 7, 2007. The Institute is placed under the joint authority of the Ministries of Defense, Environment, Industry, Research, and Health.*

*It is the nation's public service expert in nuclear and radiation risks, and its activities cover all the related scientific and technical issues. Its areas of specialization include the environment and radiological emergency response, human radiation protection in both a medical and professional capacity, and in both normal and post-accident situations, the prevention of major accidents, nuclear reactor safety, as well as safety in nuclear plants and laboratories, transport and waste treatment, and nuclear defense and security expertise.*

*IRSN interacts with all parties concerned by these risks (public authorities, in particular nuclear safety and security authorities, local authorities, companies, research organizations, stakeholders' associations, etc.) to contribute to public policy issues relating to nuclear safety, human and environmental protection against ionizing radiation, and the protection of nuclear materials, facilities, and transport against the risk of malicious acts.*

### RESSOURCES HUMAINES / HUMAN RESOURCES

# 1763<sup>(1)</sup>

collaborateurs parmi lesquels de nombreux spécialistes, ingénieurs, médecins, agronomes, vétérinaires, techniciens, experts et chercheurs dont 40 docteurs d'État ou personnes habilitées à diriger des recherches. L'IRSN accueille également les activités de :

**67<sup>(2)</sup> doctorants et 18<sup>(2)</sup> post-doctorants.**

*employees, including many specialists, such as engineers, doctors, agronomists, veterinarians, technicians, experts and researchers, with 36 doctors or persons qualified to direct research. IRSN is also the place of work of:*

**67<sup>(2)</sup> doctorate students and 18<sup>(2)</sup> post-doctorate students.**

### BUDGET / BUDGET

# 305 M€

ont été dépensés en 2012 dont :

- **40,2 % hors projets immobilier et Feursmétal ;**
- **50,4 % hors projets immobilier et Feursmétal.**

*spent by IRSN in 2012:*

- **40.2% of budget devoted to research;**
- **50.4% of budget allocated to technical support and public service missions.**

(1) Cet effectif est constitué de 1651 contrats à durée indéterminée et de 112 contrats à durée déterminée (il inclut 73 mises à disposition et n'inclut pas 23 détachements). / (1) This workforce consists of 1,651 persons on permanent contracts and 112 on fixed-term contracts (including 73 persons assigned to other organizations, but excluding 23 temporary assignments).

(2) Valeur exprimée en équivalents temps plein travaillé. / (2) Expressed in full-time equivalent terms.

## SOMMAIRE SUMMARY

# 01 ORGANISATION ORGANIZATION

### AVANT-PROPOS / FOREWORD

06 — Jean-Marc Cavedon

08 — Jacques Repussard

11 — Michel Brière

13 — Temps forts / Key events

16 — Activité en chiffres / Activity: key figures

20 — Organigramme / Organization chart

22 — Conseil d'administration / Board of directors

24 — Comité d'orientation auprès de la Direction de l'expertise nucléaire de défense –  
CODEND / Steering committee for the nuclear defense expertise division – CODEND

25 — Conseil scientifique / Scientific council

27 — Commission d'éthique et de déontologie / Ethics commission

28 — Comité d'orientation de la recherche en sûreté nucléaire et en radioprotection –  
COR / Nuclear safety and radiation protection research policy committee – COR

# BILAN & STRATÉGIE 02 SUMMARY & STRATEGY

32 — Avancées et principales actions conduites en 2012 /  
Progress and main activities in 2012

42 — Politique de transparence et communication /  
Transparency and communications policy

47 — Diffusion de la culture de sûreté et de radioprotection /  
Promoting a safety and radiation protection culture

# 03 ACTIVITÉS ACTIVITIES

## SÛRETÉ / SAFETY

### 53 — Sûreté des installations existantes / *Safety of existing facilities*

53 — Réacteurs / *Reactors*

59 — Installations du cycle du combustible et des installations expérimentales / *Fuel cycle and experimental facilities*

64 — Transport de matières radioactives / *Transport of radioactive materials*

64 — Agressions d'origine naturelle / *Natural hazards*

66 — Risques d'incendie et confinement / *Fire risks and containment*

68 — Combustibles / *Fuels*

70 — Accidents / *Accidents*

72 — Économie de la sûreté / *Safety economics*

72 — Facteurs organisationnels et humains / *Human and organizational factors*

73 — Réglementation / *Regulations*

74 — À propos de la défense / *About defense*

### 78 — Expertises des installations futures / *Conducting assessments of future facilities*

78 — Futurs stockages des déchets / *Future waste repositories*

81 — Réacteurs du futur / *Reactors of the future*

## SÉCURITÉ NUCLÉAIRE ET NON-PROLIFÉRATION / NUCLEAR SECURITY AND NON-PROLIFERATION

### 83 — Activités de sécurité nucléaire / *Nuclear security activities*

83 — Protection des matières, des installations et des transports / *Protection of materials, facilities and transport*

85 — Sécurité des sources radioactives / *Security of radioactive sources*

85 — Préparation de textes réglementaires et para-réglementaires / *Preparation of regulatory and para-regulatory texts*

86 — Exercices de sécurité nucléaire et gestion des situations de crise / *Nuclear security exercises and management of emergencies*

86 — Activités de formation et pérennisation des connaissances / *Training and knowledge management activities*

86 — Activités internationales / *International activities*

### 87 — Contrôles internationaux de non-prolifération / *International non-proliferation inspections*

87 — Contrôles internationaux dans le domaine du nucléaire / *International inspections in the nuclear field*

88 — Contrôles internationaux dans le domaine de la chimie / *International inspections in the chemical field*

## RADIOPROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET DE L'HOMME / RADIATION PROTECTION - ENVIRONMENT AND HUMAN HEALTH

### 91 — Exposition de l'environnement et des populations / *Environmental and population exposure*

91 — Surveillance de l'environnement / *Environmental monitoring*

94 — Métrologie / *Metrology*

95 — Sites miniers et sols pollués / *Mining sites and polluted soils*

96 — Radioécologie / *Radioecology*

100 — Radioprotection des travailleurs / *Radiation protection in the workplace*

### 101 — Effets des expositions chroniques / *Effects of chronic exposure*

### 102 — Protection dans le domaine médical / *Protection in healthcare*

## CRISE ET SITUATIONS POSTACCIDENTELLES / EMERGENCY AND POST-ACCIDENT SITUATIONS

107 — Incidents et accidents radiologiques / *Radiological incidents and accidents*

108 — Outils et moyens / *Tools and resources*

# EFFICIENCE 04 EFFICIENCY

114 — Immobilier / *Property*

116 — Hygiène, sécurité, protection de l'environnement et qualité / *Health, safety, environmental protection and quality*

118 — Ressources humaines / *Human resources*

120 — GLOSSAIRE / *GLOSSARY*

124 — IMPLANTATIONS ET COORDONNÉES DES SITES / *IRSN SITE DETAILS*





# ORGANISATION

# ORGANIZATION

## 10 DÉCEMBRE

Publication de l'ouvrage *Panorama des filières de réacteurs de quatrième génération (GEN IV)*, collection doc de référence, IRSN.

## DECEMBER 10

Publication of the "*Panorama of Generation IV (GEN IV) Reactor Series*" in IRSN's Reference Documents Collection.

## DÉCEMBRE

Participation de l'IRSN au nouveau portail Internet du réseau scientifique et technique (RST) du ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie (MEDDE) et du ministère de l'égalité des territoires et du logement (METL).

## DECEMBER

IRSN participated in the new web portal of the scientific and technical network (RST) of the Ministry of Ecology, Sustainable Development and Energy (MEDDE) and the Ministry of Territorial Equality and Housing (METL).

# 01

## AVANT-PROPOS / FOREWORD

JEAN-MARC CAVEDON ..... P. 06

JACQUES REPUSSARD ..... P. 08

MICHEL BRIÈRE ..... P. 11

TEMPS FORTS ..... P. 13

*KEY EVENTS*

ACTIVITÉ EN CHIFFRES ..... P. 16

*ACTIVITY: KEY FIGURES*

ORGANIGRAMME ..... P. 20

*ORGANIZATION CHART*

CONSEIL D'ADMINISTRATION ..... P. 22

*BOARD OF DIRECTORS*

COMITÉ D'ORIENTATION AUPRÈS DE LA DIRECTION  
D'EXPERTISE NUCLÉAIRE DE DÉFENSE – CODEND ..... P. 24

*STEERING COMMITTEE FOR THE NUCLEAR DEFENSE EXPERTISE DIVISION – CODEND*

CONSEIL SCIENTIFIQUE ..... P. 25

*SCIENTIFIC COUNCIL*

COMMISSION D'ÉTHIQUE ET DE DÉONTOLOGIE ..... P. 27

*ETHICS COMMISSION*

COMITÉ D'ORIENTATION DE LA RECHERCHE EN SÛRETÉ  
NUCLÉAIRE ET EN RADIOPROTECTION – COR ..... P. 28

*NUCLEAR SAFETY AND RADIATION PROTECTION RESEARCH*

*POLICY COMMITTEE – COR*



**JEAN-MARC CAVEDON,**  
**Président du conseil d'administration**  
*Chairperson*

# FAIRE AVANCER LA SÛRETÉ NUCLÉAIRE

## ENHANCING NUCLEAR SAFETY

►► **Qui n'avance pas, recule. Ce proverbe immémorial est repris par nombre de penseurs de la sûreté nucléaire.** Il exprime en effet la dynamique qui anime celle-ci, ainsi que les organismes qui en ont la charge et notamment l'IRSN. D'autres formulent le même constat en soulignant que la sûreté n'est pas un état mais un processus. Le rendez-vous annuel de ce rapport est une bonne occasion et un excellent moyen d'apprécier les avancées de l'IRSN au fil des ans et, à travers elles, l'évolution de la sûreté nucléaire, de la sécurité et de la radioprotection chez les acteurs français qui l'assurent au quotidien.

Avancer dans sa maturation interne, pour faire avancer la sûreté dans son ensemble, c'est ce qu'a fait l'Institut au cours de sa première décennie en tant qu'organisme indépendant. Tout en préservant la compétence des organes dont il est issu, l'IRSN a su se poser des défis et les surmonter. Ses exigences initiales de compétence, d'indépendance de jugement et d'ouverture à l'ensemble des parties prenantes sont maintenant à ranger parmi ses atouts. La compétence de ceux qui ont fondé l'IRSN et de ceux qui les ont rejoints est un fait établi auprès de ses pairs nationaux, européens et internationaux. J'illustrerai les nombreux partenariats décrits dans ce rapport par un exemple : le réseau européen des organismes techniques de sûreté nucléaire, ETSON. Avec son homologue allemand GRS, l'IRSN en est le cœur et le moteur. Il a, par exemple, innové en déclenchant la revisite et la consolidation du concept de défense en profondeur, avec le nouveau terme de « noyau dur », qui recouvre tout à la fois des pratiques connues dans d'autres pays et une pensée nouvelle.

**L'ouverture à la diversité des parties prenantes a été et est encore un thème important pour l'IRSN.** En témoignent les divers outils de bonne gouvernance qui éclairent le conseil d'administration dans sa réflexion, notamment le conseil scientifique – portant l'avis des pairs – et le comité d'orientation de la recherche, dont la base sociétale est très large. Ces organes veillent à ce que l'IRSN maintienne son savoir et son expertise à l'état de l'art mondial et qu'il les développe en intégrant les attentes sociétales.

La dernière-née, la commission d'éthique et de déontologie, met la dernière main à la charte du même nom, qui confortera et guidera l'Institut dans l'exercice de son jugement en toute indépendance.

**L'Institut a été mis à dure épreuve depuis deux ans par les conséquences indirectes d'un tsunami d'ampleur historique** qui a déferlé sur plusieurs centrales nucléaires japonaises et annihilé les défenses de l'une d'entre elles : Fukushima-Daiichi.

**To stand still is to fall behind. This age-old proverb is one that many nuclear safety experts believe in.** No doubt because it expresses the dynamism underlying nuclear safety in general and the organizations responsible for it, such as IRSN. Others make the same point, stressing that safety is not a state, but a process. The IRSN annual report is a good opportunity and an excellent tool for appraising the Institute's progress from one year to the next and thus keeping up to date with developments in nuclear safety, security and radiation protection among the French organizations routinely working in these areas.

During the first ten years of its existence, the Institute worked as an independent body to build a more mature internal organizational structure to enhance safety in all its aspects. It identified and overcame the challenges that lay ahead of it, while carefully preserving the competence it had inherited from its parent organizations. Its initial requirements concerning competence, independent judgment and openness to all stakeholders are now among its main qualities.

The competence of IRSN's founders and of those who have joined the organization since is recognized by the Institute's peers in France, Europe and the rest of the world. To my mind, ETSON, the European Technical Safety Organisations Network is a good example of the many partnerships described in this report. Along with GRS, its German counterpart, IRSN is both the heart and the driving force of the network. One innovation was the move to reconsider and consolidate the defense-in-depth concept with the introduction of the "hardened safety core", a new expression that combines practices already in use in other countries with a new concept.

**Opening up to stakeholders from every background has been – and remains – a priority for IRSN.** This can be seen in the various instruments for good governance set up to guide the Board of Directors in its decisions. Chief among them are the Scientific Council, which carries out peer reviews, and the Research Policy Committee, whose members represent a broad spectrum of society. These bodies ensure that IRSN's knowledge and expertise keep pace with the global state of the art and integrate social expectations and concerns. The latest organization, the Ethics Commission, is putting the finishing touches to an Ethics Charter, which will support and guide the Institute in its task of guaranteeing fully independent judgments.

Les failles techniques et réglementaires de ce site et d'autres au Japon, préexistantes au tsunami déclencheur, ont alors été mises au grand jour. La question s'est immédiatement posée en Europe de nos propres faiblesses devant des événements d'une telle ampleur. L'IRSN a été en première ligne dans l'évaluation des réponses des exploitants aux *stress tests*, appelés en France « évaluations complémentaires de sûreté » ou ECS. Ce fut aussi un test à l'effort des capacités de réponse de l'IRSN en situation tendue et un déclencheur de réflexions d'amélioration des équipements et procédures de sûreté, jusques et y compris dans les situations postaccidentelles.

**Les résultats des stress tests français sont globalement positifs : le parc nucléaire est sûr, même s'il est prudent d'en renforcer la robustesse** face à des événements naturels extrêmes, et la chaîne de surveillance réglementaire, qui inclut l'IRSN, est considérée comme performante.

Le rude choc de l'accident de Fukushima dans toute la branche nucléaire et jusque dans notre pays a été un révélateur de nos forces, parfois méconnues, et des marges de progrès vers encore plus de sûreté. Cette progression a commencé au sein de l'IRSN. Ce rapport annuel 2012 est l'occasion d'en prendre connaissance : le chapitre 2 dans sa première section et divers articles du chapitre 3 explicitent ces actions post-Fukushima.

La recherche d'une plus grande robustesse aux événements extrêmes ne saurait se faire aux dépens de la sûreté au quotidien et au maintien de son haut niveau d'ensemble. C'est sur ce travail de fond que se jugent au mieux les avancées techniques et l'indispensable progrès de la culture de sûreté. C'est ici le corps du chapitre 3 qui témoigne de l'activité intense de l'IRSN dans son vaste portefeuille thématique. Dans l'ensemble des instruments dont l'IRSN a besoin, pour mener à bien ses missions, un point peut faire souci. Il s'agit de sa capacité d'investissement, à un moment où, à la nécessaire rénovation de son parc immobilier, s'ajoutent les besoins en équipements expérimentaux lourds. L'enjeu direct est le maintien de la compétence en sûreté des réacteurs, chèrement acquise au fil des ans. Dans un contexte de raréfaction des équipements lourds au niveau international, les pays qui comptent sur un nucléaire sûr pour leur approvisionnement durable en électricité – et la France y occupe un rang éminent – portent une responsabilité particulière en matière de maintien de la compétence.

**Connaissance et compétence sont des préalables à la crédibilité aux yeux de l'ensemble des parties prenantes.** Le baromètre 2012 établi par l'Institut montre que, parmi les acteurs de la sûreté nucléaire, l'IRSN jouit d'une excellente reconnaissance de sa compétence et d'une bonne crédibilité, un peu meilleure que celle de ses partenaires proches. Dans un contexte social peu amène en général envers les experts, on peut se satisfaire de ce résultat d'étape, tout en reconnaissant qu'un long chemin nous reste à faire jusqu'à une véritable confiance de la société, que mérite sans hésitation le personnel de l'IRSN par sa compétence, son engagement et son intégrité.

Je vous invite à découvrir par vous-même dans ce rapport annuel, sujet par sujet, que connaissance, compétence, indépendance de jugement et ouverture à la société sont bien les maîtres mots et les atouts d'un IRSN qui a atteint sa maturité. En bref, l'Institut est bien gréé pour mettre en pratique sa devise : faire avancer la sûreté nucléaire.



**IRSN has been hard at work over the past two years tackling the indirect consequences of the massive tsunami** that swept over several nuclear power plants in Japan and destroyed the defenses of the Fukushima-Daiichi plant. The tsunami exposed technical flaws and regulatory failings that existed at Fukushima and other Japanese sites well before disaster struck. The accident immediately raised questions as to whether Europe would be capable of responding to similar events. IRSN played a leading role in the initiative to assess nuclear operators' responses to European stress tests, otherwise known in France as "complementary safety assessments". It also tested the Institute's response capabilities under stress and sparked discussions on how to improve safety equipment and procedures, up to and including in post-accident situations.

**On the whole, the results of French stress tests were positive. The country's nuclear power fleet is safe – even if it would be wise to increase its robustness** in the event of extreme natural events – and the regulatory monitoring system, of which IRSN is a part, is considered effective.

Although Fukushima sent a shock wave throughout the nuclear sector, reaching as far as France, it also revealed our strengths – including some we were unaware of – as well as avenues to be explored for even greater safety. IRSN has already begun to make progress in this area. The first part of Chapter 2 and various articles in Chapter 3 of this annual report give details of the work carried out in the wake of Fukushima. Robustness with regard to extreme events must be enhanced, but not at the expense of routine safety and overall safety standards. This basic work provides a yardstick by which to judge technical advances and essential progress in safety culture. It also makes up the bulk of Chapter 3, which focuses on IRSN's intense efforts in all of its many specialist fields.

Turning to the various instruments available to IRSN for effectively performing its tasks, one point gives cause for concern, namely the Institute's investment capability at a time when it must not only renovate its buildings, but also meet the need for large-scale experimental equipment. Maintaining the competence in reactor safety it has so painstakingly acquired over the years comes at this cost. At a time when large-scale international facilities are increasingly rare, countries relying on safe nuclear power for a sustainable supply of electricity – and France is among the most concerned – bear a special responsibility for ensuring that competence is maintained.

**Knowledge and competence are prerequisites for remaining credible in the eyes of stakeholders.** According to the IRSN barometer for 2012, the Institute is perceived as highly competent and enjoys good credibility, faring slightly better than its close partners. As the general social context is not especially favorable to experts, we could find some satisfaction in this result. However, even if the competence, commitment and integrity of IRSN's staff are undisputed, we still have a long way to go before society places its wholehearted trust in us.

I am sure that as you turn the pages of this annual report, you will see for yourself that knowledge, competence, independence of judgment and openness to society are indeed the key notions that IRSN embodies now it has reached full maturity. There can be no doubt: the Institute has everything it needs to live up to its motto and enhance nuclear safety.



**JACQUES REPUSSARD,**  
**Directeur général**  
*Director general*

# L'IRSN SUR TOUS LES FRONTS

## *IRSN ON EVERY FRONT*

►► Prenant acte de l'accroissement progressif de son audience nationale et internationale, et attentif à la nécessité d'une gestion rigoureuse et économe des deniers publics, l'IRSN publie son rapport annuel 2012 sous un format renouvelé et allégé, complètement bilingue français/anglais, et supprime la publication du « mini-rapport annuel » en langue anglaise jusqu'ici édité en parallèle sous forme d'une plaquette accompagnée d'un cd-rom. Je vous en souhaite une agréable lecture.

Comme d'habitude, ce rapport illustre de la manière la plus concrète possible, images à l'appui, la très grande diversité de ses activités, en mettant en valeur l'action des hommes et femmes de l'Institut auxquels je rends hommage, ainsi qu'à tous ceux et celles qui contribuent à sa gouvernance, membres du conseil d'administration, du conseil scientifique et du comité de visite, du comité d'orientation des recherches, et de la commission d'éthique et de déontologie. Le rapport annuel propose systématiquement des liens vers le portail Internet sur lequel l'IRSN rend publics les principaux résultats de ses travaux, et notamment les avancées de ses recherches, les principaux rapports d'expertise concernant les installations et transports nucléaires ou rendant compte des résultats de la surveillance radiologique du territoire national, des travailleurs exposés aux rayonnements ionisants, ou encore des patients exposés lors d'actes médicaux. Conscient de l'attente sans cesse accrue de la société contemporaine en matière de transparence et de proximité des experts publics en charge de l'évaluation des risques, l'IRSN donne à voir chaque année davantage de résultats et d'analyses, en veillant à les présenter de manière aussi accessible que possible. En 2012, 20 nouveaux dossiers thématiques et plusieurs dizaines d'avis ou rapports d'expertise ont ainsi été publiés sur le portail Internet de l'Institut, qui a enregistré plus d'un million de visites, soit une progression de plus de 130 % par rapport à l'année 2010.

### **La sûreté nucléaire est évidemment au cœur des préoccupations.**

L'Institut s'est fortement engagé, avec les moyens d'expertise et de recherche dont il dispose, pour contribuer à éviter à la France de subir les conséquences douloureuses et coûteuses – bien qu'elles resteraient pour partie invisibles dans les statistiques officielles – d'un accident nucléaire majeur. Accident très improbable, bien sûr, mais comme chacun le sait pas impossible. Il est donc nécessaire de ne pas s'en remettre à la loi probabiliste, en considérant que les chances sont, de manière suffisamment certaine du bon côté, mais de s'attacher à atteindre un objectif précis et réalisable : faire en sorte que la statistique française en matière d'accident nucléaire majeur reste vierge, en traquant aussi

*In recognition of the steadily growing national and international readership of its annual reports, and mindful of the need for meticulous management of public funds, IRSN has adopted a new, streamlined format for its annual report for 2012, which is completely bilingual (French and English), and abandoned the English "summary annual report" brochure and CD-ROM that it had previously published at the same time. I hope you will enjoy reading this year's report.*

*Like its predecessors, the latest report seeks to give as factual an account as possible of the Institute's broad range of activities, with the help of illustrations wherever useful. It highlights the efforts of the men and women who work for IRSN and to whom I would like to pay tribute here, together with all those involved in the governance of the Institute and the members of the Board of Directors, the Scientific Council and Visiting Committee, the Research Policy Committee and the Ethics Commission.*

*The annual report includes links to the Institute's web portal where readers can find details of the main results of IRSN's work, including progress in research, the main assessment reports on nuclear facilities and transport, the latest figures from France's radiation monitoring network, and results concerning radiation exposure, both of occupationally exposed workers and patients undergoing medical treatment and examinations. In response to modern society's constantly growing demand for transparency and accessibility on the part of the public experts responsible for risk assessment, IRSN spares no effort in publishing more results and analyses each year, with special attention to clarity. In 2012, it published 20 new special reports and dozens of notices and assessment reports on its web portal. This was consulted more than a million times, representing a 130% increase compared with 2010.*

**Our primary concern, of course, is nuclear safety.** Drawing on its assessment and research resources, IRSN is committed to protecting France against the painful and costly consequences of a major nuclear accident – even if these would not all be revealed in official statistics. While such an accident is highly unlikely, we are all aware that it is not impossible. For this reason, we cannot content ourselves with probabilistic theory and consider that we are sufficiently sure that chances





systématiquement que possible les aléas, les sources de dangers, les insuffisances résiduelles des moyens de protection ou de mitigation, les failles des organisations susceptibles de se combiner avec d'autres éléments pour créer les conditions d'un accident. En 2012, l'IRSN a poursuivi ses investigations relatives aux aléas sismiques à prendre en compte pour la suite à donner aux « évaluations complémentaires de sûreté », et plus globalement ses travaux sur l'optimisation de la configuration des futurs « noyaux durs » de sûreté qui équiperont les principales installations nucléaires, en entretenant un dialogue technique continu avec leurs exploitants. L'IRSN insiste également pour que soit tiré le meilleur parti des résultats de la recherche et des innovations technologiques disponibles. Il y contribue directement, avec ses programmes de recherche destinés à mieux comprendre par exemple la phénoménologie des réactions qui se produiraient au sein de la cuve d'un réacteur dans l'hypothèse d'un renoyage d'un ensemble de débris d'assemblages combustibles à haute température accumulés en fond de cuve. Ou encore avec la poursuite de la mise au point du nouveau programme international de test du comportement de combustibles REP en cas d'insertion brutale de réactivité, avec le réacteur CABRI.

**L'observation attentive de la complexité exceptionnelle des situations auxquelles sont confrontés les populations et les territoires affectés par un accident nucléaire engendrant des rejets radioactifs importants** amène aussi l'Institut, par mesure de prudence et parce que cela relève de sa mission, à mieux se préparer à contribuer, par son expertise technique et aussi en développant sa capacité à anticiper les attentes sociétales, à une gestion accidentelle et postaccidentelle efficiente à tous points de vue. Cela passe notamment, en matière de recherche, par une meilleure compréhension des effets réels des « faibles doses », issues d'expositions chroniques à très faible débit de dose, ou encore des différentes conséquences socio-économiques d'un accident nucléaire majeur ; cela passe aussi par la poursuite de la contribution de l'IRSN au développement des doctrines nationales en matière de gestion accidentelle et postaccidentelle, et des investissements que l'Institut consacre au renforcement de son état de préparation opérationnelle, notamment en termes de moyens de mesure et d'intervention.

**Je ne peux conclure cet éditorial sans mentionner les remarquables avancées scientifiques et opérationnelles de l'IRSN en matière de radiobiologie**, qu'il s'agisse du développement de protocoles innovants pour le traitement de brûlures radiologiques sévères, accidentelles ou résultant de traitements de radiothérapie, ou

*are on the safe side, but rather strive for the precise, achievable objective of ensuring that France's nuclear record remains free of any major nuclear accident. That means tracking down as thoroughly as possible any hazards or sources of danger, any residual shortcomings in protection and mitigation, as well as organizational flaws which, combined with other factors, might lead to an accident. In 2012 IRSN continued to explore the seismic hazards to be considered in any action taken further to European stress tests – or complementary safety assessments as they are known in France – and, more generally, in its efforts to optimize the configuration of the future “hardened safety core” functions to be incorporated in the country's main nuclear facilities, in close technical collaboration with nuclear operators. The Institute also stresses the need for the available results of research and technological innovations to be put to the best possible use. In this respect, it makes a direct contribution with its research programs that, for example, seek to learn more about the phenomenology of the reactions likely to occur in a reactor vessel if fuel assembly debris at the bottom of the vessel were to be reflooded at high temperature. Other relevant work in this area includes the development of a new international test program in the CABRI reactor on PWR fuel response to sudden reactivity insertion.*

**Nuclear accidents involving large-scale radioactive release have an extraordinarily complex human and environmental impact.** After observing these situations closely, IRSN intends to make an even greater contribution to thoroughly effective accident and post-accident management, not only by drawing on its technical expertise but also by developing its ability to predict social expectations. It sees this not only as a precautionary measure, but also as part of its basic responsibilities. In terms of research, this means understanding more about the real effects of “low-doses” resulting from chronic exposure to radiation at very low dose rates, and about the various socio-economic consequences of a major nuclear accident. Within this context, it also needs to pursue its work on helping to develop national accident and post-accident management strategies, and continues to invest in strengthening its operational preparedness, with a particular focus on measurement and emergency response resources.

des recherches conduites avec l'Inserm pour mieux comprendre les interactions biologiques fines entre les tissus vivants et les particules ionisantes, qui conduiront sans nul doute à de nombreuses applications dans le domaine de la santé et à un progrès des doctrines de protection vis-à-vis des rayonnements ionisants.

**Bien sûr, l'atteinte de tous ces objectifs ne dépend pas que de l'IRSN. Il y faut la conjonction durable des efforts de tous :**

l'industrie nucléaire et le CEA, l'Inserm et l'APHP, les organismes des pays amis, tous partenaires historiques de recherche pour l'Institut, les autorités publiques et notamment l'ASN avec laquelle l'IRSN travaille main dans la main au quotidien, et aussi, les acteurs de ce qu'il est convenu d'appeler « la société civile ». La vigilance sociétale peut en effet être d'une remarquable efficacité, aux côtés de la culture de sûreté dans les entreprises, de la réglementation et du contrôle, et de l'expertise scientifique, si chacun joue pleinement le jeu de la transparence, de l'ouverture au dialogue, en acceptant de rendre des comptes sur un sujet aussi majeur pour l'avenir de la nation. Dans ce domaine également, en coopération avec l'Anccli et ses parties prenantes, l'IRSN entend continuer à donner l'exemple.



**Before concluding, I feel that IRSN's outstanding scientific and operational progress in radiobiology deserves a special mention.** Advances in this field include the development of novel protocols for treating severe radiation burns, whether due to accidents or radiotherapy treatments. Other progress has been made in the research carried out with Inserm to gain more insight into fine biological interactions between living tissue and ionizing particles. This work will no doubt lead to many applications in medicine and drive progress towards better protection against ionizing radiation.

**IRSN cannot, of course, achieve all these objectives on its own. A sustained and concerted effort by all parties concerned is required,** including the nuclear industry and CEA, Inserm and APHP (the Paris public hospitals), organizations in friendly countries, all the Institute's long-standing research partners, the public authorities, in particular ASN, with which IRSN works hand in hand on a daily basis, as well as stakeholders commonly referred to as "civil society". Watchfulness on the part of society can prove remarkably effective, combined with corporate safety culture, regulation and inspection, and scientific assessments, if each party plays by the rules of transparency, remains open to dialogue, and accepts accountability in such a crucial area for the nation's future. Here too, IRSN intends to go on setting an example through its cooperation with the Anccli and its stakeholders.



# UNE ANNÉE RICHE POUR L'EXPERTISE NUCLÉAIRE DE DÉFENSE ET SÉCURITÉ

## A REWARDING YEAR FOR NUCLEAR DEFENSE AND SECURITY ASSESSMENT



**MICHEL BRIÈRE,**

**Directeur général adjoint, délégué  
pour les missions relevant de la défense  
Deputy director general in charge of  
defense-related missions**

**Un décret du code de la défense soumet les installations et activités nucléaires intéressant la défense nationale, qui est le deuxième exploitant nucléaire français, au contrôle d'une autorité indépendante des opérateurs :** le Délégué à la sûreté nucléaire et à la radioprotection pour les activités et installations intéressant la défense (DSND). Pour exercer ses fonctions de contrôle, le DSND s'appuie sur les avis techniques de l'IRSN, expert public des risques nucléaires et radiologiques, comme le fait pour sa part l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) pour les activités et installations du secteur nucléaire civil.

Cette unicité de l'expertise publique nationale au profit des autorités de sûreté a été voulue à la création de l'Institut en 2002. Elle est la meilleure garantie que, au plan technique, les risques nucléaires et radiologiques pouvant provenir des installations ou activités seront évalués avec le même « œil » et que les objectifs de sûreté et de radioprotection seront fondés sur les mêmes approches, qu'il s'agisse du secteur nucléaire civil ou du secteur défense. Elle facilite en outre une approche globale des conséquences en cas de crise.

Bien entendu, dans sa démarche d'appui technique aux autorités de l'État, l'Institut est conscient des enjeux particuliers de la défense, du caractère régalien de son activité, et il respecte le nécessaire équilibre entre deux exigences définies par la loi : la protection du secret de défense, et le droit du public à une information fiable et accessible en matière de sécurité nucléaire.

**Il en est de même de la protection des matières nucléaires, de leurs installations et de leur transport au regard des actes de malveillance, dont la réglementation désormais rénovée est également portée par le code de la défense.** Le ministère chargé de l'énergie, autorité de contrôle de la sécurité pour le secteur nucléaire civil, s'appuie lui aussi sur l'IRSN et ses experts pour instruire au plan technique les dossiers de sécurité des opérateurs nucléaires et contrôler leurs installations et leurs transports.

**The French Representative in charge of Nuclear Safety and Radiation Protection for Defense-related Activities and Facilities (DSND) heads an authority responsible** for controlling nuclear activities and facilities related to the defense sector, in accordance with a decree on the French Defense Code. The defense sector is France's second largest operator. In the performance of this control, the DSND receives technical assistance from IRSN, France's public service expert on nuclear and radiation risks, as does ASN, the French nuclear safety authority, for civil nuclear activities and facilities.

When the Institute was created in 2002, it was decided that it would be the nation's public service nuclear expert in both the civil and defense sectors.

From the technical point of view, this is the best way of ensuring that nuclear and radiation risks relating to activities and facilities are evaluated by the same "yardstick" and that safety and radiation protection objectives are based on the same approaches, whether they concern the civil or defense sector. A single organization also guarantees a coherent approach in the event of emergencies.

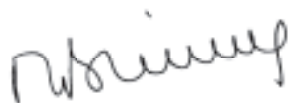
In providing technical support for government organizations, the Institute is, of course, fully aware of the Defense special requirements and sovereign functions, and strikes the necessary balance between two legal requirements: the need for secrecy in defense matters and the public's right to reliable, easily accessible information regarding nuclear safety.

**The same applies to the protection of nuclear materials, storage facilities and transportation against malicious acts, an area in which the defense code has introduced new regulations.** The Ministry of Energy, which is responsible for protection against malicious acts in the civil nuclear sector,

**Dans tous ces domaines, 2012 a été une année remarquable :** mise en œuvre des évaluations complémentaires de sûreté (ECS), lancement du plan à cinq ans pour le renforcement de la protection contre la malveillance dans les installations et les transports du secteur civil. En écho aux efforts demandés aux opérateurs, l'IRSN doit faire face à une charge accrue et durable, l'obligeant à développer sa productivité.

Si l'on ajoute aux spécialistes de la sûreté défense et de la sécurité ceux qui participent au contrôle de la non-prolifération dans l'industrie nucléaire et dans l'industrie chimique française, ce sont dans l'Institut plus de 120 hommes et femmes qui, au sein du pôle défense et sécurité, apportent chaque jour leur appui et leur concours à l'action des autorités nationales chargées de l'application du code de la défense.

Ce sont leurs activités que vous trouverez décrites dans ce rapport.



*also turns to IRSN experts for help in examining the technical aspects of nuclear operators' safety analysis files and inspecting their facilities and transport arrangements.*

***In all these areas, 2012 was a rewarding year,*** with the implementation of additional safety assessments and the beginning of the five-year plan to provide nuclear facilities and transport with greater protection against malicious acts. *In view of the increased effort required of nuclear operators, IRSN has to step up productivity to deal with a growing and sustainable workload.*

*Counting the non-proliferation specialists in the nuclear industry and the French chemicals industry, in addition to defense safety and security specialists, more than one hundred and twenty men and women work every day at the Institute's defense and security division to assist the French authorities responsible for enforcing the national defense code.*

*You will find out more about their work in this report.*

# TEMPS FORTS

## KEY EVENTS

### ► 18-20 janvier

À l'occasion du premier comité directeur du Forum des TSO de l'AIEA, à Vienne, Jacques Repussard est élu président du Forum.

► *January 18-20 Jacques Repussard was elected Forum Chairman at the first meeting of the IAEA TSO Forum Steering Committee in Vienna.*

### ► 20 février

L'IRSN publie la synthèse de son examen du « dossier 2009 » de l'Andra relatif au projet de stockage en couche géologique profonde de déchets radioactifs de haute et moyenne activités à vie longue (HA-MAVL).

► *February 20 IRSN published the summary of its review of the Andra "Dossier 2009" on the project for deep geological disposal of high- and intermediate-level long-lived radioactive waste (HILW-LL).*

### ► 19-22 mars

Lors de la première conférence organisée par l'AIEA à Vienne sur les leçons de Fukushima, l'IRSN présente son concept innovant de « noyau dur ».

► *March 19-22 IRSN presented its innovative "hardened safety core" concept at the first meeting organized by the IAEA in Vienna on the lessons of Fukushima.*



### ► 20 mars

L'association européenne NUGENIA, composée de 50 membres provenant de 17 pays, est lancée. Elle a pour but de mutualiser et de rapprocher les réseaux d'excellence en matière de recherche sur les réacteurs de générations II et III. L'IRSN pilote deux domaines de recherche et participe aux travaux de cinq autres domaines ainsi qu'au comité exécutif et au secrétariat de l'association.

► *The European association NUGENIA, with 50 members from 17 countries, was set up. Its aim is to pool and coordinate the networks of excellence involved in research on Generation II and III reactors. IRSN coordinates two areas of research, takes part in the work of other five areas, and is a member of the Executive Committee and Secretariat.*



### ► 21-23 mars

La 5<sup>e</sup> édition de la conférence ERMSAR 2012 (*European Review Meeting on Severe Accident Research*) sur les accidents majeurs de réacteurs nucléaires connaît une affluence record. Placée sous l'égide du réseau d'excellence SARNET, spécialisée dans la recherche relative aux accidents majeurs de réacteurs nucléaires, elle est coordonnée par l'IRSN.

► *March 21-23 ERMSAR 2012, the fifth European Review Meeting on Severe Accident Research, covering major nuclear reactor accidents, had record attendance. It was coordinated by IRSN under the auspices of the*

*SARNET network of excellence, which specializes in research on severe accidents involving nuclear reactors.*

### ► 19 avril

Organisation d'un séminaire scientifique à l'occasion de la venue à Versailles de la commission principale de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) afin de présenter les travaux de l'IRSN susceptibles de faire évoluer le système international de radioprotection.

► *April 19 A scientific seminar was organized for the visit to Versailles by the Main Commission of the International Commission on Radiological Protection (ICRP). The seminar presented IRSN work likely to lead to changes in the international radiological protection system.*

### ► 13-18 mai

Participation de l'IRSN au 13<sup>e</sup> Congrès de l'IRPA – « *Living with Radiation – Engaging with Society* » à Glasgow.

► *May 13-18 IRSN took part in the 13th IRPA Congress – "Living with Radiation – Engaging with Society" in Glasgow.*

### ► 30 mai

L'IRSN organise à Aix-en-Provence le séminaire de clôture du projet international PRISME, consacré à la propagation d'un incendie à l'intérieur d'installations nucléaires et auquel ont participé les représentants de 27 organismes de 11 pays.

► *May 30 IRSN organized the closing seminar of the international PRISME project on fire propagation in nuclear facilities. The seminar took place in Aix en Provence and was attended by representatives of 27 organizations from 11 countries.*

## TEMPS FORTS KEY EVENTS

### ► 5-8 juin

L'IRSN participe au 32<sup>e</sup> Congrès national de médecine et santé au travail, qui s'est tenu à Clermont-Ferrand. ► June 5-8 IRSN took part in the 32nd French congress on occupational health and safety, held in Clermont-Ferrand.

### ► 13-15 juin



L'IRSN organise le séminaire de clôture du programme international PHÉBUS PF : au terme de cinq essais et avec un budget de 300 millions d'euros, ce programme a permis de modéliser les phénomènes complexes associés aux accidents de fusion de cœur d'un réacteur à eau sous pression qui peuvent conduire au relâchement dans l'environnement de grands quantités de matières radioactives. ► June 13-15 IRSN organized closing seminar of the international PHÉBUS PF program. With a €300 million budget, the five tests making up the program modeled the complex processes associated with pressurized water reactor core melt accidents, which can lead to the release of large quantities of radioactive materials into the environment.

### ► 5 juillet

Audition de Jacques Repussard par la Commission des affaires économiques à l'Assemblée nationale. ► July 5 Jacques Repussard spoke at a hearing of the French Parliament's Economic Affairs Committee.

### ► 11 juillet

L'IRSN signe un accord de collaboration avec l'université de Tsukuba (Japon) pour une durée de cinq ans. Les travaux communs concerneront l'étude d'impact radiologique de l'accident de Fukushima-Daiichi sur l'environnement. ► July 11 IRSN signed a five-year collaboration agreement with the University of Tsukuba (Japan). The joint work will cover the radiological impact of the Fukushima-Daiichi accident on the environment.

### ► 11 septembre

L'IRSN participe à l'assemblée générale et au 4<sup>e</sup> workshop international de l'association MELODI, dont la vocation est de mutualiser les moyens consacrés à la recherche relative aux effets sur la santé de l'exposition à de faibles doses de rayonnements ionisants. L'association MELODI compte 21 partenaires de 14 pays. ► September 11 IRSN took part in the general meeting and 4th international workshop of MELODI (Multidisciplinary European Low-Dose Initiative). The aim of the initiative is to consolidate research on the health effects of low-dose ionizing radiation. MELODI consists of 21 partners from 14 countries.

### ► 15 septembre

À l'occasion des Journées du Patrimoine, l'IRSN fête ses 10 ans.

► September 15 IRSN celebrated its tenth anniversary on the Journée du Patrimoine (France's national heritage day).



### ► 5-6 novembre

Quatorzième édition du Forum EUROSAFE à Bruxelles, conjointement organisé par Bel V, l'IRSN et la GRS. ► November 5-6 The fourteenth EUROSAFE Forum in Brussels, was organized jointly by Bel V, IRSN and GRS.



### ► 12-13 novembre

La plate-forme européenne « Alliance européenne en radioécologie » et le réseau d'excellence européen STAR organisent à Paris un workshop international dans l'objectif de présenter et d'échanger autour de l'agenda stratégique de recherche en radioécologie, élaboré par le réseau d'excellence STAR. ► November 12-13 The European Radioecology Alliance platform and the

European STAR network of excellence organized an international workshop in Paris to present and discuss the strategic agenda for research on radioecology drawn up by STAR.

## ► 14-15 novembre

Séminaire Anccli-IRSN consacré à la surveillance de l'environnement et à la santé des populations afin d'aider les Commissions locales d'information à conduire leurs propres actions sur ces thèmes.

► November 14-15 An Anccli-IRSN seminar on environmental monitoring and human health was held to help local information commissions implement their own actions in these areas.

## ► 20 novembre



Sylvette Pierron, présidente de l'Institut français des formateurs aux risques majeurs et à la protection de l'environnement, et Jacques Repussard signent le renouvellement de la convention qui lie les deux instituts pour initier et accompagner des actions d'information et d'éducation, en direction du public et des jeunes, sur les risques liés à la radioactivité et au nucléaire.

► November 20 Sylvette Pierron, President of IFFO-RME, the French institute of major risk and environmental protection trainers, and Jacques Repussard, IRSN, renewed the agreement linking the two institutes for initiating and supporting actions to inform and educate the public and young people on the risks related to radioactivity and the nuclear industry.

## ► 28 novembre

Présentation des résultats de l'enquête alimentaire menée dans le cadre d'une collaboration entre l'IRSN, la Cli de Gravelines et l'Ademe, lors d'une réunion organisée par la Cli. ► November 28 The results of the food survey conducted as part of a collaboration between IRSN, the Gravelines local information commission and Ademe, were presented at a meeting organized by the commission.

## ► 29-30 novembre

À l'occasion des 8<sup>es</sup> rencontres PCR de la SFRP, qui se sont déroulées à Issy-les-Moulineaux (Hauts-de-Seine), plusieurs centaines de congressistes sont venus s'informer sur le stand de l'IRSN. ► November 29-30 At the 8th congress of radiation protection specialists organized by the French radiological protection society (SFRP) in Issy-les-Moulineaux near Paris, several hundred participants visited the IRSN stand for information.

## ► 4-5 décembre

L'IRSN organise à Bruxelles, avec l'Anccli, la Commission européenne et le Comité économique et social européen, une table ronde sur l'application de la convention d'Aarhus à la sûreté nucléaire.

► December 4-5 IRSN, together with the Anccli, the European Commission and the European Economic and Social Committee, organized a workshop in Brussels on the application of the Aarhus Convention to nuclear safety.

## ► 6 décembre

Nomination de Jean-Marc Cavedon à la présidence de l'IRSN.

► December 6 Jean-Marc Cavedon was appointed Chairperson, IRSN Board of Directors.

## ► 11 décembre



Organisation, à Paris, d'un séminaire Anccli/Clis de Bure/IRSN sur le thème « Quel dialogue technique sur les déchets de haute et moyenne activités à vie longue » (HA-MAVL).

► December 11 An Anccli/Bure local information commission/IRSN seminar was held on the theme "Organizing technical dialogue on high- and intermediate-level long-lived waste" (HILW-LL).

Signature, sous l'égide de l'AEN/OCDE, d'un accord international entre les organismes compétents de huit pays, incluant l'IRSN, afin de progresser dans la compréhension scientifique du déroulement de l'accident de Fukushima-Daiichi.

► Under the auspices of the OECD/NEA, IRSN and similar bodies from seven other countries signed an international agreement on furthering the scientific understanding of the progression of the Fukushima-Daiichi accident.

## ► 13 décembre

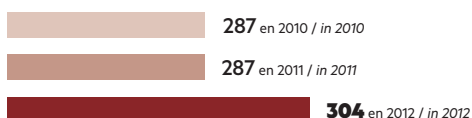
Présentation au Groupe permanent d'experts de l'analyse IRSN du dossier d'EDF relatif à la mise en œuvre du concept de « noyau dur » dans le cadre des évaluations complémentaires de sûreté.

► December 13 The EDF file on the implementation of the hardened safety core concept was presented to the IRSN advisory committee for analysis as part of complementary safety assessments.



## ACTIVITÉ EN CHIFFRES ACTIVITY: KEY FIGURES

### INTERNATIONAL / INTERNATIONAL



Accords bilatéraux en vigueur avec des organismes de recherche ou d'expertise.  
*Bilateral agreements signed with research and assessment organizations.*

**41** pays concernés  
par ces accords (38 en 2011).  
*countries involved  
in these agreements (38 in 2011).*

**58** projets internationaux  
en cours (74 en 2011).  
*international projects  
in progress (74 in 2011).*

### RECHERCHE / RESEARCH

**40,2 %**  
du budget de l'IRSN consacrés  
à la recherche hors projets immobiliers  
et Feursmétal (40,2 % en 2011).  
*budget devoted to research  
excluding property projects and  
Feursmétal (40.2% in 2011).*

**204** publications  
répertoriées dans le JCR  
(Journal Citation Reports) (215 en 2011).  
*publications in Journal  
Citation Reports (215 in 2011).*

**28** thèses soutenues (21 en 2011).  
*dissertations defended (21 in 2011).*

**300** communications  
scientifiques dans des congrès (320 en 2011).  
*scientific lectures at conferences (320 in 2011).*

### APPUI TECHNIQUE AUX POUVOIRS PUBLICS ET AUX AUTORITÉS / TECHNICAL SUPPORT FOR PUBLIC AUTHORITIES

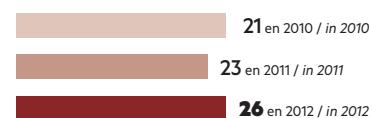
**50,4 %**  
du budget de l'IRSN consacrés à l'appui  
technique et aux missions d'intérêt public  
hors projets immobiliers et Feursmétal  
(50,2 % en 2011).  
*of budget devoted to technical support  
and public service missions excluding  
property projects and Feursmétal  
(50.2% in 2011).*

**592** avis techniques à l'Autorité  
de sûreté nucléaire (593 en 2011).  
*technical notices to ASN (593 in 2011).*

**76** avis techniques à l'Autorité  
de sûreté nucléaire de défense (95 en 2011).  
*technical notices to ASND (95 in 2011).*

**373** avis techniques à l'Autorité  
de sécurité nucléaire (409 en 2011).  
*technical notices to the nuclear security  
authority (409 in 2011).*

### PATRIMOINE INTELLECTUEL / INTELLECTUAL PROPERTY



Brevets français en vigueur  
(dont 4 en copropriété avec le CEA).  
*French patents in force  
(including 4 co-owned with CEA).*

**57**  
brevets en vigueur à l'étranger (50 en 2011).  
*patents in force abroad (50 in 2011).*

**19**  
logiciels et bases de données déposés à l'Agence  
pour la protection des programmes (APP)  
(17 en 2011).  
*software applications and databases placed with  
the software protection agency APP (17 in 2011).*

## FORMATION / TRAINING

# 1420

personnes ayant suivi des sessions de formation de l'IRSN au cours de l'année (1 810 en 2011).

*participants in IRSN training courses over the year (1,810 in 2011).*

# 2567

heures d'enseignement dispensées à l'extérieur (universités, écoles d'ingénieurs, INSTN, etc.)

(2 580 en 2011).

*hours of teaching given outside the Institute (universities, engineering schools, INSTN, etc.) (2,580 in 2011).*

# 1408

heures d'enseignement dispensées au cours des 121 sessions de formation en radioprotection

(1 400 en 2011 en 143 sessions).

*hours of teaching given in 121 training sessions on radiation protection (1,400 in 2011 in 143 training sessions).*

# 900

heures de formation dispensées au cours des 30 sessions en sûreté nucléaire (850 en 2011 en 28 sessions).

*hours of training given in 30 training sessions on nuclear safety. (850 in 2011 in 28 training sessions).*

## ÂGE MOYEN / AVERAGE AGE

# 42

ans pour les femmes. / for women.

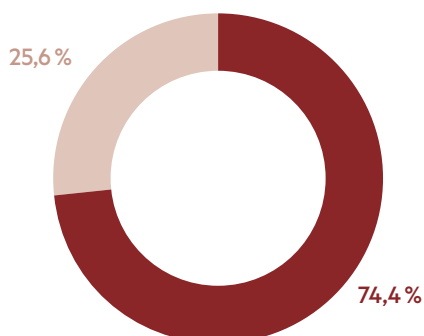


# 43,2

ans pour les hommes. / for men.

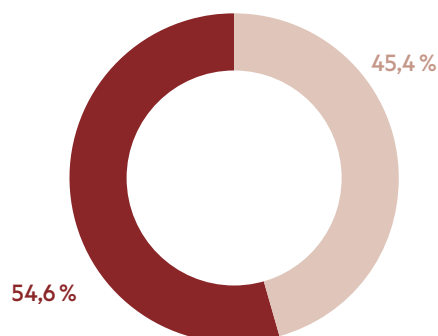


## RÉPARTITION CADRES/NON-CADRES PROPORTION OF EXECUTIVE / NON-EXECUTIVE STAFF



■ Non-cadres / Non-executive staff  
■ Cadres / Executive staff

## RÉPARTITION FEMMES/HOMMES PROPORTION OF WOMEN / MEN



■ Femmes / Women  
■ Hommes / Men



## ACTIVITÉ EN CHIFFRES ACTIVITY: KEY FIGURES

### IMPLANTATIONS au 31 décembre 2012 LOCATIONS as of December 31, 2012



### RÉPARTITION DES EFFECTIFS EN CONTRAT À DURÉE INDÉTERMINÉE DISTRIBUTION OF EMPLOYEES ON PERMANENT CONTRACTS

**1101**

Fontenay-aux-Roses

**289**

Cadarache

**261**

Autres sites / Other locations

### DIFFUSION DES CONNAISSANCES / DISSEMINATION OF KNOWLEDGE

**2 584 923**

pages consultées sur le site Internet  
de l'IRSN (13 495 000 en 2011).  
visits to the IRSN website (13,495,000 in 2011).

**33**

avis et rapports publiés sur le site Internet  
de l'IRSN (27 en 2011).  
notices and reports published on the IRSN  
website (27 in 2011).

**20**

interventions de l'IRSN dans  
les Commissions locales d'information  
(30 en 2011).  
IRSN operations at local information  
commissions (30 in 2011).

**190 212**

pages consultées dans la rubrique  
« La recherche » (anciennement « Site  
scientifique ») du site Internet de l'IRSN  
(278 992 en 2011).  
pages consulted in the "Research" section  
(formerly the "scientific site") of the IRSN  
website (278,992 in 2011).

**34**

sollicitations adressées à l'IRSN par  
les Commissions locales d'information  
(51 en 2011).  
requests for IRSN action received from  
local information commissions (51 in 2011).

**2**

ouvrages publiés par l'IRSN (3 en 2011).  
IRSN publications (3 in 2011).

### RESSOURCES HUMAINES HUMAN RESOURCES

**87** en 2010 / in 2010

**39** en 2011 / in 2011

**97** en 2012 / in 2012

Recrutements en CDI.

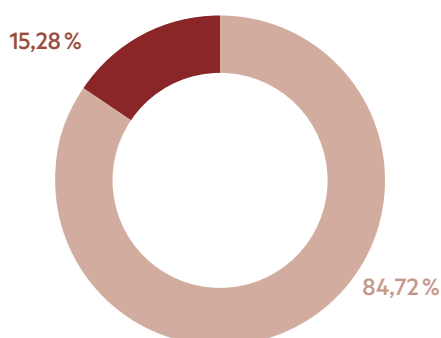
Employees recruited on permanent contracts.

**35 866**

heures de formation dispensées pour le maintien  
des compétences des ingénieurs et des experts  
de l'Institut (41 412 en 2011).  
hours of training given to maintain the skill levels  
of engineers and experts (41,412 in 2011).

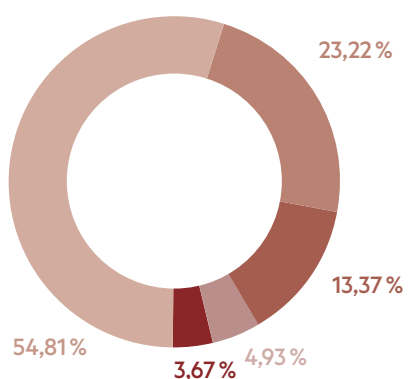
## BUDGET ET RÉPARTITION / BUDGET BREAKDOWN

### DÉPENSE DE FONCTIONNEMENT ET D'INVESTISSEMENT OPERATING AND INVESTMENT EXPENDITURE



- Fonctionnement / Operating expenses
- Investissement / Investment

### ORIGINE DU FINANCEMENT FRANÇAIS (HORS LOLF) FRENCH FUNDS (ASIDE FROM BUDGET ACT)



- Autres / Others
- État / State
- EDF / EDF
- CEA / CEA
- Areva / Areva

# 314 M€

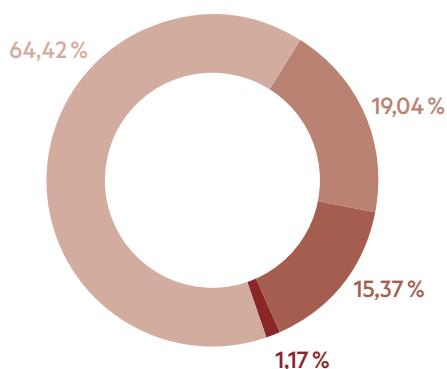
de recettes (293 M€ en 2011).  
314 €M revenue (293 €M in 2011).

# 305 M€

de dépenses, dont  
47 M€ d'investissement  
en équipements  
(282 M€ dont 18 M€ en 2011).  
305 €M revenue including  
47 €M for equipment  
investment

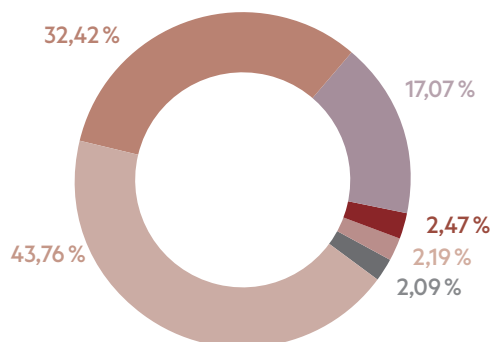
(282 €M including 18 €M in 2011).

### ORIGINE DU FINANCEMENT TOTAL TOTAL FUNDING



- Subvention du programme LOLF 190 / Budget Act 190 grant
- Autres ressources d'origine française ou étrangère (hors LOLF) / Other French or foreign funds (aside from Budget Act)
- Contribution exploitants / Operators' contribution
- Subvention du programme LOLF 212 / Budget Act 212 grant

### ORIGINE DU FINANCEMENT ÉTRANGER FOREIGN FUNDS



- Riskaudit / Riskaudit
- UE / EU
- Autres / Others
- China Nuclear Power / China Nuclear Power
- NERC / NERC
- Batelle Energy Alliance / Batelle Energy Alliance

### PRESTATIONS / SERVICE CONTRATCS

# 36,1 M€

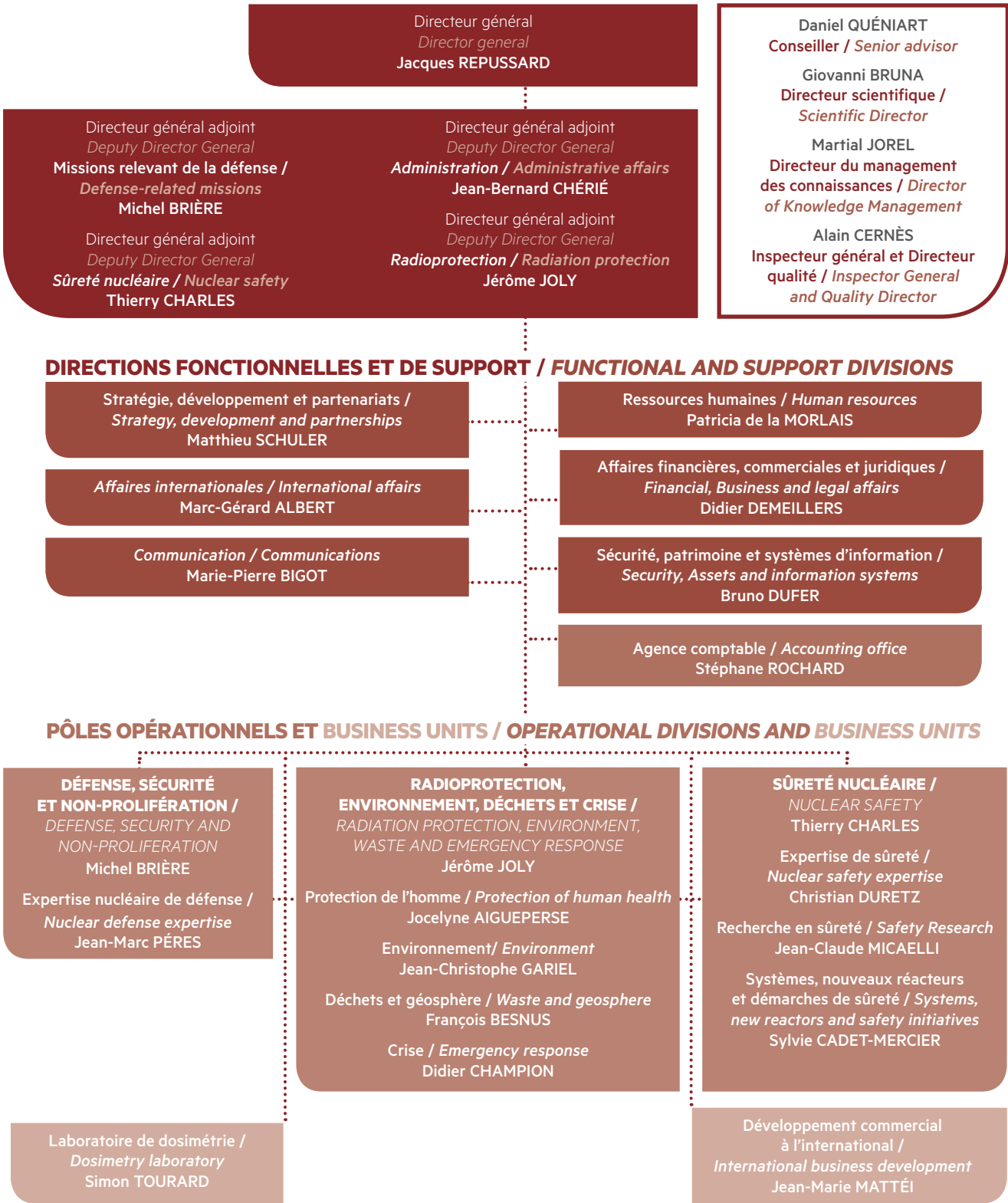
de chiffre d'affaires (36,2 en 2011).  
36.1 €M revenue (in millions of  
euros) (36.2 in 2011).

# 23 806

clients de l'Institut (25 557 en 2011).  
customers (25,557 in 2011).

Le rapport financier  
2012 de l'IRSN est  
disponible sur le site  
**www.irsn.fr** / IRSN  
Financial report 2012  
is available on the  
Website **www.irsn.fr**

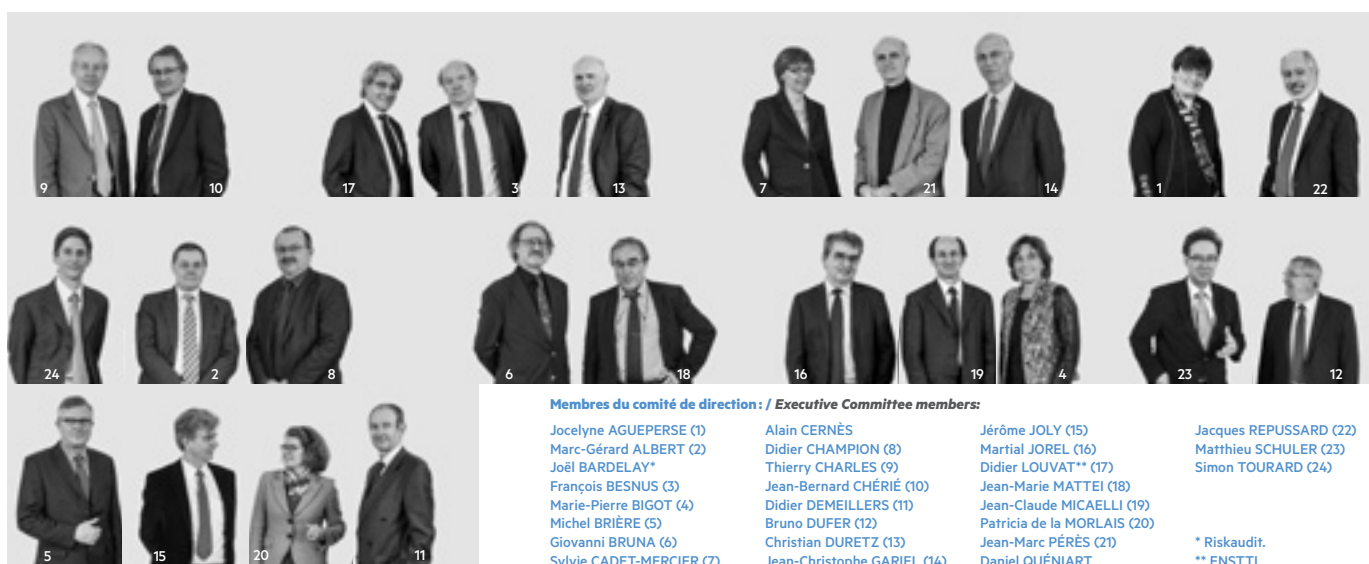
ORGANIGRAMME  
ORGANIZATION CHART



## COMITÉ DE DIRECTION / EXECUTIVE COMMITTEE (au 1<sup>er</sup> mars 2013 / as of March 1, 2013)

Le comité de direction de l'IRSN, présidé par le directeur général, est composé de 27 membres représentant les activités opérationnelles et fonctionnelles de l'Institut. Il se réunit une fois par mois afin d'examiner les questions relatives à la stratégie, au développement, au fonctionnement ainsi qu'aux prises de position de l'Institut.

*The IRSN Executive Committee is chaired by the Director General and made up of 27 members representing the Institute's operational and functional divisions. It meets once monthly to examine matters of strategy, development, operation, and the positions adopted by the Institute on various topics.*



## COMITÉ D'ÉTAT MAJOR / SENIOR MANAGEMENT COMMITTEE

**JACQUES REPUSSARD**, directeur général / *Director General*

**MICHEL BRIÈRE**, directeur général adjoint, délégué pour les missions relevant de la défense / *Deputy Director General in charge of defense-related missions*

**JEAN-BERNARD CHÉRIÉ**, directeur général adjoint, chargé de l'administration / *Deputy Director General in charge of administrative affairs*

**THIERRY CHARLES**, directeur général adjoint, chargé de la sûreté nucléaire / *Deputy Director General in charge of nuclear safety*

**JÉRÔME JOLY**, directeur général adjoint, chargé de la radioprotection / *Deputy Director General in charge of radiation protection*

**GIOVANNI BRUNA**, directeur scientifique / *Scientific Director*

**MARTIAL JOREL**, directeur du management des connaissances / *Director of Knowledge Management*

**MATTHIEU SCHULER**, directeur de la stratégie, du développement et des partenariats / *Director of Strategy, Development and Partnerships*

**MARIE-PIERRE BIGOT**, directrice de la communication / *Director of Communications*

**MARC-GÉRARD ALBERT**, directeur des affaires internationales / *Director of International Affairs*

**PATRICIA DE LA MORLAIS**, directrice des ressources humaines / *Director of Human Resources*

**ALAIN CERNÈS**, inspecteur général et directeur qualité / *Inspector General and Quality Director*

# CONSEIL D'ADMINISTRATION

## BOARD OF DIRECTORS

COMPOSITION (au 1<sup>er</sup> mars 2013) / COMPOSITION (as of March 1, 2013)

### MISSIONS / MISSIONS

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

*Deliberations by the Board of Directors rule on IRSN activities. More specifically, the Board deliberates on general conditions governing the Institute's organization and operation, its strategy and program, and its annual report. It also approves the budget, decisions involving changes, year-end financial statements and income appropriation.*

### DIX REPRÉSENTANTS DE L'ÉTAT TEN GOVERNMENT REPRESENTATIVES

**Patrick RENVOISÉ**, inspecteur pour la sécurité nucléaire de la Direction générale pour l'armement, représentant le ministre de la défense. / *Nuclear Safety Inspector for DGA, the French defense procurement agency, representing the Minister of Defense.* **Laurent TAPADINHAS**, directeur de la recherche et de l'innovation, représentant le ministre chargé de l'environnement. / *Director of Research and Innovation, representing the Minister of the Environment.* **Françoise TUCHMAN**, sous-directrice de la prévention des risques liés à l'environnement et à l'alimentation à la Direction générale de la santé, représentant le ministre chargé de la santé. / *Deputy Director of Environmental and Food Risk Prevention at the French Directorate General for Health, representing the Minister of Health.* **Charles-Antoine LOUËT**, sous-directeur de l'industrie nucléaire à la Direction générale de l'énergie et du climat, représentant le ministre chargé de l'industrie. / *Deputy Director for the Nuclear Industry, Directorate General for Energy and Climate, representing the Minister of Industry.* **Maria FAURY**, directrice scientifique du secteur énergie, développement durable, chimie et procédés à la Direction générale pour la recherche et l'innovation, représentant le ministre chargé de la recherche. / *Scientific Director of the Energy, Sustainable Development, Chemistry and Process Department of the Directorate General for Research and Innovation, representing the Minister of Research.* **Marc PORTEOUS**, chef du bureau d'expertise résilience aux risques de la Direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises, représentant le ministre chargé de la sécurité civile. / *Head of the Risk Resilience Assessment Office of the Directorate General for Civil Protection and Emergency Response, representing the Minister of Civil Protection.* **Jean-Denis COMBREXELLE**, directeur général du travail, représentant le ministre chargé du travail. / *Director of Labor Relations, representing the Minister of Employment.* **Anthony FARISANO**, chef de bureau énergie, participations, industrie et innovation à la Direction du budget, représentant le ministre chargé du budget. / *Head of the Energy, Profit-sharing, Industry and Innovation office at the Budget Directorate, representing the Minister of the Budget.* **Bernard DUPRAZ**, délégué à la sûreté nucléaire et à la radioprotection pour

les activités et installations intéressant la défense. / *Representative in charge of Nuclear safety and Radiation Protection for Defense-related Activities and Facilities.* **Nicolas CHANTRENNE**, chef de la mission de sûreté nucléaire et de radioprotection. / *Head of the Nuclear Safety and Radiation Protection Mission.*

### SIX PERSONNALITÉS QUALIFIÉES SIX ADVISORY MEMBERS

**Serge AUBERT**, général de division aérienne, sur proposition du ministre de la défense. / *Air Force Major General, nominated by the Minister of Defense.* **Jean-Claude DELALONDE**, président de l'Association nationale des commissions et comités locaux d'information, sur proposition du ministre chargé de l'environnement. / *Chairman of the National Association of Local Information Commissions and Committees, nominated by the Minister of the Environment.* **Jean-Marc CAVEDON**, président du conseil d'administration de l'IRSN, directeur du département de recherche d'énergie nucléaire et de sûreté à l'Institut Paul-Scherrer, Suisse, sur proposition du ministre chargé de la recherche. / *Chairperson, IRSN Board of Directors and Director of the Division for Research into Nuclear Energy and Safety at the Institut Paul-Scherrer, Switzerland, nominated by the Minister of Research.* **Michel BERSON**, membre de l'Office parlementaire des choix scientifiques et technologiques. / *Member of the French Parliamentary Office for the Evaluation of Scientific and Technological Choices.* **Deux membres** (en cours de nomination) / *Two members (to be appointed).*

### HUIT REPRÉSENTANTS DU PERSONNEL EIGHT STAFF REPRESENTATIVES

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

### PERSONNALITÉS PRÉSENTES DE DROIT OU ASSOCIÉES / EX OFFICIO OR ASSOCIATE MEMBERS

**Patricia BLANC**, directrice générale de la prévention des risques et Commissaire du gouvernement. / *Director General*

of Risk Prevention and Government Commissioner. **Bernard ABATE**, contrôleur général économique et financier. / *Auditor General.*

**Jacques REPUSSARD**, directeur général. / *Director General.*

**Michel BRIÈRE**, directeur général adjoint, délégué pour les missions relevant de la défense. / *Deputy Director General in charge of defense-related missions.* **Stéphane ROCHARD**, agent comptable. / *Accounting Officer.* **Philippe BOURACHOT**, secrétaire du comité d'entreprise. / *Works Committee Secretary.* **Pierre-Franck CHEVET**, président de l'Autorité de sûreté nucléaire. / *Chairman of the French Nuclear Safety Authority.*

## PRINCIPALES RÉALISATIONS 2012 MAIN ACCOMPLISHMENTS 2012

> Définition des conditions d'une participation de l'IRSN au projet de rénovation de la plate-forme expérimentale de criticité de Valduc. / *Definition of the conditions for IRSN participation in the Valduc experimental criticality platform renovation project.*

> Accord sur le schéma de restructuration immobilière du site de Fontenay-aux-Roses. / *Agreement on the Fontenay-aux-Roses site property restructuring plan.*

> Adoption des règles applicables au conseil d'administration relatives à la déclaration publique d'intérêts et à la transparence en matière de santé publique et de sécurité sanitaire. / *Adoption of rules applicable to the Board of Directors relating to the public declaration of interests and to transparency with respect to public health and to health and safety.*

---

**24**

membres / members

**4**

réunions en 2012 / meetings in 2012

**5**

ans de mandat / -year mandate

---

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

## STEERING COMMITTEE FOR THE NUCLEAR DEFENSE EXPERTISE DIVISION – CODEND

COMPOSITION (au 31 décembre 2012) / COMPOSITION (as of December 31, 2012)

### MISSIONS / MISSIONS

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

*The committee examines the activity program prepared by the Nuclear Defense Expertise Division before it is submitted to the Institute's Board of Directors. It is consulted when the Board of Directors is called upon to make decisions relating specifically to the organization or running of this Division and advises the Board of Directors on matters related to division activities.*

**Bernard DUPRAZ**, président du CODEND, délégué à la sûreté nucléaire et à la radioprotection pour les activités et installations intéressant la défense. / *CODEND Chairman, Representative in charge of Nuclear Safety and Radiation Protection for Defense-related Activities and Facilities.* **Jean-Louis LOZIER**, contre-amiral, représentant le chef d'état-major des armées. / *Rear-Admiral, representative of the Armed Forces Chief of Staff.* **Patrick RENVOISÉ**, ingénieur général de l'armement, représentant le délégué général de l'armement. / *Engineer General for Armaments, representing the DGA, the French defense procurement agency.* **Rony LOBJOIT**, colonel, représentant le secrétaire général pour l'administration du ministère de la défense. / *Colonel, representing the administrative Secretary General of the Ministry of Defense.* **Frédéric CASTAY**, général de division aérienne, inspecteur des armements nucléaires. / *Air Force Major General, Nuclear Weapons Inspector.* **Anthony FARISANO**, représentant le directeur du budget. / *Representing the Budget Director.*

**Marjorie THOMAS**, représentant le directeur des affaires stratégiques, de sécurité et du désarmement du ministère des affaires étrangères et européennes. / *Representing the Director of Strategic Affairs, Security and Disarmament at the Ministry*

*of Foreign and European Affairs.* **Fabrice POTTIER**, adjoint-chef du service de sécurité des infrastructures économiques et nucléaires, représentant le Haut fonctionnaire de défense et de sécurité du ministre de l'économie, des finances et de l'industrie. / *Deputy Head of the Economic and Nuclear Infrastructure Security Department, representing the Senior Defense and Security Official of the Ministry of the Economy, Finance, and Industry.* **Laurent DEMOLINS**, général de brigade, chef du service de défense, de sécurité et d'intelligence économique, représentant le Haut fonctionnaire de défense et de sécurité de la ministre de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement. / *Brigadier-General, Head of the Department of Defense, Security and Economic Intelligence, representing the Senior Defense and Security Official at the Ministry of Ecology, Sustainable Development, Transport and Housing.* **Jean-Baptiste FLEUTOT**, médecin en chef des armées, personnalité qualifiée, nommée par le ministre de la défense. / *Chief Medical Officer of the French Armed Forces, advisory member, appointed by the Minister of Defense.* **Serge POULARD**, personnalité qualifiée, nommée par le ministre chargé de l'industrie. / *Advisory member, appointed by the Minister of Industry.*



## PRINCIPALES RÉALISATIONS 2012 MAIN ACCOMPLISHMENTS 2012

• Examen sous l'angle « défense et sécurité » : / *Review of defense and security aspects of the following:*

> du bilan d'activité 2011 de la DEND et du rapport annuel 2011 de l'IRSN / *DEND 2011 Activity Report and IRSN 2011 Annual Report ;*

> du plan à moyen et long termes (PMLT) / *Medium- and Long-term Plan ;*

> du programme d'activité 2012 de la DEND / *DEND activity program for 2012.*

---

# 11

membres / *members*

# 3

réunions en 2012 / *meetings in 2012*

# 5

ans de mandat pour les deux personnalités  
qualifiées / *-year mandate for the two advisory  
members*

---

## CONSEIL SCIENTIFIQUE SCIENTIFIC COUNCIL

COMPOSITION (au 31 décembre 2012) / *COMPOSITION (as of December 31, 2012)*

### MISSIONS / *MISSIONS*

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

*The Scientific Council examines and gives its opinion on IRSN activity programs and ensures that its research programs are scientifically relevant and of the highest quality. It examines program results in order to prepare recommendations on Institute strategy. It may be consulted by the Board's Chairperson or by the supervisory ministers on any subject that comes under the Institute's authority.*

**Michel QUINTARD**, président du conseil scientifique, directeur de recherche à l'Institut de mécanique des fluides de Toulouse, sur proposition du ministre chargé de la recherche. / *Scientific Council Chairman, Research Director at the Toulouse Institute of Fluid Mechanics, nominated by the Minister of Research.* **Philippe ACKERER**, directeur adjoint de l'Institut de mécanique des fluides et des solides de Strasbourg, sur proposition du ministre chargé de l'environnement. / *Deputy Director of the Strasbourg Institute of Fluid and Solid Mechanics, nominated by the Minister of the Environment.* **Jean-Claude ANDRÉ**, directeur de recherche émérite, conseiller scientifique auprès de l'Institut des sciences de l'ingénierie et des systèmes du CNRS, sur proposition du ministre chargé du travail. / *Emeritus Research Director, Scientific Advisor to the CNRS Institute for Engineering and Systems Science, nominated by the Minister of Labor.* **Dietrich AVERBECK**, directeur de recherche émérite du CNRS à l'Institut Curie, sur proposition

du ministre chargé de la santé. / *CNRS Emeritus Research Director at the Curie Institute, nominated by the Minister of Health.* **Bernard BONIN**, directeur scientifique adjoint de la Direction de l'énergie nucléaire du Commissariat à l'énergie atomique, sur proposition du ministre chargé de la recherche. / *Deputy Scientific Director of the CEA Nuclear Energy Division, nominated by the Minister of Research.* **Yves-Sébastien CORDOLIANI**, médecin praticien, expert en radioprotection de l'homme, sur proposition du ministre chargé de la santé. / *Medical practitioner, human radiation protection expert, nominated by the Minister of Health.* **Denis GAMBINI**, médecin praticien, chercheur au service central de médecine du travail à l'hôpital Hôtel-Dieu de Paris, sur proposition du ministre chargé du travail. / *Medical practitioner, researcher at the Occupational Health Department at the Hôtel-Dieu hospital in Paris, nominated by the Minister of Labor.* **Pierre LAROCHE**, médecin en chef des armées, chef de la division médicale

du service de protection radiologique des armées, sur proposition du ministre de la défense. / *Chief Medical Officer of the French Armed Forces, Head of the Medical Division of the Armed Forces Radiation Protection Department, nominated by the Minister of Defense.* **André PINEAU**, professeur à l'École des mines de Paris, sur proposition du ministre chargé de l'industrie. / *Professor at the École des Mines de Paris, nominated by the Minister of Industry.*

**Bernard SEVESTRE**, chef de la mission sources à la Direction de l'énergie nucléaire du Commissariat à l'énergie atomique, sur proposition du ministre de la défense. / *Head of the Radioactive Sources Team at the CEA Nuclear Energy Division, nominated by the Minister of Defense.* **Patsy-Ann THOMPSON**, directrice de l'évaluation et de la protection de l'environnement à la Commission de sûreté nucléaire du Canada, sur proposition du ministre chargé de l'environnement. / *Director of Environmental and Radiation Protection and Assessments at the Canadian Nuclear Safety Commission, nominated by the Minister of the Environment.*

**George YADIGAROGU**, professeur émérite d'ingénierie nucléaire à l'Institut fédéral suisse de technologie, sur proposition du ministre chargé de l'industrie. / *Emeritus Professor of Nuclear Engineering at the Swiss Federal Institute of Technology, nominated by the Minister of Industry.*

## **PRINCIPALES RÉALISATIONS 2012** **MAIN ACCOMPLISHMENTS 2012**

### **• Achèvement et présentation des conclusions des évaluations menées par le conseil scientifique sur : / Completion and presentation of the conclusions of the assessments conducted by the Scientific Council on:**

> la stratégie de surveillance de l'environnement / *environmental monitoring strategy,*

> les logiciels critiques / *critical software,*

> les études épidémiologiques / *epidemiological studies,*

### **• Lancement de deux nouvelles évaluations sur : / Two new assessments were launched:**

– la dosimétrie externe / *external dosimetry,*

– les transferts atmosphériques / *atmospheric transfers.*

**12**

**membres / members**

**2**

**réunions en 2012 / meetings in 2012**

**5**

**ans de mandat / -year mandate**

---

# COMMISSION D'ÉTHIQUE ET DE DÉONTOLOGIE

## ETHICS COMMISSION

COMPOSITION (au 31 mars 2013) / COMPOSITION (as of March 31, 2013)

### MISSIONS / MISSIONS

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

*Included as part of the order organizing IRSN, the Ethics Commission reports to the Board of Directors and is responsible for advising it on preparing ethical charters that are applicable to the Institute's activities and for monitoring their application, including conditions within the Institute for separating assessment missions performed on behalf of government departments and those performed for public or private operators. It also serves as a mediator when problems of an ethical nature arise.*

**Jean-Pierre DUPUY**, président de la commission, ingénieur général du Corps des mines, philosophe, professeur à l'École polytechnique et à l'université Stanford, Californie, membre de l'Académie des technologies. / *Chairman of the Commission, Corps des Mines Engineer General, philosopher, professor at the École Polytechnique and Stanford University, California, and member of the French Academy of Technology.* **Jean-Claude AMEISEN**, biologiste, immunologiste, professeur de médecine à l'université Paris-Diderot et à l'hôpital Bichat, membre du Comité consultatif national d'éthique, président du Comité consultatif national d'éthique pour les sciences de la vie et de la santé, président du comité d'éthique pour la recherche médicale et en santé de l'Inserm. / *Biologist, immunologist, professor of medicine at University of Paris Diderot and Bichat Hospital, member of the French national ethics advisory committee, chairman of the French National Ethics Advisory Committee for life and health sciences, Chairman of Inserm's Ethics Committee for medical and health research.* **Jacques ARRIGHI DE CASANOVA**, conseiller d'État, président adjoint de la section du contentieux au Conseil d'État, professeur associé à l'université Paris 2-Assas. / *Member of the Council of State (Conseil d'Etat), Vice President of the Litigation Section at the Council of State, associate Professor at University of Paris 2-Assas.* Depuis mars 2013, **Agnès BUZYN**, médecin et professeur d'hématologie, présidente de l'Institut national du cancer (INCa) / *Since march 2013, Doctor and professor of hematology, Chairperson of the French National Cancer Institute.*

**Éric VINDIMIAN**, ingénieur général du génie rural, des eaux et forêts, directeur régional à l'Institut de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture (Irstea), spécialiste des impacts toxiques sur l'environnement et la santé, et de l'expertise dans les politiques publiques environnementales. / *Engineer General in rural engineering, water and forests, Regional Director of the IRSTEA (French research institute for environmental and agricultural science and technology), specialist in the impact of toxic substances on the environment and health and in assessment of public environmental policies.*

### PRINCIPALES RÉALISATIONS 2012 MAIN ACCOMPLISHMENTS 2012

> Élaboration de deux avis: l'un relatif au rôle et à la position de l'IRSN dans le débat de société sur l'énergie nucléaire ; l'autre sur la question particulière de la transmission de données en lien avec les retombées radioactives de l'accident de Tchernobyl à l'Inserm. / *Preparation of two opinions: one on the role and position of IRSN in the social debate on nuclear energy, the other on the specific issue of transmitting to Inserm data relating to radioactive fallout from the Chernobyl accident.*

> Examen des lignes directrices de la charte de déontologie de l'IRSN et avis sur une première version. / *Review of the guidelines of the IRSN ethics charter and opinion on an initial draft.*

---

5

membres / members

3

réunions en 2012 / meetings in 2012

4

ans de mandat / -year mandate

---

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

## NUCLEAR SAFETY AND RADIATION PROTECTION RESEARCH POLICY COMMITTEE – COR

COMPOSITION (au 31 décembre 2012) / COMPOSITION (as of December 31, 2012)

### MISSIONS / MISSIONS

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

*The Nuclear Safety and Radiation Protection Research Policy Committee, or COR, is an advisory body to the IRSN Board of Directors, giving opinions on research objectives and priorities in the fields of nuclear safety and radiation protection. It adopts a global approach that takes into consideration the requirements of society and the public authorities, complementing the activity of IRSN's Scientific Council, which focuses on the quality and relevance of the Institute's research programs and outcomes from a scientific perspective.*

### POUVOIRS PUBLICS PUBLIC AUTHORITIES

**Représentants des ministères de tutelle : / Supervisory ministry representatives:** Maria FAURY, directrice scientifique du secteur énergie, développement durable, chimie et procédés, Direction générale de la recherche et de l'innovation, représentant le ministère chargé de la recherche. / *Scientific Director of the Energy, Sustainable Development, Chemistry and Process Department Directorate General for Research and Innovation, representing the Ministry of Research.* Marie-Christine FAVROT, chargée de mission santé, stratégie et recherche auprès du directeur général de la santé, représentant le ministère chargé de la santé. / *Health, Strategy and Research Task Officer to the Director General for Health, representing the Ministry of Health.* Claire HUBERT, chef du service de la recherche, Direction de la recherche et de l'innovation, représentant le ministère chargé de l'écologie. / *Head of Research, Directorate for Research and Innovation, representing the Ministry of Ecology.* Pascal QUENTEL, inspecteur délégué de la sécurité nucléaire, Délégation générale pour l'armement, représentant le ministère de la défense. / *Nuclear Safety Inspector, DGA (French defense procurement Agency).* **En cours de nomination**, sous-direction de l'industrie nucléaire à la Direction générale de l'énergie et du climat, représentant le ministère chargé de l'industrie, / *Being appointed, the Ministry of Defense, Subdirectorate for Nuclear Industry, Directorate General for Energy and Climate, representing the Ministry of Industry.* **Représentant le ministère chargé du travail : / Representing the Ministry of Labor:** Thierry LAHAYE, chargé des questions relatives à la protection des travailleurs contre les risques physiques, Direction générale du travail. / *In charge*

*of matters relating to the protection of workers against physical hazards, Directorate General for Labor.* **Représentant de l'Autorité de sûreté nucléaire : / Representative of French Nuclear Safety Authority:** Jean-Christophe NIEL, directeur général. / *Director General.*

### ENTREPRISES ET ASSOCIATIONS PROFESSIONNELLES / COMPANIES AND PROFESSIONAL ASSOCIATIONS

**Représentant Areva** (en cours de nomination) / *Areva representative (to be nominated).* Noël CAMARCAT, délégué recherche et développement nucléaire, Direction production ingénierie, EDF. / *Nuclear Research and Development Officer, Generation and Engineering Branch, EDF.* Fabrice BOISSIER, directeur de la maîtrise des risques, Andra. / *Director of Risk Control, Andra.* Dietrich AVERBECK, Institut Curie, représentant de la SFRP. / *Curie Institute, SFRP representative.* Jean-Marc COSSET, chef de la radiothérapie de l'Institut Curie, représentant de la SFRO. / *Head of Radiotherapy at the Curie Institute, SFRO representative.*

### SALARIÉS DU SECTEUR NUCLÉAIRE EMPLOYEES IN THE NUCLEAR SECTOR

**Représentants des organisations syndicales nationales représentatives : / Representatives of national labor unions:** Jean-Paul CRESSY, FCE-CFDT. Jean-François DOZOL, FO. Claire ÉTINEAU, CFTC. Jaques DELAY, CFE-CGC. Clément CHAVANT, CGT.

## ÉLUS / ELECTED REPRESENTATIVES

**Représentants de l'OPECST :** / *OPECST representatives:* **Marcel Pierre CLÉACH**, Sénateur. / *Senator.* **Denis BAUPIN**, Député de Paris. / *Member of Parliament for Paris.* **Représentante des Commissions locales d'information (Cli) :** / *Representative of the Local Information Commissions (CLI):* **Monique SENÉ**, vice-présidente de l'Ancli. / *Vice-President of Anccli.* **Représentants de communes accueillant une installation nucléaire, proposés par l'Association des maires de France :** / *Representatives of municipalities hosting a nuclear facility, proposed by the Association of French Mayors:* **Yves LE BELLEC**, maire de Pierrelatte. / *Mayor of Pierrelatte.* **Bertrand RINGOT**, maire de Gravelines. / *Mayor of Gravelines.*

## ASSOCIATIONS / ASSOCIATIONS

**David BOILLEY**, président d'Acro. / *President of ACRO.* **Jacky BONNEMAIS**, président de Robin des bois. / *President of Robin des Bois.* **Représentant** (en cours de nomination) de Malades et accidentés du nucléaire et du chimique et leurs sympathisants (Manes). / *Representative (being appointed) of MANES, an association of victims of occupational diseases and accidents in the nuclear and chemicals sectors and their friends and families.* **Maryse ARDITI**, France nature environnement. / *France Nature Environnement.* **Simon SCHRAUB**, administrateur de la Ligue nationale contre le cancer. / *Director of the Ligue Nationale Contre le Cancer.*

## PERSONNALITÉS QUALIFIÉES ADVISORY MEMBERS

**Jean-Claude DELALONDE**, président de l'Ancli. / *President of Anccli.* **Henri REVOL**, président du Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire. / *President of the High Committee for Transparency and Information on Nuclear Safety.* **Jean-Marc CAVEDON**, président du conseil d'administration de l'IRSN, président *ex officio* du COR. / *Chairperson, IRSN Board of Directors, ex officio Chairperson of the Nuclear Safety and Radiation Protection Research Policy Committee.*

## ORGANISMES DE RECHERCHE RESEARCH ORGANIZATIONS

**Christophe BEHAR**, directeur de l'énergie nucléaire, CEA. / *Director of Nuclear Energy, CEA.* **Thierry DAMERVAL**, directeur général délégué à la stratégie, Inserm. / *Deputy Director general for Strategy – Inserm.* **Représentant** (en cours de nomination) de Paristech, président de l'université Grenoble 1-Joseph Fourier, représentant de la Conférence des présidents d'université (CPU). / *Being appointed Paristech, President of Grenoble 1 University, representative of the French Conference of University Presidents (CPU).* **Cyrille THIEFFRY**, chargé de mission pour la radioprotection et les affaires nucléaires,

IN2P3, représentant le CNRS. / *Task Officer for Radiation Protection and Nuclear Affairs, IN2P3, CNRS representative.*

## PERSONNALITÉS ÉTRANGÈRES FOREIGN MEMBERS

**Jean-Jacques VAN BINNEBEEK**, directeur général, AVN, Belgique. / *Director General, AVN, Belgium.* **Ted LAZO**, NEA (Nuclear Energy Agency), OCDE. / *NEA, OECD.* **Christophe BADIE**, Département des évaluations environnementales, Health Protection Agency (HPA), Royaume-Uni. / *Environmental Assessments Department, Health Protection Agency (HPA), United Kingdom.* **George YADIGAROGU**, professeur émérite d'ingénierie nucléaire à l'Institut fédéral suisse de technologie (ETH), Suisse. / *Professor of Nuclear Engineering at the Swiss Federal Institute of Technology.*

## PERSONNALITÉS PRÉSENTES DE DROIT EX OFFICIO MEMBERS

**Yves BRECHET**, Haut Commissaire à l'énergie atomique (en cours de nomination). / *Atomic Energy High Commissioner.* **Nomination en cours** du commissaire du Gouvernement et directeur général de la prévention des risques, ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer. / *Being appointed, Government Commissioner and Director General of Risk Prevention at the Ministry of Ecology, Energy, Sustainable Development and the Sea.* **Michel QUINTARD**, président du conseil scientifique de l'IRSN, directeur de recherche CNRS à l'Institut de mécanique des fluides de Toulouse. / *IRSN Scientific Council Chairman, CNRS Research Director at the Toulouse Institute of Fluid Mechanics.* **Jacques REPUSSARD**, directeur général de l'IRSN. / *Director General of IRSN.*

## PRINCIPALES RÉALISATIONS 2012 MAIN ACCOMPLISHMENTS 2012

> Participation d'un groupe de travail chargé d'animer le retour des parties prenantes du COR dans le processus de consultation mis en place pour finaliser l'agenda stratégique du réseau d'excellence européen STAR. / *Participation in a working group tasked with coordinating the feedback from COR stakeholders in the consultation process implemented to finalize the strategic agenda of STAR, the European network of excellence;*  
> Validation de la synthèse des travaux du GT FAIDO sur les recherches de l'IRSN sur les faibles doses. / *Validation of the summary of the work of the FAIDO WG on IRSN research on low doses;*  
> Réflexions sur les recherches de l'IRSN sur les fortes doses. / *Discussions on IRSN research on high doses.*

---

# 2

réunions en 2012 / meetings in 2012

---

# 36

membres / members

---

# 2012

## AVANCÉES ET PRINCIPALES ACTIONS CONDUITES EN 2012..... P. 32

*PROGRESS AND MAIN ACTIVITIES IN 2012*

## POLITIQUE DE TRANSPARENCE ET COMMUNICATION..... P. 42

*TRANSPARENCY AND COMMUNICATIONS POLICY*

## DIFFUSION DE LA CULTURE DE SÛRETÉ ET DE RADIOPROTECTION..... P. 47

*PROMOTING A SAFETY AND RADIATION PROTECTION CULTURE*

### 14-17 DÉCEMBRE

Le gouvernement japonais et l'AIEA organisent à Koriyama (Préfecture de Fukushima) une conférence ministérielle internationale traitant de sûreté nucléaire et à laquelle participent Delphine Batho, ministre en charge de l'écologie, du développement durable et de l'énergie, et Jacques Repussard.

### DECEMBER 14-17

*The Japanese Government and the IAEA organized an international ministerial conference in Koriyama (Fukushima Prefecture) on nuclear safety. Delphine Batho, the French Minister of Ecology, Sustainable Development and Energy, and Jacques Repussard, both took part.*



# BILAN & STRATÉGIE

## SUMMARY & STRATEGY

### 17 AVRIL

L'IRSN et l'Anccli organisent une rencontre sur le thème « Les leucémies infantiles autour des centrales nucléaires françaises » à destination des membres de Commissions locales d'information (Cli).

### APRIL 17

*IRSN and the Anccli organized a meeting on "Childhood leukemia around French nuclear power plants" for local information commission members.*

### 9 JUIN

Le site IRSN du Vésinet ouvre ses portes au public dans le cadre de la Journée portes ouvertes des entreprises de Croissy-sur-Seine (Yvelines).

### JUNE 9

*The IRSN site at Le Vésinet opened its doors to the public as part of the Croissy-sur-Seine business open day.*



AVANCÉES ET PRINCIPALES ACTIONS CONDUITES EN 2012  
*PROGRESS AND MAIN ACTIVITIES IN 2012*

# POST-FUKUSHIMA: APRÈS LE DIAGNOSTIC, LES RENFORCEMENTS DE LA ROBUSTESSE DES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES

## *POST-FUKUSHIMA: AFTER THE DIAGNOSIS, IMPROVING THE RELIABILITY OF NUCLEAR FACILITIES*

Après une année 2011 marquée par une forte implication de l'IRSN dans l'expertise des évaluations complémentaires de sûreté (ECS) des installations nucléaires françaises et dans les *stress tests* des réacteurs de puissance européens, 2012 aura connu une activité tout aussi intense, caractérisée par la priorité à prendre en compte les leçons de la catastrophe de Fukushima-Daiichi (Japon).

*After 2011, a year marked by IRSN's heavy involvement in complementary safety assessments of French nuclear facilities and European power reactor stress tests, its 2012 activities were just as intense and characterized by its main concern, which was to take into account the lessons learned from the Fukushima-Daiichi disaster (Japan).*

### **APPROCHE STRATÉGIQUE**

Tout au long de l'année 2012, l'Institut a œuvré simultanément pour le renforcement de la robustesse des installations nucléaires et une meilleure préparation à la gestion d'une éventuelle crise nucléaire majeure. Au plan européen, il a contribué à l'harmonisation des pratiques d'expertise de sûreté nucléaire avec le développement du réseau ETSON des TSO européens, et à l'élaboration des agendas stratégiques de recherche européens permettant de prioriser les enjeux de connaissance pour la sûreté et la radioprotection. Enfin, il a participé à la définition et au début de la mise en œuvre du plan d'action de l'AIEA à l'échelle mondiale. Avec le renforcement de la direction générale et la création de trois pôles englobant recherche, expertise et conduite des autres missions de service public - respectivement dans les trois grands domaines de la sûreté, de la sécurité et de la non-prolifération, ainsi que de la radioprotection - la réorganisation de l'IRSN, début 2012, a permis de faire face à un accroissement de la charge de travail et de lancer une démarche stratégique d'ensemble.

### **INTERNATIONAL : DÉPLOIEMENT DE PLATES-FORMES EUROPÉENNES DE RECHERCHE**

En parallèle d'un travail sur l'approfondissement des enseignements à tirer de l'accident de Fukushima-Daiichi, un nouveau modèle de gouvernance

### **STRATEGIC APPROACH**

*Throughout 2012, the Institute worked simultaneously to strengthen the reliability of nuclear facilities and to improve preparations for responding to a possible future major nuclear crisis. At the European level, it contributed to the harmonization of nuclear safety assessment practices with the development of the ETSON network of European Technical Safety Organizations (TSOs) and the preparation of European strategic research agendas prioritizing safety and radiation protection issues. Lastly, it was involved in defining and initiating the implementation of the International Atomic Energy Agency (IAEA) action plan on a global scale. With the strengthening of general management and the creation of three divisions respectively encompassing the research, assessment and operation of other public service activities in the three main areas of safety, security and non-proliferation, and radiation protection, the reorganization of IRSN early in 2012 led to an increased workload and the launch of a general strategic initiative.*

### **INTERNATIONAL ACTIVITY: DEPLOYMENT OF EUROPEAN RESEARCH PLATFORMS**

*A detailed analysis of the lessons to be learned from the*



/// L'IRSN a joué un rôle moteur dans la mise en place de la plateforme européenne NUGENIA, dédiée à la recherche et développement des technologies de fission nucléaire pour les réacteurs de générations II et III (photo: assemblée générale, mars 2013).

/// IRSN played a driving role in setting up NUGENIA, a European technology platform devoted to research and development in nuclear fission technology for Generation II and III reactors. (photo: French General Assembly, March 2013)

internationale des travaux de recherche a pris de l'importance en 2012. L'Institut a ainsi joué un rôle moteur dans la constitution de plateformes regroupant, à l'échelle européenne, toutes les parties prenantes – TSO, universités, laboratoires, industriels, etc. – invitées à mettre en commun leurs approches et leurs moyens dans le cadre d'agendas stratégiques de recherche portant sur de grands sujets de sûreté nucléaire ou de radioprotection. C'est le cas en particulier de l'association

NUGENIA, lancée fin mars 2012 en vue de mutualiser les moyens et de rapprocher les réseaux d'excellence en matière de recherche européenne consacrée aux réacteurs de générations II et III. Ce nouveau mode d'organisation et de pilotage de la recherche est soutenu par la Commission européenne, qui encourage la mise en place d'agences de gestion de projets pour les futurs appels à projets ainsi que leur suivi. Outre ces travaux, l'IRSN s'est attaché à consolider les liens

Fukushima-Daiichi accident in Japan coincided with the growing importance of a new international research governance model in 2012. The Institute was thus a driving force in setting up platforms bringing together all the stakeholders on a European scale – TSOs, universities, laboratories, industry, etc. – who were invited to pool their approaches and resources within the framework of the strategic research agendas for major nuclear safety or radiation protection issues. This was particularly the case with the NUGENIA association launched at the end of March 2012 to share resources and bring the excellence networks closer together in terms of European research on Generation II and III reactors. The new method of research organization and management is supported by the European Commission, which promotes the creation of project management agencies for future calls for projects and their follow-up.

Apart from this work, IRSN endeavored to strengthen its bilateral links with several partners with a view to sharing safety approaches and research and assessment efforts. Some of these partners located in central and eastern Europe have focused their research and assessment capability on nuclear safety and radiation protection within the

**109,6**

hommes.an consacrés  
aux activités internationales  
(98 en 2011).

person.years devoted to  
international activities  
(98 in 2011).

bilatéraux qu'il entretient avec plusieurs partenaires dans une optique de partage des approches de sûreté ainsi que des efforts consacrés tant à la recherche qu'à l'expertise. Certains de ces partenaires, basés en Europe centrale et orientale, ont orienté leur capacité de recherche et d'expertise en sûreté nucléaire et en radioprotection dans le cadre de programmes de l'Union européenne comme PHARE ou TACIS. Ils participent désormais pleinement à plusieurs projets dans lesquels l'Institut est engagé avec, en ligne de mire, un possible accueil au sein du réseau ETSO des TSO européens et une participation aux plateformes internationales évoquées précédemment. Le réseau ETSO a, par ailleurs, poursuivi le resserrement de ses liens avec ses partenaires japonais, à la suite de la première réunion du Comité franco-japonais sur l'énergie nucléaire, qui s'est tenue au Japon les 20 et 21 février. À cette occasion ont été identifiés différents thèmes de collaboration scientifique en matière de sûreté nucléaire et de protection radiologique de l'homme et de l'environnement, tels que les accidents graves, le suivi des conséquences environnementales et sanitaires de l'accident de Fukushima-Daiichi, la gestion postaccidentelle ou la formation à la gestion de crise. En particulier, la coopération avec la Japan Nuclear Energy Safety Organization (JNES), homologue japonais de l'IRSN et membre associé d'ETSON, s'est renforcée à l'occasion de deux séminaires qui ont permis de faire le point sur la collaboration en cours entre les deux TSO en matière de risque d'incendie et d'approfondir les sujets d'intérêt commun dans le domaine des accidents graves de réacteurs à eau légère. Après avoir pris part, en 2011, aux *stress tests* menés sur 140 installations nucléaires à travers l'Union européenne, l'IRSN a contribué à la revue par les pairs des rapports établis par 17 pays sur les évaluations menées dans ce cadre. Cette expérience a également conduit l'IRSN à proposer le concept de « noyau dur » de matériels et de dispositions d'organisation destinés à garantir, dans des circonstances extrêmes, la disponibilité des fonctions essentielles à la sûreté d'une installation nucléaire jusqu'à l'intervention de moyens externes au site. Au plan international, l'IRSN a mis un expert à disposition de l'AIEA pour contribuer au plan d'action de l'Agence pour la sûreté nucléaire, qui vise à renforcer le cadre mondial par une coopération accrue entre ses États membres. Enfin, au plan organisationnel, l'Institut a créé une business unit dénommée « BU-DCI », dont le rôle est de mettre à disposition son savoir-faire et son expertise à l'international, dans un cadre complémentaire de celui de l'action publique.

#### **EXPERTISE EN SÛRETÉ NUCLÉAIRE ET RADIOPROTECTION : L'IRSN ENRICHIT LA DOCTRINE DE DÉFENSE EN PROFONDEUR**

L'année 2012 a vu l'extension à l'ensemble des installations nucléaires françaises – réacteurs de puissance actuellement en exploitation et en construction, réacteurs expérimentaux et installations du cycle du combustible nucléaire – des évaluations complémentaires de sûreté (ECS) entreprises en 2011 sur les principales d'entre elles. Sur la base du rapport d'expertise correspondant qu'il a remis, le 17 novembre 2011, à l'ASN et aux membres des groupes permanents d'experts, l'IRSN s'est attaché, en 2012, à revisiter les principes qui constituent la doctrine de défense en profondeur et à proposer de les compléter par l'adoption du concept de « noyau dur ». Appelé à être décliné en France pour chaque installation nucléaire, ce « noyau dur » implique des modifications d'installations dont les principes seront progressivement affinés. Toujours dans un cadre européen, l'Institut a contribué à l'élaboration, par ETSO, de guides techniques formalisant les meilleures pratiques à appliquer dans le domaine de l'évaluation de la sûreté nucléaire, sur la base de l'expérience de l'ensemble des membres du réseau européen des TSO. S'intéressant également aux réacteurs susceptibles d'être construits dans le futur, l'IRSN a publié,

framework of European Union programs such as PHARE or TACIS. They are now participating fully in several projects in which the Institute is engaged with a view to possibly being accepted into the ETSO network of European TSOs and participating in the abovementioned international platforms. The ETSO network has, in addition, continued to strengthen its links with its Japanese partners, following the first meeting of the Franco-Japanese Committee on nuclear energy, held in Japan on February 20 and 21. At this stage, different areas of scientific cooperation regarding nuclear safety and human and environmental radiation protection, such as serious accidents, monitoring the environmental and health consequences of the Fukushima-Daiichi accident, post-accident management or emergency response training, were identified. In particular, cooperation with the Japan Nuclear Energy Safety Organization (JNES), the Japanese counterpart of IRSN and associate member of ETSO, was strengthened during two seminars that took stock of ongoing collaboration between the two TSOs on the subject of fire risk and discussed in detail areas of common interest related to severe accidents in light water reactors.

After taking part, in 2011, in the stress tests conducted on 140 nuclear facilities across the European Union, IRSN contributed to the peer review of the reports drawn up by 17 countries on the assessments carried out in this context. This experiment also led IRSN to propose the "hardened safety core" concept for equipment and organizational measures designed to guarantee, under extreme circumstances, the availability of functions that are essential to the safety of a nuclear facility until off-site resources are able to intervene. On an international level, IRSN provided IAEA with an expert to assist with the Agency's nuclear safety action plan, which aims to strengthen the global framework through increased cooperation between its Member States. Lastly, on an organizational level, the Institute created a business unit called BU-DCI, whose role is to make its know-how and expertise available internationally, in an approach that complements its public activity.

#### **NUCLEAR SAFETY AND RADIATION PROTECTION ASSESSMENT: IRSN ENHANCES THE DEFENSE-IN- DEPTH POLICY**

2012 saw the complementary safety assessments undertaken in 2011 on the main nuclear facilities extended to all French nuclear facilities – power reactors currently in use or under construction, experimental reactors and nuclear fuel cycle facilities. On the basis of the corresponding report submitted on November 17, 2011 to the French nuclear safety authority (ASN) and members of the standing advisory groups, IRSN undertook to review the principles of the defense-in-depth policy in 2012 and to supplement them by adopting the "hardened safety core" concept. The "hardened safety core", which was designed to be rolled out in France in different forms for each nuclear facility, involves changes to facilities, the principles of which will gradually be defined in greater detail. Still within a European context, the Institute contributed to the drafting by ETSO of technical guides formalizing the best practices to be implemented in the field of nuclear safety assessment, based on the experience of all the members of the European network of Technical Safety Organizations (TSOs).

IRSN also takes a keen interest in reactors that may be built in the future and, in 2012, published a review of



# 50,4%

du budget de l'IRSN consacrés à l'appui technique et aux missions d'intérêt public – hors projets immobilier et Feursmétal (50,2 % en 2011).

of IRSN's budget was devoted to technical support and public service missions - excl. property projects and Feursmétal (50.2% in 2011).

en 2012, une revue des filières de réacteurs de génération IV sous l'angle de la sûreté et de la radioprotection.

Cette première analyse d'ensemble a montré, d'une part, que les six concepts de réacteurs concernés étaient

très hétérogènes en termes de maturité et, d'autre part, que des

avancées technologiques significatives restaient indispensables pour chacun

d'entre eux afin d'aboutir aux niveaux attendus de sûreté, notamment en prenant en considération les premières leçons tirées de l'accident de Fukushima-Daiichi.

Parmi les autres expertises menées par l'IRSN en 2012 figurent celles de plusieurs dossiers majeurs tels que l'examen, au plan de la sûreté, du dossier établi par le CEA dans le domaine de la transmutation des radioéléments à vie longue en radioéléments à vie courte et celui de modifications apportées au réacteur européen EPR en construction sur le site de Flamanville (Manche). La mission d'appui technique de l'IRSN aux pouvoirs publics dépassant le cadre de l'expertise des dossiers de sûreté soumis par les exploitants, l'Institut a joué son rôle de « vigie » en matière de sûreté nucléaire et de surveillance radiologique par la publication de différents rapports dressant un état des lieux, respectivement de la surveillance de l'environnement en France, de celle des anciens sites miniers, du suivi des travailleurs professionnellement

Generation IV reactor systems from the safety and radiation protection point of view. This first comprehensive analysis showed that the six reactor designs involved are highly heterogeneous in terms of maturity and that significant technological advances are still needed for each of them to achieve the expected levels of safety, in particular taking into account the first lessons learned from the Fukushima-Daiichi accident.

Other assessments conducted by IRSN in 2012 included work on several major reports such as the review, in terms of safety, of the documents drawn up by CEA on the transmutation of long-lived radioactive elements into short-lived radioactive elements and the documents on changes made to the European EPR under construction at Flamanville in Normandy. As IRSN's technical support to public authorities went beyond the assessment of safety reports submitted by operators, the Institute fulfilled its role of nuclear safety and radiation monitoring "watch-dog" by publishing various reports that respectively gave an overview of environmental monitoring in France, the monitoring of former mining sites and the monitoring of workers occupationally exposed to ionizing radiation, etc. In the field of radiation protection in the medical sector, the assessments conducted by IRSN showed an increase in the number of incidents, in particular in interventional radiology, leading it to alert the authorities about this worrying trend.

Finally, IRSN reviewed its internal emergency response organization by setting up a health impact unit and an



/// Le concept innovant de « noyau dur » décliné pour chaque installation a été proposé par l'IRSN pour enrichir la doctrine de défense en profondeur.

/// IRSN proposed its novel hardened safety core concept, adapted to each facility for a more robust approach to defense-in-depth.

exposés aux rayonnements ionisants, etc. Dans le domaine de la radioprotection en milieu médical, les expertises menées par l'IRSN ont révélé une progression du nombre d'incidents, en particulier en radiologie interventionnelle, conduisant l'Institut à alerter les pouvoirs publics au sujet de cette évolution préoccupante. Enfin, l'IRSN a revisité son organisation interne de crise avec, d'une part, la mise en place d'une cellule santé et d'une cellule environnement chargée, entre autres missions, du pilotage des réseaux de mesure et, d'autre part, la mobilisation de l'ensemble des moyens de l'Institut, sous la coordination interne du directeur de crise, en situation d'urgence.

#### **APPUI DES AUTORITÉS DANS LE DOMAINE DE LA SÉCURITÉ**

En 2012, l'IRSN a notamment apporté son appui au ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie (MEDDE) dans le cadre :

- du Groupe ad hoc sur la sécurité nucléaire (GAHSN) de la Commission européenne. L'IRSN a contribué à la préparation des positions françaises et à la rédaction du rapport final;
- du processus de mise en conformité des installations au référentiel de sécurité résultant de la nouvelle réglementation. L'IRSN a contribué à la définition du plan d'action et a analysé les dossiers des opérateurs.

#### **RECHERCHE : LA MONTÉE EN PUISSANCE DES PROJETS POST-FUKUSHIMA**

Les projets de recherche menés par l'IRSN, en particulier dans un cadre international, prennent en compte la part croissante, parmi les activités d'expertise de l'Institut, des objectifs de robustesse accrue des

environmental impact unit specifically responsible for managing measuring networks and by mobilizing all the Institute's resources, under the internal coordination of the emergency response manager, in an emergency situation.

#### **SUPPORT FOR THE AUTHORITIES WITH RESPECT TO SAFETY**

In 2012, IRSN gave its support to the French Ministry of Ecology, Sustainable Development and Energy (MEDDE) as part of:

- the European Commission's Ad-hoc Group on Nuclear Security. IRSN helped prepare the French positions and compile the final report;
- the process of ensuring that facilities comply with the safety reference system resulting from the new regulations. IRSN helped define the action plan and analyzed the operators' documents.

#### **RESEARCH: THE GROWTH OF POST-FUKUSHIMA PROJECTS**

The research projects conducted by IRSN, in particular in an international context, take into account the growing proportion of the Institute's assessment activities devoted to increasing the reliability of nuclear facilities and organizations in terms of both prevention and post-accident response. In addition to complementary safety assessments, the Government wished to send a strong signal about the importance of research as a driving force for prevention and therefore devoted a portion of its future investments to strengthening nuclear safety and radiation



**La parole à...** Hervé Péro, chef d'unité – DG recherche & innovation – Commission européenne

**In the words of...** Hervé Péro, Head of Unit at the Directorate-General for Research and Innovation of the European Commission

« La création de grandes plates-formes, destinées à stimuler la R&D européenne en constituant une masse critique de partenaires indispensable pour exister sur l'échiquier mondial, remonte à une dizaine d'années. Née dans des secteurs tels que l'aéronautique, cette approche s'est étendue, depuis, au domaine Euratom avec, par exemple, la création de NUGENIA, destinée à l'acquisition des connaissances nécessaires à la poursuite de l'exploitation des réacteurs existants et au développement de nouvelles générations, ou celle de MELODI, qui a vocation à porter une vision communautaire en matière de recherche sur l'exposition chronique à de faibles doses de rayonnements ionisants. Pour faire de chaque plate-forme la référence scientifique et technique de son domaine, la Commission souhaite les voir évoluer d'une logique de projets à une logique de programmes. En s'appuyant sur leurs agendas stratégiques de recherche, elles sont ainsi invitées à préparer les bases d'un système de gestion efficace, concernant non seulement les futurs appels à propositions mais aussi la mise en œuvre des actions de recherche et de formation qui auront été sélectionnées, ou la mise en place des contrôles nécessaires à la bonne utilisation des fonds publics. »

*"It is about ten years since major platforms to stimulate European R&D were created by setting up a critical group of partners that was essential for its existence on the world stage. Launched in sectors such as aerospace, this approach has since been extended to the Euratom field with, for example, the creation of NUGENIA, which was designed to acquire the knowledge needed for the continued operation of existing reactors and the development of new generations, or MELODI, which aims to bring a community vision to research on chronic exposure to low-dose ionizing radiation. To make each platform the scientific and technical reference in its field, the Commission would like to see them move from a project approach to a program approach. They are invited to use their strategic research agendas to prepare the groundwork for an effective management system, not only regarding future calls for proposals, but also the implementation of selected research and training activities, or the establishment of the necessary controls to ensure the proper use of public funds."*



/// En 2012, le programme de recherche PHÉBUS-PF s'est achevé. Il a contribué à mieux comprendre et à modéliser les accidents graves (photo: stockage des 150 échantillons radioactifs (d'aérosols et d'iode) prélevés durant l'essai PHÉBUS FPT3).

/// The PHEBUS-PF research program came to an end in 2012. The program helped to improve understanding and modeling of severe accidents (photo: 150 radioactive samples taken during tests).





installations et organisations nucléaires, dans leurs aspects tant préventifs que postaccidentels. Au-delà des évaluations complémentaires de sûreté, le Gouvernement a souhaité donner un signal fort sur l'importance de la recherche comme moteur de prévention et a donc consacré une part de ses investissements d'avenir au renforcement de la recherche en sûreté nucléaire et en radioprotection. Il a confié à l'Agence nationale de la recherche (ANR) la réalisation d'un appel à projets. À ce titre, l'IRSN est porteur de 10 projets, élaborés en collaboration avec EDF, Areva et le CEA. L'ensemble de ces projets a été déposé en juin 2012, le processus de sélection final devant intervenir dans le courant de l'année 2013. En parallèle, l'activité de recherche de l'IRSN s'est partagée entre les projets nationaux inscrits dans une logique post-Fukushima et la réponse aux appels d'offres de la Commission européenne. L'Institut a, dans cet esprit, poursuivi le pilotage du programme *Source Term Evaluation and Mitigation* (STEM), qui vise à mieux connaître le comportement physico-chimique des produits de fission dans l'enceinte de confinement d'un réacteur et a lancé un projet intitulé *Passive and Active Systems on Severe Accident Source Term Mitigation* (PASSAM), en vue d'acquies les connaissances nécessaires au développement de techniques performantes de filtration et de piégeage des produits de fission les plus toxiques. Par ailleurs, l'Institut a contribué à répondre à plusieurs appels à propositions de la Commission européenne par le biais des plates-formes destinées à accélérer la construction de l'espace européen de la recherche sur de grands domaines de sûreté et de radioprotection. Il s'agit notamment de NUGENIA+ pour la sûreté des réacteurs de deuxième et de troisième générations, d'ESNII+ pour celle des réacteurs de quatrième génération, de NC2i-R pour celle des installations de cogénération, de COMET pour la radioécologie, ou encore d'OPERRA pour la recherche en radioprotection. Plus largement, l'Institut a contribué à l'élaboration de 25 projets en réponse aux deux appels de la Commission européenne, dont la date de remise des projets était en 2012. Parmi ceux-ci 17 ont été retenus, dont 5 sont coordonnés par l'IRSN. Au plan national, l'IRSN s'est particulièrement impliqué dans deux domaines – l'impact des activités nucléaires sur l'environnement et le confinement des déchets radioactifs – du programme intitulé Nucléaire, énergie, environnement, déchets, société (NEEDS), lancé par le CNRS en vue de fédérer l'effort interdisciplinaire de recherche française dans différents domaines relatifs à l'énergie nucléaire. L'Institut a également participé à la mise en place, en partenariat avec Areva et le groupe DCNS, d'une nouvelle chaire de recherche et d'enseignement à l'École des Mines de Nantes (Loire-Atlantique). Intitulée Recherche en sûreté, organisation et hommes, elle a pour vocation de développer des enseignements et des recherches portant sur la fiabilité et la robustesse des organisations dans les industries à risques et, en particulier, sur les relations de sous-traitance et de co-traitance dans le domaine nucléaire. L'année 2012 aura également été marquée par la clôture de grands programmes de recherche internationaux dans lesquels l'IRSN a joué un rôle moteur. Il a ainsi organisé le 30 mai, à Aix-en-Provence (Bouches-du-Rhône), le séminaire international PRISME, bilan du programme de recherche qui a permis d'améliorer significativement les connaissances relatives aux incendies et à la propagation des fumées dans les installations nucléaires au moyen, notamment, de 35 essais d'incendie à grande échelle. Toujours à Aix-en-Provence, l'Institut a organisé, du 13 au 15 juin, le séminaire de clôture du programme PHÉBUS-PF qui, doté d'un coût global de 300 millions d'euros, aura permis de mieux comprendre et de modéliser les phénomènes extrêmement complexes associés à des accidents de fusion de cœur d'un réacteur nucléaire à eau sous pression susceptibles de conduire au relâchement dans l'environnement de grandes quantités

# 146

représentants de l'IRSN participant  
à des groupes d'experts internationaux  
(184 en 2011).

IRSN participants in international expert  
groups (184 in 2011).

protection research. It asked the French national research agency (ANR) to issue a call for projects. This resulted in IRSN becoming responsible for ten projects conducted in cooperation with EDF, Areva and CEA. All these projects were submitted in June 2012 and the final selection process is due to take place in 2013. In addition to this, IRSN's research activity was shared among national projects in line with a post-Fukushima approach and the response to calls for tenders by the European Commission. In this spirit, the Institute continued to direct the Source Term Evaluation and Mitigation program (STEM), which aims to better understand the physical-chemical behavior of fission products in the containment vessel of a reactor, and launched a project entitled *Passive and Active Systems on Severe Accident Source Term Mitigation* (PASSAM) to acquire the knowledge needed to develop efficient techniques for filtering and trapping the most toxic fission products. In addition, the Institute helped respond to several requests for proposals from the Commission through platforms designed to accelerate the construction of the European research area on major safety and radiation protection issues.

These include NUGENIA+ for the safety of Generation II and III reactors, ESNII+ for Generation IV reactors, NC2i-R for the safety of cogeneration facilities, COMET for radioecology and OPERRA for research on radiation protection. More generally, the Institute helped to prepare 25 projects in response to two calls for projects from the European Commission, for which the deadline was in 2012. Seventeen of these were selected, including five coordinated by IRSN.

At the national level, IRSN was particularly active in two areas – the impact of nuclear activities on the environment and the containment of radioactive waste – of the "Nuclear energy, environment, waste society" (NEEDS) program launched by the CNRS to integrate the interdisciplinary effort of French research into various areas related to nuclear energy.

The Institute also played an important part in setting up, in partnership with Areva and the DCNS group, a new Chair of Research and Training at the École des Mines in Nantes. Entitled "Safety, Organizational and Human Research", its purpose is to develop teaching and research on the reliability and robustness of organizations in high-risk industries and, in particular, the relationships of sub-contracting and co-contracting in the nuclear sector.

2012 was also marked by the closure of major international research programs in which IRSN played a leading role. On May 30, in Aix-en-Provence in southern France, it



/// L'IRSN et l'Anccli ont organisé, le 20 janvier 2012, une rencontre avec les CLIs sur le thème « Les enjeux de sûreté suite à l'accident de Fukushima ».

/// On January 20, 2012, IRSN and Anccli organized a meeting with the CLIs on "Safety issues in the wake of Fukushima".

de matières radioactives. Tout comme le développement de plateformes européennes constitue un nouveau modèle de gouvernance d'une large part des activités de recherche de l'IRSN à l'international, la prise en compte des questions émanant de la société constitue également un nouveau modèle de gouvernance. Le constat dressé à cet égard par l'IRSN dans sa contribution aux Assises nationales de l'enseignement supérieur et de la recherche, qui se sont conclues au mois de novembre 2012, est que la société recourt de plus en plus souvent aux experts publics à l'occasion de débats publics, de l'instruction des conséquences d'accidents, ainsi qu'en marge de procédures judiciaires ou au travers des médias. Dans ce contexte, la position défendue par l'Institut est que, la qualité de l'expertise reposant sur la pertinence de ses fondements scientifiques, la recherche doit intégrer également les questions sociétales dans le champ scientifique lui-même par une approche d'ensemble, pluridisciplinaire. L'effort majeur consacré à cette approche, en particulier en 2012, au sein de l'Institut a produit des résultats encourageants en matière de capacité d'écoute réciproque et de réponses apportées aux interrogations de la société.

### **OUVERTURE À LA SOCIÉTÉ : DE NOUVELLES MODALITÉS DE PARTICIPATION DES PARTIES PRENANTES**

Organisée les 4 et 5 décembre 2012 à Bruxelles (Belgique) par l'IRSN, en coopération avec l'Anccli, la Commission européenne et le Comité économique et social européen, la table ronde relative à l'application de la convention d'Aarhus à la sûreté nucléaire s'inscrit comme le point d'orgue d'une année active pour l'Institut en matière d'ouverture à la société. Elle témoigne en outre d'une prise de conscience, au plan européen, de l'importance de la participation du public à l'instruction des dossiers de sûreté nucléaire. L'action de la France dans ce domaine a été saluée par plus de 100 participants – ONG, experts publics, autorités de sûreté, exploitants, etc. – issus de 18 pays, à l'occasion du débat relatif à l'implication des parties prenantes dans les *stress tests* européens, dans divers sujets transfrontaliers et, plus largement, dans la sûreté nucléaire. En termes de stratégie d'ouverture à la société, l'année 2012 a été marquée par l'affirmation de deux axes majeurs. En matière de radioprotection, tout d'abord, l'Institut a renforcé l'ancrage de son action dans les territoires, qui s'est traduit par une démarche

organized the PRISME international seminar, an assessment of the research program that significantly improved knowledge of fire and smoke propagation in nuclear facilities through thirty-five large-scale fire experiments. Also in Aix-en-Provence, from June 13 to 15, the Institute organized the final PHEBUS-PF program seminar which, at an overall cost of 300 million euros, provided better understanding and modeling of extremely complex processes associated with core meltdown accidents in a nuclear pressurized water reactor liable to release large quantities of radioactive materials to the environment.

Just as the development of European platforms constitutes a new governance model for many of IRSN's international research activities, the consideration of social issues also constitutes a new governance model. The observation made by IRSN in this respect in its contribution to the National Conference on Higher Education and Research, which ended in November 2012, stated that society is increasingly turning to experts from the public sector during public debates, investigations into the consequences of accidents, as well as alongside legal proceedings or through the media. In that context, the position advocated by the Institute is that as the quality of assessment depends on the relevance of its scientific principles, research must also include societal issues in the field of science itself through a comprehensive multidisciplinary approach. The major effort devoted to this approach in the Institute, in particular in 2012, produced encouraging results in terms of the mutual ability to listen and the responses to questions raised by society.

### **OPENNESS TO SOCIETY: NEW STAKEHOLDER PARTICIPATION POLICY**

The round table on the application of the Aarhus Convention to Nuclear Safety organized by IRSN on December 4-5, 2012 in Brussels in cooperation with the French national association of local information commissions and committees (Anccli), the European Commission and the European Economic and Social Committee was the culmination of a busy year for the Institute in terms of

141

élèves d'établissements français et étrangers  
ont participé aux rencontres lycéennes  
de la radioprotection (102 en 2011).

students from French and foreign schools  
took part in the radiation protection  
workshops in schools initiative  
(102 in 2011).

pluraliste consacrée à la prévention contre le radon en Franche-Comté, démarche menée en partenariat avec Pays de Montbéliard Agglomération, Atmo Franche-Comté et l'Agence régionale de santé de Franche-Comté. L'Institut estime, en effet, qu'une prévention efficace du risque radon requiert d'y associer les acteurs locaux. Dans le même esprit, il a présenté à quatre Cli – Marcoule (Gard/Drôme), Gravelines (Nord), Golfech (Tarn-et-Garonne) et Saclay (Essonne) – son Outil de sensibilisation aux enjeux postaccidentels à destination des acteurs locaux (OPAL), développé en partenariat avec l'Anccli afin d'aider les acteurs locaux à réfléchir à la gestion des territoires après un accident nucléaire, en permettant, par exemple, de croiser des données relatives à la contamination accidentelle d'un territoire avec les données géographiques et socio-économiques de ce territoire.

Toujours dans le domaine postaccidentel, mais au plan européen, l'Institut a signé avec la Commission européenne, en 2012, un contrat d'étude portant sur les attentes des parties prenantes – de l'agriculteur au consommateur via le distributeur – et sur leurs stratégies respectives à l'égard de produits, en particulier comestibles, contaminés à la suite d'un accident nucléaire. Cette étude, pilotée par l'IRSN, se déroulera dans 10 pays européens.

Second axe de la stratégie d'ouverture à la société de l'IRSN, la participation renforcée de représentants de la société au traitement des dossiers de sûreté a donné lieu à des rendez-vous importants au cours de l'année, à commencer par une réunion avec les parties prenantes au cours de laquelle l'Institut a présenté devant une centaine de participants, en début d'année, les conclusions de l'expertise des évaluations complémentaires de sûreté (ECS) menées en 2011. Un dialogue technique comparable s'est instauré au sujet du dossier relatif au stockage des déchets de haute activité et moyenne activité à vie longue (HA-MAVL), en vue d'identifier les enjeux des différents acteurs et de réunir les éléments d'information et d'instruction permettant à chaque participant de se positionner en regard des décisions à venir, depuis le projet CIGEO de centre de stockage profond de déchets radioactifs jusqu'au dépôt par l'Andra de sa demande d'autorisation de création en 2015. Ce dialogue est une nouvelle étape de l'expérimentation concrète de nouvelles modalités d'ouverture à la société en amont de l'instruction des dossiers techniques. L'année 2012 ne saurait être évoquée sans mentionner la publication d'une brochure intitulée *Radiographie et scanner: posons-nous les bonnes questions*, réalisée conjointement par l'IRSN, plusieurs partenaires du monde médical et une association de patients, l'Association d'aide aux victimes d'accidents médicaux et à leur famille (Aviam). Ce document d'information des patients au sujet des bénéfices et des risques liés aux actes de radiodiagnostic – tels que la radiographie ou le scanner – utilisant des rayonnements ionisants a vocation à constituer un outil au service du dialogue entre les professionnels de santé et les patients.

openness to society. In addition, it reflected an awareness, at European level, of the importance of public participation in the examination of nuclear safety documentation. France's activity in this field was praised by over a hundred participants – NGOs, experts from the public sector, safety authorities, operators, etc. – from 18 countries, during the debate on stakeholder involvement in European stress tests, various cross-border topics and, more broadly, nuclear safety. In terms of openness to society strategy, 2012 was marked by the affirmation of two key themes. Firstly, the Institute strengthened its radiation protection activities in the geographical areas concerned, which resulted in an interdisciplinary initiative on radon prevention in the Franche-Comté region, conducted in partnership with the metropolitan community of Montbéliard, the Atmo Franche-Comté association and the Franche-Comté regional health agency. In fact, the Institute believes that effective radon risk prevention requires the involvement of local stakeholders. In the same spirit, it provided four local information committees – Marcoule in the south of France, Gravelines in the north, Golfech in southwestern France and Saclay near Paris – with a tool, known as OPAL, to heighten local stakeholders' awareness of post-accident issues. OPAL was developed in partnership with Anccli to help local stakeholders determine how the regions should be managed after a nuclear accident, in particular by cross-checking data relative to the accidental contamination of a region with geographic and socio-economic data for that region.

In 2012, also in a post-accident context, but at European level, the Institute signed a contract with the European Commission to study the expectations of stakeholders – from the farmer to the consumer via the distributor – and their respective strategies with respect to products, especially foods, contaminated after a nuclear accident. This study, conducted by IRSN, will take place in ten European countries.

The increased participation of civil society representatives in handling security documents, the second area of the IRSN strategy of openness to society, led to important meetings during the year, starting with a meeting with stakeholders that enabled the Institute to present the conclusions of the complementary safety assessments conducted in 2011 to about a hundred participants at the beginning of the year. Similar technical dialog took place concerning the report on the disposal of high- and intermediate-level long-lived waste to identify the objectives of the various stakeholders and gather information and knowledge allowing each participant to make future decisions on topics from the CIGEO deep radioactive waste repository project to the submission by Andra of its license application to construct a repository in 2015. This dialog is a new stage in the practical experimentation of new methods of opening up to society prior to examining technical documentation.

Another major event in 2012 was the publication of a booklet entitled *"Radiography and scanning: are we asking the right questions?"*, written jointly by IRSN, several partners from the medical world and a patients' association, AVIAM, which provides aid for medical victims and their families. This information document for patients on the benefits and risks of diagnostic radiology – such as radiography or scanning – using ionizing radiation, is intended to serve as a tool for dialog between health professionals and patients.

## Management des connaissances : lancement de l'université interne

Leader international de l'expertise et de la recherche en sûreté nucléaire et en radioprotection, l'IRSN a décidé de promouvoir et de pérenniser son patrimoine de compétences en créant son université interne. Dans un contexte post-Fukushima, où le rôle de la sûreté est renforcé, alors que les moyens humains de l'IRSN sont prévus à la baisse, et pour demeurer un acteur pertinent et de premier plan, l'IRSN doit innover en mutualisant ses savoirs et ses ressources, pour offrir des cursus de formation sur mesure à l'ensemble de ses collaborateurs tout au long de leur évolution professionnelle, et développer son patrimoine de référents et de connaissances. Après avoir décidé, fin 2010, de mettre en place une université interne, l'IRSN a conçu deux premiers modules constitutifs de l'école de l'expertise destinés aux nouveaux venus dans le métier, afin de compléter leur formation technique et de leur donner une culture commune dans les domaines de la sûreté, de la sécurité et de la radioprotection. Des sessions pilotes, mises en place en mars et juin 2012 pour des collaborateurs de profils et d'horizons variés, ont abouti, grâce au retour d'expérience de ces derniers, à la finalisation des contenus et méthodologies retenus pour déployer le cursus au sein de l'Institut, en 2013. Cette première expérience nourrit dès à présent les travaux en cours pour la construction des prochains modules consacrés à la crise. L'ensemble des réflexions et productions relatives à l'université interne est copiloté par le directeur en charge du management des connaissances, la direction des ressources humaines et le service en charge du développement des compétences et du retour d'expérience.

### **Knowledge management: IRSN's in-house university**

*IRSN, the international leader in nuclear safety and radiation protection assessment and research, has decided to promote and sustain the heritage of its expertise by creating its In-house University. To remain a relevant and leading player in a post-Fukushima context, where safety plays an even more important role and its human resources are expected to decline, IRSN must innovate by pooling its knowledge and resources to offer "tailor-made" training courses to all its employees throughout their professional career, and develop its heritage of trainers and knowledge. Having decided at the end of 2010 to set up an internal university, IRSN designed the first two constituent modules of the school of expertise for newcomers to the profession, to complement their technical training and provide them with a common culture in the fields of safety, security and radiation protection. "Pilot" sessions set up in March and June 2012 for employees of various profiles and backgrounds made it possible, thanks to their feedback, to finalize the content and methodologies selected and enable the curriculum to be rolled out within the Institute in 2013. This first experiment is now contributing to the work in progress on the design of the next modules, which will be devoted to emergency response. All discussions regarding the internal university and all the modules produced are managed jointly by the director responsible for knowledge and human resources management and by the department responsible for skills development and feedback.*



### **La parole à... Martial Jorel, directeur du management des connaissances, IRSN**

**In the words of...** Martial Jorel, Director of Knowledge Management, IRSN

« La création, en 2012, de la fonction de directeur du management des connaissances témoigne de la préoccupation de l'Institut de capitaliser et de transmettre les savoir-faire et les connaissances scientifiques et techniques acquis par les salariés au fil des années, tant en matière d'expertise que de recherche. Cette démarche innovante s'inscrit dans la durée et contribuera au maintien et à l'évolution des compétences nécessaires à l'Institut pour l'exercice de ses missions. Il s'agit de sauvegarder les savoir-faire des salariés très expérimentés, mais aussi de développer la capacité d'apprentissage et les savoirs pour les « nouveaux venus » qui rejoignent l'Institut ou pour les salariés de l'IRSN qui vivent un changement d'orientation de leur parcours en son sein. La démarche doit également permettre de valoriser les bonnes pratiques mises en œuvre dans les équipes et de renforcer l'excellence au sein de toute l'organisation. Si l'année 2012 a été consacrée à l'élaboration d'un plan d'action, 2013 sera mis à profit pour engager les actions identifiées comme étant prioritaires. »

*"The creation of the post of Director of Knowledge Management in 2012 reflects the Institute's concern for the capitalization and transmission of scientific and technical know-how and knowledge acquired by employees over the years, both in terms of assessment and research. This long-term innovative approach will be instrumental in maintaining and developing the skills the Institute needs to fulfill its obligations. Its objective is not only to preserve the expertise of highly experienced employees, but also to develop the learning capacity and knowledge of 'newcomers' to the Institute or employees changing their career paths within the Institute. The approach should also help promote good working practices within teams and enhance excellence throughout the organization. 2012 was devoted to the development of an action plan, whereas 2013 will be used to initiate actions identified as priorities."*



POLITIQUE DE TRANSPARENCE ET COMMUNICATION  
TRANSPARENCY AND COMMUNICATIONS POLICY

# UNE INFORMATION EN MATIÈRE DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE TOUJOURS PLUS ACCESSIBLE

## CONTINUALLY IMPROVED ACCESS TO NUCLEAR SAFETY INFORMATION

L'action de l'IRSN en matière d'information et de communication s'est inscrite, en 2012, dans un contexte essentiellement marqué, à l'externe, par les suites de l'accident de Fukushima-Daiichi et, à l'interne, par la mise en place de la nouvelle organisation de l'Institut et par la célébration des 10 ans de sa création. Abondamment relayé par les médias français, le traumatisme créé dans l'opinion publique par l'accident nucléaire de mars 2011, au Japon, s'est traduit par une préoccupation accrue des citoyens à l'égard des risques liés à la sûreté nucléaire et de la capacité des pouvoirs publics à les en protéger. Autant de thèmes qui se sont invités dans le débat de l'élection présidentielle ainsi que dans celui de l'avenir énergétique de la France. Dans un tel contexte, l'IRSN s'est attaché à diffuser une information pédagogique, transparente et étayée scientifiquement au sujet des risques liés à la radioactivité ainsi que des moyens de les prévenir et de les contenir. Dans le domaine de la communication interne, l'IRSN s'est appuyé sur les différents événements qui ont jalonné l'année 2012 – nouvelle organisation, 10 ans de l'Institut, avancement des projets immobiliers sur ses différents sites d'implantation – afin de renforcer la cohésion interne de ses équipes et leur adhésion aux projets en cours.

*In 2012, IRSN's information and communications activities took place within a context intrinsically overshadowed by the aftermath of the Fukushima-Daiichi accident outside the organization and, inside, by the Institute's new organizational structure and celebrations for its tenth anniversary. Given extensive media coverage in France, the trauma created in public opinion by the nuclear accident in Japan in March 2011 led to increased public concern about nuclear safety risks and the authorities' ability to protect the population. All these issues arose both in the presidential election debate and in the debate on the future of energy in France. In this context, IRSN sought to disseminate transparent, scientifically substantiated educational information about the risks associated with radioactivity and how to prevent and contain them. In the field of internal communications, IRSN relied on the various events that took place in 2012 - new organizational structure, the Institute's tenth anniversary, progress of construction projects on its various sites - to strengthen the internal cohesion of IRSN's teams and their commitment to ongoing projects.*

Afin de tenir informés, d'une part, les professionnels concernés par la sûreté nucléaire et par l'exposition aux rayonnements ionisants dans le cadre de leur activité et, d'autre part, le public, l'IRSN s'est appuyé sur un dispositif constitué de son portail Internet, de ses publications ainsi que de diverses manifestations qu'il a organisées ou auxquelles il a participé.

### INFORMATION EN LIGNE

L'IRSN a poursuivi, en 2012, l'enrichissement de son portail Internet ([www.irsn.fr](http://www.irsn.fr)) avec en particulier la mise en ligne de rapports et de

*To inform professionals concerned with nuclear safety and occupationally exposed to ionizing radiation, and to keep the public updated, IRSN communicated through its web portal, publications and various events it organized or in which it participated.*

### ONLINE INFORMATION

*In 2012, IRSN continued to expand its Internet portal ([www.irsn.fr](http://www.irsn.fr)), in particular by posting online reports and analyses relating to nuclear safety and radiation protec-*

## FOCUS **Portes ouvertes à l'IRSN, à l'occasion de ses 10 ans**

Parmi les diverses manifestations organisées dans le cadre de la célébration de ses 10 ans d'existence, l'IRSN a ouvert au public, le 15 septembre 2012, pour la *Journée européenne du patrimoine*, les portes de son site de Fontenay-aux-Roses (Hauts-de-Seine), permettant à 1 050 visiteurs – famille des collaborateurs de l'Institut et grand public – de se familiariser avec les missions et les métiers de l'Institut au fil d'un parcours de visites et d'ateliers animés par une centaine d'agents. Une grande exposition retraçait en particulier les faits marquants de l'Institut depuis ces 10 dernières années, lesquelles furent ponctuées de recherches et d'avancées scientifiques montrant ainsi le patrimoine scientifique de l'IRSN au service de la sûreté.



/// Des animations scientifiques ont été proposées dans le cadre des journées portes ouvertes à l'occasion des 10 ans de l'Institut.

/// A number of scientific events were organized as part of the open-house to celebrate the Institute's tenth anniversary.

### **Open-house at IRSN for its 10th anniversary.**

Among the various events organized to celebrate its tenth anniversary, IRSN opened its Fontenay-aux-Roses site near Paris to the public on September 15, 2012, for European Heritage Day, allowing 1,050 visitors – employees of the Institute and the general public – to get to know the work and activities of the Institute during visits and workshops led by about a hundred staff members. In particular, a large exhibition traced the key events of the Institute over the past ten years, punctuated by research and scientific breakthroughs demonstrating the scientific heritage of the IRSN in terms of safety.



synthèses relatifs à la sûreté nucléaire et à la radioprotection. On y trouve ainsi, à titre d'exemples, le *Point de vue de l'IRSN sur la sûreté et la radioprotection du parc électronucléaire français*, le *Bilan sur les incidents dans les installations hors réacteurs*, le *Bilan de la surveillance des travailleurs exposés aux rayonnements ionisants*, le *Bilan de l'état radiologique de l'environnement français en 2010-2011*, ou encore le *Bilan de la surveillance de la radioactivité en Polynésie française en 2011*. En 2012, en complément de son Baromètre annuel sur la perception des risques, l'IRSN a établi un rapport intitulé *Plus de 30 ans d'opinion des Français sur les risques nucléaires* (voir encadré ci-dessous).

### **PUBLICATIONS PÉRIODIQUES**

L'effort de diffusion d'une information pédagogique se retrouve au fil des numéros du magazine *Repères*, consacré au traitement de grands sujets tels que les leçons tirées de l'accident de Fukushima-Daiichi, les évaluations complémentaires de sûreté menées dans les installations nucléaires françaises, les *stress tests* européens, l'apport des outils de simulation à la maîtrise des risques nucléaires et radiologiques, les préoccupations des Français face au risque nucléaire et la protection des patients en radiothérapie. Le trimestriel scientifique multimédia *Aktis* a, de son côté, abordé les grandes questions de sûreté nucléaire et de radioprotection du moment en veillant à mettre en valeur l'articulation de la recherche avec l'expertise, sa pluridisciplinarité et sa dimension collaborative.

### **RELATIONS PRESSE**

En 2012, l'impact de l'accident de la centrale de Fukushima-Daiichi sur la communication médiatique de l'IRSN demeurerait très perceptible. Un an après l'accident, l'Institut a organisé à Paris une conférence de presse qui a réuni plus de 40 journalistes de la presse nationale et internationale. Et tout au long de l'année, la presse – notamment scientifique – a dédié ses principaux dossiers aux conséquences de l'accident, tant sur la situation du nucléaire au Japon que sur l'appréciation de la sûreté des centrales en France, au travers des évaluations complémentaires de sûreté (ECS).

The web site also includes, for example, IRSN's view-point on safety and radiation protection at French nuclear power plants, the report on incidents in facilities apart from reactors, the report on occupational exposure to ionizing radiation, the report on the radiological state of the environment in France in 2010-2011 and the report on radioactivity monitoring in French Polynesia in 2011. In 2012, in addition to its annual risk perception barometer, IRSN drew up a report entitled "More than 30 years of French public opinion on nuclear risks" (see box).

### **PERIODIC PUBLICATIONS**

Educational information is published in the various issues of the *Repères* magazine devoted to major topics such as the lessons learned from the Fukushima-Daiichi accident, complementary safety assessments conducted in French nuclear facilities, European stress tests, the contribution of simulation tools to controlling nuclear and radiological risks, concerns of the French public about nuclear risk and the protection of patients during radiotherapy.

The quarterly multimedia scientific publication *Aktis* addressed the current major issues of nuclear safety and radiation protection by highlighting the interaction between research and assessment, its multidisciplinary approach and collaborative dimension.

### **PRESS RELATIONS**

In 2012, the impact of the accident at the Fukushima-Daiichi nuclear power plant on IRSN's media communication was still noticeable. One year after the accident, the Institute organized a press conference in Paris which was attended by over 40 journalists from the national and international press. And throughout the year, the press – including the scientific press – devoted its main coverage to the impact of the accident on the nuclear situation in Japan and an evaluation of the safety of nuclear power plants in France, through complementary safety assessments.

## **FOCUS Baromètre IRSN 2012 : des inquiétudes croissantes sur les risques nucléaires**

À l'occasion de son enquête annuelle, sur un panel d'environ 1000 personnes, l'IRSN a inclus, dans son questionnaire destiné à évaluer la perception par les Français des risques auxquels ils se sentent exposés, des questions relatives à leur opinion à propos de l'accident de Fukushima-Daiichi. L'analyse des réponses fournies montre que, six mois après cet accident, la crainte des sondés vis-à-vis des risques nucléaires s'est notablement accrue et que leur confiance dans l'action des pouvoirs publics pour les protéger contre les risques nucléaires est écornée. En complément du Baromètre 2012, l'IRSN a publié un document intitulé *Plus de 30 ans d'opinion des Français sur les risques nucléaires* qui dresse un panorama de l'évolution de l'opinion publique au sujet de ces risques. [www.irsn.fr](http://www.irsn.fr)

### **IRSN Barometer 2012: growing concerns over nuclear risks**

IRSN's annual survey on a sample of approximately 1,000 people included in its questionnaire designed to assess the French public's perception of the risks to which they feel exposed, some questions about their opinion on the Fukushima-Daiichi accident. Analysis of the responses shows that six months after this accident, the respondents' fear of nuclear risks had significantly increased and that their confidence in the authorities acting to protect them against nuclear risks was dented. In addition to the 2012 Barometer, IRSN published a document entitled "More than 30 years of French public opinion on nuclear risks" a panorama of the evolution of public opinion on such risks.

/// L'IRSN édite des publications variées adaptées  
à ses différents publics.

/// IRSN's publications target various audiences.



Cette demande soutenue des médias a fortement mobilisé les experts en sûreté, en environnement et en santé de l'IRSN.

Trois autres sujets d'actualité ont particulièrement retenu l'attention des médias nationaux et internationaux en 2012, les conduisant à solliciter l'IRSN. Il s'agit du risque de leucémies autour des centrales nucléaires – à la suite de la publication d'une étude basée sur les travaux de l'Inserm et de l'IRSN –, de la recherche de traces de polonium sur la dépouille de Yasser Arafat et d'un incident chimique à la centrale nucléaire de Fessenheim (Moselle).

### **INFORMATION DU GRAND PUBLIC**

Outre les manifestations organisées par l'IRSN pour célébrer les 10 ans de sa création (voir encadré p. 43), l'année 2012 a connu plusieurs événements destinés à informer le grand public au sujet de la sûreté nucléaire, de la radioprotection et de l'action de l'Institut dans ces domaines. Ainsi, lors des *Journées portes ouvertes entreprises* de Croissy-sur-Seine (Yvelines), le samedi 9 juin, 215 visiteurs sont venus en famille découvrir les activités de l'IRSN sur le site voisin du Vésinet. Ils étaient plus de 4 000 à la Maison de l'environnement de l'Hérault à visiter, sur quatre mois, une partie de l'exposition conjointe IRSN/ASN, *Nucléaire et société*, organisée dans le cadre d'une exposition sur le thème « Santé environnement ».

Autre initiative pédagogique prioritairement destinée aux jeunes, l'exposition intitulée *Gafforisk – Radioactivité et nucléaire* a circulé au sein de 65 établissements scolaires et collectivités, avec une très forte demande pendant la Fête de la science. Organisée en partenariat par l'IRSN et l'Institut français des formateurs aux risques majeurs et protection de l'environnement (IFFO-RME), cette exposition a été visitée par environ 10 000 personnes en 2012.

### **VALORISATION DES TRAVAUX DE L'IRSN DANS UN CADRE INTERNATIONAL**

L'IRSN a mené des actions de communication à l'occasion de séminaires relatifs à des programmes internationaux de recherche, tels que PHÉBUS-PF ou PRISME, et lors de sa participation à des congrès et conférences comme l'ANRC, à Washington, et le treizième congrès de l'Association internationale de radioprotection (IRPA), à Glasgow (Royaume-Uni). Dans le même esprit, l'Institut et son homologue allemand GRS ont activement participé à l'organisation, par leurs collègues belges de Bel V, du Forum Eurosafe 2012 de Bruxelles, consacré au renforcement de la robustesse des installations et organisations dans le nucléaire. Enfin, l'Institut a contribué à la tenue de plusieurs salons et congrès professionnels comme Préventica, les *Journées françaises de radiologie*, organisées par la Société française de radiologie, ou les *Journées PCR* de la Société française de radioprotection (SFRP).

*The media's sustained interest greatly mobilized IRSN's safety, environmental and health experts. Three other topical issues attracted close attention from the national and international media in 2012, leading them to consult IRSN. These were the risk of leukemia in the vicinity of nuclear power plants – following the publication of a study based on work carried out by Inserm and IRSN – the search for traces of polonium on the remains of Yasser Arafat and a chemical incident at the Fessenheim nuclear power plant.*

### **INFORMATION FOR THE GENERAL PUBLIC**

*In addition to the events organized by IRSN to celebrate its tenth anniversary (see box p. 43), 2012 saw several events designed to inform the general public about nuclear safety, radiation protection and the Institute's work in these fields. Thus, during the business open-house events organized in Croissy-sur-Seine near Paris, on Saturday, June 9, 215 visitors came in groups to find out about IRSN's activities on the neighboring Le Vésinet site. More than 4000 people visited the section of the Nuclear Power and Society exhibition on the theme of "environmental health" organized jointly by IRSN and ASN at the Environment Centre in southern France over a four-month period.*

*Another educational initiative aimed primarily at young people, the exhibition entitled Gafforisk - Radioactivity and Nuclear Power, visited sixty-five schools and communities, with very high demand during the Science Fair. This exhibition, organized in partnership by IRSN and the French institute of trainers in major risks and environmental protection attracted some 10,000 visitors in 2012.*

### **MAKING IRSN'S WORK COUNT INTERNATIONALLY**

*IRSN organized communication activities at seminars on international research programs such as PHEBUS PF or PRISME and during its participation in congresses and conferences such as ANRC in Washington and the 13th Congress of the International Radiation Protection Association (IRPA) in Glasgow. In the same spirit, the Institute and its German counterpart GRS actively participated in the organization, by their Belgian colleagues from the Belgian nuclear TSO (Bel V), of the EUROSAFE Forum 2012 in Brussels, dedicated to strengthening the robustness of the facilities and organizations in the nuclear field. Finally, the Institute contributed to the organization of several professional exhibitions and congresses such as Préventica, the French Radiology Days event organized by the French radiology society or the "radiation protection specialist days" of the French radiation protection society.*

# UNE PERSONNALISATION CROISSANTE DES FORMATIONS *INCREASINGLY PERSONALIZED TRAINING*

Dans le domaine des formations réglementaires à la radioprotection, telles que celle des Personnes compétentes en radioprotection (PCR), 2012 a vu une progression de la demande, en raison, notamment, de l'utilisation croissante de la radioactivité pour les contrôles non destructifs dans l'industrie. Cette tendance s'observe également pour le Certificat d'aptitude à manipuler les appareils de radiologie industrielle (Camari) ou la formation à la sûreté nucléaire dispensée par l'Institut européen de formation et de tutorat en sûreté nucléaire (ENSTTI).

*In the area of training courses on radiation protection regulations, such as that given to radiation protection specialists, 2012 saw an increase in demand, mainly due to the growing use of radioactivity for nondestructive testing in industry. This trend was also observed with respect to the Camari aptitude certificate for operating industrial radiology equipment or the nuclear safety training provided by ENSTTI, the European Nuclear Safety Training and Tutoring Institute.*

Qu'il s'agisse des formations en radioprotection dispensées dans le cadre de la mission de l'IRSN relative à la protection des professionnels exposés aux rayonnements ionisants, ou de celles sur la sûreté et la sécurité nucléaires, dispensées par l'ENSTTI, on observe une tendance à une personnalisation croissante des contenus proposés aux stagiaires. Dans le domaine des formations en radioprotection, cette évolution se traduit par le développement, en complément du module théorique destiné à expliquer la physique des rayonnements ionisants et leurs effets sur le vivant ainsi que la réglementation de radioprotection, de modules pratiques spécifiquement appliqués aux champs de radioprotection visés : médecine nucléaire, radiologie interventionnelle, radiologie industrielle, etc. Cette conception sur mesure du contenu des modules pratiques de formation, fondée sur une connaissance de plus en plus fine de l'état initial des connaissances et de l'activité de terrain des stagiaires, permet d'accroître l'efficacité des formations et d'atteindre les objectifs pédagogiques de leurs employeurs. Une logique tout à fait comparable inspire la conception des formations et tutorats dispensés par l'ENSTTI, dont la signature – *Experts for experts* – traduit la valeur ajoutée d'enseignements tirés de l'expérience de professionnels exerçant des responsabilités opérationnelles et dont les formateurs et tuteurs conservent, dans le cadre de leur activité, des liens avec leurs anciens stagiaires. C'est un partage de la culture de sûreté et de sécurité nucléaires qui s'opère ainsi à l'échelle internationale, car formateurs et stagiaires proviennent de nombreux pays de l'Union européenne, voire au-delà.

## **POURSUITE DE LA PROGRESSION DE L'ACTIVITÉ LIÉE AU CAMARI**

L'augmentation, constatée en 2011, du nombre de candidats au Certificat d'aptitude à manipuler les appareils de radiologie industrielle (Camari)

*There is an increasing trend towards personalizing the content of courses proposed to trainees, whether they are courses on radiation protection provided as part of IRSN's work on the protection of professionals exposed to ionizing radiation, or courses on nuclear safety and security provided by ENSTTI. In the area of radiation protection training courses, this trend is reflected by the development of practical modules specifically applied to the target radiation fields of nuclear medicine, interventional radiology, industrial radiology, etc., in addition to the theoretical module designed to explain the physics of ionizing radiation and its effects on living cells, as well as radiation protection regulations. The customized design of the content of practical training modules, based on an increasingly detailed understanding of the trainees' initial knowledge and field work enhances the effectiveness of their training and achieves their employers' educational objectives. A very similar approach inspires the concept of training and tutoring provided by ENSTTI, whose motto – *Experts for Experts* – reflects the added value of lessons learned from the experience of professionals with operational responsibilities, including trainers and tutors who maintain links with their former trainees during the course of their work. It is a shared culture of nuclear safety and security which operates on an international scale because trainers and trainees come from many countries in the European Union and beyond.*

## **FURTHERING PROGRESS IN CAMARI-RELATED ACTIVITY**

*The increase in 2011 in the number of applicants for the*





/// L'ENSTTI développe des formations continues et des tutorats dans le domaine de la sûreté nucléaire et de la radioprotection.

/// ENSTTI organizes vocational training and tutoring periods in the field of nuclear safety and radiation protection.

s'est poursuivie en 2012, avec 790 candidats aux épreuves écrites et orales, contre 714 en 2011 et, pour mémoire, 664 en 2010. Par ailleurs, le taux de réussite à ces épreuves est également en augmentation, malgré le taux relativement élevé d'échec aux épreuves du Camari. Ce dernier met en lumière la nécessité, pour les employeurs qui y présentent des candidats, de mieux les préparer à l'assimilation des notions assez complexes de la protection radiologique et à une remise à niveau dans des matières de base telles que les mathématiques. Il appelle également les formateurs à vérifier le niveau des connaissances de leurs stagiaires à l'issue des formations dispensées et avant leur présentation au Camari. Une telle préparation est de nature à réduire sensiblement ce taux d'échec encore trop important.

Par ailleurs, et bien qu'en augmentation – passant de 47 % en 2011 à 55 % en 2012 –, le faible taux de candidats se présentant aux épreuves orales après avoir été reçus aux épreuves écrites soulève des questions et mériterait une analyse.

### **ENSTTI: UN RYTHME ACCÉLÉRÉ DE DÉVELOPPEMENT**

2012 a vu s'affirmer la dynamique de partenariats engagée depuis la création de l'Institut européen de formation et de tutorat en sûreté nucléaire au printemps 2010, les TSO belge Bel V et lituanien LEI ayant rejoint le GRS et l'IRSN, membres fondateurs de l'Institut. Ce dernier bénéficie, en outre, du soutien du réseau ETSO des TSO européens, dont les membres sont aujourd'hui partenaires associés à l'ENSTTI, et d'une coopération de plus en plus étroite avec plusieurs autorités de sûreté qui lui proposent également des stagiaires, des formateurs et des tuteurs. Courant 2012, l'ENSTTI a formalisé, au plan contractuel, ses relations avec l'IAEA et la Commission européenne, dans le cadre, en particulier, de l'Instrument relatif à la coopération en matière de sûreté nucléaire (INSC), dispositif destiné à amener les installations nucléaires de pays tiers à des niveaux de sûreté proches de ceux en vigueur dans l'Union européenne. À ce titre, l'ENSTTI dispensera chaque année près de 30 semaines de cours et près de 40 mois de tutorat en sûreté nucléaire jusqu'à la fin de 2015. Toujours à la demande de la Commission européenne, il proposera une version type de curriculum vitae d'expert en sûreté nucléaire, projet pour lequel il a déjà constitué un groupe de travail. Le nombre de stagiaires suivant les cours de l'ENSTTI ainsi que le nombre d'experts chargés de formation et de tutorat ont continué de progresser en 2012, permettant de proposer des formations et un suivi de haut niveau, assurés par 79 experts pour 100 stagiaires. Cette croissance est appelée à se poursuivre en 2013, le nombre de semaines de formation devant passer de 12 à 20 et celui de mois de tutorat de 12 à 20-24 mois.

**[www.enstti.eu](http://www.enstti.eu)**

**1 420**

personnes ont bénéficié des formations de l'IRSN (1 810 en 2011).

people attended IRSN training courses (1,810 in 2011).

**390**

certificats Camari délivrés (351 en 2011).

Camari certificates awarded. (351 in 2011).

*aptitude certificate for operating industrial radiology equipment (Camari) continued in 2012, with 790 candidates for the written and oral examinations up from 714 in 2011 and, for the record, 664 in 2010. Moreover, the pass rate in these examinations also increased. Nonetheless, the relatively high failure rate in Camari examinations highlights the need for employers who enter candidates to better prepare them for the assimilation of rather complex concepts of radiological protection and to refresh their knowledge of basic subjects such as mathematics. It suggests that trainers should check the level of knowledge of their students at the end of training and before entering them for the Camari exams. Such preparation is likely to significantly reduce the failure rate which is still too high. In addition, although the percentage of candidates entering the oral exam after having passed the written one has increased – from 47% in 2011 to 55% in 2012 – it remains low. The reasons for this should be investigated.*

### **ENSTTI: AN ACCELERATED RATE OF DEVELOPMENT**

2012 confirmed the dynamics of partnerships in existence since the creation of the European Nuclear Safety Training and Tutoring Institute in the spring of 2010, when the Belgian Bel V and the Lithuanian LEI TSOs joined GRS and IRSN, the founding members of the Institute. The Institute also enjoys the support of the ETSO network of European TSOs, whose members are now associate partners of ENSTTI, and increasingly close cooperation with several safety authorities, which also ensures a steady flow of trainees, trainers and tutors. In 2012, ENSTTI contractually formalized its relations with the IAEA and the European Commission, in particular within the framework of the Instrument for Nuclear Safety Cooperation (INSC), a mechanism designed to raise the safety of third-country nuclear facilities to levels similar to those in force in the European Union. Consequently, ENSTTI will provide almost 30 weeks of lessons and almost 40 months of tutoring in nuclear safety each year until the end of 2015. Again at the request of the European Commission, it will provide a typical version of a nuclear safety expert's résumé, a project for which it has already set up a working group. The number of trainees on ENSTTI courses and the number of experts responsible for training and tutoring continued to grow in 2012, enabling high-level training and tutoring to be provided to 100 trainees by 79 experts. This trend is expected to continue in 2013 when the number of weeks of training is to increase from 12 to 20 and the number of months of tutoring from 12 to 20-24.



# ACTIVITÉS

## ACTIVITIES

### DÉCEMBRE

Accélérateur ALPHÉE : première expérimentation avec des échantillons biologiques.

### DECEMBER

*The ALPHEE accelerator saw its first experiments with biological samples.*

### 20 MARS

Nouvelle version plus ergonomique du site Internet de l'IRSN dédié aux niveaux de référence diagnostiques, qui permet d'améliorer les transmissions des données dosimétriques relatives aux pratiques d'examen d'imagerie médicale diagnostiques.

### MARCH 20

*The new more user-friendly version of the IRSN's diagnostic reference levels website was released. The latest version offers improved transmission of dosimetric data relating to diagnostic medical imaging examination practices.*

# 03

SÛRETÉ..... P. 52  
*SAFETY*

À PROPOS DE LA DÉFENSE..... P. 74  
*ABOUT DEFENSE*

SÉCURITÉ NUCLÉAIRE ET NON-PROLIFÉRATION..... P. 82  
*NUCLEAR SECURITY AND NON-PROLIFERATION*

RADIOPROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET DE L'HOMME..... P. 90  
*RADIATION PROTECTION – ENVIRONMENT AND HUMAN HEALTH*

CRISE ET SITUATIONS POSTACCIDENTELLES..... P. 106  
*EMERGENCY AND POST-ACCIDENT SITUATIONS*

**SÛRETÉ**  
SAFETY

# ACCROÎTRE LA ROBUSTESSE DES SYSTÈMES NUCLÉAIRES

Dans cet esprit, l'IRSN est intervenu tout au long de l'année 2012 sur toutes les composantes de la sûreté. En premier lieu, l'Institut s'est investi dans l'évolution et l'harmonisation des méthodes d'expertise avec l'élaboration de guides techniques publiés sous l'égide du réseau ETSON des TSO européens. En préconisant un dispositif renforcé de protection des fonctions et des équipements essentiels à la sûreté ainsi que d'intervention rapide en situation d'urgence, l'Institut a encouragé l'adaptation des installations existantes à la prise en compte d'aléas extrêmes, sur la base du retour d'expérience de l'accident de Fukushima-Daiichi et des résultats tant des évaluations complémentaires de sûreté des installations nucléaires françaises que des *stress tests* du parc nucléaire européen. Dans une vision systémique du cycle du combustible nucléaire intégrant les installations, les combustibles, les transports et le stockage des déchets, l'IRSN a mené plusieurs programmes de recherche visant à disposer de connaissances et de moyens toujours plus performants au service de l'expertise des risques des installations actuelles et futures.

## **INCREASING THE ROBUSTNESS OF NUCLEAR SYSTEMS**

*With a view to increasing the robustness of nuclear systems, IRSN examined all aspects of safety throughout 2012. It first worked deeply on upgrading and harmonizing assessment methods, with the production of technical guides published by ETSON, the European Technical Safety Organisations Network. By recommending reinforced provisions for the protection of safety-related functions and equipment and for rapid response in emergency conditions, IRSN encouraged the upgrading of plants in operation, based on feedback from the Fukushima-Daiichi accident and the results of complementary safety assessments of French nuclear plants and of stress tests on European nuclear plants.*

*In a systematic vision of the nuclear fuel cycle integrating the installations, the fuels, the transport and the waste disposal, the IRSN led several research programs to improve knowledge and always more advanced means for the assessment of the risks of the operating and future installations.*



Retrouvez « Le point de vue de l'IRSN sur la sûreté et la radioprotection du parc électronucléaire français en 2011 ».

/// L'IRSN a contribué aux analyses relatives au réexamen de sûreté des réacteurs de 900 MWe dans le cadre des troisièmes visites décennales (photo : centrale nucléaire de Dampierre-en-Burly).

/// IRSN took part in safety review analyses of 900 MWe reactors as part of the third ten-year outage program (photo: Dampierre-en-Burly nuclear power plant).



## SÛRETÉ DES INSTALLATIONS EXISTANTES

### RÉACTEURS

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

#### RÉEXAMEN DE SÛRETÉ ASSOCIÉ AUX TROISIÈMES VISITES DÉCENNALES DE RÉACTEURS DE 900 MWE

L'IRSN a analysé les rapports de conclusions de réexamen de sûreté transmis par EDF pour certains réacteurs de 900 MWe : Bugey 2 et 4, Tricastin 2 et Dampierre 1, à la suite des réexamens de sûreté associés à leurs troisièmes visites décennales (VD3). EDF a mis en œuvre les améliorations définies par les études génériques – réalisées sur la période 2003-2009 concernant les réacteurs de 900 MWe – au regard, par exemple, des risques d'explosion et d'incendie dans les installations, du confinement en situation normale, accidentelle et d'accident grave, ou encore de la réduction du risque de rupture de la cuve par surpression à froid. L'exploitant a vérifié que ces installations étaient conformes aux exigences qui leur sont applicables. À l'issue de ses analyses, l'IRSN n'a relevé ni écart ni élément de nature à mettre en cause la poursuite de l'exploitation de ces réacteurs pour 10 années supplémentaires.

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

#### PRÉPARATION DU RÉEXAMEN DE SÛRETÉ ASSOCIÉ AUX DEUXIÈMES VISITES DÉCENNALES DES RÉACTEURS DE 1450 MWE

L'IRSN a analysé, en 2012, le programme d'études présenté par EDF en vue du réexamen de sûreté associé aux deuxièmes visites décennales (VD2) des quatre réacteurs de 1450 MWe, programmées à partir de 2018. En amont, EDF a réalisé des études visant à vérifier que les installations respectaient les exigences de sûreté qui leur sont applicables.

## SAFETY OF EXISTING FACILITIES

### REACTORS

IRSN supports ASN, the French nuclear safety authority, by assessing the safety of reactors in operation and during construction and dismantling work.

#### SAFETY REVIEW OF 900 MWe REACTORS

IRSN analyzed the safety review conclusion reports communicated by EDF for some of its 900 MWe reactors. (Bugey 2 and 4, Tricastin 2, Dampierre 1) following the safety reviews conducted during their third ten-year inspections (VD3). EDF implemented the improvements defined by the generic studies conducted over the period 2003-2009 on 900 MWe reactors, covering for example the risks of explosion and fire in the facilities, containment in normal, accident and severe accident conditions, and reduction of the risk of reactor vessel failure due to cold overpressure. It also verified that these facilities complied with applicable requirements. On completion of its analyses, IRSN raised neither deviation or discrepancy liable to compromise continued operation of these reactors for a further ten years.

#### PREPARATION OF THE SAFETY REVIEW OF 1450 MWe REACTORS

In 2012 IRSN analyzed the study program submitted by EDF for the safety review to be conducted in parallel with the second ten-year inspections (VD2) of the four 1450 MWe reactors, scheduled to begin in 2018. In preparation for this, EDF carried out studies to ensure that the facilities met applicable safety requirements. IRSN recommended in particular that EDF:

L'IRSN a notamment recommandé qu'EDF :

- cherche à rapprocher les objectifs radiologiques qui seront retenus pour les réacteurs de 1450 MWe au-delà de leurs VD2 de ceux retenus pour le réacteur EPR ;

- examine l'application de certaines méthodes d'étude mises en œuvre pour le réacteur EPR, par exemple en matière de vérification de la « sectorisation incendie » ou d'accidents sans fusion du cœur.

L'analyse de l'IRSN a été présentée au groupe permanent pour les réacteurs (GPR) le 25 octobre 2012. L'ASN se prononcera sur la base de l'avis du GPR.

L'IRSN examinera les conclusions des études qui seront menées par EDF pour apprécier les dispositions d'amélioration, pour lesquelles EDF proposera la mise en œuvre dans le cadre des VD2 des réacteurs de 1450 MWe.

**www.irsn.fr**

### RÉACTEUR EPR

En 2012, l'IRSN a poursuivi l'expertise de la conception détaillée de l'EPR Flamanville 3 et des principes d'exploitation annoncés, tout en s'impliquant dans le suivi du chantier de Flamanville 3.

EDF a mis en œuvre une démarche d'optimisation des activités contribuant majoritairement à la dose prise par les travailleurs au cours de l'exploitation du réacteur. Si, sur le plan des principes, cette démarche avait été jugée satisfaisante par l'IRSN, les justifications apportées à propos de la déclinaison de la démarche pour certaines activités ont été estimées en partie insuffisantes.

L'Institut a considéré que la démarche générale de diagnostic et

de gestion d'un accident grave était globalement satisfaisante. Toutefois, il a formulé des demandes relatives aux critères d'entrée dans les OSSA (*Operating Strategies for Severe Accidents*), à l'instrumentation nécessaire à la gestion de l'accident ainsi qu'à la diversification des fonctions de noyage en mode actif ou passif de la chambre d'étalement du corium.

L'instruction de la conception détaillée des systèmes de sauvegarde s'est poursuivie. Un avis sur la conception du système de « borication » automatique a ainsi été transmis à l'ASN en 2012.

Le suivi des activités du chantier a également été poursuivi avec la participation aux inspections et la rédaction d'avis sur les opérations de construction. L'IRSN a ainsi rendu, en 2012, un avis sur la phase de dépose du bouchon du canal d'amenée entre les réacteurs n° 2 et n° 3 du site ainsi que sur la prise en compte du retour d'expérience des activités de génie civil dans les codes de construction.

**www.irsn.fr**

### CENTRALE DE CHOOZ B : CORPS MIGRANT DANS LES POMPES DU CIRCUIT PRIMAIRE

Au printemps 2012, une tête de vis provenant de l'une des pompes du circuit primaire a été retrouvée sous un assemblage combustible du cœur du réacteur n° 2 de la centrale de Chooz B (Ardennes).

Les investigations menées sur ce réacteur, puis sur le réacteur n° 2 de la centrale de Civaux (Vienne) ont mis en évidence plusieurs anomalies relatives à la visserie des pompes du circuit primaire. Le risque associé, en termes de sûreté, est principalement la migration d'un élément qui pourrait venir aggraver la cuve du réacteur et endommager son revêtement interne. Conformément aux préconisations de l'IRSN, l'ensemble des pompes des circuits primaires des deux réacteurs précités a été remis en conformité avant redémarrage. Les pompes des circuits primaires des réacteurs n° 1 des centrales de Chooz B et de Civaux, de conception similaire, seront contrôlées lors des prochains arrêts de ces réacteurs, en 2013.

- make efforts to bring the radiological targets defined for 1450 MWe reactors after their VD2s closer to those adopted for the EPR reactor;

- consider the application of certain study methods implemented for the EPR, for example regarding the verification of fire compartmentation or accidents without core melt.

The IRSN analysis was submitted to the advisory committee for nuclear reactors on October 25, 2012. ASN will base its statement on the committee's opinion.

IRSN will examine the conclusions of the studies to be conducted by EDF to assess the improvement measures that EDF proposes to implement as part of the second ten-year inspection of 1450 MWe reactors.

### EPR

In 2012 IRSN continued to assess the detailed design of the Flamanville 3 EPR and the operating principles, and was still involved in monitoring construction activities on the reactor of Flamanville 3.

EDF has undertaken an approach to optimize the activities most responsible for dose received by workers during the reactor operation. Although IRSN deemed the approach satisfactory as far as basic principles were concerned, it considered that the justifications provided for certain activities were insufficient. On the whole, the Institute considered that the approach for severe accident diagnosis and its management was satisfactory. Nevertheless, it put forward requests concerning OSSA (*Operating Strategies for Severe Accidents*) entry criteria, instrumentation required for accident management, and the diversification of corium spreading area flooding functions in active or passive mode.

Examination of the detailed design of the safeguard systems continued. A notice on the design of the automatic boration system was submitted to ASN in 2012. Monitoring of construction activities also continued, with participation in inspections and drafting of notices on the operations of construction. For example, in 2012 IRSN issued a notice on the removal of the plug in the intake channel between reactors 2 and 3 on the site and the potential operating experience feedback of construction work on construction codes.

### CHOOZ B POWER PLANT: LOOSE PART IN THE REACTOR COOLANT SYSTEM PUMPS

In spring 2012, a bolt head from one of the reactor coolant system pumps was found under a fuel assembly in the core of reactor 2 at the Chooz B nuclear power plant in northeastern France. Investigations on this reactor and then on reactor 2 at the Civaux power plant near Poitiers revealed several anomalies concerning the reactor coolant pump bolting. The risk associated in terms of safety is mainly the migration of an element which could come and hit the reactor vessel and damage its inner lining. In accordance with IRSN recommendations, the necessary corrective work was carried out on all the reactor coolant pumps of the two reactors mentioned above before restart. The reactor coolant pumps of reactor 1 at Chooz B and reactor 1 at Civaux, which are similar in design, will be inspected during the next outages in 2013.



/// L'IRSN a poursuivi l'expertise de la conception et du chantier de l'EPR Flamanville 3.

/// IRSN continued to assess the design and construction site of the Flamanville 3 EPR.



### **PARTICIPATION À L'EXPERTISE DES DÉFAUTS DE LA CUVE DU RÉACTEUR BELGE DOEL 3**

Des contrôles par ultrasons, effectués en juin 2012 sur la partie cylindrique de la cuve du réacteur Doel 3 (Belgique), ont mis en évidence l'existence de défauts dans la zone de la cuve exposée au vieillissement du métal sous irradiation. Ces très nombreux défauts (environ 8800) sont plus ou moins parallèles à la paroi interne de la cuve. L'hypothèse la plus probable, à ce jour, concernant leur origine est que ces défauts seraient dus à des relâchements d'hydrogène au cours du processus de fabrication, entre 1974 et 1978. À la demande de l'autorité de sûreté belge (AFCN), l'ASN et l'IRSN lui apportent leur concours au sein de plusieurs groupes d'experts internationaux, en soutien aux évaluations que réalise cette autorité. Les deux réacteurs restent à l'arrêt dans l'attente d'une décision de l'AFCN à l'issue de l'analyse des rapports qui lui ont été transmis par l'exploitant Electrabel.

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

### **SUITES DES ÉVALUATIONS COMPLÉMENTAIRES DE SÛRETÉ: LE CONCEPT DE « NOYAU DUR »**

À la suite des analyses des évaluations complémentaires de sûreté (ECS) menées en 2011 par les exploitants et sur recommandation de l'IRSN et du groupe permanent d'experts pour les réacteurs, l'ASN a demandé à EDF la mise en œuvre d'un « noyau dur » de dispositions matérielles et organisationnelles robustes visant, pour les situations extrêmes étudiées dans le cadre des ECS, à:

- prévenir un accident avec fusion du combustible, ou en limiter la progression;
- limiter les rejets radioactifs massifs;
- permettre à l'exploitant d'assurer les missions qui lui incombent dans la gestion d'une crise.

L'analyse, par l'IRSN, du dossier d'EDF remis, le 30 juin 2012, en réponse à la demande de l'ASN, a été présentée au groupe permanent d'experts le

### **PARTICIPATION IN ASSESSING VESSEL DEFECTS IN REACTOR 3 AT BELGIUM'S DOEL PLANT**

Ultrasound inspections performed in June 2012 on the cylindrical part of the vessel of reactor 3 at the Doel nuclear power plant in Belgium revealed defects in the region of the vessel affected by irradiation-induced aging of the metal. The very many defects detected (about 8800) were more or less parallel to the vessel inner wall. It is currently thought that these defects were most likely caused by hydrogen releases during the manufacturing process between 1974 and 1978. The Belgian federal agency for nuclear control asked ASN and IRSN to participate in several international advisory committees supporting its assessment activities. The two reactors concerned shall remain shut down until the Belgian agency has examined the reports submitted by the nuclear operator Electrabel.

### **FOLLOW-UP TO COMPLEMENTARY SAFETY ASSESSMENTS: HARDENED SAFETY CORE CONCEPT**

Following the analyses of complementary safety assessments conducted by operators in 2011, and at the recommendation of IRSN and the advisory committee on reactors, ASN asked EDF to implement a hardened safety core (organizational, material or procedural measures) to fulfill the following functions under the extreme conditions examined in the assessments:

- prevent a fuel melt accident or limit its progress;
- limit massive radioactive release;
- enable the operator to take emergency response action.

IRSN's analysis of the safety hardened core report submitted by EDF on June 30, 2012 in response to ASN's



13 décembre 2012. Celui-ci a estimé que l'objectif retenu par EDF, en termes de limitation des conséquences d'un accident dû à une catastrophe naturelle extrême, n'était pas assez ambitieux. Il a également demandé à EDF de revoir le contour du noyau dur afin de prévenir la fusion du cœur dans tous les états pour les réacteurs du parc en exploitation. Les dispositions de limitation des conséquences d'un accident grave à l'étude dans le cadre de l'extension de la durée de fonctionnement des réacteurs de 900 MWe et qui seront ensuite mises en œuvre sur les autres réacteurs devraient, pour partie, être intégrées au «noyau dur».

### **PARTICIPATION AUX STRESS TESTS EUROPÉENS**

À la suite de l'accident survenu dans la centrale de Fukushima-Daiichi, le Premier ministre français a demandé la réalisation d'ECS pour les installations nucléaires françaises. Dans le même temps, le Conseil européen a mandaté la Commission européenne et le Groupe des autorités de sûreté nucléaires européennes (ENSREG) pour réaliser une évaluation de

*request was presented to the advisory committee on December 13, 2012. The advisory committee considered that the objective defined by EDF in terms of limitation of the consequences of an accident resulting from extreme hazards is not enough ambitious. It also asked EDF to revise the scope of the hardened safety core in order to prevent core melt in all states for reactors currently in operation. Some of the measures for mitigating the impact of a severe accident currently being studied in the context of 900 MWe reactor service life extension, and which will subsequently be implemented on other reactors, should be incorporated into the hardened safety core.*

### **PARTICIPATION IN EUROPEAN STRESS TESTS**

*Following the accident at the Fukushima-Daiichi power plant in Japan, the French Prime Minister asked for*

## FOCUS Le concept de «noyau dur»

Le concept de «noyau dur», proposé par l'IRSN, vise à ce que toutes les installations disposent d'équipements répondant à des exigences supérieures à celles prises en compte lors de leur conception afin d'assurer les fonctions essentielles pour la sûreté (alimentation électrique, refroidissement, confinement, etc.) en cas d'événements extrêmes. Ce «noyau dur» inclut également, sur chaque site, des dispositions matérielles et organisationnelles renforcées permettant de faire face à la crise.

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

### **The hardened safety core concept**

*The "hardened safety core" concept proposed by IRSN is aimed at ensuring that all facilities have equipment that meets higher requirements than those considered at the design stage, in order to maintain safety-critical functions (power supply, cooling, containment, etc.) in case of extreme hazards. On each site, the hardened safety core also includes reinforced equipment and organizational measures to respond to emergencies.*



**La parole à...** Hervé Guyon, chef de la division réacteur, Institut Laue-Langevin (Grenoble, Isère)

**In the words of...** Hervé Guyon, Head of the Reactor Division, Laue-Langevin Institute

«Grâce à l'expertise interne que nous avons développée, nous avons rapidement proposé des actions basées sur le concept de «noyau dur», à l'occasion de notre évaluation complémentaire de sûreté pour notre réacteur expérimental RHF, situé à Grenoble. Ce «noyau dur» est constitué d'un nombre limité de structures, systèmes et composants, qui permettent de limiter l'occurrence de situations accidentelles et d'en limiter l'impact, même dans des situations extrêmes. Cette évaluation nous a confortés dans notre connaissance de la robustesse de l'installation et nous a amenés à déterminer des modifications – poste de contrôle de secours (PCS), circuit de dégonflage sismique, circuit d'eau de nappe, etc. –, qui seront finalisées en 2016 et compléteront les circuits de sauvegarde déjà en place. Un diesel «tsunamique» a été installé en 2012, et le génie civil du nouveau PCS est aujourd'hui achevé.»

*"Thanks to the in-house expertise that we have developed, we were able to rapidly propose actions based on the hardened safety core concept during our complementary safety assessment for our HFR experimental reactor in Grenoble. The hardened safety core consists of a small number of structures, systems and components that limit the occurrence of accidental conditions and mitigate their impact even under extreme conditions. As well as reinforcing our knowledge of the facility in terms of robustness, the assessment led us to make a number of changes, including an emergency control room, a seismic depressurization system, and a new groundwater system. This work will be finalized in 2016 to supplement the safeguard systems already in place. A 'tsunami-proof' diesel generator was installed in 2012 and the structure of the new emergency control room was completed."*

/// À la suite des ECS, l'IRSN a préconisé la mise en œuvre d'un noyau dur, c'est-à-dire d'un dispositif renforcé de protection des fonctions et équipements essentiels à la sûreté.

/// Following the complementary safety assessments, IRSN recommended implementing a hardened safety core to afford greater protection for essential safety-related functions and equipment.





**La parole à...** Philippe Jamet, commissaire du collège de l'ASN et membre du Groupement européen des autorités de sûreté nucléaire (ENSREG)

**In the words of...** Philippe Jamet – ASN Commissioner – Member of the European Nuclear Safety Regulators Group (ENSREG)

« L'ENSREG m'a nommé président du comité chargé de piloter la revue par les pairs des résultats des *stress tests* menés sur le parc électronucléaire de l'Union européenne, de la Suisse et de l'Ukraine. Nous avons constaté, tout d'abord, qu'aucune des autorités de sûreté concernées n'avait jugé fondé l'arrêt immédiat d'une installation, mais que toutes considéraient nécessaire d'en conforter la robustesse au regard d'événements extrêmes, notamment d'origine naturelle. Par ailleurs, nous avons constaté que l'évaluation de tels événements et celle des marges de sûreté à prendre en conséquence étaient disparates d'un pays à l'autre. De manière surprenante, il est apparu que certains dispositifs, dont le caractère critique pour la sûreté avait été mis en évidence par l'accident de Three Mile Island (États-Unis) dès 1979, n'étaient toujours pas déployés en 2012 sur tout le parc européen. Enfin, les réévaluations de sûreté régulières ont montré leur efficacité pour conforter la robustesse des installations, plaidant en faveur de la généralisation de cette pratique. Notre comité a donc formalisé des recommandations destinées à renforcer la sûreté du parc électronucléaire européen. L'ENSREG a ensuite demandé à chaque État concerné d'établir sur cette base un plan d'action appelé à un examen dans le cadre d'une nouvelle revue par les pairs au premier semestre 2013. »

*"ENSREG appointed me Chairman of the Peer Review Board on the results of stress tests conducted on nuclear power plants in the European Union, Switzerland, and Ukraine. First of all, we noted that none of the safety authorities concerned had judged that there was any reason to shut down a plant immediately, but that all of them considered it necessary to increase plant robustness with regard to extreme events, in particular events of natural origin. We also observed that the assessment of such events and the appropriate safety margins required varied from one country to another. Surprisingly, it was seen that some systems, already shown by the Three Mile Island accident in 1979 to be safety-critical, had still not been deployed on all European reactors by 2012. Lastly, regular safety reviews have proved effective in making facilities more robust, which indicates that they should be introduced on a general basis. Our board consequently set out formal recommendations to reinforce safety at European nuclear power plants. ENSREG then asked each country concerned to draw up, on the basis of these recommendations, an action plan to be examined by a further peer review in the first half of 2013."*

robustesse (appelée *stress tests*) de toutes les centrales électronucléaires de l'Union européenne. Les deux exercices ont été menés, en France, sur la base d'un dossier commun remis à l'ASN par EDF et instruit par l'IRSN. Les conclusions de l'Institut ainsi que l'avis des groupes permanents d'experts ont permis à l'ASN de prescrire les dispositions de renforcement jugées nécessaires à la lumière de l'accident de Fukushima.

Ces éléments ont ensuite fait l'objet d'un rapport public, transmis début 2012 par l'ASN à l'ENSREG pour une revue par les pairs. Cette revue, menée en 2012 par 24 États membres de l'Union européenne, a porté sur la robustesse des installations aux séismes et aux inondations, aux défaillances des sources électriques et/ou de refroidissement et sur la gestion des situations accidentelles. L'IRSN a mis à disposition un auditeur pour la France et a participé, aux côtés de l'ASN, à la présentation du dossier français lors des auditions et à la préparation des visites de certains sites d'EDF. Les conclusions de cette revue, publiée le 27 avril 2012 par l'ENSREG, portent sur l'établissement de bases communes, en Europe, pour l'évaluation des risques naturels, l'importance de la réalisation des réexamens de sûreté périodiques et de la mise en œuvre de dispositions pour protéger l'intégrité du confinement ainsi que pour renforcer la prévention des accidents et la limitation de leurs conséquences en cas d'agression naturelle extrême. L'approche française, qui inclut la définition d'un « noyau dur » composé de moyens matériels, organisationnels et humains permettant d'assurer de façon durable les fonctions de sûreté vitales des installations dans des situations extrêmes et une force

*complementary safety assessments to be carried out at French nuclear facilities. At the same time, the European Council mandated the European Commission and the European Nuclear Safety Regulators Group to conduct stress tests on all nuclear power plants in the European Union. In France, both exercises were led on the basis of common files submitted to ASN by EDF and examined by IRSN. Drawing on IRSN's conclusions and advisory committee findings, ASN was able to prescribe the necessary reinforcement measures in light of the events which occurred at Fukushima. All these findings and recommendations were subsequently incorporated into a public report submitted in early 2012 by ASN to ENSREG for a peer review. This review was conducted in 2012 by 24 Member States of the European Union and dealt with the robustness of facilities with respect to earthquakes and flooding, and to power supply and/or cooling system failures, and the management of accidental situations. IRSN seconded an auditor for France and worked alongside ASN to present the French file at the hearings and prepare inspections of a number of EDF sites. The conclusions of the review, published on April 27, 2012 by ENSREG, focus on setting up common European standards for assessing natural hazards, and the need for periodic safety reviews and measures to protect containment integrity and reinforce the pre-*



d'intervention rapide nucléaire, a été jugée pertinente. Les auditeurs ont recommandé de confronter l'approche suivie en France pour l'évaluation des risques liés aux séismes et aux inondations à celle des autres pays et d'étudier l'intérêt de dispositions complémentaires pour la recharge des batteries.

L'IRSN s'impliquera aux côtés de l'ASN dans les prochaines étapes prévues au niveau européen (suivi de la mise en place des dispositions sur les réacteurs, harmonisation des approches selon les pays, etc.).

## INSTALLATIONS DU CYCLE DU COMBUSTIBLE ET INSTALLATIONS EXPÉRIMENTALES

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

### EXAMEN DE LA STRATÉGIE DU CEA DE GESTION DES DÉCHETS ET DES COMBUSTIBLES USÉS

L'IRSN a examiné la stratégie du CEA pour la gestion des déchets, des combustibles usés et des sources scellées usagées. Le 15 février 2012, il a présenté les conclusions de son évaluation devant les groupes permanents d'experts placés auprès de l'ASN et de l'ASND. L'examen de l'IRSN a conclu à une amélioration significative en matière de gestion des déchets depuis le précédent examen du même type, réalisé en 1999. La stratégie retenue est apparue globalement pertinente. S'agissant des sources scellées usagées, l'IRSN a estimé que les filières de reprise et d'élimination relevant de la responsabilité du CEA étaient satisfaisantes. En revanche, la stratégie de gestion des déchets solides et liquides produits par le CEA manque de robustesse. Enfin, l'IRSN a conclu que les transports associés à ces différentes stratégies constituaient un maillon important dans leur mise en œuvre. L'Institut a formulé des recommandations à cet égard.

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

vention of and mitigate the impact of accidents due to extreme natural hazards. The French approach, which includes defining a hardened safety core, comprising equipment, organizational and human resources capable of maintaining vital safety functions at facilities under extreme conditions, and setting up a rapid response force for nuclear emergencies, was found to be on target. The auditors recommended comparing the French approach to the assessment of seismic and flooding risks with those adopted by other countries, and considering the possible need for additional measures for recharging batteries. IRSN will work alongside ASN in the next phases of action planned at European level. These include monitoring the introduction of various provisions relating to reactors, and standardizing approaches in different countries.

## FUEL CYCLE AND EXPERIMENTAL FACILITIES

IRSN's assessment activities are aimed at assessing the safety of both fuel cycle and experimental facilities.

### EXAMINATION OF THE CEA WASTE AND SPENT FUEL MANAGEMENT STRATEGY

IRSN reviewed the CEA strategy for the management of waste, spent fuels, and spent sealed sources. On February 15, 2012 submitted its findings to the ASN and ASND advisory committees. According to the IRSN review, there has been a significant improvement in waste management since the previous review held in 1999. The selected strategy was found suitable on the whole. IRSN considered that procedures for recovering and removing spent sealed sources, under CEA responsibility, were satisfactory. In contrast, the management



/// L'IRSN a réalisé une expertise de la stratégie du CEA en matière de gestion des déchets et des combustibles usés (photo: Cedra, CEA, Cadarache).

/// IRSN assessed CEA strategy on waste and spent fuel management (photo: Cedra, Cadarache center, CEA).



**La parole à...** Shohei Sato, vice-président-directeur général associé, Direction de la sûreté des systèmes nucléaires, Japan Nuclear Energy Safety Organization (JNES)

**In the words of...** Shohei Sato, Associate Vice-President & Director-General, Nuclear Energy System Safety Department, Japan Nuclear Energy Safety Organization (JNES)

« JNES poursuit une collaboration avec l'IRSN en matière de sûreté nucléaire. Dans le domaine du risque d'incendie, nous organisons depuis quelques années des workshops annuels alternativement à Cadarache (Bouches-du-Rhône) et à Tokyo (Japon), à l'occasion desquels nous discutons de nos programmes de R&D, de nos codes analytiques et de nos guides de sûreté respectifs. La prévention des incendies constituant l'un des principaux enjeux de sûreté au Japon, le capital de connaissance et d'expérience de l'IRSN nous apporte beaucoup. Nous collaborons également dans le domaine des accidents graves, et les liens entre l'IRSN et JNES se sont encore resserrés à la suite de l'accident de la centrale de Fukushima-Daiichi. JNES a rejoint le réseau SARNET au mois de mars 2012 et le projet BSAF (étude comparative de l'accident de Fukushima-Daiichi), lancé par l'AEN au mois de juin avec la participation de l'IRSN et d'organismes d'autres pays. Aux côtés de NRA, la nouvelle autorité de sûreté japonaise, JNES s'investit fortement dans la mise en place d'une nouvelle réglementation très stricte dans le domaine des accidents graves. Nous sommes reconnaissants à l'IRSN de sa coopération dans ce domaine et espérons développer avec lui de nouveaux programmes de R&D. »

*“JNES is collaborating with IRSN on nuclear safety. For several years now we have organized annual workshops on the fire risk, held alternately at Cadarache and in Tokyo, where we discuss our respective R&D programs, computer codes and safety guides. Fire prevention is one of the main safety issues in Japan, so the knowledge and experience accumulated by IRSN is very useful to us. We also work together on severe accidents, and ties between IRSN and JNES have become even closer since the accident at the Fukushima-Daiichi power plant. JNES joined the SARNET network in March 2012, and the BSAF (Benchmark Study of the Accident at the Fukushima-Daiichi NPS) project, launched by the NEA in June with participation by IRSN and other bodies from other countries. Alongside NRA, the new Japanese safety authority, JNES, is working hard to introduce very strict new regulatory measures concerning severe accidents. We are grateful to IRSN for its cooperation in this area and hope to develop new R&D programs with the Institute.”*

### RÉEXAMEN DE SÛRETÉ DE L'USINE CIS BIO INTERNATIONAL

L'Institut a exposé le 7 mars 2012, au groupe permanent compétent placé auprès de l'ASN, les conclusions de son évaluation des compléments apportés par la société CIS bio international au dossier de réexamen de sûreté de son usine de production de radioéléments artificiels située à Saclay (Essonne).

En effet, l'examen du dossier lors de la réunion du groupe permanent, le 7 juillet 2010, n'avait pas permis de conclure au caractère suffisant des dispositions retenues en vue d'une exploitation pérenne. À l'analyse des compléments transmis, l'Institut a, en particulier, considéré que la poursuite pérenne de l'exploitation de l'installation nécessitait la réalisation, dans les meilleurs délais, de nombreux travaux concernant notamment la maîtrise des risques d'incendie.

### MISE EN SERVICE DE L'UNITÉ NORD DE L'USINE GEORGES-BESSE II

La Société d'enrichissement du Tricastin (SET), filiale d'Areva, poursuit la construction de l'usine Georges-Besse II d'enrichissement de l'uranium par centrifugation, sur le site du Tricastin (Drôme).

Cette installation remplace l'usine d'enrichissement par diffusion gazeuse de la société Eurodif production, à l'arrêt définitif depuis juin 2012. Les premiers modules d'enrichissement de l'unité sud de l'usine Georges-Besse II ont été mis en service en 2011, et cette unité a atteint la moitié de sa capacité nominale à l'été 2012. L'unité nord a été mise en service fin 2012, opération pour laquelle l'IRSN a transmis son avis à l'ASN.

strategy for solid and liquid waste produced by the CEA was lacking robustness. Lastly, IRSN considered that transportation was a key to the implementation of these various strategies. It made some recommendations in this field of interest.

### SAFETY REVIEW OF THE CIS BIO INTERNATIONAL PLANT

On March 7, 2012, IRSN presented to the relevant ASN advisory committee its findings on the additional information provided by CIS Bio International for the safety review of its artificial radionuclide production plant located at Saclay, near Paris. Following examination of the documents at the advisory committee meeting on July 7, 2010, the measures adopted with a view to long-term operation were not considered adequate.

On analysis of the additional information submitted, IRSN considered if the plant was to continue operating, that many urgent improvements were required, especially regarding the control of fire risks.

### COMMISSIONING OF THE NORTH UNIT OF THE GEORGES-BESSE II PLANT

The Société d'enrichissement du Tricastin (SET), an Areva subsidiary, is continuing construction work on its Georges-Besse II gas centrifuge uranium enrichment plant on the Tricastin site in southern France. This facility is to replace the gas diffusion enrichment plant oper-



## DÉVELOPPEMENT D'UNE NOUVELLE VERSION DU FORMULAIRE CRISTAL

L'IRSN a poursuivi, en 2012, le développement d'une nouvelle version du formulaire de calcul de criticité CRISTAL en partenariat avec le CEA, dans le cadre d'un accord de collaboration cosigné par l'IRSN, le CEA, Areva NC et Areva NP. Cette version 2.0 du formulaire CRISTAL rassemble les codes de neutronique de la génération actuelle – MORET5, APOLLO2 et TRIPOLI4 –, qui utilisent tous les données nucléaires les plus récentes de la bibliothèque JEFF3. Les calculs de criticité sont effectués par l'intermédiaire de l'atelier logiciel intégré LATEC, développé par l'IRSN, qui gère de façon cohérente l'ensemble des modèles descriptifs (1D, 2D, 3D), des méthodes, des données (paramétrées ou non) et des résultats de calcul d'un projet. L'aboutissement des développements de cette version est prévu en 2013, à l'issue d'une phase de validation.

## RECHERCHE EN CRITICITÉ : DÉMARRAGE DE LA PHASE 2 DU PROGRAMME EXPÉRIMENTAL MIRTE

À l'issue du programme expérimental MIRTE 1 (2007-2011), réalisé dans l'installation « appareillage B » du centre CEA de Valduc (Côte-d'Or), l'IRSN, Areva et l'Andra ont décidé de poursuivre leur collaboration en matière de prévention des risques de criticité en cofinçant le programme MIRTE 2. Les deux phases du programme expérimental MIRTE (matériaux en interaction et réflexion toutes épaisseurs) sont destinées à étudier l'influence sur le risque de criticité de certains matériaux de structure disposés autour d'éléments de matière fissile ou entre de tels éléments. Après une première étape dédiée au retour d'expérience du programme MIRTE 1, la seconde étape du programme MIRTE 2 a débuté le 6 juillet 2012. L'objectif principal est d'obtenir des

ated by Eurodif Production, which was shut down in June 2012. The first enrichment modules of the South unit of the Georges-Besse II plant were commissioned in 2011, and the unit reached half its nominal capacity in mid-2012. The North unit was commissioned at the end of 2012. IRSN submitted a notice to ASN on this event.

### NEW VERSION OF THE CRISTAL PACKAGE

In 2012 IRSN pursued the development of a new version of CRISTAL, a criticality calculation software package, in partnership with the CEA, within the framework of agreement of collaboration cosigned by IRSN, CEA, Areva NC and Areva NP in 2012. Version 2.0 of the CRISTAL package brings together the current generation of neutron calculation codes -MORET5, APOLLO 2 and TRIPOLI4- which all use the most recent nuclear data from the JEFF 3 library. Criticality calculations are performed by the LATE C integrated software workbench, developed by IRSN, which provides consistent management of all the descriptive models (1D, 2D, 3D), methods, data (parameterized or not) and calculation results of a project. The outcome of the developments of this version is planned in 2013, at the end of a validation phase.

### CRITICALITY RESEARCH: STARTUP OF PHASE 2 OF THE MIRTE EXPERIMENTAL PROGRAM

On completion of the MIRTE 1 experimental program (2007-2011), conducted in the "Appareillage B" facility at the CEA/DAM center in Valduc in eastern France, IRSN, Areva and Andra decided to pursue their collaboration

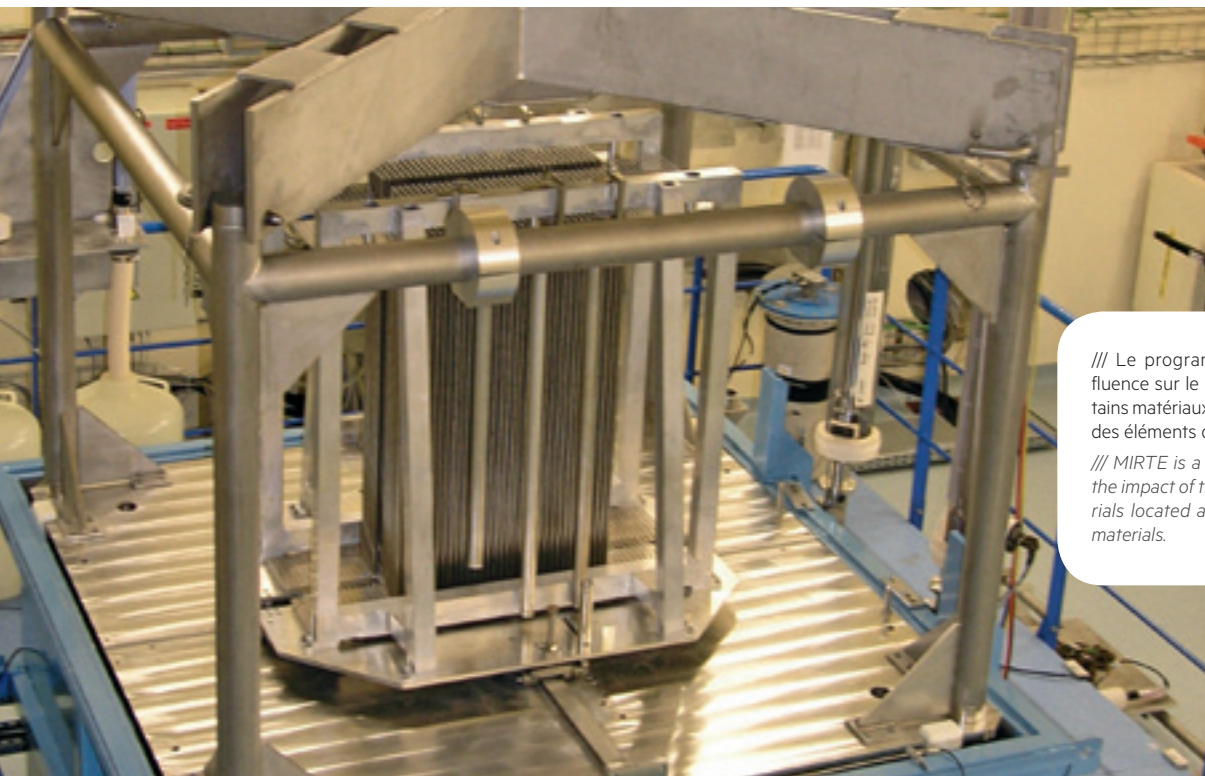


**La parole à...** Jean-Raymond Fontaine, responsable du laboratoire d'ingénierie aérodynamique, INRS

**In the words of...** Jean-Raymond Fontaine, air handling engineering laboratory, INRS (French national institute for occupational health and safety research)

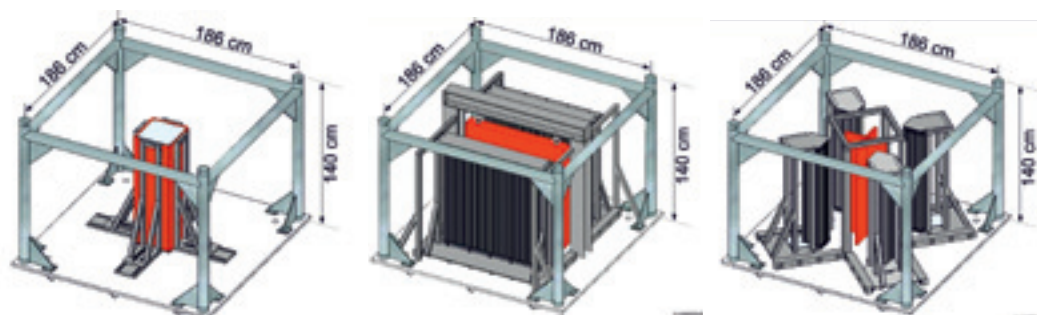
« La France a accueilli pour la première fois, en septembre 2012, la conférence internationale sur la ventilation industrielle. Cette réunion permet tous les trois ans aux experts de ce domaine de confronter leurs travaux et leurs pratiques professionnelles. Parmi les thématiques abordées en 2012 figurent la prévention du risque chimique, les risques émergents associés aux nanotechnologies, la qualité de l'air intérieur ou encore la maîtrise des émissions des machines. Pour enrichir les échanges, l'INRS a associé des partenaires à l'organisation : élaboration du programme, choix et sollicitation des intervenants, etc. Parmi eux, l'IRSN a été sollicité pour apporter son expertise liée au nucléaire. Le nombre de participants et la qualité des débats témoignent de la réussite de cette initiative. Cette collaboration illustre le partenariat entre l'INRS et l'IRSN, qui se traduit par la mutualisation de moyens, de compétences et de réseaux scientifiques autour de thématiques d'intérêt commun. »

*"In September 2012, France hosted the international conference on industrial ventilation for the first time. Held every three years, the conference is an opportunity for experts in the field of industrial ventilation to compare their work and their professional practices. The topics covered in 2012 included the prevention of chemical risks, the emerging risks associated with nanotechnologies, indoor air quality, and the control of emissions from machinery. To enhance the quality and scope discussions, INRS involved partners in the organization of the event, in such matters as preparing the program, choosing and inviting speakers, etc. IRSN was asked to contribute due to its expertise in the nuclear field. The number of participants and the quality of discussion testified to the success of this initiative. This collaboration is an illustration of the partnership between INRS and IRSN, which includes pooling resources, competencies and scientific networks on topics of common interest."*



/// Le programme MIRTE étudie l'influence sur le risque de criticité de certains matériaux disposés autour ou entre des éléments de matière fissile.

/// MIRTE is a program set up to study the impact of the criticality risk on materials located around or between fissile materials.



informations sur les caractéristiques neutroniques de divers matériaux ou d'éléments constitutifs de ces matériaux (résines, chlore, chrome, manganèse et molybdène), mis en œuvre dans les emballages de transport et les installations du cycle du combustible et non encore étudiés dans la phase précédente du programme.

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

### CONDITIONNEMENT DES DÉCHETS RICHES EN MATIÈRES ORGANIQUES ET EN ÉLÉMENTS ÉMETTEURS ALPHA

En réponse à une demande de l'ASN, l'IRSN a transmis un avis dans le cadre du Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs (PNGMDR) sur le conditionnement des déchets riches en matières organiques et en éléments émetteurs alpha.

À ce sujet, l'IRSN a examiné deux études d'Areva et du CEA traitant du conditionnement de déchets technologiques contenant des matières organiques qui peuvent être irradiantes ou contaminées en éléments émetteurs alpha. Pour l'IRSN, le procédé de traitement thermique envisagé par Areva pour la fabrication de colis possédant

on the prevention of criticality risks by co-funding the MIRTE 2 program. The two phases of the MIRTE experimental program are intended to study how the criticality risk is affected by certain structural materials, arranged around or between fissile material elements. After a first stage, dedicated to the MIRTE 1 program feedback, the second phase of MIRTE 2 began on July 6, 2012. The main objective is to obtain information on the neutron characteristics of various materials or constituent elements of these materials (resins, chlorine, chromium, manganese, molybdenum), used in fuel cycle transport casks and facilities and not studied in the previous phase of the program.

### CONDITIONING WASTE WITH A HIGH ORGANIC-MATTER AND ALPHA-EMITTER CONTENT

To an ASN request, IRSN issued a notice on the conditioning of organic-matter-rich waste and waste with a high alpha-emitter context, as part of the national

des caractéristiques favorables pour un stockage définitif en formation géologique profonde pourrait constituer un progrès significatif. C'est pourquoi l'Institut a recommandé que le calendrier de déploiement de ce procédé soit précisé. L'IRSN a, par ailleurs, conclu à la pertinence globale du modèle mis en œuvre par le CEA pour estimer le dégazage des colis de déchets radioactifs cimentés contenant des matières organiques.

#### EXPERTISE ET R&D SUR ITER

Les enseignements tirés de l'expertise réalisée par l'IRSN fin 2011 sur la sûreté de l'installation ITER de fusion nucléaire, dans le cadre de l'instruction de la demande d'autorisation de création de celle-ci à Cadarache (Bouches-du-Rhône), ont permis de consolider les axes de recherche initialement retenus par l'IRSN. L'expertise a, par exemple, mis en évidence la nécessité de mieux appréhender les risques d'explosion de poussières et d'hydrogène dans la chambre à vide. En conséquence, au-delà de la poursuite de la validation de modèles de simulation de la remobilisation des poussières en cas d'accident d'entrée d'air dans la chambre à vide, les efforts portent dorénavant sur la simulation des risques d'explosion. Concernant la simulation des scénarios d'accident d'entrée d'eau dans la chambre à vide, des comparaisons entre les logiciels ASTEC et MELCOR, respectivement utilisés par l'IRSN et par l'exploitant ITER Organisation, ont montré des résultats proches. L'adaptation d'ASTEC pour la simulation d'autres accidents a été activement poursuivie. Enfin, des progrès significatifs ont été obtenus sur la détermination théorique de la spéciation chimique du tritium lors de situations accidentelles. Les présentations de tous ces travaux à la conférence internationale SOFT-2012 à Liège (Belgique) ont suscité des échanges scientifiques sur certaines des questions clés

radioactive materials and waste management plan.

On this topic, IRSN examined two studies, one by Areva, the other by CEA, on the conditioning of technological waste containing organic materials that might be radioactive or contaminated with alpha-emitting elements. In IRSN's opinion, the thermal treatment process considered by Areva for the fabrication of packages with characteristics suitable for disposal in deep geological formations could be a significant step forward. The Institute thus recommended that the schedule for rolling out this process had to be defined. It also concluded that, on the whole, the CEA model for estimating the degassing of cemented radioactive waste packages containing organic materials was appropriate.

#### ITER ASSESSMENT AND R&D

The assessment conducted by IRSN in late 2011 on the safety of the ITER nuclear fusion facility, as part of the examination of its construction license application for the Cadarache site in the south of France, consolidated the research priorities initially selected by the Institute. For example, the assessment showed the need for better understanding of the dust and hydrogen explosion risks in the vacuum vessel. As a result, the focus is now on simulating explosion risks, as well as continuing validation of models that simulate dust remobilization in the event of air accidentally entering the vacuum vessel. A comparison was made between the ASTEC and MELCOR software programs, used respectively by IRSN and by the operator, ITER Organization, to simulate scenarios involving accidental water ingress into



#### La parole à... Dr Laurent Audouin, chef du laboratoire d'expérimentation des feux, IRSN

*In the words of... Dr Laurent Audouin, Head of the Fire Experimentation Laboratory, IRSN*

« La demande de brevet que nous avons déposée, pour le compte de l'IRSN et du CNRS, concerne la mise au point d'un fluxmètre auto-étalonné destiné à mesurer les transferts de chaleur dans les parois des compartiments soumis à un incendie. Il s'agissait pour nous de pouvoir disposer d'un moyen de mesure résistant à des températures supérieures à 300 °C. La conception et la mise au point du capteur ont été menées en collaboration avec l'Institut universitaire des systèmes thermiques industriels (IUSTI) dans le cadre de notre laboratoire de recherche commun ETIC relatif à l'incendie en milieu confiné. Ce fluxmètre est original à plus d'un titre : basé sur des méthodes de calcul inverse de la conduction de la chaleur, il est capable de s'auto-étalonner grâce, notamment, à un dispositif permettant de prendre en compte l'évolution des propriétés thermiques du matériau constituant la paroi. Au-delà de son utilisation dans nos essais de feux, ce fluxmètre pourrait avoir d'autres applications : bilans énergétiques des bâtiments industriels, support d'aide à la décision en cas d'incendie dans un bâtiment de grande hauteur et recevant du public, etc. »

*"The patent application we filed on behalf of IRSN and CNRS, concerns the development of a self-calibrated flux meter designed to measure heat transfer in the compartment walls during a fire. Our aim was to acquire a measuring instrument capable of withstanding temperatures in excess of 300°C. The sensor was designed and developed in collaboration with IUSTI, the university institute for industrial thermal systems, as part of ETIC, our joint research laboratory on fires in confined compartments.*

*This flux meter has several novel features. Based on inverse calculation of heat conduction, it is able to calibrate itself thanks to a device that takes into account changes in the thermal properties of wall material.*

*Apart from its uses in our fire tests, this flux meter could also find other applications, such as calculating the energy balance in industrial buildings, or as a decision-making tool in firefighting in tall public buildings."*





Retrouvez le rapport  
« Transport de matières  
radioactives : bilan  
des événements de transport  
survenus en France de 1999  
à 2011 ».



/// L'IRSN assure l'expertise technique de l'installation ITER, en cours de construction, à Cadarache.

/// IRSN is responsible for the technical assessment of the ITER facility currently under construction at Cadarache.

de la sûreté d'ITER, jusqu'à présent peu abordées au plan scientifique par le concepteur.

### TRANSPORT DE MATIÈRES RADIOACTIVES

Afin de garantir la sûreté des transports de matières radioactives, y compris en cas d'accident, l'IRSN procède à l'examen des dossiers de sûreté des modèles de colis de transport, pour s'assurer de la robustesse de conception de tous les éléments qui assurent le confinement de la radioactivité, la protection contre les rayonnements et la prévention des risques de criticité.

#### EXAMEN DU MODÈLE DE COLIS DE025

L'IRSN a expertisé, en 2012, la sûreté du nouveau modèle de colis DE025 développé par le CEA, destiné au transport de déchets technologiques radioactifs divers. L'Institut a notamment examiné les méthodes prévues pour la détermination de l'activité des différents radionucléides présents dans les déchets à transporter. Le CEA a retenu à ce sujet, une démarche qui repose sur l'utilisation de spectres types qu'il a estimés représentatifs de l'ensemble des contenus envisagés. L'IRSN a toutefois, considéré que les justifications de la conformité du modèle de colis aux exigences réglementaires applicables devaient être complétées sur ce point.

### AGRESSIONS D'ORIGINE NATURELLE

L'IRSN étudie les risques et les conséquences sur les installations nucléaires des agressions d'origine naturelle – séismes, tempêtes, inondations, etc. Il analyse les dispositions proposées par les exploitants afin de renforcer la protection des installations contre de telles agressions.

#### NOUVEAU GUIDE SUR LA PROTECTION DES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES CONTRE LES INONDATIONS

Bien avant le tsunami du 11 mars 2011 et ses conséquences dramatiques pour la centrale de Fukushima-Daiichi, des événements météorologiques

the vacuum vessel. Results of the comparison showed that the two software programs gave similar results. Work continued on adapting ASTEC to simulate other accidents. Lastly, significant progress was made on the theoretical determination of the chemical speciation of tritium under accident conditions. All this research was presented at the SOFT-2012 international conference in Liège, Belgium, where it encouraged scientific debate on some of the key safety issues of ITER, a subject that has so far received little attention from the designer in scientific terms.

### TRANSPORT OF RADIOACTIVE MATERIALS

To guarantee the safety of radioactive material transport, even in the event of accident, IRSN examines the safety reports on transport package models, to ensure that all the parts involved in the containment of radioactivity, protection against radiation, and prevention of criticality risks are robustly designed.

#### EXAMINATION OF THE DE025 PACKAGE MODEL

In 2012 IRSN assessed the safety of the new DE025 package model developed by the CEA, intended for the transport of various types of radioactive technological waste. In particular, it examined the methods used to determine the activity of the various radionuclides contained in the waste to be transported. CEA has opted for an approach based on the use of standard spectra that it considered representative of all potential contents. However, IRSN considered that further evidence was required to demonstrate that the package model met applicable regulatory requirements.

survenus en France avaient conduit l'IRSN à souligner l'importance des dispositions de protection des installations nucléaires contre les inondations. La tempête Martin, survenue fin 1999, et l'inondation de la centrale du Blayais (Gironde) qui en a résulté ont ainsi conduit les exploitants nucléaires, l'ASN et l'IRSN à engager un réexamen des méthodes applicables à cette fin et l'élaboration d'un guide destiné à remplacer la règle fondamentale de sûreté (RFS) I.2.e de 1984. Ce travail a porté, en premier lieu, sur les méthodes d'évaluation des aléas, en vue de couvrir de manière exhaustive la diversité et la complexité des phénomènes en jeu. Les principes retenus pour la protection des installations ont également été revus afin de couvrir une plus large variété de situations, y compris l'isolement du site, l'indisponibilité de fonctions supports (alimentations électriques externes, moyens de secours externes, etc.) ou l'agression simultanée de plusieurs installations. Porté par l'IRSN en collaboration avec l'ASN et les principaux exploitants nucléaires, le projet de *Guide de protection des installations nucléaires de base contre les inondations externes* résultant de ce travail a été présenté, le 24 mai 2012, devant les groupes permanents d'experts «réacteurs» et «usines», après un long processus de consultation. Ce guide est destiné à constituer, pour les acteurs du nucléaire, le document de référence en matière de protection contre les risques d'inondation.

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

## NATURAL HAZARDS

IRSN studies the risks and consequences of natural hazards, such as earthquakes, storms, and flooding, for nuclear facilities. It analyzes the measures proposed by operators to reinforce the protection of facilities against such hazards.

### NEW GUIDE ON THE PROTECTION OF NUCLEAR FACILITIES AGAINST FLOODING

Long before the tsunami on March 11, 2011 and its dramatic consequences on the Fukushima-Daiichi nuclear power plant in Japan, meteorological events in France had led IRSN to stress the need to protect nuclear facilities against flooding. Windstorm Martin in December 1999 and the ensuing flooding of the Blayais nuclear power plant near Bordeaux in southwest France led plant operators, ASN and IRSN to review the applicable flood prevention methods and publish a guide intended to replace basic safety rule (BSR) I.2.e dating from 1984. This work first focused on hazard assessment methods to ensure exhaustive coverage of the diversity and complexity of the phenomena involved. Facility protection principles were also reviewed to cover a wider variety of conditions, including site isolation, unavailability



**La parole à...** Asko Arffman (MSc), chercheur, physique des réacteurs et des combustibles, division de l'énergie nucléaire, VTT, Centre de recherche technique de Finlande

**In the words of...** Asko Arffman (MSc), Research scientist, reactor dynamics and fuel, nuclear energy division, VTT, Technical Research Center of Finland

« Depuis le milieu des années 1990, VTT, Centre de recherche technique de Finlande, participe activement au développement et à la validation du code SCANAIR, aujourd'hui l'un des plus sophistiqués au monde pour la modélisation des accidents de réactivité (RIA), car spécifiquement conçu pour simuler les transitoires rapides mis en évidence par l'analyse de ce type d'accidents. C'est pourquoi SCANAIR s'impose comme un choix naturel pour qui souhaite étendre aux réacteurs à eau bouillante (REB) les capacités de modélisation de ce logiciel, développé à l'origine pour les réacteurs à eau sous pression (REP). Afin de rendre ce modèle parfaitement adapté aux REB pour ce qui concerne leurs propriétés mécaniques, de nouvelles corrélations dans le domaine des limites élastiques et des limites de traction ont été établies pour les assemblages combustibles correspondants, à partir des essais mécaniques PROMETRA, et intégrés au code SCANAIR en 2012. La modélisation du transfert de chaleur entre gainage et réfrigérant lors d'un accident de réactivité survenant dans un REB dans les états autres que l'arrêt à froid reste à améliorer, notamment en couplant SCANAIR à un code de thermohydraulique externe. Un autre développement à entreprendre concerne la modélisation viscoplastique pour les gainages de type Zircaloy-2. »

“Since the mid-1990s VTT, the Technical Research Center of Finland, has taken an active part in the development and validation of the SCANAIR code, now one of the most sophisticated in the world for modeling reactivity-initiated accidents (RIA). This is because it is designed specifically to simulate the fast transients revealed by analysis of this type of accident. This makes SCANAIR the natural choice for anyone wishing to extend to boiling water reactors (BWR) the modeling capabilities of this software, developed originally for pressurized water reactors (PWR). In order to adapt this model fully to the mechanical properties of BWRs, new correlations in the area of yield strengths and tensile strengths have been determined for the corresponding fuel assemblies, based on the PROMETRA mechanical tests, and incorporated into the SCANAIR code in 2012. Modeling of the heat transfer between cladding and coolant during a reactivity-initiated accident in a BWR in states other than cold shutdown needs to be improved, for example by coupling SCANAIR with an external thermal hydraulics code. Another future development concerns viscoplastic modeling of Zircaloy-2 cladding.”



11

instructions techniques réalisées en support des réunions des groupes permanents ou commissions d'experts réacteurs, usines et déchets (11 en 2011).

technical instructions prepared for meetings of standing advisory groups or committees for reactors, plants, and waste (11 in 2011).

### ÉTUDE DU RÉFÉRENTIEL « GRANDS CHAUDS » D'EDF

L'IRSN a achevé, en 2012, une étape importante de son évaluation des protections mises en place par EDF afin de réduire les risques induits pour les centrales lors de fortes chaleurs. À la suite des canicules de 2003 et 2006, EDF a défini et mis en œuvre un plan d'action visant à améliorer la protection des centrales contre les « grands chauds ».

Dans ce cadre, le référentiel correspondant des réacteurs de 900 MWe du palier CPY a fait l'objet d'échanges entre EDF et l'IRSN. Dans son avis transmis à l'ASN en 2012, l'Institut a considéré que le référentiel défini par EDF, qui implique la mise en œuvre d'un certain nombre de modifications des centrales, devait notablement améliorer leur résistance aux fortes chaleurs. L'IRSN a toutefois estimé qu'une interrogation plus profonde, dans un second temps, sur les marges existant entre la température de tenue des matériels importants pour la sûreté et la température ambiante dans les locaux était nécessaire au regard des incertitudes inhérentes aux études de tenue en température des matériels et aux périodes de retour des températures extérieures considérées. L'obtention de marges suffisantes pour couvrir ces incertitudes nécessitera probablement des modifications supplémentaires.

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

### RISQUES D'INCENDIE ET CONFINEMENT

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

### ÉVALUATION DE DISPOSITIFS DE PROTECTION DES TRAVAILLEURS CONTRE LES PARTICULES NANOMÉTRIQUES

L'IRSN a progressé, en 2012, sur plusieurs sujets relatifs à la protection des travailleurs exposés à des polluants, en particulier radioactifs. Ainsi, en collaboration avec l'INRS, l'Institut a démontré que, pour évaluer le taux de transfert de particules nanométriques à l'extérieur d'un dispositif de type « sorbonne de produits chimiques », l'utilisation d'un traceur gazeux permettait d'obtenir une mesure majorante de ce taux. De plus, les performances de filtration des appareils de protection respiratoire (de type masque filtrant) ont été déterminées en se rapprochant au mieux de la respiration et de la morphologie humaines. Enfin, dans le domaine plus fondamental du comportement des aérosols, un dispositif spécifique de métrologie mis au point par l'Institut a mis en évidence et quantifié l'effet de la non-sphéricité des agrégats de nanoparticules

of support functions (off-site power supplies, off-site emergency resources, etc.), and simultaneous flooding of several facilities. Produced by IRSN in collaboration with ASN and the principal nuclear operators, the draft guide to the protection of basic nuclear installations against external flooding resulting from this work was presented to the advisory committees for reactors and plants on May 24, 2012, after a long consultation process. This guide is intended to become a reference document on the subject of protection against flooding risks for the nuclear industry.

### EXAMINATION OF THE EDF "HEATWAVES" BASELINE

In 2012 IRSN reached a milestone in its assessment of the protection measures implemented by EDF to reduce the risks to NPPs during heatwaves. Following the heatwaves in 2003 and 2006, EDF defined and implemented an action plan to improve the protection of NPPs against extreme hot weather. In this context, the corresponding baseline for the CPY series 900 MWe reactors was the subject of discussion between EDF and IRSN. In the notice it transmitted to ASN in 2012, IRSN considered that the EDF baseline, which implies the implementation of certain number of modifications of power plants, should significantly improve their resistance to extreme heat. In view of the inherent uncertainties of equipment temperature resistance studies and in the recurrence periods of the outdoor temperatures considered, the Institute nevertheless considered that a more thorough investigation of the margins between the temperature safety-related equipment can withstand and the ambient temperature in the rooms would now be required. Obtaining adequate margins to cover these uncertainties will probably call for additional modifications.

### FIRE RISKS AND CONTAINMENT

Containment is a major safety function in the control of radioactive release to the environment. IRSN research in this area seeks to obtain a better understanding of how fires develop in a confined space and evaluate the risks of containment failure.

### ASSESSMENT OF MEASURES TO PROTECT WORKERS AGAINST NANOMETRIC PARTICLES

IRSN made progress in 2012 on several topics related to the protection of workers exposed to pollutants, in particular radioactive substances. For example, in collaboration with INRS, it demonstrated that a tracer gas could be used to obtain a conservative measurement of the transfer rate of nanometric particles outside a fume cupboard of chemicals. In addition, the filtration performance of respiratory protection filter masks was determined using a method providing the closest possible approximation of human respiration and morphology. Lastly, in the more fundamental area of aerosol behavior, a dedicated metrology system developed by IRSN was used to detect and measure the effect of non-sphericity on nanoparticle aggregate deposition rates on a wall, assuming a temperature difference between the air and the wall.

### PRISME PROJECT CLOSING SEMINAR

The final seminar of the PRISME project on fire propa-

sur leur vitesse de dépôt sur une paroi, en supposant une différence de température entre l'air et la paroi.

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

### SÉMINAIRE DE CLÔTURE DU PROJET PRISME

Le séminaire de clôture du projet PRISME (Propagation d'un incendie pour des scénarios multilocaux élémentaires), mené de 2006 au milieu de l'année 2011 par l'IRSN sous l'égide de l'OCDE, a été organisé par l'Institut le 30 mai 2012, à Aix-en-Provence (Bouches-du-Rhône). Il a rassemblé une soixantaine de personnes venant de 11 pays: chercheurs, exploitants et représentants d'autorités de sûreté nucléaire. À cette occasion ont été présentés les principaux résultats de ce programme expérimental, qui a comporté plus de 35 expériences à grande échelle dans l'installation DIVA (Dispositif incendie ventilation et aérocontamination). Certains partenaires ont pu présenter des résultats de recherche complémentaires, avec les enseignements qu'on peut en tirer pour l'évaluation des risques d'incendie. Le programme PRISME a, en particulier, significativement accru les connaissances relatives à l'influence de la ventilation mécanique d'une installation sur l'évolution de la puissance d'un feu et la propagation des fumées. Il a également permis d'améliorer et de valider les outils de simulation utilisés pour les études de sûreté.

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

### ÉTUDE DES FEUX POUVANT SURVENIR LORS D'ACCIDENTS DE TRANSPORT DE MATIÈRES RADIOACTIVES

L'IRSN a réalisé, fin octobre 2012, un essai de caractérisation de la combustion du bois pour les emballages de transport dont le capot amortisseur de choc comprend ce matériau. À cet effet, un spécimen représentatif à échelle réelle de capots d'emballage de transport de

gation for basic multi-room scenarios, conducted from 2006 to mid-2011 by IRSN under the auspices of the OECD, was organized by IRSN on May 30, 2012 in Aix-en-Provence. Some sixty persons from 11 countries including researchers, operators, and nuclear safety authority representatives attended this seminar. The main results of the experimental program were presented during the seminar, covering more than 35 large-scale experiments in the DIVA facility (designed for studying fire, ventilation and airborne contamination propagation). Some partners presented results of complementary research programs, with the lessons that can be learned from them for assessing fire risks. In particular, the PRISME program has significantly increased knowledge about the effect of the mechanical ventilation of a facility on fire heat release rate and on smoke propagation. It has also enabled the simulation tools used for safety assessments to be improved and validated.

### STUDY OF POTENTIAL FIRES IN RADIOACTIVE MATERIAL TRANSPORT ACCIDENTS

At the end of October 2012 IRSN carried out a combustion characterization test on the wood used in the shock absorbing cover of the transport cask. A full-scale specimen representative of fuel transport cask covers was made. Experimental systems were used to simulate the thermal flux on the inside of the shock-absorbing cover, in contact with spent fuel assembly contents. During the test, the cover was subjected to a heptane fire in open atmosphere covering 25 square meters and lasting about 30 minutes. The measurements showed

/// L'IRSN utilise le dispositif DIVA pour étudier la propagation d'un incendie et son confinement.

/// IRSN uses the DIVA facility to study how fires spread and how they can be contained.





/// L'IRSN a conduit un essai visant à caractériser la combustion du bois présent dans les emballages de transport en cas d'incendie.

/// IRSN performed a test to characterize the combustion of wood contained in shipping casks in the event of fire.

combustibles a été fabriqué. Des dispositifs expérimentaux ont été utilisés pour simuler le flux thermique sur la face interne du capot amortisseur, associés à la présence de contenus de type assemblages combustibles irradiés. Lors de l'essai, le capot a été soumis à un feu d'heptane sur 25 m<sup>2</sup> à l'air libre d'une durée de 30 minutes environ. Les mesures ont mis en évidence la poursuite de la combustion des blocs de bois pendant quatre jours. Dans le cadre de l'analyse des résultats, l'IRSN cherchera à déterminer si le dégagement de chaleur induit peut conduire à une augmentation de température des composants sensibles protégés par les capots, suffisante pour remettre en cause les démonstrations de la sûreté des colis en conditions accidentelles de transport.

### COMBUSTIBLES

L'IRSN mène des travaux de recherche sur le combustible nucléaire afin de mieux comprendre son comportement en cas d'accident et d'apprécier au mieux les limites de sûreté à retenir pour les nouvelles gestions de combustible dans les réacteurs à eau sous pression.

#### MESURE DE LA MASSE DE COMBUSTIBLE ÉJECTÉE LORS DES ESSAIS MENÉS DANS LE RÉACTEUR CABRI

Les expériences qui seront menées dans le réacteur CABRI en cours de rénovation permettront de mieux caractériser l'éjection de combustible en cas de rupture de gaine. Pour ce faire, le réacteur CABRI dispose d'un hodoscope afin de suivre les déformations du combustible à l'intérieur de la gaine et pour mesurer la masse éjectée en cas de rupture de gaine lors d'un essai d'excursion de puissance. La mesure est en fait indirecte, puisque le signal recueilli correspond aux flux de neutrons rapides émis par la matière combustible. C'est à l'aide du logiciel MORET, développé par l'Institut, que les équipes de l'IRSN ont établi, en 2012, un jeu d'abaques améliorant significativement la précision de la conversion du signal reçu par l'hodoscope en déplacement de matière combustible. Il est apparu fondamental de tenir compte, pour cette conversion, du taux de combustion du combustible testé.

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

that the wooden blocks continued to burn for four days. When analyzing the results, IRSN will seek to determine whether the induced heat release can cause the temperature of sensitive components protected by the covers to rise to such an extent as to challenge the cask safety demonstrations under transport accident conditions.

### FUELS

IRSN conducts research on nuclear fuels to understand more about how it behaves in the event of an accident and better understand the safety limits to be considered in the safety analyses.

#### MEASUREMENT OF THE FUEL MASS EJECTED DURING TESTS IN THE CABRI REACTOR

Experiments to be conducted in the CABRI reactor, which is currently being revamped, will improve characterization of fuel ejection in the event of cladding failure. The CABRI reactor has a hodoscope that can be used to track fuel deformation inside the cladding and measure the mass ejected in the event of cladding failure during a power excursion test. In practice, the measurement is indirect, as the signal acquired corresponds to the fast neutron flux emitted by the fuel material. In 2012, Institute's teams using the MORET software program developed by IRSN have defined a set of nomographs that significantly improve the precision in the conversion of the signal received by the hodoscope into fuel material displacement. It became clear that the burnup fraction of the tested fuel was a vital parameter to take into account in this conversion.

#### INCREASE IN SPENT FUEL POOL CAPACITY

IRSN has assessed an application submitted by EDF to double the storage capacity in the spent fuel pools





/// Dans le réacteur expérimental CABRI, en cours de rénovation, l'IRSN prépare un essai relatif à l'éjection de combustible en cas de rupture de gaine.

/// IRSN is preparing a test on fuel ejection in the event of cladding failure in the CABRI experimental reactor, which is currently undergoing renovation.



#### **AUGMENTATION DES CAPACITÉS D'ACCUEIL DES PISCINES**

L'IRSN a expertisé un dossier déposé par EDF dans le but de doubler la capacité d'entreposage d'assemblages combustibles irradiés dans les piscines de désactivation des réacteurs de 900 MWe, dont le taux de remplissage est, dans la configuration actuelle, proche de la limite. Pour évaluer la pertinence des hypothèses retenues par EDF dans son dossier, l'Institut a réalisé des contre-calculs très poussés de mécanique des fluides. Les études de l'IRSN ont montré que les modèles utilisés par EDF étaient trop simplifiés pour simuler correctement les phénomènes importants pour la sûreté en cas d'accident. L'IRSN a donc estimé que la sûreté du refroidissement des combustibles dans les nouveaux dispositifs d'entreposage n'était pas démontrée.

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

#### **VERS UNE LIMITATION DES DÉFORMATIONS D'ASSEMBLAGE**

L'IRSN a évalué l'impact sur la sûreté de renforcements de la structure de nouveaux assemblages combustibles qu'EDF prévoit de charger dans les réacteurs de 1300 MWe et de 1450 MWe ; deux avis ont été transmis à l'ASN sur ce sujet. Ces propositions de modifications résultent de l'observation, depuis fin 2010, de ralentissements, voire de blocages de grappes d'absorbants neutroniques lors des essais périodiques de vérification de leur temps de chute. Ces dysfonctionnements ont été imputés à une déformation des assemblages combustibles. En 2012, deux évolutions de conception ont alors été proposées par EDF : l'augmentation de la raideur de la structure des assemblages et, à titre expérimental, l'utilisation dans un réacteur d'un matériau plus résistant aux effets de l'irradiation. L'IRSN a estimé que ces modifications étaient acceptables au plan de la sûreté, sous réserve de la poursuite d'une surveillance renforcée de la déformation des assemblages et des temps de chute des grappes dans les réacteurs concernés.

#### **ACCIDENTS**

En vue de mieux apprécier les conséquences possibles sur l'homme et l'environnement d'un accident avec fusion du cœur d'un réacteur à eau sous pression, l'IRSN mène des programmes de recherche destinés à mieux caractériser de tels accidents. L'Institut mutualise ses travaux avec ses partenaires européens et internationaux dans une démarche globale d'échange.

#### **PROJETS INTERNATIONAUX DESTINÉS À MIEUX COMPRENDRE LE DÉROULEMENT DE L'ACCIDENT DE FUKUSHIMA**

Aux côtés d'experts japonais, américains, allemands, coréens, russes, espagnols et suisses, l'IRSN s'est engagé, en 2012, dans le projet BSAF de l'AEN/OCDE (*Benchmark Study of the Accident at the Fukushima-Daiichi Nuclear Power Station*). Ce projet, auquel participe également l'homologue japonais de l'IRSN (JNES), a pour objectifs de mieux comprendre le déroulement de l'accident, d'estimer l'état de dégradation des réacteurs et, à terme, de contribuer à préparer les opérations de démantèlement et de minimiser les risques associés. Il fournit à l'Institut l'occasion de disposer d'informations plus complètes sur les caractéristiques des réacteurs de la centrale de Fukushima-Daiichi et sur les actions entreprises par l'exploitant lors de l'accident. Fort de son expérience dans le domaine de la simulation des accidents graves, l'IRSN contribue à évaluer la progression de l'accident dans les différents réacteurs concernés grâce au système de logiciels ASTEC, développé avec la GRS et devenu référence européenne. Au plan européen, l'Institut est l'acteur principal du projet CESAM (*Code for European Severe Accident Management*), qui regroupe 17 partenaires. Ce projet, coordonné par la GRS en concertation avec l'IRSN, a été retenu par la Commission européenne en septembre 2012. À la lumière des enseignements de l'accident de Fukushima, il a pour but d'améliorer les modèles et les fonctionnalités du système de logiciels ASTEC, afin que

of 900 MWe reactors, which have almost reached full capacity rate in their current configuration limits. To assess the assumptions made by EDF in its application, IRSN performed very advanced fluid mechanics verification calculations. The studies showed that the models used by EDF are too much simplified to correctly simulate the important phenomena with regard to safety in the event of an accident. IRSN consequently considered that the efficiency of the fuel cooling in the new storage configuration hadn't been demonstrated.

#### **TOWARDS A LIMITATION OF ASSEMBLY DEFORMATIONS**

IRSN has assessed the impact on safety of structural reinforcements in new fuel assemblies that EDF intends to load in 1300 MWe and 1450 MWe reactors; two notices on this topic have been sent to ASN. The proposed changes result from the observation since late 2010 of slowdowns and even jamming of neutron absorber rod cluster assemblies during periodic drop time verification tests. These malfunctions have been attributed to fuel assembly deformation. Two design changes were proposed by EDF in 2012: increased stiffness of the assembly structure and, as an experiment, the use in a reactor of a material that is more resistant to irradiation. According to safety point of view, IRSN considered these changes acceptable, subject to continuing reinforced monitoring of assembly deformation and cluster drop times in the reactors concerned.

#### **ACCIDENTS**

IRSN is conducting research programs aimed at characterizing PWR core meltdowns and thus learn more about the potential consequences of this type of accident on people and the environment. It pools its work in this area with its European and international partners in a global sharing approach.

#### **INTERNATIONAL PROJECTS AIMED AT DISCOVERING MORE ABOUT THE PROGRESSION OF THE FUKUSHIMA ACCIDENT**

Alongside Japanese, American, German, South Korean, Russian, Spanish and Swiss experts, IRSN joined the OECD/NEA BSAF (*Benchmark Study of the Accident at the Fukushima-Daiichi nuclear power station*) project in 2012. This project, which also involves IRSN's Japanese counterpart, JNES, seeks to discover more about the progression of the accident, assess the damage to the reactors and, eventually, help pave the way for dismantling operations and minimize the related risks. It provides IRSN with the opportunity to obtain more accurate information about the characteristics of the Fukushima-Daiichi power plant reactors and the action taken by the operator during the accident. Based on its experience in the simulation of severe accidents, IRSN is helping to assess the progression of the accident in the reactors involved using the ASTEC software system co-developed with its German counterpart GRS, and which has become the European reference in this area. At the European level, IRSN is the most involved organization in the CESAM (*Code for European Severe Accident Management*) project, which brings together 17 partners. The project, coordinated by GRS in collaboration with IRSN, was selected by the European Commission in September 2012. Drawing on experience



# 592

avis techniques transmis à l'ASN  
(hors activités intéressant la défense –  
593 en 2011).

technical notices submitted to ASN  
(excluding defense-related activities  
– 593 in 2011).

celui-ci puisse être utilisé plus largement pour l'analyse de la gestion d'un accident.

**www.irsn.fr**

## NOUVELLE VERSION DU LOGICIEL DRACCAR

L'IRSN a mis au point, en 2012, une nouvelle version de son logiciel DRACCAR, utilisé pour évaluer le comportement des assemblages combustibles d'un réacteur à eau sous pression en cas d'accident de perte de réfrigérant primaire. Cette version tient compte des derniers résultats des recherches expérimentales menées à l'Institut dans le cadre du programme de recherche CYCLADES. Les caractéristiques majeures de la nouvelle version du logiciel DRACCAR sont la prise en compte des interactions mécaniques entre les crayons d'un assemblage combustible et la modélisation des écoulements de réfrigérant entre les crayons. Ces caractéristiques font de DRACCAR le seul code capable d'interpréter certains résultats expérimentaux obtenus dans le projet international SFP, de l'OCDE. Le logiciel DRACCAR sera utilisé pour l'évaluation du nouveau référentiel de sûreté en cours d'élaboration par EDF pour les accidents de perte de réfrigérant primaire.

## SYNTHÈSE DU PROGRAMME EXPÉRIMENTAL MARGO-R

Après quatre années d'expériences et d'analyses, l'IRSN a clos, en 2012, le programme expérimental MARGO-R, qui visait à comprendre l'effet de la couche de corrosion, qui se forme sur les gaines en fonctionnement normal, sur leur tenue mécanique lors d'un accident de perte de réfrigérant primaire. Les principales conclusions tirées aujourd'hui indiquent que cette couche d'oxydes peut effectivement, selon son épaisseur et les conditions de sa formation, protéger les gaines en évitant le développement d'oxydes à haute température, mais aussi les fragiliser en favorisant une diffusion de l'hydrogène et de l'oxygène dans le métal. Les résultats de ce programme ont été utilisés pour qualifier le logiciel DIFFOX, développé par l'IRSN, qui est aujourd'hui le seul outil capable de prendre en compte l'effet de la corrosion des gaines de combustible sur le processus d'oxydation de celles-ci à haute température.

## PREMIERS ESSAIS DU PROGRAMME START

L'IRSN a réalisé, en 2012, les cinq premiers essais du programme expérimental START (*Study of the Transport of Ruthenium in the Primary Circuit*). Ce programme, conduit dans un cadre international, vise à quantifier les dépôts de ruthénium dans le circuit primaire d'un réacteur à eau sous pression lors d'un accident de fusion de cœur, ainsi que les relâchements de gaz et d'aérosols de ruthénium dans le bâtiment du réacteur. L'objectif des 20 essais prévus dans le programme est la

from the Fukushima accident, CESAM project is aimed at improving the models and functions of the ASTEC software system to be used more widely for accident management analysis.

## NEW VERSION OF THE DRACCAR SOFTWARE APPLICATION

In 2012 IRSN developed a new version of DRACCAR, a software application used to assess the behavior of pressurized water reactor fuel assemblies in the event of a loss of coolant accident (LOCA). The new version takes into account the latest results of experimental research carried out at IRSN as part of the CYCLADES research program. The major features of this latest version are the consideration of mechanical interactions between fuel assembly rods and modeling of coolant flows between them. These features make DRACCAR the only code able to interpret certain experimental results obtained in the OECD SFP international project. The software will be used to assess the new safety baseline being prepared by EDF for loss-of-coolant accidents.

## OVERVIEW OF THE MARGO-R EXPERIMENTAL PROGRAM

In 2012, after four years of experiments and analyses, IRSN ended the MARGO-R experimental program aimed at understanding how the corrosion layer that forms on cladding under normal operating conditions affects the mechanical strength of the cladding during a loss-of-coolant accident (LOCA). The main conclusions now suggest that this oxide layer may, depending on its thickness and the conditions under which it was formed, effectively protect the cladding by preventing oxide formation at high temperature, but also embrittle it by favoring the diffusion of hydrogen and oxygen in the metal. The results of this program have been used to qualify the DIFFOX software application developed by IRSN, which is currently the only tool able to take into account the effect of fuel cladding corrosion on the cladding oxidation process at high temperature.

## FIRST TESTS IN THE START PROGRAM

In 2012 IRSN performed the first five tests of the START (*Study of the transport of ruthenium in the reactor coolant circuit*) experimental program. Conducted as part of an international collaboration, the program seeks to quantify ruthenium deposits in the coolant system of a PWR during a core melt accident, as well as the release of ruthenium gas and aerosols in the containment building. The aim of the 20 tests planned by the program is to determine the forms and quantities of this radiotoxic element likely to be released to the atmosphere in the event of an accident. In the experimental set-up, ruthenium is heated to 1,200°C in a crucible and vaporizes. It is then transported by a mixture of air and water vapor and is cooled progressively in a quartz tube up to 150 to 300°C. The five completed tests show that at the tube outlet, the proportion of gaseous ruthenium is small compared to the amount of aerosols. They also reveal the impact of the quantity of water vapor on deposit profiles, and the risk of revaporization of ruthenium deposits depending on gas flow conditions.

détermination des formes et des quantités de cet élément radiotoxique susceptibles d'être relâchées dans l'atmosphère en cas d'accident. Dans le banc expérimental, le ruthénium, chauffé à 1200 °C dans un creuset, se vaporise. Il est alors transporté par un mélange d'air et de vapeur d'eau et se refroidit progressivement dans un tube en quartz, pour en sortir à une température comprise entre 150 °C et 300 °C. Les cinq essais réalisés ont mis en évidence une faible proportion de ruthénium gazeux par rapport aux aérosols à la sortie du tube et l'influence de la quantité de vapeur d'eau sur les profils de dépôts et le risque de revaporisation des dépôts de ruthénium en fonction des conditions du balayage gazeux.

#### CLÔTURE DU PROGRAMME PHÉBUS-PF

L'IRSN a organisé à Aix-en-Provence (Bouches-du-Rhône) le séminaire de clôture du programme PHÉBUS-PF, qui a rassemblé 175 participants du 13 au 15 juin 2012. Lancé en 1988 avec le soutien de la Commission européenne et d'EDF, en partenariat avec des organismes européens, américains, canadiens, japonais, coréens et suisses, le programme international PHÉBUS-PF a permis de réaliser cinq expériences intégrales relatives aux accidents de fusion de cœur d'un réacteur à eau. Le séminaire de clôture a synthétisé les apports du programme : une somme de connaissances nouvelles qui améliorent la compréhension des phénomènes complexes pouvant conduire au rejet de substances radioactives dans l'environnement. Il a également été l'occasion de rappeler les interrogations suscitées par les résultats obtenus, qui ont conduit au lancement – toujours dans le cadre de partenariats internationaux – de programmes complémentaires de recherche, en particulier sur la caractérisation fine des rejets dans l'environnement, sur le comportement et la « refroidissabilité » des matériaux fondus et sur la filtration des rejets radioactifs.

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

#### ÉCONOMIE DE LA SÛRETÉ

##### COÛT DE L'ACCIDENT NUCLÉAIRE : RÉSULTATS DE RECHERCHE

Depuis plusieurs années, l'IRSN explore une approche économique de la sûreté nucléaire appliquée aux réacteurs en France. Dans ce cadre, les travaux sur le coût économique des accidents conduisent désormais à chiffrer un scénario médian d'accident grave en France à 120 ou à 430 milliards d'euros, selon que les rejets radioactifs seraient ou non retardés et filtrés. Contrairement à ce qui attire l'attention en premier lieu, à savoir le niveau très élevé de coûts, l'intérêt principal de ces travaux réside dans la compréhension fine de leurs composantes qui peuvent suggérer des possibilités de les réduire. Mieux informés des mécanismes techniques et économiques à l'œuvre dans de telles circonstances, les acteurs économiques et les responsables de la gestion de crise devraient pouvoir ajuster leurs comportements et leurs procédures en vue de réduire ainsi les coûts correspondants. Ces résultats innovants ont donné lieu à des échanges avec des experts étrangers, confirmant la qualité des travaux de l'Institut. Ils donneront lieu prochainement à des publications dans des revues spécialisées. Les méthodologies feront l'objet d'une étude au sein de l'AEN.

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

#### FACTEURS ORGANISATIONNELS ET HUMAINS

##### CRÉATION D'UN LABORATOIRE EN SCIENCES HUMAINES ET SOCIALES

Au début de l'année 2012, l'IRSN s'est doté d'un laboratoire en sciences humaines et sociales qui a vocation à mener des études et des recherches dans trois domaines : les facteurs organisationnels et humains de la sûreté des installations ; les facteurs organisationnels

#### THE PHEBUS-PF PROGRAM COMES TO AN END

IRSN organized the closing seminar of the PHEBUS-FP program in Aix-en-Provence. From June 13 to 15, 2012, 175 participants attended the event. Launched in 1988 with the support from the European Commission and EDF, and conducted in partnership with European, American, Canadian, Japanese, South Korean and Swiss organizations, the PHEBUS-FP international program involved five integral experiments on core meltdown accidents in a pressurized water reactor. The closing seminar summarized the results of the program: a body of new knowledge that teaches us more about the complex processes that can lead to radioelement releases to the environment. It was also an opportunity to review the questions raised by the results obtained, questions which have allowed to launch a new joint international research programs. These new programs cover a variety of issues, including the detailed characterization of environmental releases, studies of the behavior and "coolability" of molten fuel materials, and the filtering of radioactive releases.

#### SAFETY ECONOMICS

##### RESEARCH RESULTS ON THE COST OF NUCLEAR ACCIDENTS

Over the past few years, IRSN has investigated an economic approach to nuclear safety in France. According to this research, the economic cost of accidents, based on a scenario for a median severe accident in France, has been estimated at €120 billion or €430 billion, depending on whether or not radioactive release is delayed and filtered. Although the very high level of these costs is what immediately captures the attention, the main advantage of this work is to break them down into their component parts to find ways of reducing the overall costs. More information about the technical and economic mechanisms at work in accident situations should enable economic stakeholders and emergency response managers alike to modify their behavior and procedures and thus reduce the related costs. These novel results have given rise to discussions with foreign experts, testifying to the quality of the Institute's research activities. Articles on this work will soon be appearing in specialized journals, and the NEA is to conduct a study on methodology.

#### HUMAN AND ORGANIZATIONAL FACTORS

##### A NEW HUMAN AND SOCIAL SCIENCES LABORATORY

At the beginning of 2012, IRSN opened a new human and social sciences laboratory dedicated to studies and research in three areas: organizational and human factors in the safety of facilities; organizational factors in risk management; influence of stakeholders on assessment processes. The creation of the new laboratory is a follow-up of research carried out by IRSN in human and social sciences for several years, and which led to the completion of four theses prepared at the Institute between 2008 and 2011. The laboratory, will host four researchers from 2013, is intended to strengthen IRSN's positioning in this area. By making a clearer distinction between research activities and assessment activities, the laboratory will also make it easier to set up research partnerships, in particular with nuclear operators. Partnerships are necessary to reach the fields



**La parole à...** Pr Benoît Journé, directeur de la chaire, École des mines de Nantes et université de Nantes (laboratoire LEMNA)  
**In the words of...** Prof. Benoît Journé, Director of the Chair, École des mines de Nantes and University of Nantes (LEMNA laboratory)

«La prise en compte des facteurs organisationnels et humains dans le management de la sûreté des industries à risques est devenue un élément incontournable pour lequel il existe peu de connaissances scientifiques fiables. C'est dans l'objectif de mener des recherches dans ce domaine qu'une chaire de Recherches en sûreté, organisation, hommes a été créée en 2012 à l'École des mines de Nantes par l'IRSN, Areva et DCNS. Ce projet est original à plus d'un titre : il concerne l'industrie nucléaire, mais l'objet des travaux envisagés n'est pas technique. La chaire constitue un lieu de recherche, où organisme d'appui technique et exploitants se rencontrent pour aboutir à la production de savoirs sur les relations entre les différents intervenants – donneurs d'ordre, sous-traitants, contrôleurs, etc. – et "l'écosystème de sûreté" qu'ils constituent.»

*"Taking organizational and human factors into account in safety management in industries at risk has become a vital issue for which there is little or no reliable scientific knowledge. With the objective of conducting research in this area, a chair of research on safety, organization and human factors was created in 2012 at the École des mines de Nantes by IRSN, Areva and DCNS. This project is original in several ways: although it concerns the nuclear industry the goal of the planned research is not technical. The unit associated with the chair is a place of research where technical support organization and operators meet to generate knowledge about the relations between the various participants — project owner, subcontractor, inspectors, etc. — and the 'safety eco-system' that they form."*

de la gestion des risques; l'influence des parties prenantes sur les processus d'expertise. Cette création s'inscrit dans la continuité des recherches menées par l'Institut dans le domaine des sciences humaines et sociales depuis plusieurs années, qui ont conduit à la soutenance, entre 2008 et 2011, de quatre thèses préparées à l'IRSN. La création du laboratoire, qui accueillera quatre chercheurs dès 2013, vise à améliorer le positionnement de l'IRSN dans ce domaine. En distinguant mieux les activités de recherche de celles d'expertise, ce laboratoire va également faciliter la constitution de partenariats de recherche, en particulier avec les exploitants nucléaires. Ces partenariats sont une condition d'accès aux terrains d'étude concernés pour développer des recherches pertinentes. Le lancement, en mars 2012, de la chaire de Recherches en sûreté organisation hommes (RESOH) à l'École des mines de Nantes (Loire-Atlantique), en partenariat avec Areva, la DCNS et l'IRSN, illustre et concrétise ces orientations, qui répondent également à la recommandation émise par le comité d'orientation de la recherche.

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

## RÉGLEMENTATION

En appui aux autorités de sûreté, l'IRSN contribue à l'élaboration de la réglementation relative aux installations nucléaires de base.

### **PARTICIPATION À L'ÉTABLISSEMENT DE LA RÉGLEMENTATION RELATIVE AUX INB**

L'Institut participe activement aux instances mises en place par l'ASN pour l'élaboration des textes réglementaires et transmet son avis à différents stades de leur élaboration ainsi que sur les projets de textes soumis à une consultation publique. En 2012, l'IRSN a mené un travail important d'appui à l'ASN pour la mise au point d'une décision relative au contenu des rapports de sûreté des installations nucléaires de base (INB). Ce texte doit constituer l'un des éléments de la réglementation technique des INB. Cette décision fait partie d'une vingtaine de textes qui déclinent l'arrêté fixant les règles générales relatives aux INB, publiés en février 2012.

of study concerned for the development of relevant research. The inauguration in March 2012 of the chair of human organization and safety at the École des mines de Nantes in northwestern France, in partnership with Areva, DCNS and IRSN, is an illustration and practical application of this strategy, which is also in line with the Research Policy Committee's recommendation.

## REGULATIONS

As part of its support activities for the safety authorities, IRSN takes part in drafting the regulations related to nuclear installations.

### **PARTICIPATION IN DRAFTING THE REGULATIONS GOVERNING BASIC NUCLEAR INSTALLATIONS**

IRSN is an active participant in the draft regulations, and gives its opinion at various stages of the preparation process as well as on the draft texts subject to public consultation. In 2012 it carried out substantial work to support ASN prepare a decision on the content of the safety analysis reports on nuclear installations (INB). The decision will be part of the INB technical regulations. It is one of some twenty documents implementing the order stipulating the general rules applicable to the INBs, published in February 2012.

/// L'IRSN participe à l'instruction de la demande d'autorisation provisoire d'exploitation du réacteur d'essais RES du CEA.

/// IRSN is involved in examining the provisional operating license application for the CEA's RES test reactor.



# 8

rapports de l'IRSN en support des réunions des commissions techniques de sûreté défense (6 en 2011).

IRSN reports for meetings of defense-related technical safety commissions (6 in 2011).

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

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

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

L'évaluation, par l'Institut, de la sûreté des systèmes nucléaires militaires et des installations classées secrètes exploitées par le ministère de la défense, le CEA ou Areva porte sur toutes les phases de la vie de ces installations (conception, exploitation, déclassement et démantèlement). Elle porte également sur les transformations importantes que subissent ces systèmes et installations, compte tenu de l'évolution de leurs activités.

#### CONCEPTION ET CONSTRUCTION

Dans le domaine de la propulsion navale, l'IRSN a examiné, en 2012:

- les études de sûreté relatives à la mise en œuvre de combustibles neufs pour les sous-marins nucléaires et à leur chargement dans les installations du bassin n° 8 du port de Brest (Finistère);
- les réponses apportées par l'exploitant aux recommandations de la Commission de sûreté des réacteurs (CSR) et à ses engagements dans le cadre du programme BARRACUDA.

L'IRSN a également poursuivi l'instruction du dossier de demande d'autorisation provisoire d'exploiter le réacteur d'essais (RES) de l'installation nucléaire de base classée secrète (INBS) de Cadarache (Bouches-du-Rhône).

### ASSESSING THE SAFETY OF MILITARY NUCLEAR SYSTEMS, BASIC NUCLEAR INSTALLATIONS AND DEFENSE-RELATED TRANSPORT

IRSN's activities in this area concern technical support for the French Representative in charge of Nuclear Safety and Radiation Protection for Defense-related Activities and Facilities (DSND), operating under the aegis of the Ministry of Defense and the Ministry of Industry.

#### SAFETY OF SUBMARINES, AIRCRAFT CARRIERS AND DEFENSE-RELATED MILITARY OR CIVIL FACILITIES

IRSN's safety assessment of military nuclear systems and secret facilities operated by the Ministry of Defense, the CEA or Areva covers their entire life cycle (design, operation, decommissioning, dismantling). It also concerns any major modifications made to these systems and facilities according to changes in their activities.

#### DESIGN AND CONSTRUCTION

In the area of naval propulsion, IRSN examined the following topics in 2012:

- safety studies concerning the use of new fuels for nuclear submarines and for loading them in Dock 8 in the port of Brest;
- the operator's responses to reactor safety commission (CSR) recommendations and its commitments as part of the BARRACUDA program. IRSN also continued its examination of the application for a provisional operating license for the test reactor (RES) at the Cadarache secret basic nuclear installation (INBS) in southern France.

Regarding new facilities, the Institute examined the license application for the CEA/DAM Valduc center's future tritiated waste storage facility and began to look at docu-



En outre, concernant les nouvelles installations, l'IRSN a examiné le dossier de demande d'autorisation du futur entreposage de déchets tritiés du centre CEA/DAM de Valduc (Côte-d'Or), et engagé l'instruction du dossier du futur magasin d'entreposage de matières nucléaires de l'installation de fabrication des combustibles pour la propulsion nucléaire, installée sur le centre CEA de Cadarache. Il a également examiné les compléments de justification à fournir en préalable à l'autorisation d'entreposage et de conditionnement de déchets alpha (IEDA) du centre CEA de Marcoule (Gard).

## EXPLOITATION

Dans le cadre des suites du réexamen de sûreté des sous-marins nucléaires d'attaque de type « Rubis », l'IRSN a évalué les modifications envisagées par l'exploitant et leur déploiement. L'IRSN a également examiné les enseignements à tirer du retour d'expérience des installations de la propulsion navale afin de statuer sur la pertinence des plans d'action ou des mesures compensatoires déployées. Concernant le centre CEA/DAM de Valduc, l'Institut a, en particulier, analysé le dossier de réexamen de sûreté en vue de la poursuite de l'exploitation de l'installation dédiée aux activités de recyclage du plutonium, et les suites données par l'exploitant au réexamen de sûreté de l'installation dédiée à la mission « tritium », réalisé en 2006. En outre, dans le cadre de l'amélioration des outils d'exploitation, l'IRSN a examiné la sûreté d'équipements nouveaux ou rénovés dans les installations dédiées aux missions « uranium », « tritium » et « plutonium ».

Pour le centre CEA de Marcoule, l'IRSN a évalué des dossiers transmis par l'exploitant à la suite des réexamens de sûreté des installations AVM, STEL et ISAI, réalisés en 2010 et en 2011.

mentation for the future storage warehouse for nuclear materials for the nuclear propulsion fuel manufacturing facility at the CEA center in Cadarache. It also examined the additional supporting documents to be submitted with the license application for the alpha waste storage and conditioning facility at the CEA's Marcoule center.

## OPERATION

As part of its safety review of the "Rubis" class nuclear attack submarines, IRSN assessed the operator's proposed changes and their implementation. It also examined feedback from naval propulsion facilities to appraise action plans or, where necessary, the compensatory measures implemented. The Institute examined the CEA Valduc center's safety review documentation concerning the continued operation of its plutonium recycling facility. It also examined the measures taken by the operator further to the safety review of the "tritium" facility performed in 2006. As part of the initiative to improve operating tools, IRSN analyzed the safety of new or renovated equipments at the various facilities dedicated to uranium, tritium and plutonium activities.

Regarding the CEA Marcoule center, IRSN examined the documents submitted by the operator following the 2010 and 2011 safety reviews conducted on three facilities at the site (AVM, STEL and ISAI).

**76**

avis techniques transmis  
à l'Autorité de sûreté défense  
(95 en 2011).

technical notices to ASN  
for defense-related activities  
(95 in 2011).

## FOCUS

### Mise en service du réacteur d'essais (RES)

Ce réacteur d'essais, implanté sur le centre CEA de Cadarache, est notamment destiné à qualifier les combustibles et les matériels utilisés par les navires ainsi que les codes neutroniques utilisés dans les études de sûreté. L'année 2012 a notamment été marquée par la diffusion du cinquième rapport de l'IRSN portant sur l'examen de la demande du CEA d'autorisation provisoire d'exploiter le réacteur d'essais (RES) engagé depuis 2008. Les conclusions de l'IRSN relatives aux principaux sujets instruits ont été présentées à la CSR le 16 octobre 2012. Elles concernaient :

- les suites données à l'instruction des règles générales d'étude des accidents ;
- les études des situations d'incident et d'accident entrant dans le cadre du dimensionnement et en limite de dimensionnement ;
- la prise en compte des agressions sismiques ;
- la conception mécanique de certains équipements importants pour la sûreté.

L'examen de la demande du CEA sera poursuivi en 2013, notamment par l'examen des études relatives aux accidents graves.

### RES test reactor commissioning

The RES test reactor at the CEA Cadarache center is designed for qualifying fuels and equipment used on board ships and neutronics computer codes for safety studies. In 2012, IRSN published its fifth report on the CEA's application for a provisional operating license for the RES test reactor, a process initiated in 2008. The Institute submitted its findings on the main topics examined to the CSR (reactor safety commission) on October 16, 2012. These included:

- the action taken further to the examination of the general rules for accident studies ;
  - studies of abnormal and emergency situations considered under design-basis conditions and at design-basis limits ;
  - acknowledgment of seismic hazards ;
  - mechanical design of certain safety-related equipment.
- Examination of the CEA's application will be continued in 2013, with a particular focus on severe accident studies.





/// L'IRSN a examiné le dossier de démantèlement des principales composantes de l'installation UP1, qui sera achevé avant 2020.

/// IRSN examined documentation on dismantling the main parts of the UP1 facility. Dismantling will be completed by 2020.

Il a également examiné :

- l'aléa sismique et la pluie de référence présentés dans la mise à jour de la Présentation générale de la sûreté de l'établissement (PGSE);
- les dispositions retenues pour conditionner des assemblages combustibles métalliques de la propulsion navale et pour entreposer des étuis du réacteur PHÉNIX dans l'installation ISAI.

S'agissant de l'établissement Areva NC de Pierrelatte (Drôme), l'IRSN a évalué le dossier transmis par l'exploitant à la suite du réexamen de sûreté des parcs pérennes d'entreposage de matières uranifères, réalisé en 2009, ainsi que le référentiel de sûreté de la station de traitement de déchets solides dans la perspective d'un réexamen de sûreté. Par ailleurs, l'IRSN a examiné la recevabilité du dossier transmis par le CEA en support de la demande d'autorisation de rejets et de prélèvements d'eau du centre CEA/DAM de Bruyères-le-Châtel (Essonne).

Enfin, dans le cadre du suivi de la gestion des déchets des installations, l'IRSN a examiné les études « déchets » du centre CEA/DAM de Valduc et de l'établissement Areva NC de Pierrelatte.

### DÉMANTÈLEMENT

Concernant le centre CEA de Marcoule, des dossiers ont été examinés en particulier sur :

- la reprise et le traitement de déchets provenant du démantèlement de l'installation UP1;
- les opérations de cessation définitive d'exploitation (CDE) de l'installation d'extraction de tritium;
- la mise à jour du référentiel d'exploitation de l'APM, dans le cadre de la préparation à son démantèlement.

### TRANSPORTS DE MATIÈRES RADIOACTIVES

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

- un nouveau modèle de colis destiné à des transports d'éléments d'armes;
- les programmes d'essais de chute des nouveaux modèles de colis PN-SN dédiés au transport des sources de démarrage de la propulsion navale.

The Institute also examined:

- the seismic hazard and the reference rainfall presented in the updated version of the General Presentation of Facility Safety (PGSE);
- the provisions made for conditioning metal fuel assemblies for naval propulsion use and for storing PHENIX reactor fuel cladding in the irradiated fuel assembly surveillance facility (ISAI).

IRSN examined the documentation submitted by the operator of the Areva NC plant in Pierrelatte in the Rhône valley following the safety review carried out in 2009 of the long-term storage areas for uranium-bearing materials. It also examined the safety baseline for the solid waste treatment facility in preparation for a safety review. The Institute also examined the supporting documentation submitted by the CEA for the water intake and discharge permit application for the CEA/DAM center in Bruyères-le-Châtel near Paris. As part of its nuclear waste monitoring activity, it examined the waste studies of the CEA/DAM Valduc center and the Areva NC plant in Pierrelatte.

### DISMANTLING

Documents concerning the following subjects were examined for the CEA Marcoule center:

- recovery and treatment of dismantling wastes from the UP1 facility;
- work relating to the end of operation of the tritium extraction facility;
- updating the operating baseline of the Marcoule pilot facility (APM) in readiness for dismantling.

### RADIOACTIVE MATERIAL TRANSPORT

Documentation examined by IRSN relating to the transport of defense-related radioactive materials included:

- a new package model intended for the shipment of weapons parts;
  - drop test programs for new PN-SN package models designed for transporting naval propulsion startup sources.
- The Institute also examined the application to extend

L'IRSN a également examiné la demande de prorogation de l'agrément du modèle de colis PN-CN utilisé pour le transport ainsi que des demandes d'autorisation pour les transports effectués sur les sites.

### PLANS D'URGENCE INTERNES (PUI) ET EXERCICES

L'IRSN a participé à la préparation des scénarios des exercices de crise pour le site de Cadarache, un transport nucléaire, la base aérienne d'Avord (Cher) ainsi que la préparation du scénario de l'exercice inopiné qui a concerné le port de Cherbourg (Manche). L'IRSN a également participé, en tant qu'acteur, à ces exercices et a été invité à participer à deux exercices internes réalisés par la Marine nationale. Par ailleurs, l'IRSN a transmis au DSND un avis sur le PUI du bassin n° 8 et le PUI du site de Brest (Finistère).

### ÉVALUATIONS COMPLÉMENTAIRES DE SÛRETÉ

Le début de l'année 2012 a été marqué par l'examen des évaluations complémentaires de sûreté (ECS) des installations relatives à la défense réalisées à la demande du DSND après l'accident de Fukushima. Les études transmises par les exploitants ont concerné l'état de conformité des installations à leur référentiel de sûreté, le comportement de celles-ci dans des situations d'agression extrême ainsi que les dispositions de gestion de crise adaptées à ces situations. L'IRSN a réalisé l'examen de ces ECS en suivant la même démarche que pour les INB du secteur civil et a présenté ses conclusions :

- à la Commission de sûreté des laboratoires, des usines et des déchets (CSLUD) pour les installations du CEA (Marcoule, Cadarache, Valduc) et pour celles d'Areva (Pierrelatte);
- à la Commission de sûreté des réacteurs (CSR) pour la piscine d'entreposage de l'installation RES de Cadarache ainsi que pour les chaufferies embarquées et les installations de soutien à terre des ports et bases navales de la Marine et de la DGA.

### SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE DES INBS RELEVANT DE LA DÉFENSE

L'IRSN a engagé, en 2012, l'élaboration de référentiels environnementaux pour les « INBS industrie », les ports nucléaires et les sites ou installations d'expérimentation nucléaire intéressant la défense (SIENID). Ces référentiels visent à disposer de synthèses :

- de l'état radiologique de l'environnement autour des INBS et de l'évolution de leur contamination au regard des rejets induits par les activités de ces installations, y compris les rejets anciens;
- du corpus réglementaire intéressant principalement les rejets et les plans de surveillance radiologique de l'environnement.

Ces référentiels constitueront des outils permettant des préconisations techniques et organisationnelles à partir de réflexions et d'analyses sur :

- la pertinence des dispositifs de surveillance de l'environnement en regard du suivi des rejets autorisés, ou incidentes, et des évaluations de conséquences radiologiques;
- les divergences entre les plans de surveillance de différents sites et l'harmonisation souhaitable;
- les évolutions éventuelles de doctrine, de réglementation et d'accès aux informations en matière de surveillance de l'environnement.

En 2012, ce travail s'est traduit par l'établissement d'un premier référentiel concernant l'INBS de Marcoule. L'année 2013 verra la poursuite du travail engagé, en particulier pour le site de Valduc et les ports de Toulon et de Brest/Île Longue.

approval for the PN-CN package used for transport, as well as authorization applications for onsite transport.

### ONSITE EMERGENCY PLANS AND DRILLS

IRSN helped prepare scenarios for emergency response drills concerning the Cadarache site, a shipment of nuclear material, and Avord air base in central France, as well as the scenario for an unscheduled drill for the port of Cherbourg. It was also an active participant in these drills, and was invited to take part in two internal drills by the French Navy.

Lastly, the Institute reported to the DSND on two onsite emergency plans - one for Dock 8 in the port of Brest in Brittany, the other for the Brest site as a whole.

### COMPLEMENTARY SAFETY ASSESSMENTS

The complementary safety assessments for defense-related facilities, requested by the DSND following the Fukushima accident, were examined early in 2012. The assessments submitted by facility operators focused on compliance with safety baselines, behavior in the event of extreme hazard situations and emergency response measures adapted to these situations.

IRSN adopted the same procedure for examining these assessments as it did for basic nuclear installations in the civil sector and submitted its findings to:

- the laboratory, plant and waste management safety commission (CSLUD) for the CEA's Marcoule, Cadarache and Valduc centers and for the Areva facilities in Pierrelatte;
- the reactor safety commission (CSR) for the spent fuel pool of the Cadarache test reactor, for nuclear steam supply systems on board nuclear vessels, and for land-based support facilities and naval bases operated by the French Navy and the French defense procurement agency, the DGA.

### ENVIRONMENTAL MONITORING OF DEFENSE-RELATED SECRET BASIC NUCLEAR INSTALLATIONS

In 2012, IRSN began to prepare environmental baselines for "industrial secret INBS", nuclear ports, and defense-related nuclear experimental facilities and sites.

These baselines are intended to provide an overview of:

- the radiological status of the environment around secret INBS and the impact of radioactive discharge or release from these facilities, including from the past;
- the body of regulations relating mainly to radioactive discharge/release and environmental radiological monitoring plans.

The baselines will be used for making technical and organizational recommendations, based on the analysis and examination of:

- the suitability of environmental monitoring methods, in light of authorized discharges and unwanted releases and the assessment of radiological impact;
  - discrepancies between the monitoring plans of the various sites and the required scope of standardization;
  - any changes in strategy, regulations and access to information regarding environmental monitoring.
- In 2012, this activity led to the completion of an initial baseline for the Marcoule secret basic nuclear installation. This work will be continued in 2013 for the Valduc site and the ports of Toulon and Brest/Île Longue.

### EXPERTISE DES INSTALLATIONS FUTURES

#### FUTURS STOCKAGES DE DÉCHETS

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

#### DÉMARRAGE DU PROJET GEOSAF II

Coprésidé par l'IRSN et son homologue suédois SSM (*Swedish Radiation Safety Authority*), le projet GEOSAF II a été initié par l'AIEA, en 2012, avec l'objectif de comparer et d'harmoniser les pratiques de différents pays en matière d'élaboration et d'expertise des dossiers de sûreté relatifs aux installations de stockage en formation géologique profonde, en intervenant plus spécifiquement sur les aspects relatifs à leur phase d'exploitation. L'exploitation d'un tel stockage présente en effet des particularités, comme par exemple sa durée, la taille des ouvrages ou encore la concomitance d'activités de creusement et de transfert de colis vers des alvéoles de stockage, qui justifient de chercher à consolider les approches de sûreté au niveau international. Le projet GEOSAF II, qui fait suite au projet GEOSAF, présidé par l'IRSN et dédié aux questions de sûreté après fermeture du stockage, réunit 28 pays et associe des représentants des exploitants, des autorités de sûreté et des organismes d'expertise.

#### LANCEMENT DU PROJET SITEX

Prévu sur une durée de 24 mois (2012-2013), le projet européen SITEX (*Sustainable network of Independent Technical Expertise for Radioactive Waste Disposal*) est coordonné par l'IRSN. Il vise à établir les conditions nécessaires à la création d'un réseau durable, à l'échelle européenne, mais également à l'échelle internationale, dont l'objectif serait de contribuer à l'harmonisation des pratiques d'expertise de la sûreté des stockages de déchets radioactifs en formation géologique profonde. Ce réseau aurait aussi pour but de définir et de mutualiser les programmes de recherche spécifiques à la sûreté de ces installations et développés, au moins en partie, indépendamment des exploitants. SITEX fédère 15 organisations, principalement des organismes d'expertise et les autorités de sûreté de neuf États membres de l'Union européenne et du Canada. Ce projet nécessitera également de mener un dialogue durable avec l'IGD-TP (plate-forme européenne pilotée par les agences de gestion des déchets radioactifs sur le stockage géologique). Des échanges en ce sens ont été engagés en 2012.

[www.cordis.europa.eu](http://www.cordis.europa.eu)

#### GESTION À LONG TERME DES DÉCHETS ISSUS DES ACTIVITÉS DE COMURHEX

Dans le cadre du Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs (PNGMDR), l'IRSN a examiné en 2012, à la demande de l'ASN, l'étude transmise par Areva sur la gestion à long terme des déchets produits et à produire sur le site Comurhex de Malvési (Aude), où sont réalisées des opérations de conversion de concentrés uranifères en tétrafluorure d'uranium (étape préalable à la fabrication du combustible nucléaire). Cette étude concernait la caractérisation des déchets et présentait des propositions pour leur stockage sur le site de Malvési. L'IRSN a estimé que la caractérisation chimique et radiologique des déchets avait notablement progressé. Concernant les solutions de stockage proposées, l'Institut a rappelé que le stockage en surface n'était pas une solution suffisamment robuste pour la gestion à long terme de ce type de déchets. Il a, de ce fait, recommandé que l'étude de la faisabilité d'un stockage en subsurface soit poursuivie selon un calendrier à préciser

### CONDUCTING ASSESSMENTS OF FUTURE FACILITIES

#### FUTURE WASTE REPOSITORIES

IRSN is committed to improve existing knowledge on deep geological repositories for radioactive waste in order to develop the skills and tools required to assess this type of disposal facility.

#### GEOSAF II KICKS OFF

Co-chaired by IRSN and its Swedish counterpart SSM (*Swedish Radiation Safety Authority*), the GEOSAF II project was launched by IAEA in 2012. The goal of this project is to compare and harmonize practices in different countries regarding the elaboration and assessment of safety documentation for deep geological disposal facilities, especially focusing on the operational aspects. Deep geological waste repositories involve a number of specific operating constraints, including duration of operational phase, size of structures, need for excavation work and transfer of waste packages to disposal cells or caverns to be carried out at the same time. These specificities are worth discussing at the international level so as to consolidate the safety approaches to be applied. GEOSAF II, succeeding to the GEOSAF project that was chaired by IRSN and focusing on post-closure safety issues, involves twenty-eight countries and brings together representatives of site operators, safety authorities and assessment organizations.

#### THE SITEX PROJECT NOW UNDERWAY

The European SITEX project (*Sustainable Network of Independent Technical Expertise for Radioactive Waste Disposal*), scheduled to last two years (2012-2013), is coordinated by IRSN. It aims at paving the way for a sustainable network for standardizing safety assessment practices for deep geological radioactive waste repositories, not only in Europe but also on an international scale. The aim of this network is also to define and mutualize safety research programs for such facilities and that are at least partly developed independently of facility operators. SITEX involves 15 organizations, mainly assessment organizations and safety authorities of nine EU Member States and Canada. The project calls also for a durable dialog with IGD-TP (European platform piloted by the agencies for radioactive waste management on the geologic storage). Exchanges of views in this perspective began in 2012.

#### LONG-TERM MANAGEMENT OF COMURHEX WASTE

As part of France's national radioactive materials and waste management plan, ASN asked IRSN in 2012 to examine Areva's study on the long-term management of existing and on going waste from the Comurhex facility at Malvési in the Département of Aude, France. This plant converts uranium-bearing concentrates into uranium tetrafluoride for the first stage of fabrication of nuclear fuel. The study concerned the characterization of waste and set out proposals for the disposal of waste on the Malvési site.

IRSN considered significant progress in the chemical and radiological characterization of waste. Regarding the proposals for disposal, it pointed out that near-sur-





/// L'IRSN mène dans la station expérimentale de Tournemire des travaux relatifs à la sûreté des stockages de déchets radioactifs en formation géologique profonde.

/// IRSN carries out research on the safety of deep geological radioactive waste repositories at the Tournemire experimental center.



/// Mise en place du dispositif Cemtex qui permet d'étudier les interactions entre l'argile et le béton à une température de 70 °C représentative de celle de déchets de haute activité.

/// Installation of Cemtex, a facility designed to study interactions between clay and concrete at 70°C, a temperature representative of high-level waste.



par Areva. Les risques associés à ces déchets étant similaires à ceux des déchets qui contiennent une radioactivité « naturelle renforcée », l'IRSN a également recommandé qu'une réflexion commune et globale entre l'Andra et les producteurs soit engagée afin de définir une ou des filières optimisées sur le plan de la sûreté et de la radioprotection.

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

#### **L'IRSN PARTENAIRE DU PROGRAMME NEEDS**

Le programme interdisciplinaire du CNRS intitulé NEEDS, pour « Nucléaire, énergie, environnement, déchets, société », a pour objectif de fédérer des recherches dans le domaine de l'énergie nucléaire en favorisant une politique de partenariats.

Partenaire de ce programme, l'IRSN s'implique plus particulièrement dans les projets relatifs à l'impact des activités nucléaires sur l'environnement et aux déchets radioactifs.

En matière de déchets, l'IRSN s'associe ainsi aux équipes du CNRS, mais aussi de l'Andra, d'EDF et du BRGM au sein du projet NEEDS-Milieux Poreux, dans l'objectif d'améliorer la connaissance des matériaux tels que les argiles et les bétons, dont une utilisation importante est prévue dans les stockages en formation géologique profonde.

#### **REVUE PAR LES PAIRS MENÉE PAR L'AEN : ÉVALUATION DU DOSSIER DE SÛRETÉ D'UNE FUTURE INSTALLATION DE STOCKAGE DE SURFACE**

Sous l'égide de l'Agence pour l'énergie nucléaire (AEN), des experts de l'IRSN ont participé, en 2012, à une évaluation du dossier de sûreté d'une future installation de stockage de surface de déchets faiblement et moyennement radioactifs et à vie courte qui serait implantée à Dessel (Belgique). Cet examen a principalement porté sur la stratégie définie par l'agence belge de gestion des déchets radioactifs (ONDRAF) ainsi que sur le concept de stockage proposé et l'évaluation de la sûreté à long terme associée. L'examen réalisé a conduit à souligner la qualité globale du dossier et de la démarche de sûreté de l'ONDRAF, notamment en regard des pratiques et des standards internationaux. Un certain nombre de recommandations ont toutefois été formulées par l'équipe d'experts de l'AEN, concernant en particulier les caractéristiques et l'évolution à long terme des composants ouvrages de la future installation. Les résultats ont été présentés aux autorités belges à l'été 2012.

#### **PARTICIPATION DE L'IRSN À UN AUDIT DE L'IAEA EN FINLANDE**

Un expert de l'IRSN, spécialiste de la sûreté des déchets radioactifs, a participé à une mission internationale IRRS (*Integrated Regulatory Review Service*) organisée par l'IAEA à la demande de la Finlande, du 15 au 26 novembre 2012. Les missions IRRS ont pour objectif d'évaluer, sur la base des standards de sûreté de l'IAEA, les dispositions légales et réglementaires mises en œuvre par un pays en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection. Les missions identifient les bonnes pratiques et émettent des suggestions d'amélioration ou des recommandations. Composée de 18 experts internationaux et de six membres de l'IAEA, l'équipe a examiné l'ensemble du programme nucléaire finlandais, dont l'organisation mise en place pour la construction de l'installation de stockage en formation géologique profonde de combustibles usés, sur le site d'Onkalo. Le rapport de la mission sera rendu public par l'autorité de sûreté finlandaise.

#### **STATION EXPÉRIMENTALE DE TOURNEMIRE : DE NOUVELLES EXPÉRIMENTATIONS MISES EN ŒUVRE**

L'année 2012 a vu la mise en place des dispositifs de deux nouveaux

face disposal was not a sufficiently robust solution for the long term management of this type of waste. It therefore recommended to keep on working on a feasibility study for subsurface disposal according to a schedule defined by Areva. As the risks associated to this waste are similar to those of the waste containing enhanced levels of naturally occurring radionuclides the Institute also recommended that the French national radioactive waste management agency, Andra, and the radioactive waste producers, jointly engage a common reflection to define one or more management solutions warranting optimum safety and radiation protection.

#### **IRSN, A PARTNER ON THE NEEDS PROGRAM**

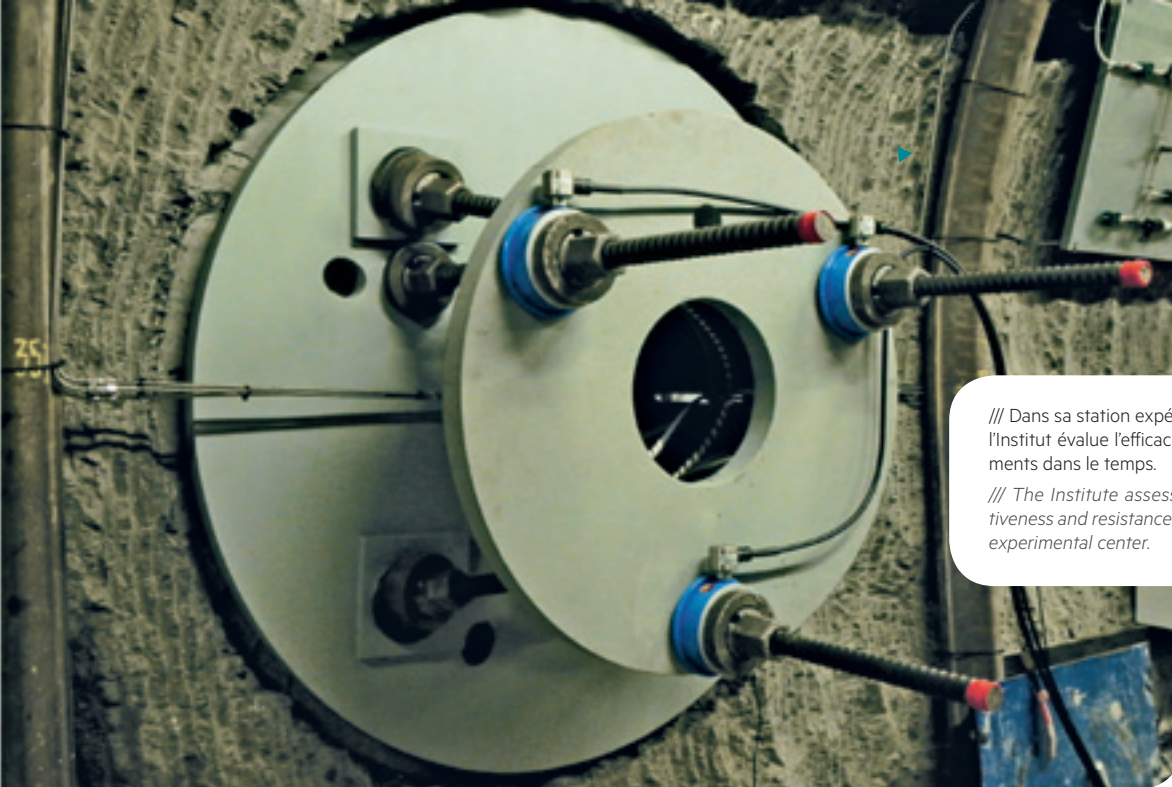
The French national center for scientific research, CNRS, set up the NEEDS program to promote a partnership policy to pool nuclear energy research efforts. The acronym NEEDS comes from the French for "Nuclear, energy, environment, waste and society". IRSN, one of the partners on the program, is particularly involved in projects relative to radioactive waste and the environmental impact of nuclear activities. For radioactive waste research, IRSN works together with CNRS, teams and also with Andra, EDF and BRGM, on the NEEDS-Porous Media project. The aim is to improve knowledge on materials such as different types of clay and concretes which are likely to be used extensively in deep geological waste repositories.

#### **PEER REVIEW HEADED BY NEA: ASSESSMENT OF THE SAFETY ANALYSIS FILE OF A FUTURE NEAR-SURFACE DISPOSAL FACILITY**

In 2012, IRSN experts, under the aegis of the Nuclear Energy Agency (NEA), worked on assessing the safety analysis file of a future near-surface disposal facility intended for low- and intermediate-level- short-lived waste, to be built in Dessel, Belgium. The review focused mainly on the strategy defined by the Belgian national agency for radioactive waste and enriched fissile material (ONDRAF/NIRAS), the proposed disposal concept and the related long-term safety assessment. It emphasized the high quality of the Belgian agency's safety analysis report and approach to safety in general, particularly in the light of the international practices and standards. The experts appointed by NEA made some recommendations, for example on the characteristics and long-term evolutions of the engineered components of the future facility. The results were submitted to the Belgian authorities in summer 2012.

#### **IRSN TAKES PART IN AN IAEA AUDIT IN FINLAND**

An IRSN radioactive waste safety specialist took part in an international IRRS (*Integrated Regulatory Review Service*) audit organized by the IAEA. The audit was conducted at the request of the Finnish authorities between November 15 and 26, 2012. The purpose of IRRS audits is to assess, on the basis of IAEA safety standards, the implemented legal and statutory requirements of a country regarding nuclear safety and radioprotection. During the audit, best practices are identified and suggestions for improvement or recommendations are made. In this particular case, a team of 18 international experts and six IAEA members examined the whole Finnish nuclear program, including the organizational structure set up for building the deep geological repository for spent fuel at the Onkalo site. The audit report will be published by the Finnish safety authority.



/// Dans sa station expérimentale de Tournemire, l'Institut évalue l'efficacité et la tenue des scellements dans le temps.

/// The Institute assessed the long-term effectiveness and resistance of seals at its Tournemire experimental center.

essais du projet SEALEX dans la station expérimentale de l'IRSN à Tournemire (Aveyron). Ces essais visent à fournir des données à l'IRSN pour évaluer la performance des dispositifs de scellement de stockage pour des situations dégradées telles que celle qui résulterait, par exemple, d'une dégradation des supports en béton sur lesquels viennent s'appuyer les noyaux argileux des ouvrages de scellement. La station expérimentale de Tournemire a également accueilli deux nouvelles expériences: OXITRAN, destinée à quantifier la cinétique de consommation de l'oxygène présent dans le stockage après sa fermeture, et CEMTEX pour améliorer la modélisation de l'évolution des ciments en contact avec les argillites pour des températures représentatives de celles des alvéoles de déchets (70 °C). Enfin, le programme de tests de méthodes sismiques a été poursuivi avec la réalisation d'une nouvelle campagne d'acquisition sismique en collaboration avec l'IFSTTAR. La campagne a permis de mettre en œuvre de nouvelles sources sismiques et différents capteurs pour tenter de détecter des failles à faible décalage vertical.

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

## RÉACTEURS DU FUTUR

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

### PANORAMA DES FILIÈRES

Des études sont menées dans plusieurs pays sur le développement de réacteurs de quatrième génération, avec différents concepts de combustibles et de systèmes de refroidissement, notamment en France, en vue de la construction d'un nouveau réacteur à neutrons rapides refroidi au sodium (ASTRID). L'IRSN a effectué, en 2012, une analyse systématique sous l'angle de la sûreté des six concepts de réacteurs envisagés dans le cadre du Forum international Génération IV, en partant du principe qu'ils devraient permettre d'atteindre des performances dans ce domaine au moins aussi élevées que celles attendues des réacteurs à eau sous pression de troisième génération (de type EPR), et en tenant compte des leçons de l'accident de Fukushima. Cette revue générale a clairement montré que, quelle que soit la filière considérée, et malgré les avantages intrinsèques que chacune d'entre elles peut présenter, des avancées technologiques significatives seront nécessaires.

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

### NEW EXPERIMENTS SET UP AT TOURNEMIRE

#### EXPERIMENTAL STATION

Two new test devices were set up for the SEALEX project in 2012 at IRSN's Tournemire experimental station in southern France. The new tests are to provide IRSN with data for assessing repository seal performances in degraded situations. One such situation would occur in the event of damage to the concrete supports on which the clayey seal cores come to rest.

Two new experiments were also carried out at the Tournemire experimental station. The first, OXITRAN, is a quantitative study of oxygen consumption kinetics in the repository after its closure. The second, CEMTEX, intended to improve the modeling of the evolution of cements in contact with clay rock for representative temperatures of those expected in a waste disposal cell).

Finally, carried out in association with IFSTTAR the seismic method test program continued with a new seismic data acquisition campaign, involving the use of new seismic sources and different sensors to try to detect slight vertical shift faults.

### REACTORS OF THE FUTURE

IRSN is conducting research on several advanced reactor designs to assess the safety of future nuclear reactors and the related fuel cycle facilities.

### OVERVIEW OF DESIGNS

Several countries lead research programs concerning the development of Generation IV reactors with various fuel and cooling systems. French research in this area is geared to the construction of ASTRID, a new sodium-cooled fast reactor. In 2012, IRSN carried out a safety analysis of the six reactor designs considered by the Generation IV International Forum. The analysis was based on the premise that new designs should guarantee at least equivalent levels of safety performance to those expected of Generation III PWRs (like the EPR) and in light of experience learned from Fukushima accident. This general review clearly showed that whatever the reactor system considered, and notwithstanding the intrinsic advantages of each one, significant technological breakthroughs will be necessary.

## SÉCURITÉ NUCLÉAIRE ET NON-PROLIFÉRATION

### NUCLEAR SECURITY AND NON-PROLIFERATION

# INSCRIRE L'ACTION DE L'IRSN DANS UNE VISION DE LONG TERME

Tout en contribuant à la continuité de la protection et du contrôle des installations et des matières nucléaires au moyen d'expertises, d'inspections et de comptabilité des matières, l'IRSN a été associé, en 2012, aux travaux du Groupe ad hoc sur la sécurité nucléaire (GAHSN) mis en place par la Commission européenne. Il a contribué à l'élaboration d'un rapport consacré à l'identification ainsi qu'à l'échange de bonnes pratiques en matière de sécurité nucléaire et, le cas échéant, à la proposition de pistes d'amélioration. Dans un même esprit de préparation de l'avenir et par-delà l'accomplissement de ses missions quotidiennes, l'Institut a joué, en 2012, un rôle actif dans les négociations préalables à la conférence qui réunira, en 2013, les représentants des États parties à la Convention sur l'interdiction des armes chimiques, afin de faire passer l'effort de contrôle de ce type d'armes d'un objectif de destruction des stocks à l'échelle mondiale à un objectif de prévention de leur réapparition. Ces deux exemples illustrent l'engagement sur le long terme de l'Institut dans les domaines de la sécurité et de la non-prolifération des matières nucléaires, chimiques et biologiques.

### MAKING IRSN'S ACTION PART OF A LONG-TERM VISION

While contributing to the continuity of the protection and monitoring of nuclear facilities and materials through assessments, inspections, and material accounting, in 2012 IRSN was involved in the work of the Ad Hoc Group on Nuclear Security (AHGNS) set up by the European Commission. It helped to prepare a report on the identification and sharing of good nuclear security practices and, where appropriate, to propose improvements. In the same spirit of preparing for the future and in addition to accomplishing its routine tasks, IRSN played an active role in 2012 in the negotiations preceding the Third Review Conference of the States Parties of the Chemical Weapons Convention in 2013, in order to shift the objective of control activities from destroying world-wide stocks to that of preventing their reappearance. These two examples illustrate IRSN's long-term commitment in the areas of security and non-proliferation of nuclear, chemical and biological materials.

# 197

inspections relatives au contrôle national  
des matières nucléaires, dont 6 dans  
les installations soumises à déclaration  
(184 en 2011).

Inspections relative to national material  
control of nuclear materials  
including 6 in facilities under the  
"declaration" regime  
(184 in 2011).

## ACTIVITÉS DE SÉCURITÉ NUCLÉAIRE

### PROTECTION DES MATIÈRES, DES INSTALLATIONS ET DES TRANSPORTS

#### EXPERTISES

En 2012, l'IRSN a répondu à 373 demandes d'avis technique formulées par le HFDS (Haut fonctionnaire de défense et de sécurité) du MEDDE sur la protection à l'égard d'actions de malveillance des matières nucléaires détenues par différents opérateurs. Ces demandes concernaient l'analyse de «dossiers d'autorisation et de contrôle», de rapports portant sur des incidents ou des dysfonctionnements déclarés et du retour d'expérience effectué par les opérateurs. Cette activité fait l'objet de réunions techniques avec les opérateurs et implique la participation de spécialistes de l'IRSN de la sûreté des installations nucléaires et de la radioprotection.

#### INSPECTIONS

Dans le cadre du concours technique de l'IRSN au MEDDE, des salariés de l'Institut, nommés par arrêté «inspecteurs des matières nucléaires», et mandatés par le HFDS pour effectuer des missions de contrôle dans les installations détenant des matières nucléaires, ont effectué, en 2012, 87 inspections dans les installations, dont huit ont été diligentées en réaction à des incidents ou des dysfonctionnements. Lors de ces inspections, des exercices de mise en situation ont été réalisés, en particulier de nuit, afin de contrôler la bonne mise en œuvre des consignes établies par les opérateurs.

## NUCLEAR SECURITY ACTIVITIES

### PROTECTION OF MATERIALS, FACILITIES AND TRANSPORT

#### ASSESSMENTS

In 2012, IRSN responded to 373 requests for technical notices from the Senior Defense and Security Official (HFDS) of the Ministry of Ecology, Sustainable Development and Energy (MEDDE) regarding the protection of nuclear materials held by various operators against malicious acts. This involved examining authorization and control applications and analyzing reports on incidents or malfunctions notified by plant operators and the related operating experience feedback. This activity is discussed at technical meetings with the operators and involves participation by IRSN nuclear facility safety and radiation protection specialists.

#### INSPECTIONS

As part of IRSN's technical support for the above ministry, Institute employees, appointed by order as nuclear materials inspectors and mandated by the HFDS to conduct inspections at facilities holding nuclear materials, carried out 87 facility inspections in 2012, including eight inspections initiated in response to incidents or malfunctions. During these inspections, exercises were carried out, some at night, to observe the implementation of the instructions drawn up by the operators.

## FOCUS Examen par l'IRSN de la conformité à la nouvelle réglementation des établissements Areva, CEA, EDF

En 2012, l'IRSN a engagé l'examen des dossiers transmis par Areva, le CEA et EDF présentant l'état de la conformité de leurs installations à la nouvelle réglementation sur la protection et le contrôle des matières nucléaires. Ces dossiers visent à comparer les dispositifs existants au référentiel réglementaire révisé. Se fondant sur sa connaissance des installations ainsi que sur l'exploitation des informations rassemblées au cours d'inspections, l'IRSN a transmis au HFDS un premier avis en juillet 2012. La grande disparité des installations, en termes de risques de vol et de conséquences radiologiques, conduit nécessairement à un nombre important d'analyses; l'effort ainsi mené sera maintenu durant les prochaines années, afin de permettre l'instruction des dossiers qui accompagneront les prochaines étapes du processus de mise en conformité demandé par l'Autorité et dont l'achèvement est fixé à 2016.

### IRSN review of the compliance of Areva, CEA and EDF facilities with the new regulations

In 2012, IRSN undertook a review of the files submitted by EDF, Areva and CEA describing the state of compliance of their facilities with the new regulations on the protection and control of nuclear materials.

These documents compare existing measures with the revised regulatory baseline. Based on its knowledge of the facilities and the information acquired during inspections, IRSN submitted a first notice to the Senior Defense and Security Official in July 2012.

The great disparity of facilities in terms of the risk of theft and radiological consequences inevitably results in a large number of analyses. Efforts in this area will be sustained over the next few years to examine all the documentation relating to the next stages of the compliance process required by the authority, and scheduled for completion in 2016.



## 03 / ACTIVITÉS / SÉCURITÉ NUCLÉAIRE ET NON-PROLIFÉRATION

INSCRIRE L'ACTION DE L'IRSN DANS UNE VISION DE LONG TERME

**ACTIVITIES / NUCLEAR SECURITY AND NON-PROLIFERATION**  
MAKING IRSN'S ACTION PART OF A LONG-TERM VISION

### COMPTABILITÉ DES MATIÈRES NUCLÉAIRES

En 2012, un important travail de qualification de l'outil informatique de gestion des matières nucléaires au niveau national (Ar Men) a été réalisé. Il a également conduit à améliorer l'interface homme-machine de la partie de l'outil destinée aux petits détenteurs de matières nucléaires. Des réunions d'échange avec chacun des principaux opérateurs ont eu lieu afin de faciliter les écritures comptables requises au titre de la comptabilité nationale. À noter, l'abandon de l'envoi des bordereaux sur papier de déclaration d'opérations portant sur des matières nucléaires. Des sessions d'échange et de formation ont été organisées par l'IRSN, pour les petits détenteurs de matières nucléaires, afin de les informer sur leurs obligations réglementaires. L'autorité compétente a ainsi réuni les petits détenteurs de l'ensemble des départements de la Région Île-de-France. Une réunion sur le même sujet a également eu lieu, en 2012, à l'Institut de Soudure (Seine-Saint-Denis) grâce la mise en œuvre d'un système de vidéoconférence avec ses différentes succursales.

### TRANSPORT DE MATIÈRES NUCLÉAIRES

En 2012, l'IRSN a traité 44 demandes d'avis techniques formulées par le HFDS, relatives à la protection physique de matières nucléaires en cours de transport. Ces demandes concernaient l'analyse de plans de transport, de dossiers d'autorisation, de demandes d'agrément de moyens de transport ainsi que l'analyse du retour d'expérience des transports, des inspections et des contrôles effectués dans ce domaine. L'IRSN a aussi traité 1482 demandes d'exécution de transport et a

### NUCLEAR MATERIAL ACCOUNTANCY

In 2012, intensive work was carried out on qualifying the Ar Men national nuclear materials control software package. The work also led to improvements in the user interface of the part of the package intended for holders of small quantities of nuclear materials.

Discussion meetings were held with each of the main operators to facilitate the accounting entries required for national accountancy purposes. The use and transmittal of hard copy records for declarations of operations involving nuclear materials have now been abandoned.

Discussion and training sessions have been organized by IRSN for holders of small quantities of nuclear materials to familiarize them with their statutory obligations. The competent authority held a meeting of the small-quantity holders in the Ile-de-France region. Another meeting on the same topic took place in 2012 at the French welding institute via a videoconferencing system with its branches.

### TRANSPORT OF NUCLEAR MATERIALS

In 2012, IRSN processed 44 technical notice requests issued by the HFDS on the physical protection of nuclear materials during transport. This involved analyzing transport plans, applications for transport licenses and approval of transport methods, as well as feedback from shipments, inspections and checks.

IRSN also processed 1,482 transport requests and moni-



/// Chargement de conteneurs d'emballages de matières nucléaires sur un bateau dans le port du Havre.

/// Nuclear material containers on a ship in the port of Le Havre.

## Organisation par l'IRSN d'un exercice d'inventaire sur l'établissement de Saclay du CEA

L'exercice 2012 d'inventaire de matières nucléaires en situation de crise a porté sur une installation nucléaire de l'établissement CEA de Saclay (Essonne). Cet exercice a impliqué l'opérateur CEA sur le site, ses services centraux et les cellules de communication de l'autorité, de l'IRSN et du CEA. De son côté, l'IRSN a créé sa cellule de crise. Un tel exercice consiste à effectuer un inventaire des matières nucléaires présentes dans une installation en quelques heures afin d'infirmer ou de confirmer une suspicion de vol de matières nucléaires. Des événements insérés dans le déroulement de l'exercice au cours de la journée par les scénaristes ont obligé l'opérateur à adapter la stratégie de gestion de crise mise en œuvre. Une pression médiatique simulée a, de plus, été exercée afin d'entraîner les cellules de communication, et plus généralement les acteurs, à gérer simultanément les aspects techniques et médiatiques d'une situation de crise.

### Organization by IRSN of an inventory exercise at the CEA Saclay center

The 2012 nuclear materials emergency inventory exercise was conducted at a nuclear facility on the CEA site at Saclay, near Paris. The exercise involved the site operator, namely CEA, its corporate services, and the communication units of the authority, IRSN and CEA. IRSN activated its emergency response center.

This type of exercise consists in carrying out a nuclear materials inventory in a facility within a few hours in order to rule out or confirm a suspected theft of nuclear materials. Simulated events inserted into the exercise program during the day obliged the operator to adapt the implemented emergency management strategy. Simulated media pressure was also applied, in order to train the communication units and more generally the participants on the simultaneous management of the technical and media aspects of an emergency.

suivi environ 740 transports nationaux. Aucun événement notable de transport n'a été signalé. L'IRSN a engagé, en septembre 2012, la refonte de ses outils de gestion et de suivi des transports, qui dataient de plus de 15 ans. Il a réalisé, en 2012, 68 contrôles techniques de moyens agréés pour le transport de matières nucléaires et 42 inspections en cours de transport. Ces inspections ont concerné principalement les véhicules routiers, mais aussi les moyens de transport par voie ferroviaire, maritime ou aérienne.

tored about 740 domestic shipments. No significant transport incident was reported. In September 2012 IRSN upgraded its transport management and monitoring systems, which were more than fifteen years old.

In 2012 IRSN carried out 68 technical checks on approved equipment for transportation of nuclear materials and 42 inspections during transport. Most of these inspections were on road vehicles, but rail, sea and air shipments were also inspected.

### SÉCURITÉ DES SOURCES RADIOACTIVES

En 2012, l'IRSN a réalisé une étude commandée par le CEA, qui visait à établir un inventaire des sources radioactives d'origine française d'une forte dangerosité entreposées à l'étranger de manière non satisfaisante du point de vue de la sécurité, et à hiérarchiser les besoins de sécurisation en fonction des risques. Elle aidera notamment à la prise de décisions sur d'éventuelles actions dans le cadre de la prolongation des activités du Partenariat mondial (PMG8) au-delà de 2012. Dans un contrat (ASTRA) passé avec la Commission européenne, l'IRSN a réalisé une étude qui vise à identifier et à évaluer les performances de dispositions organisationnelles et technologiques de suivi permettant d'améliorer la sécurité des sources scellées de haute activité ainsi qu'à examiner la faisabilité opérationnelle du déploiement de telles dispositions.

### SECURITY OF RADIOACTIVE SOURCES

In 2012 IRSN was contracted by the CEA to conduct a study to draw up an inventory of highly dangerous radioactive sources produced in France and now stored in other countries under insecure conditions, and prioritize the required security measures according to the risks. The study will serve as a decision-making aid regarding possible actions in the context of extending the Global Partnership Against the Spread of Weapons and Materials of Mass Destruction (G8GP) beyond 2012. Under a contract (ASTRA) signed with the European Commission, IRSN conducted a study to identify and assess the performance of organizational and technological monitoring measures for improving the security of high-activity sealed sources, and to examine the operational feasibility of deploying such measures.

### PRÉPARATION DE TEXTES RÉGLEMENTAIRES ET PARARÉGLEMENTAIRES

Le groupe de travail mis en place par le MEDDE, pour élaborer une réglementation relative à la sécurité des sources radioactives, a poursuivi ses travaux en vue de mettre au point le projet de décret d'application

### PREPARATION OF REGULATORY AND PARA-REGULATORY TEXTS

The working group set up by the MEDDE to draft regulations on the security of radioactive sources has continued

de la loi en projet sur la sécurité des sources et de proposer un arrêté relatif aux dispositions techniques et organisationnelles que devront prendre les opérateurs pour protéger les sources radioactives qu'ils possèdent contre les actions de malveillance.

L'IRSN a par ailleurs participé au groupe de travail piloté par le ministère de la défense en charge de la rédaction d'un projet de décret relatif au transport des moyens nécessaires à la mise en œuvre de la politique de dissuasion.

### EXERCICES DE SÉCURITÉ NUCLÉAIRE ET GESTION DES SITUATIONS DE CRISE

En novembre 2012 a eu lieu un exercice de sécurité portant sur un transport de matières nucléaires. L'objectif était d'évaluer la pertinence du dispositif de réponse prévu pour faire face à un vol ou à un détournement de matières nucléaires transportées par voie routière. Le déclenchement de l'exercice correspondait à l'arrêt des informations transmises par le véhicule.

À la même période, l'Institut a organisé un exercice d'inventaire en situation de crise des matières nucléaires présentes dans une installation du site CEA de Saclay (Essonne). Dix-sept exercices de ce type ont déjà eu lieu à une fréquence sensiblement annuelle; ils permettent d'évaluer les procédures, l'organisation et les mesures mises en place par les principaux opérateurs nucléaires français en cas de vol ou de détournement de matières nucléaires.

De plus, l'IRSN prépare environ tous les deux ans, à la demande du MEDDE, un Exercice de protection et d'évaluation de la sécurité (EPEES). Cet exercice a pour objectif d'éprouver l'organisation générale du dispositif de sécurité mis en œuvre par l'ensemble des parties prenantes, d'évaluer l'efficacité des différents plans déployés par l'opérateur et les pouvoirs publics dans le domaine de la sécurité et de tester la coordination des actions d'intervention. En 2012, un tel exercice a eu lieu, en octobre, sur le site EDF de Cruas-Meysses (Ardèche).

### ACTIVITÉS DE FORMATION ET DE PÉRENNISATION DES CONNAISSANCES

#### FORMATION

En 2012, l'IRSN a dispensé des formations portant sur la protection et le contrôle des matières nucléaires, des installations qui les mettent en œuvre et des transports associés. Ces formations visent à sensibiliser les acteurs de la sécurité et de la sûreté à la nouvelle réglementation de sécurité mise en place fin 2011. Par ailleurs, un volet sur la sécurité et la non-prolifération a été introduit dans la formation interne à l'expertise de l'IRSN et dans celle organisée par l'Institut européen de formation et de tutorat en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection (ENSTTI), destinée à des professionnels du monde nucléaire au niveau international.

### ACTIVITÉS INTERNATIONALES

#### RELATIONS AVEC L'AIEA

Dans le cadre de demandes de l'AIEA, l'Institut a participé, en 2012, à la mise au point de guides relatifs au déploiement des missions IPPAS, à la rédaction d'un guide concernant la gestion et la comptabilité des matières nucléaires et à l'élaboration des formations correspondantes, ainsi qu'à la rédaction d'un document portant sur l'évaluation de la sécurité informatique dans les installations nucléaires. Il a contribué à un atelier sur la culture de sécurité réalisé en vue de proposer un programme de travail sur ce sujet aux États membres pour développer

its work on preparing the draft application decree of the source security bill, and to draft an order on the technical and organizational measures that operators will have to take to protect the radioactive sources they hold against malicious acts. IRSN also took part in the working group coordinated by the Ministry of Defense tasked with drafting a decree on the transport of equipment necessary for the implementation of the nuclear deterrence policy.

### NUCLEAR SECURITY EXERCISES AND MANAGEMENT OF EMERGENCIES

A security exercise on the transport of nuclear materials took place in November 2012. The objective was to assess the effectiveness of the planned system of response to theft or hijacking of nuclear materials transported by road. The exercise was triggered by interruption of the information transmitted by the vehicle. During the same period, IRSN organized an emergency nuclear materials inventory control exercise in a facility on the CEA site at Saclay, near Paris. Seventeen exercises of this type have already taken place, at a frequency of about one per year; they assess the procedures, organization and measures implemented by the main French nuclear operators in the case of theft or diversion of nuclear materials. In addition, IRSN prepares a protection and security assessment exercise (EPEES) about every two years, at the request of the MEDDE. The purpose of these exercises is to test the general organization of the security system implemented by all the stakeholders, assess the effectiveness of the various plans deployed by the operator and the authorities in the area of security, and test response coordination. An exercise of this type took place in 2012 on the EDF Cruas-Meysses site in south-central France.

### TRAINING AND KNOWLEDGE MANAGEMENT ACTIVITIES

#### TRAINING

In 2012 IRSN provided training courses on the protection and control of nuclear materials, the facilities that use them, and the related transport. These courses are intended to familiarize security and safety personnel with the new security regulations introduced at the end of 2011. In addition, a section on security and non-proliferation was introduced in the IRSN internal assessment training and in the training organized by the European Nuclear Safety Training and Tutoring Institute (ENSTTI), intended for nuclear industry professionals worldwide.

### INTERNATIONAL ACTIVITIES

#### RELATIONS WITH THE IAEA

In 2012, IRSN participated in preparing guides on the deployment of IPPAS missions, drafting a guide on nuclear materials management and accountancy, and preparing the corresponding training courses, as well as drafting a document on the assessment of computer security in nuclear facilities. All these activities were carried out further to IAEA requests. It contributed to a workshop on security culture for the purpose of proposing a work program on the topic to the Member States, mainly for the development of training courses. It took part in the training of future IAEA physical protection



**La parole à...** Fabrice Pothier, responsable du pôle de la sécurité des infrastructures économiques, des secteurs sensibles et de la non-prolifération, service du Haut fonctionnaire de défense et de sécurité des ministères économiques et financiers (HFDS)

*In the words of...* Fabrice Pothier, Head of the Center for the security of economic infrastructure, sensitive sectors and non-proliferation, Department of the Senior Defense and Security Official (HFDS) of the Ministries of the Economy and Finance

« Parmi les missions que l'IRSN assure pour le compte du HFDS – veille industrielle, conseil scientifique, appui logistique, etc. – figure l'accompagnement, chaque année, d'inspections d'une dizaine de sites industriels chimiques sur le territoire national menées par l'OIAC (Organisation pour l'interdiction des armes chimiques). Au cours de celles-ci, l'IRSN, représentant le ministère du redressement productif, veille à la fois à ce que la France respecte ses obligations au titre de la Convention sur l'interdiction des armes chimiques (CIAC) et aussi à ce que la confidentialité des savoirs techniques et commerciaux et savoir-faire industriels des entreprises concernées soit préservée. Une mission qu'il assure avec rigueur et compétence. En tant qu'expert auprès du service du HFDS, l'IRSN participe à la préparation de la troisième Conférence d'examen du traité programmée en 2013, pour laquelle le rôle de la France est majeur. »

*“The IRSN's missions on behalf of the HFDS (industry watch, scientific advice, logistic support, etc.) include support each year for the inspections of ten or so chemical industry sites in France conducted by the OPCW (Organization for the Prohibition of Chemical Weapons). During these inspections IRSN, representing the Ministry of Productive Recovery, makes sure that France fulfills its obligations with regard to the Chemical Weapons Convention (CWC) and also that the confidentiality of the technical and commercial knowledge and industrial know-how of the companies involved is protected. A task that it accomplishes conscientiously and competently. As expert advisor to the department of the HFDS, IRSN is participating in the preparation of the Third Review Conference of the Convention scheduled for 2013, in which France plays a major role.”*

principalement des formations. L'IRSN a participé à la formation des futurs formateurs en protection physique de l'AIEA aux Pays-Bas et est intervenu dans une formation sur la protection physique au Maroc. Il a également contribué à l'élaboration d'un guide sur la protection physique des matières nucléaires en cours de transport.

## RELATIONS BILATÉRALES ET MULTILATÉRALES

L'IRSN a organisé, en juillet 2012, la cinquième réunion du groupe de coordination DOE/IRSN relative aux activités de recherche et développement en matière de protection physique et de garanties de non-prolifération. Les activités menées par ce groupe portent sur l'amélioration de la performance des moyens de mesure des matières nucléaires.

## CONTRÔLES INTERNATIONAUX DE NON-PROLIFÉRATION

### CONTRÔLES INTERNATIONAUX DANS LE DOMAINE DU NUCLÉAIRE

En 2012, le nombre d'accompagnements des inspections Euratom et AIEA concernant les matières nucléaires ainsi que le nombre d'analyses menées par l'IRSN pour le compte de l'autorité compétente, à savoir le Comité technique Euratom (CTE), sont restés très similaires à ceux de 2011, de l'ordre de la cinquantaine dans chaque cas. Pour ce qui concerne les analyses, la mise en pratique du nouveau décret sur la gestion patrimoniale des matières nucléaires nécessaires à la défense a fait l'objet d'un effort particulier. L'IRSN a développé le logiciel ICARE

trainers in the Netherlands, and worked on a physical protection training course in Morocco. It also helped prepare a guide on the physical protection of nuclear materials during transport.

## BILATERAL AND MULTILATERAL RELATIONS

In July 2012 IRSN organized the fifth meeting of the DOE/IRSN coordination group on research and development activities relating to physical protection and to non-proliferation guarantees. The activities of this group include work on improving the performance of nuclear material measurement resources.

## INTERNATIONAL NON-PROLIFERATION INSPECTIONS

### INTERNATIONAL INSPECTIONS IN THE NUCLEAR FIELD

In 2012, the number of Euratom and IAEA inspections concerning nuclear materials supported by IRSN and the number of analyses conducted by IRSN on behalf of the competent authority, the French Euratom technical committee (CTE), were very similar to the 2011 numbers, in the region of fifty in each case.

With regard to analyses, particular attention was paid to the practical application of the new decree on the asset management of nuclear materials required for defense. IRSN has developed the ICARE system change permit control software for verifying that transfers declared in



(Instrument de contrôle des autorisations de changement de régime) en vue de pouvoir vérifier que les transferts déclarés dans les rapports de variation des stocks des exploitants français ont bien fait l'objet d'une autorisation préalable du CTE.

Par ailleurs, dans le contexte des accords et règlements multiples applicables aux transferts de matières nucléaires, qui soumettent les exploitants français à l'obligation de notifier au préalable leurs importations et leurs exportations, l'IRSN a développé, en 2012, un portail Internet de télédéclaration sécurisée destiné à EDF. Le portail CENTIME, dont la mise en service est prévue au début de 2013, reprend les fonctionnalités du portail PIMENT, déjà déployé pour le compte d'Areva. À terme, plus de 98 % des notifications d'importation ou d'exportation pourront ainsi être établies par les exploitants à l'aide d'un portail Internet de déclaration.

Au plan international, l'Institut a participé, en 2012, à la mise en place d'un groupe de travail sur le régime mis en œuvre en Europe pour le contrôle de l'exportation des biens dits « à double usage », c'est-à-dire des biens et des technologies susceptibles d'avoir des utilisations tant civiles que militaires.

Au plan bilatéral, le groupe de travail Euratom – France, portant sur la télétransmission de données de contrôle vers Euratom, a poursuivi son activité. L'année 2012 a notamment vu des échanges techniques sur la définition des risques potentiels associés à une telle transmission.

### CONTRÔLES INTERNATIONAUX DANS LE DOMAINE DE LA CHIMIE

En 2012, l'IRSN a accompagné, pour le compte des ministères économiques et financiers, sept inspections diligentées par l'Organisation pour l'interdiction des armes chimiques (OIAC) sur des sites industriels français. Toutes ces inspections se sont déroulées de manière satisfaisante. Au cours de l'une d'elles, l'OIAC a procédé à des prélèvements d'échantillons qui ont été analysés sur site dans l'unité laboratoire mobile (ULM) de l'IRSN. Cette pratique, autrefois rare, tend aujourd'hui à se généraliser sur les sites qui mettent en œuvre des produits relevant du tableau 2, selon la terminologie de l'OIAC. Concernant les pratiques d'inspection, et afin d'en diminuer les coûts, les États membres sont incités par l'OIAC à accepter un nouveau type d'inspection dit « inspection séquentielle », consistant à regrouper deux inspections d'affilée. La France a reçu une première inspection séquentielle du 24 au 28 septembre 2012.

7

missions d'accompagnement  
des inspections relatives à  
l'interdiction des armes chimiques  
(6 en 2011).

missions to escort inspections  
involving the chemical weapons ban  
(6 in 2011).

52

missions d'accompagnement des  
inspections relatives au contrôle  
international des matières nucléaires  
(47 en 2011).

missions to escort inspections  
involving international nuclear  
material control (47 in 2011).

*the stock variation reports by French operators are covered by prior permits from the CTE.*

*Furthermore, in the context of many agreements and regulations applicable to nuclear material transfers, under which French operators must give prior notification of their imports and exports, IRSN developed a secure online declaration web portal in 2012 intended for EDF. The CENTIME portal, scheduled to be put into service at the beginning of 2013, reproduces the functions of the PIMENT portal already deployed for Areva. It will eventually be possible for more than 98% of import or export notifications to be made using a web declaration portal.*

*Internationally, IRSN helped to set up a working group during the year on the regime implemented in Europe for export control of dual-use items, i.e. goods and technologies likely to have both civilian and military uses.*

*Regarding bilateral arrangements, the Euratom-France working group on remote transmission of inspection data to Euratom continued its work. In 2012 this work particularly included technical discussions to define the potential risks associated with such transmissions.*

### INTERNATIONAL INSPECTIONS IN THE CHEMICAL FIELD

*In 2012, on behalf of the Ministries of the Economy and Finance, IRSN supported seven inspections conducted by the Organization for the Prohibition of Chemical Weapons (OPCW) on French industrial sites. All these inspections were conducted satisfactorily. During one of the inspections, the OPCW took samples that were analyzed on site in the IRSN's mobile laboratory unit.*

*This once rare practice is now tending to become more widespread on sites employing Schedule 2 products according to OPCW terminology. In order to reduce inspection costs, Member States are encouraged by the OPCW to accept the new sequential inspections, in which two inspections are conducted consecutively. The first sequential inspection in France was conducted on September 24 to 28, 2012.*

*As it does every year, IRSN also prepared French declarations of activities in 2011 and of planned activities in 2013 at the 214 industrial plants governed by the Convention. With regard to assistance and advice to the authorities*

Comme chaque année, l'IRSN a également élaboré les déclarations françaises relatives aux activités de l'année 2011 et aux activités prévues en 2013 pour les 214 établissements industriels assujettis. S'agissant du volet assistance et conseil aux autorités et aux industriels pour les questions relatives à l'application de la CIAC dans le secteur industriel, une cinquantaine d'analyses ont été produites par l'IRSN en 2012, dont on retiendra particulièrement celles en lien avec la préparation de la prochaine conférence quinquennale d'examen de la Convention, qui se tiendra à La Haye (Pays-Bas) en avril 2013. Le volet « désarmement » étant aujourd'hui achevé à 75 %, les négociations porteront sur la manière de réorienter l'effort de vérification vers le volet « non-prolifération » afin de limiter le risque de voir resurgir le type d'armes en question. L'IRSN a développé de longue date un site Internet qui présente les missions de l'Institut dans le cadre de l'application des traités de non-prolifération en France, l'organisation mise en place en France à ce sujet, les textes réglementaires de référence ainsi qu'un ensemble d'informations pratiques pour les industriels assujettis à leur application. L'année 2012 a été marquée par une refonte graphique de ce site et une mise à jour de la documentation réglementaire en ligne.

*and to industrial firms on questions relating to application of the CWC in the industrial sector, it performed some fifty analyses in 2012, particularly in connection with the preparation of the next five-yearly review conference on the Convention, which will be held in The Hague (Netherlands) in April 2013. As the disarmament strand is now 75% completed, negotiations will focus on how to redirect verification work to the non-proliferation strand to reduce the risk of these types of weapons re-emerging. IRSN has a long-standing website presenting its missions in the context of the application of the non-proliferation treaties in France, the organization set up in France for this purpose, the reference regulatory texts, and practical information for industrial companies subject to the application of the treaties. The website underwent a graphics upgrade in 2012 and the online regulatory documentation was updated.*

/// En 2012, l'IRSN a participé à sept inspections menées par l'OIAC sur des sites industriels français (photo : siège de l'OIAC, La Haye, Pays-Bas).

/// In 2012, IRSN took part in seven inspections carried out by the OPCW at industrial sites in France (photo: OPCW headquarters, The Hague, Netherlands).



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

RADIATION PROTECTION – ENVIRONMENT AND HUMAN HEALTH

# Renforcer les coopérations et dynamiser la recherche

Si diverses soient-elles, les activités de l'IRSN dans le domaine de la radioprotection de l'environnement et de l'homme se sont articulées, en 2012, autour de priorités choisies. Tout d'abord, l'évaluation et le suivi des conséquences radiologiques de l'accident de Fukushima-Daiichi, objet de coopérations avec des organismes japonais tels que JAEA, ou internationaux comme la CIPR ou l'UNSCEAR. Ensuite, la structuration de la recherche européenne en radioprotection autour de l'association européenne MELODI, qui se positionne pour devenir le futur opérateur européen des appels à projets dans ce domaine, et de celle en radioécologie au sein de l'Alliance européenne en radioécologie, devenue association loi de 1901. Un autre axe fort aura été le succès rencontré par l'Institut dans son effort de développement de la thérapie cellulaire pour le traitement des brûlures radiologiques sévères. En matière de constats radiologiques régionaux, l'IRSN a déployé sa nouvelle stratégie, étendue aux anciennes mines d'uranium. Enfin, dans le domaine de la surveillance des expositions médicales, l'IRSN a été mobilisé à plusieurs reprises pour des incidents en radiologie interventionnelle résultant d'un déficit dans les pratiques de radioprotection ; ce sujet d'importance est également partagé avec les autorités compétentes.

### **STRENGTHENING COOPERATION AND BOOSTING RESEARCH**

*In 2012, IRSN's varied activities in the field of human and environmental radiation protection were organized around selected priorities. Firstly, assessment and monitoring of the radiological consequences of the Fukushima-Daiichi accident, with the cooperation of Japanese organizations such as the Japan Atomic Energy Agency (JAEA) or international organizations such as the International Commission on Radiological Protection (ICRP) or the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR). Secondly, structuring European radiation protection research around the Multidisciplinary European Low Dose Initiative association (MELODI), which is positioned to become the future European operator for calls for projects in this field, and radioecology research within the European Radioecology Alliance, which became a voluntary non-profit association under the French law of 1901. Another major focus was the Institute's success in its efforts to develop cell therapy for the treatment of severe radiation burns. In terms of regional radiological surveys, IRSN rolled out its new extended strategy to former uranium mines. Lastly, in the field of medical exposure monitoring, IRSN was called upon several times to respond to interventional radiology accidents resulting from poor radiation protection practices, which is an important issue, also shared with the relevant authorities.*





Retrouvez le « Bilan de l'état radiologique de l'environnement français en 2010-2011 ».



/// L'IRSN étudie le comportement des radionucléides plus particulièrement dans le domaine continental du territoire français métropolitain et dans le domaine maritime méditerranéen.

/// IRSN studied radionuclide behavior, focusing in particular on the continental environment of metropolitan France and in the Mediterranean marine environment.

## EXPOSITION DE L'ENVIRONNEMENT ET DES POPULATIONS

### SURVEILLANCE DE L'ENVIRONNEMENT

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

### BILAN RADIOLOGIQUE DE L'ENVIRONNEMENT EN FRANCE

L'édition 2012 du bilan radiologique de l'environnement en France, élaboré par l'IRSN, a intégré pour la première fois les résultats de mesures de la radioactivité transmis au Réseau national de mesures (RNM) par les 62 laboratoires de ce réseau (associations, collectivités territoriales, opérateurs nucléaires et IRSN). Près de 300 000 mesures réalisées à partir d'échantillons de l'environnement (poussières de l'air, eau, sols, sédiments, végétaux, etc.) ont ainsi été prises en compte pour l'évaluation de l'état radiologique de la France sur une période qui s'étend du 1<sup>er</sup> janvier 2010 au 30 juin 2011. De cette analyse, il ressort que les niveaux de radioactivité mesurés sur l'ensemble du territoire français en 2010 et 2011 sont restés faibles et dans le domaine des valeurs habituellement observées ces dernières années, y compris après l'accident de Fukushima-Daiichi. La publication de ce bilan marque une nouvelle étape dans le déploiement de la politique de transparence et d'information du public sur le risque radiologique.

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

### CONSTAT RADIOLOGIQUE DE LA VALLÉE DU RHÔNE

Des constats radiologiques régionaux sont réalisés par l'IRSN ; ils permettent de mettre à jour le référentiel des niveaux de radioactivité

## ENVIRONMENTAL AND POPULATION EXPOSURE

### ENVIRONMENTAL MONITORING

IRSN provides continuous overall monitoring of environmental exposure to ionizing radiation and, to this end, constantly improves its measuring equipment.

### REPORT ON THE RADIOLOGICAL STATE OF THE ENVIRONMENT IN FRANCE

The 2012 report on the radiological state of the environment in France, prepared by IRSN, included for the first time the results of radioactivity measurements sent to the French national network of environmental radioactivity measurements by the 62 member laboratories (associations, local authorities, nuclear operators and IRSN). Almost 300,000 measurements taken from environmental samples (dust particles in the air, water, soil, sediment, plants, etc.) were used to assess the radiological state of France over the period between January 1, 2010 and June 30, 2011. The analysis shows that the radioactivity levels measured throughout the country in 2010 and 2011 remained low and within the range of values usually observed in recent years, including after the accident at Fukushima-Daiichi in Japan. The publication of this report marks a new stage in the deployment of the policy of transparency and keeping the public informed about radiological risks.

### RHONE VALLEY RADIOLOGICAL SURVEY

IRSN is conducting regional radiological surveys to update the reference documentation on the levels of environ-



**FOCUS** **Constats « site minier »**

Les constats « site minier » visent à acquérir une connaissance fine de la distribution de l'uranium et de ses descendants radioactifs, en particulier le radium, dans les secteurs des anciennes mines d'uranium, en France. Le premier secteur à faire l'objet d'un tel constat est le bassin versant de la Dordogne, pour lequel une mission de terrain a été déployée en octobre 2012. Elle a été l'occasion d'établir un premier contact avec les acteurs locaux (maires, administrations, associations, etc.). L'établissement de ce constat se poursuivra en 2013.

**Mining site surveys**

*The purpose of mining site surveys is to obtain detailed knowledge of uranium distribution and its radioactive decay products, in particular radium, in former uranium mine areas in France. The first area to be surveyed was the Dordogne river basin, on which field work was carried out in October 2012. This provided an opportunity to make initial contact with local stakeholders (mayors, administrative bodies, associations, etc.). The surveys will continue in 2013.*

de l'environnement à l'échelle de bassins versants. Ils complètent la surveillance régulière de l'environnement menée par l'Institut, grâce à la diversification des échantillons prélevés et des radionucléides recherchés. En 2012, l'IRSN a publié un rapport sur l'état radiologique du milieu terrestre de la vallée du Rhône. Cette étude a englobé les communes situées de part et d'autre du fleuve, depuis l'amont de la centrale de Creys-Malville (Isère) jusqu'en Camargue. Elle confirme les niveaux de radioactivité attendus, souvent proches du bruit de fond ou de la limite de détection, et une faible contamination autour de certains centres nucléaires. Les parties prenantes ont été associées à ces constats dès leur lancement jusqu'à la restitution publique des résultats.

**www.irsn.fr**

**STATIONS DE PRÉLÈVEMENT D'AÉROSOLS « MOBILES »**

Pour mieux connaître les niveaux de la radioactivité de l'air en des lieux qui se trouvent sous l'influence directe d'installations nucléaires, des stations de prélèvement à grand débit d'aérosols atmosphériques ont été temporairement implantées près des sites de Golfech (Tarn-et-Garonne) et du Tricastin (Drôme), dans le cadre des constats radiologiques régionaux. La collecte de très gros volumes d'air, environ 50 000 m<sup>3</sup> par échantillon, associée à une métrologie performante, permet de détecter des radionucléides présents dans l'air en quantités extrêmement faibles. Ainsi, il a été possible de vérifier que les niveaux d'activité des radionucléides mesurés (cobalt 58 et cobalt 60, argent 110 m et manganèse 54) étaient bien inférieurs aux valeurs attendues dans le cadre du fonctionnement normal des centrales électronucléaires de ces sites. Des analyses complémentaires en cours, en particulier d'isotopes de l'uranium, devraient aussi permettre de mieux apprécier l'influence des rejets des installations d'Areva présentes sur le site de Pierrelatte-Tricastin.

**DÉPLOIEMENT DE NOUVELLES SONDÉS TÉLÉRAY**

L'IRSN poursuit le déploiement de nouvelles sondes du réseau Téléray : fin 2012, le réseau d'alerte comptabilisait 194 sondes de « nouvelle génération », soit environ la moitié des sondes nouvelles à installer d'ici 2015. Ce déploiement poursuit deux objectifs distincts : accroître le taux de couverture de la France, y compris dans les Drom-Com (au moins une balise par département), et densifier le réseau autour des sites nucléaires. Ainsi, 66 nouvelles balises ont été installées autour des centrales EDF de Chooz (Ardennes), Gravelines (Nord), Paluel (Seine-Maritime) et Penly

mental radioactivity across river basins. They complement the regular environmental monitoring conducted by the Institute through the diversification of samples taken and radionuclides found. In 2012, IRSN published a report on the radiological state of the terrestrial environment of the Rhone Valley. Its study included towns situated on both sides of the river, from upstream of the Creys-Malville nuclear power plant in eastern France to the Camargue. It confirms the expected radioactivity levels, often close to the background noise or detection limit, and slight contamination around some nuclear plants. Stakeholders were involved in the surveys from the beginning until the results were released to the public.

**“MOBILE” AEROSOL SAMPLING STATIONS**

*To learn more about the levels of radioactivity in the air in areas directly affected by the presence of nuclear facilities, high-flow atmospheric aerosol sampling stations were temporarily set up near the Golfech and Tricastin sites (in southwestern and south-central France respectively) as part of the regional radiological surveys. The extremely small quantities of radionuclides present in the air are detected by collecting very large volumes of air, about 50,000 m<sup>3</sup> per sample, and using high-performance metrology. It was thus possible to determine whether the activity levels of the radionuclides measured (cobalt-58 and cobalt-60, silver-110 m, manganese-54) were well below the expected values during normal operation of the nuclear power plants on these sites. Ongoing additional analyses, of uranium isotopes in particular, should also improve understanding of the impact of releases from Areva's Pierrelatte-Tricastin facilities.*

**DEPLOYMENT OF NEW TÉLÉRAY SENSORS**

*IRSN is continuing to deploy new sensors on the Téléray network: at the end of 2012, the alert network had 194 “new generation” sensors, i.e. half the new sensors to be installed by 2015. The deployment has two distinct objectives, namely to increase coverage across France, including the French overseas departments, regions and collectivities (DROM-COM) (at least one sensor per department) and enhance the network around nuclear sites. Sixty-six new sensors were therefore installed around the EDF power plants in Chooz in the Ardennes, Gravelines in the*



# 320

balises (dont 313 balises Téléray) constituant le réseau de télésurveillance du territoire (226, dont 219 balises Téléray en 2011).

monitors (including 313 Téléray) in the national remote monitoring network (226 in 2011 including 219 Téléray).

/// L'IRSN a déployé ses nouvelles balises de surveillance de l'environnement (photo : balise installée à Paris).

/// IRSN deployed its new environmental monitoring sensors (photo: sensor installed in Paris).

**FOCUS** **Un bel exemple de mutualisation des moyens de l'État**

Dans le cadre du déploiement du réseau Téléray, une convention a été signée par l'IRSN avec la DGGN (Direction générale de la gendarmerie nationale) pour l'implantation de sondes Téléray sur les sites de la gendarmerie. Outre des coûts d'implantation réduits par rapport à un opérateur privé, les gendarmeries mettent à disposition un réseau de communication sécurisé et offrent une couverture géographique étendue, avec 3 400 implantations sur l'ensemble du territoire, y compris l'outre-mer. Le recours à ce nouveau type d'implantation ne concerne aujourd'hui que les nouvelles sondes Téléray, dont le déploiement est prévu jusqu'en 2015. À terme, l'ensemble des sondes du réseau pourrait être déplacé sur des sites de la gendarmerie.

**A fine example of pooling public resources**

*In connection with the deployment of the Téléray network, IRSN signed an agreement with the General Directorate of the National Gendarmerie (DGGN) to install Téléray sensors on gendarmerie sites. In addition to lower installation costs than those of a private operator, gendarmeries provide a secure communication network and broad geographical coverage, with 3,400 sites across the country, including overseas France. So far, this new type of site only concerns the new Téléray sensors scheduled for deployment by 2015. All the network's sensors could ultimately be moved to gendarmerie sites.*

(Seine-Maritime), Flamanville (Manche) et Nogent-sur-Seine (Aube), et 42 balises ont été déployées dans les préfetures ou les sous-préfetures.

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

**MÉTÉROLOGIE**

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

**NOUVEAUX OUTILS DE CARACTÉRISATION D'UNE CONTAMINATION**

L'IRSN a développé deux outils de caractérisation d'une contamination *in situ* pour faire face à des situations accidentelles. Ces outils ont été testés lors de campagnes au Japon. Leur principe est d'associer des outils de spectrométrie gamma à des systèmes GPS restituant les niveaux de radioactivité mesurés sous forme de cartes pour différents radionucléides. L'outil OSCAR (Outil spectrométrique pour la cartographie des radionucléides) permet de cartographier en temps réel et de recueillir les informations appropriées concernant un terrain de petites dimensions (champ, zone délimitée à une ville, etc.). Cet outil, développé dans le cadre d'une thèse, a donné lieu au dépôt de trois brevets. L'outil ULYSSE est un système de spectrométrie gamma embarqué dans un véhicule ou à bord d'un avion. Il peut cartographier de vastes territoires en temps réel. Ces deux outils entrent maintenant dans une phase opérationnelle.

**ESTIMATION DE L'EXPOSITION DUE À UN ACCIDENT DE CRITICITÉ**

En 2012, l'IRSN a développé l'outil d'expertise dénommé CODAC (Conséquences dosimétriques d'un accident de criticité), qui permet d'estimer l'ordre de grandeur de l'exposition, jusqu'à une distance de 1 km, due à un accident de criticité. CODAC utilise une bibliothèque de débits de dose calculés pour différentes configurations d'accidents de criticité, selon la nature (métal, poudre et solution) et la taille de la source, avec des protections (béton ordinaire, acier, etc.) d'épaisseur variable. L'utilisateur définit une configuration dans une interface ergonomique qui permet d'accéder rapidement aux résultats de cette configuration. Après confrontation à d'autres méthodes de calcul, le logiciel CODAC,

north of the France, Paluel on the English Channel, Penly in the Somme area, Flamanville in northwest France and Nogent to the east of Paris, and forty-two sensors were deployed in the prefectures or sub-prefectures.

**METROLOGY**

*IRSN is conducting research to improve the measurement of different radioactive substances in the environment.*

**NEW CONTAMINATION CHARACTERIZATION TOOLS**

*IRSN has developed two in-situ contamination characterization tools for use in accident situations, which were tested during campaigns in Japan. The tools combine gamma spectrometry tools with GPS systems to reproduce the radioactivity levels measured, in the form of maps for different radionuclides. OSCAR (the spectrometric radionuclide mapping tool) is used for real-time mapping and to collect relevant information about small sites (field, zone limited to a town, etc.). This tool, which was developed for a thesis, has given rise to three patent applications. The ULYSSE tool is a gamma spectrometry system used on board a vehicle or airplane. It can map large areas in real time. Both tools are now entering the operational phase.*

**ESTIMATION OF EXPOSURE DUE TO A CRITICALITY ACCIDENT**

*In 2012, IRSN developed the assessment tool known as CODAC (dosimetric impact of a criticality accident) to estimate the magnitude of exposure, within a distance of 1 km, due to a criticality accident. CODAC uses a library of dose rates calculated for different criticality accident configurations, according to the type (metal, powder, solution) and size of the source, and with varying thickness of protection (normal concrete, steel, etc.). The user defines a configuration in an ergonomic interface that provides fast access to the results of this configuration. After comparison with other methods of calculation, the CODAC software currently undergoing validation will be used by IRSN to*

## FOCUS Préparation de l'assainissement du site de Feursmétal

L'année 2012 a vu l'IRSN prendre en charge l'assainissement de la partie du site de la fonderie Feursmétal, à Feurs (Loire), qui a été polluée en 2010 lors d'un incident qui a entraîné la dispersion d'une source radioactive de cobalt 60 utilisée en radiologie industrielle. Cette partie du site, devenue propriété de l'IRSN, sera restituée à Feursmétal à l'issue des opérations de dépollution. Dans ce but, l'IRSN a procédé aux travaux préliminaires pour rendre le site autonome – lignes électriques, séparation des réseaux, clôtures, locaux de travail, etc. La sécurité du site a été renforcée dans la zone contaminée avec l'installation d'une ventilation, d'une cloison coupe-feu et d'une détection incendie. Au plan de la radioprotection, un zonage radiologique a été créé pour hiérarchiser les risques d'exposition aux rayonnements et définir les protections et procédures associées. Enfin, un inventaire des objets présents sur le site a été réalisé par l'Andra, avec la définition des filières de déchets et des processus d'évacuation selon le degré de contamination des objets et matériels. Deux chantiers sont prévus : l'un concerne l'assainissement du bunker qui contient la source endommagée, et l'autre les locaux environnants. Pour chacun de ces chantiers, un appel d'offres a été lancé dans l'objectif d'engager les travaux en 2013.

### **Preparation for the remediation of the Feursmétal site**

*In 2012, IRSN took charge of the remediation work on the section of the Feursmétal foundry site in Feurs in central France that was polluted in 2010 during an incident resulting in the release of a radioactive cobalt-60 source used in industrial radiology. This part of the site, now owned by IRSN, will be returned to Feursmétal when decontamination is complete. To this end, IRSN undertook preliminary work on power lines, network separation, fences, workplaces, etc. to make the site self-contained.*

*Site safety was strengthened in the contaminated area with the installation of a ventilation system, a fire wall and a fire-detection system. Radiological zoning was set up to prioritize the risks of radiation exposure and define the related protective measures and procedures. Finally, an inventory of objects found on the site was carried out by Andra and waste management solutions and evacuation processes were defined according to the degree of object and equipment contamination. Two work packages are planned: one for the remediation of the bunker containing the damaged source, the other concerning the surrounding buildings. For each of package, a call for tenders was launched with a view to starting work in 2013.*

actuellement en phase de validation, sera utilisé par l'IRSN pour l'analyse des rapports de sûreté des installations mettant en œuvre des matières fissiles, ainsi que pour l'évaluation de l'exposition possible des travailleurs et des personnes du public en cas d'urgence radiologique.

### **SITES MINIERS ET SOLS POLLUÉS**

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

#### **IMPACT À LONG TERME DES ANCIENS SITES MINIERS D'URANIUM**

Dans le cadre du Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs (PNGMDR), l'IRSN a, en réponse à une demande de l'ASN, transmis un avis sur l'impact à long terme des anciens sites miniers d'uranium sur la base de documents d'Areva.

Les documents transmis par Areva à ce sujet présentent des études sur les points particuliers suivants : la tenue à long terme des digues de rétention des stockages de résidus, les techniques de traitement des eaux et l'évaluation de l'impact dosimétrique associé aux stockages de résidus et aux stériles. À l'issue de son évaluation, l'IRSN a plus particulièrement indiqué que l'exploitant devrait prévoir, pour chaque digue, la constitution d'un dossier géotechnique, une vérification de stabilité et l'évaluation de l'utilité de renforcements. Pour le traitement

*examine the safety analysis reports of facilities using fissile materials, and to assess the possible exposure of workers and the public in the event of a radiological emergency.*

### **MINING SITES AND POLLUTED SOILS**

*At the request of industry and public authorities, IRSN conducts studies to assess the impact of industrial activities, both past and present, on the environment and the population.*

#### **LONG-TERM IMPACT OF FORMER URANIUM MINING SITES**

*Under France's national radioactive materials and waste management plan and in response to a request from ASN, IRSN submitted an opinion on the long-term impact of former uranium mining sites on the basis of Areva documents.*

*The documents submitted by Areva on this subject present studies on the following specific points: long-term integrity of tailing disposal dikes, water treatment techniques and assessment of the dosimetric impact associated with tailing repositories and waste rock.*

*When the assessment was complete, IRSN specifically indicated that the operator should provide a geotechnical file, a stability check and an assessment of the usefulness of reinforcements for each dike. With respect to*





## La parole à... Bernd Grambow, directeur du projet NEEDS, CNRS/IN2P3

*In the words of... Bernd Grambow, Director of the NEEDS project, CNRS/IN2P3*

« Le grand défi “Nucléaire, énergie, environnement, déchets, société” (NEEDS) doit contribuer à fédérer les recherches sur le nucléaire. Ce projet s’inscrit dans la continuité du programme PACEN et du GNR TRASSE, mais aussi dans le contexte de l’accident de Fukushima. À ce titre, il laisse une large place aux questions humaines et sociales, en interaction avec les autres approches scientifiques. Parmi les grands acteurs français du nucléaire – scientifiques ou industriels – partenaires du projet, l’IRSN est fortement investi dans deux domaines : l’impact des activités nucléaires sur l’environnement et le confinement des déchets radioactifs. En 2012, un appel à projets a permis de soutenir une dizaine de projets liés notamment aux mécanismes de transfert d’éléments au sein des écosystèmes et aux conséquences de ces transferts. »

*“The great ‘Nuclear, Energy, Environment, Waste, Society (NEEDS)’ challenge should help to pool research on nuclear energy. This project is a continuation of the PACEN program and the TRASSE National Research Group and also falls within the context of the Fukushima accident. As such, it leaves plenty of room for human and social issues and interacts with other scientific approaches. As one of the major French stakeholders in the nuclear field - scientific or industrial - and project partners, IRSN is heavily involved in two areas: the impact of nuclear activities on the environment and the containment of radioactive waste. In 2012, a dozen projects were supported under a call for projects. These related to the transfer mechanisms of elements within ecosystems and the consequences of such transfers.”*

des eaux, l’Institut a estimé nécessaire qu’Areva précise sa stratégie concernant l’évolution, l’arrêt ou le maintien de ses stations de traitement. Pour ce qui est des évaluations d’impact, l’IRSN estime qu’Areva devrait poursuivre et généraliser la démarche de comparaison entre données de terrain et résultats de modélisation.

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

## RADIOÉCOLOGIE

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

### IMPACT DE L'ACCIDENT DE FUKUSHIMA SUR LE MILIEU MARIN

Les rejets radioactifs directs en mer résultant de l’accident survenu à la centrale de Fukushima-Daiichi ont été sans précédent. L’IRSN a publié, en 2012, une estimation de la quantité totale de césium 137 rejetée en mer du fait de l’accident, soit  $27 \cdot 10^{15}$  Bq. Cette valeur a été obtenue en suivant l’évolution des quantités de césium 137 présentes dans le champ proche de l’installation et déduite des concentrations mesurées. La majeure partie des rejets a été rapidement dispersée dans l’océan Pacifique par les courants marins. Par ailleurs, un travail de comparaison des modèles de dispersion marine, coordonné par le Japon, a débuté. L’IRSN y participe en collaboration avec l’Ifremer. Des apports résiduels en provenance de la centrale ou des sédiments et le lessivage des territoires touchés par les dépôts radioactifs contribuent encore à la contamination des eaux côtières, de la faune et de la flore marines.

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

### STAR: PREMIER BILAN

Le réseau d’excellence européen en radioécologie STAR a fait son premier bilan après 18 mois d’existence. Plusieurs avancées sont à noter : la création du premier portail Internet public d’information en

water treatment, the Institute believed that Areva should specify its strategy for upgrading, shutting down or preserving its treatment plants. Regarding impact assessments, IRSN considered that Areva should continue and extend its comparison of field data and modeling results.

## RADIOÉCOLOGIE

IRSN is conducting research to learn more about the behavior of radionuclides and their transfer mechanisms within ecosystems.

### IMPACT OF THE FUKUSHIMA ACCIDENT ON THE MARINE ENVIRONMENT

The direct radioactive release to the sea due to the accident at the Fukushima-Daiichi nuclear power plant in Japan was unprecedented. According to an IRSN estimate published in 2012, the total quantity of cesium-137 released to the sea as a result of the accident amounted to  $27 \cdot 10^{15}$  Bq. This value was obtained by monitoring changes in the quantities of cesium-137 in the near field, deduced from measured concentrations. Most of the release was quickly dispersed in the Pacific by ocean currents.

In addition, a comparative study of marine dispersion models coordinated by Japan began. IRSN is participating in this study, in collaboration with Ifremer. Residual radioactivity from the nuclear power plant or sediments and the leaching of land affected by radioactive deposits still contributes to the contamination of coastal waters, and marine fauna and flora.

### STAR: FIRST REPORT

Eighteen months after its creation, STAR, the European network of excellence in the field of radioecology, published its first report. Several advances are worth noting: the creation of the first public web portal providing radio-



/// La stratégie de surveillance de l'IRSN autour des anciens sites miniers est ciblée sur le contrôle du transfert de l'uranium et de ses descendants par diffusion dans l'eau.

/// IRSN's strategy for monitoring former mining sites focuses on the transfer of uranium and its decay products through water.

radioécologie; le recensement, au sein d'une base de données partagée sur Internet, des infrastructures, méthodes, outils et données disponibles dans le réseau; la production d'un « agenda stratégique de recherche » en radioécologie. Cet « agenda » constitue la base indispensable pour définir les priorités, puis réaliser de manière mutualisée les actions de recherche. Pour les actions de recherche, plusieurs faits marquants doivent être cités: la conception d'une approche intégrée pour l'évaluation du risque radiologique depuis les écosystèmes jusqu'à l'homme; l'analyse critique de la prise en compte du contexte de multipollution (chimique et radiologique) dans l'évaluation du risque; les travaux sur le lien entre les effets des faibles doses sur une espèce et les individus qui la composent.

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

## PROGRÈS DANS LA VALIDATION SCIENTIFIQUE DE SYMBIOSE

SYMBIOSE est une plate-forme de simulation numérique des transferts de radionucléides dans l'environnement et d'évaluation de l'impact dosimétrique de la radioactivité sur l'homme. En 2012, l'IRSN a progressé dans la qualification des modèles et des paramètres impliqués dans les calculs de simulation d'une contamination chronique ou accidentelle. Ainsi, les données publiées par les ministères japonais dans l'année qui a suivi l'accident de Fukushima ont permis de valider, pour certains

ecological information; the inventory, in a shared Internet database, of infrastructures, methods, tools, and data available on the network; the production of a "strategic research agenda" for radioecology. This "agenda" is essential for prioritizing, defining, then carrying out shared research activities. With respect to research activities, several key facts should be mentioned: design of an integrated approach to

# 596

points de prélèvement d'échantillons pour la surveillance de la radioactivité sur l'ensemble du territoire (702 en 2011).

sampling points for radioactivity monitoring throughout France (702 in 2011).



**La parole à...** Frank Hardeman, président de l'Alliance européenne en radioécologie

**In the words of...** Frank Hardeman, Chairman of the European Alliance

« À l'heure où les budgets alloués à des domaines tels que la radioécologie sont, presque partout en Europe, revus à la baisse, voire supprimés, les acteurs de cette branche de la radioprotection doivent s'unir pour la faire progresser car d'importants besoins sociétaux subsistent dans ce domaine: analyse de l'impact des rejets des installations nucléaires et applications médicales en routine ou en situation d'accident, gestion de contaminations historiques de sites par des radionucléides naturels, attention internationale croissante portée aux "non-human biota", etc. Or, mener des expériences et maintenir l'expertise coûtent cher et une plate-forme telle que l'Alliance européenne en radioécologie permet d'en mutualiser les coûts. Un autre atout majeur est sa capacité d'attraction de chercheurs de haut niveau, dont une partie s'est dirigée vers des secteurs perçus comme plus prometteurs. Mon ambition, pour l'Alliance, est d'en faire un pont entre les experts en radioécologie et ceux des autres branches de la radioprotection. Dans cet esprit, l'établissement de notre agenda stratégique de recherche constituera un élément majeur de crédibilité de l'Alliance en donnant une vision claire de l'impact sociétal de notre action. Le projet STAR et son successeur COMET actuellement en évaluation sont un premier pas dans cette direction, mais d'importants efforts restent à fournir. »

"At a time when budgets in fields such as radioecology are being scaled down or even eliminated almost everywhere in Europe, stakeholders in this branch of radiation protection must unite to ensure its development, as significant societal needs remain in this area. These include analyzing the impact of release/discharge from nuclear facilities and medical applications used on a routine basis or in accident situations, managing legacy site contamination by natural radionuclides, growing international interest in 'non-human biota', etc. It is, however, expensive to conduct experiments and maintain expertise and a platform such as the European Radioecology Alliance allows costs to be shared. Another major advantage is its ability to attract top researchers, some of whom have specialized in areas perceived as being more promising. My ambition for the Alliance is to build a bridge between radioecology experts and those in other branches of radiation protection. In this spirit, establishing our strategic research agenda will greatly add to the Alliance's credibility, as it will give a clear vision of the societal impact of our actions. The STAR project - and its successor COMET currently under evaluation - are a first step in this direction, although considerable effort is still required."





/// Dans le cadre du projet Freebird, l'IRSN effectue des mesures et des prélèvements sur des oiseaux capturés à proximité de la centrale de Fukushima, afin de déterminer les effets des radiations sur ces animaux.

/// As part of the Freebird project, IRSN takes measurements and samples from birds captured around the Fukushima plant to determine how they are affected by radiation.

végétaux agricoles comme les légumes à feuilles, les cinétiques de décroissance de l'iode 131, du césium 134 et du césium 137 prédites par SYMBIOSE. Par ailleurs, grâce aux données collectées par l'IRSN autour du site de la Hague (Manche), un nouveau modèle dédié aux transferts de carbone 14 dans un écosystème prairial a pu être validé.

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

### ÉTUDES DU COMPORTEMENT DE L'URANIUM EN MILIEU BIOLOGIQUE

En 2012, dans le cadre d'un projet soutenu par l'Agence nationale de la recherche (ANR), l'IRSN a réalisé des développements analytiques pour étudier le comportement de l'uranium dans les cellules de certains organes, pour deux modèles d'organismes aquatiques: l'écrevisse et le poisson. Les difficultés de ces travaux sont notamment dues à la chimie complexe de l'uranium et à sa faible accumulation dans ces structures biologiques (< 50 ng). Dans les cellules de branchies et d'hépatopancréas d'écrevisse, des interactions et des compétitions ont été mises en évidence entre l'uranium et les biomolécules liant du fer et du cuivre. Pour les poissons, l'analyse des branchies de chaque individu a révélé des différences significatives de distribution et de formes chimiques de l'uranium selon la concentration du milieu d'exposition (20 et 250 µg/l d'uranium dans l'eau). Ces résultats s'inscrivent dans la perspective de la recherche de biomarqueurs d'exposition.

### EFFETS DES FAIBLES DOSES SUR LES ÉCOSYSTÈMES

Dans le cadre du projet Freebird, soutenu par l'ANR et l'agence japonaise pour la science et la technologie (JST), l'IRSN et ses partenaires japonais et américains étudient les effets des radionucléides sur les oiseaux

radiological risk assessment, from ecosystems to humans; critical analysis of the consideration of the multipollution context (chemical and radiological) in risk assessment; work on the link between the effects of low doses on a species and the individuals making it up.

### PROGRESS IN SYMBIOSE SCIENTIFIC VALIDATION

SYMBIOSE is a platform for the numerical simulation of radionuclide transfer in the environment and assessment of the dosimetric impact of radioactivity on humans. In 2012, IRSN made progress in qualifying models and parameters involved in simulation calculations of chronic or accidental contamination. The data published by the Japanese ministries in the year following the Fukushima accident validated the decay kinetics of iodine-131, cesium-134 and cesium-137 predicted by SYMBIOSE for some agricultural plants, especially leafy vegetables. In addition, data collected by IRSN in the vicinity of the La Hague site in Normandy served to validate a new model dedicated to the transfer of carbon-14 in a grassland ecosystem.

### STUDIES OF URANIUM BEHAVIOR IN A BIOLOGICAL ENVIRONMENT

In 2012, as part of a project supported by ANR, IRSN conducted analytical studies on the behavior of uranium in the cells of certain organs, for two aquatic organism models: crawfish and fish. What makes this work particularly difficult is the complex chemistry of uranium and its low accumulation in these biological structures (< 50 ng). In crawfish gill and hepatopancreatic cells, interactions and



et les grenouilles vivant dans la zone touchée par les rejets de l'accident nucléaire de Fukushima. Au cours de la campagne de terrain, réalisée en 2012 en période de reproduction, de nombreux échantillons biologiques, notamment sanguins, ont été collectés. Les résultats permettront de savoir si des perturbations métaboliques existent chez les individus et si elles dépendent du niveau d'exposition. L'IRSN étudie également les effets des faibles doses de rayonnements sur des invertébrés vivant dans les sols de la zone d'exclusion de Tchernobyl. Vingt-six ans après l'accident, aucune corrélation significative n'a été mise en évidence entre la structure de la communauté de nématodes et le niveau d'exposition. Cela peut résulter de la faible représentation d'espèces fragiles au sein de la nématofaune locale ou de l'acquisition d'une tolérance au fil des générations exposées.

## COLLABORATIONS SCIENTIFIQUES AVEC LE JAPON

La collaboration mise en place avec le Japon à la suite de l'accident de la centrale de Fukushima-Daiichi comprend un volet dédié aux actions de recherche qui vise, d'une part, à mieux comprendre, quantifier et modéliser le cycle biogéochimique du césium en forêt (travaux en collaboration avec l'université de Tsukuba) et, d'autre part, à étudier l'influence des rayonnements ionisants sur les populations d'espèces sauvages (oiseaux et grenouilles – travaux en partenariat avec l'université de Rikkyo). En parallèle, l'Institut soutient et participe à « l'initiative de dialogue à Fukushima » coordonnée par des membres japonais et le président du Comité 4 de la CIPR. En 2012, trois rencontres rassemblant plus de 50 acteurs d'origine diverse (élus, maires, enseignants, parents d'élèves, fermiers, consommateurs, etc.) ont eu lieu dans la zone contaminée. Les questions soulevées par les populations locales pourraient donner lieu à des études scientifiques et techniques sur le terrain, auxquelles l'IRSN participerait en collaboration avec l'université de Fukushima.

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

## RADIOPROTECTION DES TRAVAILLEURS

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

## DÉMARRAGE DU PROJET ELDO

En février 2012, le projet ELDO, financé par le réseau d'excellence DoReMi, a démarré pour une durée d'une année; il s'agit d'un projet européen combinant épidémiologie et dosimétrie pour l'étude du risque de cataracte radio-induite chez les cardiologues interventionnels exposés aux rayons X au cours des procédures qu'ils réalisent. L'expérience de l'IRSN, à la fois en matière d'épidémiologie (étude O'CLOC menée par l'IRSN sur les cataractes radio-induites chez les cardiologues interventionnels) et

competitions were highlighted between uranium and iron- and copper-binding biomolecules. The analysis of the gills of each crawfish or fish revealed significant differences in the distribution and chemical forms of uranium according to the concentration in the exposure environment (20 and 250 µg/l of uranium in water). These results were obtained within the context of the search for exposure biomarkers.

## LOW-DOSE EFFECTS ON ECOSYSTEMS

As part of the Freebird project supported by ANR and the Japanese Science and Technology Agency (JST), IRSN and its Japanese and American partners are studying the effects of radionuclides on birds and frogs in the area affected by release from the Fukushima nuclear accident. The field campaign conducted in 2012 during the breeding season collected many biological specimens, including blood samples. The results will indicate whether metabolic disturbances exist among individual organisms and whether they depend on the level of exposure. IRSN is also studying the effects of low-dose radiation on soil invertebrates in the Chernobyl exclusion zone. Twenty-six years after the accident, no significant correlation has been observed between the structure of the nematode community and the exposure level. This may be due to the low representation of fragile species within the local nematofauna or to the tolerance developed over the period during which generations have been exposed.

## SCIENTIFIC COLLABORATION WITH JAPAN

Collaboration with Japan organized after the accident at the Fukushima-Daiichi nuclear power plant includes research activities for the purposes of better understanding, quantifying and modeling the biogeochemical cycle of cesium in forests (in collaboration with the University of Tsukuba) and studying the impact of ionizing radiation on wildlife populations (birds and frogs) (in partnership with the University of Rikkyo). At the same time, the Institute is supporting and participating in the "Fukushima Dialog Initiative" coordinated by the Japanese members and the Chair of Committee 4 of the ICRP. In 2012, three meetings were held in the contaminated area involving more than 50 participants from various backgrounds (elected officials, mayors, teachers, parents, farmers, consumers, etc.). The issues raised by local people could lead to scientific and technical field studies in which IRSN would participate in collaboration with the University of Fukushima.

## RADIATION PROTECTION IN THE WORKPLACE

IRSN is carrying out research and analysis to prevent and assess worker exposure to ionizing radiation.

## LAUNCH OF THE ELDO PROJECT

In February 2012, the one-year ELDO project funded by the DoReMi network of excellence was launched. This European project combines epidemiology and dosimetry to study the risk of radiation-induced cataracts among interventional cardiologists exposed to X-rays during the procedures they perform. IRSN's experience in epidemiology (O'CLOC study conducted by IRSN on radiation-induced cataracts among interventional cardiologists) and in dosimetry (ORAMED, a European project on the optimization of radiation protection of medical staff) facilitated the Institute's involvement in the project

# 130

points de mesure du débit de dose  
ambiant (900 en 2011).\*

ambient dose rate measurement  
points (900 in 2011).\*

\* Les 900 dosimètres thermoluminescents ont été remplacés courant 2012 par 130 dosimètres radiophotoluminescents plus performants.  
Le dispositif nouveau sera à terme d'environ 400 dosimètres. /  
In 2012, the 900 thermoluminescent dosimeters were replaced  
by 130 more effective radio-photoluminescent dosimeters.  
When completed, the new network will consist  
of some 400 dosimeters.



Retrouvez le « Bilan 2011  
de la surveillance des travailleurs  
exposés aux rayonnements  
ionisants ».

en matière de dosimétrie (projet européen ORAMED sur l'optimisation de la radioprotection du personnel médical), a facilité l'implication de l'Institut dans le projet coordonné par SCK-CEN (Belgique), en collaboration avec STUK (Finlande) et BfS (Allemagne). Le projet ELDO préfigure la mise en place d'une cohorte au niveau européen. À cet effet, une méthode standardisée, pour les aspects tant épidémiologiques (caractéristiques de l'étude, choix d'une classification des opacités cristalliniennes, etc.) que dosimétriques (estimation rétrospective des doses aux yeux cumulées à partir de reconstitutions expérimentales et numériques et de questionnaires, etc.), doit être développée.

### **RECHERCHES SUR L'INCORPORATION D'URANIUM AU TRAVERS DE LA PEAU**

Une contamination interne par l'uranium d'un travailleur du cycle du combustible nucléaire peut se produire par absorption au travers de la peau, saine ou lésée. Les recherches menées dans le cadre d'un projet d'intérêt commun IRSN-Areva sur les plaies contaminées ont montré que la peau saine s'opposait bien à la pénétration de l'uranium. Toutefois, l'existence d'une blessure peut augmenter d'un facteur 100 l'incorporation au travers de la peau. Les derniers résultats obtenus *in vivo* sur le modèle animal, présentés au congrès international LOWRAD, en 2012, montrent qu'une contamination par blessure peut conduire à une exposition interne significative, par exemple au niveau des reins. En effet, on observe que l'exposition aux particules alpha émises par l'uranium entraîne, notamment, une prolifération anormalement élevée des cellules rénales durant les semaines qui suivent la contamination. Des études sont en cours pour connaître les conséquences physiologiques de ces effets observés.

### **EFFETS DES EXPOSITIONS CHRONIQUES**

#### **NOUVELLE PHASE DANS LA RECHERCHE SUR LES FAIBLES DOSES**

L'association MELODI, actuellement présidée par l'IRSN, constitue une plate-forme unique pour promouvoir une recherche interactive, en Europe, sur les effets et les risques sanitaires des expositions aux faibles doses de rayonnements ionisants. La quatrième conférence organisée par l'association MELODI, en septembre 2012, à Helsinki (Finlande) a permis d'actualiser l'agenda stratégique de recherche établi par un groupe d'experts piloté par l'IRSN. Cet agenda, qui traduit l'implication cohérente de la communauté scientifique internationale dans l'orientation des recherches sur les faibles doses, est reconnu comme un instrument puissant. Il fédère et oriente des recherches sur les faibles doses en vue du programme européen HORIZON 2020.

**[www.melodi-online.eu](http://www.melodi-online.eu)**

#### **LEUCÉMIES INFANTILES ET PROXIMITÉ DES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES**

En janvier 2012, une étude de l'Inserm, à laquelle l'IRSN a été associé, sur l'incidence des leucémies infantiles autour des centrales nucléaires a été publiée. Cette étude fait suite à la polémique qui avait découlé de la diffusion, en 2010, d'une étude allemande sur les leucémies infantiles pouvant être liées aux installations nucléaires. Plusieurs présentations de cette mise à jour ont été effectuées par l'IRSN devant les Commissions locales d'information concernées ainsi que lors d'une journée IRSN-Anccli. Par ailleurs, l'intérêt de ce sujet dépassant largement les frontières françaises, un séminaire scientifique international a été organisé conjointement par l'IRSN et le BfS, en juin 2012, sous l'égide de la plate-forme européenne MELODI. Ce séminaire a regroupé 42 experts provenant de 14 pays. Les conclusions montrent que l'amélioration des connaissances

# 15374

échantillons de l'environnement prélevés  
pour des mesures radiologiques  
(18 806 en 2011).

environmental samples taken  
for radiological measurements  
(18 806 in 2011).

coordinated by SCK-CEN (Belgium), in collaboration with STUK (Finland) and BfS (Germany). The ELDO project precedes the organization of a cohort study at European level. For this purpose, a standardized method for the epidemiological aspects (study characteristics, choice of lens opacities classification, etc.) and dosimetric aspects (retrospective estimation of cumulative eye doses from experimental and numerical reconstructions and questionnaires, etc.) should be developed.

#### **RESEARCH ON URANIUM INTAKE THROUGH THE SKIN**

Nuclear fuel cycle workers can suffer internal uranium contamination by absorption through healthy or broken skin. The research carried out jointly by IRSN and Areva as part of a contaminated wounds project showed that healthy skin has a good resistance to uranium penetration. However, a wound can increase intake through the skin by a factor of 100. The latest results obtained on an *in vivo* animal model and presented at the LOWRAD International Congress in 2012 show that wound contamination can lead to significant internal exposure, for example for kidneys. It was observed that exposure to alpha particles emitted by uranium causes an abnormally high proliferation of renal cells during the weeks following contamination. Studies to determine the physiological consequences of these effects are now in progress.

### **EFFECTS OF CHRONIC EXPOSURE**

#### **NEW LOW-DOSE RESEARCH PHASE**

The MELODI Association, currently chaired by IRSN, is a unique platform for promoting interactive research in Europe on the effects and health risks of exposure to low-dose ionizing radiation. At the fourth conference organized by the MELODI Association in September 2012 in Helsinki, Finland, the Strategic Research Agenda developed by a group of experts led by IRSN was updated. This agenda, which reflects the consistent involvement of the international scientific community in the low-dose research policy, is recognized as a powerful tool in pooling low-dose research and keeping it focused on the European HORIZON 2020 program.

sur les risques autour des installations passe par une meilleure compréhension des causes des leucémies infantiles et, de façon générale, par une meilleure coordination des études épidémiologiques au niveau européen.

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

## **DOSIMÉTRIE INTERNE POUR LES « PETITS ANIMAUX »**

En 2012, l'IRSN a développé un logiciel de calcul des doses internes pour les animaux de laboratoire (rongeurs). Ce logiciel combine l'imagerie par résonance magnétique nucléaire et la simulation par une technique de Monte Carlo des interactions rayonnement-matière. Le logiciel élaboré a été validé et sera utilisé dans le cadre du programme ENVIRHOM pour traduire, en termes de doses absorbées par les organes, la distribution des radionucléides dans le corps des rongeurs au cours des expériences de contamination. Les effets biologiques observés après l'ingestion chronique de radionucléides pourront ainsi être interprétés en tenant compte de la distribution des doses reçues.

## **PROTECTION DANS LE DOMAINE MÉDICAL**

### **DOSIMÉTRIE DES MINIFAISCEAUX DE PHOTONS**

Après trois années d'étude, l'IRSN a mis au point un protocole permettant la détermination précise de la dose absorbée dans les minifaisceaux<sup>(1)</sup> utilisés en radiothérapie. L'objectif de ces travaux est de renforcer la sécurité des traitements car, à ce jour il n'existe ni consensus méthodologique

(1) Le critère retenu pour définir un minifaisceau est sa taille (diamètre ou côté), qui doit être inférieure ou égale à 3 cm.

## **CHILDHOOD LEUKEMIA AND PROXIMITY TO NUCLEAR FACILITIES**

In January 2012, a study conducted by INSERM, the French national institute of medical health and research – in collaboration with IRSN – on the incidence of childhood leukemia in the vicinity of nuclear power plants was published. This study follows the controversy resulting from the publication in 2010 of a German study on childhood leukemia, showing that the disease could be linked to nuclear facilities. Several presentations of the updated agenda were made by IRSN to the local information committees concerned, as well as during an IRSN-Ancel day. Moreover, as the significance of this issue goes far beyond French borders, an international scientific seminar was organized jointly by IRSN and BFS in June 2012, under the auspices of the MELODI European platform. It was attended by 42 experts from 14 countries. The conclusions show that improved knowledge of risks in the vicinity of nuclear facilities requires clearer insight into the causes of childhood leukemia and, in general, better coordination of epidemiological studies at the European level.

## **INTERNAL DOSIMETRY FOR “SMALL ANIMALS”**

In 2012, IRSN developed software for calculating internal doses in laboratory animals (rodents). This software combines nuclear magnetic resonance imaging with simulation via a Monte Carlo radiation transport code. The developed software was validated and will be used in the context of the ENVIRHOM program to assess the doses absorbed by organs as a consequence of the distribution

## **FOCUS L'IRSN partenaire de recherche de l'AECL sur les effets des faibles doses de tritium**

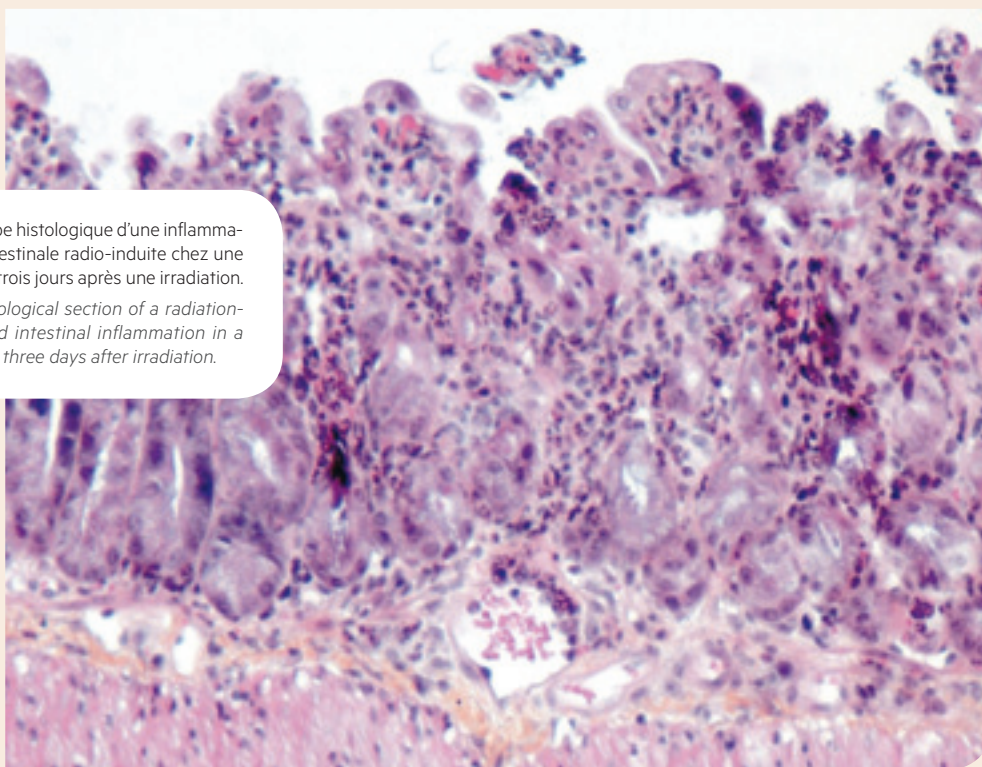
L'IRSN et l'Atomic Energy of Canada Limited (AECL) ont démarré, en 2012, un programme conjoint de recherche sur les effets potentiels sur la santé d'une exposition chronique à de faibles doses de tritium. Ce programme expérimental étudie les effets sur la santé d'une exposition chronique à différentes doses de tritium pendant plusieurs mois. L'IRSN apporte ses ressources et ses connaissances en matière d'analyse toxicologique et d'étude des dommages subis par l'ADN. L'AECL possède quant à elle les infrastructures nécessaires à la contamination des rongeurs par le tritium pendant plusieurs mois et à l'observation de ses effets génotoxiques. La collaboration avec l'AECL comprend également un volet dédié à la radioprotection de l'environnement pour lequel les premiers travaux débiteront en 2013, avec l'étude des populations de poissons exposés à une contamination *in situ* sur le site de Chalk River (Ontario, Canada). Ils concerneront en particulier la modélisation des cinétiques d'accumulation et d'élimination, ainsi que l'établissement de relations doses-réponses pour divers biomarqueurs.

### ***IRSN – AECL's research partner on the effects of low-dose tritium exposure***

In 2012, IRSN and Atomic Energy of Canada Limited (AECL) began a joint research program on the potential health effects of chronic exposure to low doses of tritium. This experimental program studies the health impact of chronic exposure to varying doses of tritium over several months. IRSN is providing its resources and knowledge of toxicological analyses and studies of the damage sustained by DNA. AECL has the infrastructure required to contaminate rodents with tritium during a period of several months and observe its genotoxic effects. Collaboration with AECL also includes a research on environmental radiation protection, for which preliminary work will begin in 2013 with a study of fish populations exposed to *in situ* contamination on the Chalk River site in Ontario, Canada. This work will involve modeling accumulation and elimination kinetics and determining dose-response relationships for various biomarkers.

## TGIF1: un nouveau contributeur aux complications des radiothérapies

Des recherches de l'IRSN menées dans le cadre du programme ROSIRIS ont abouti à l'explicitation du rôle d'une nouvelle molécule, appelée « TGIF1 », impliquée dans les mécanismes biologiques des complications des radiothérapies ; les résultats correspondants ont été diffusés en 2012. Il s'agit d'une protéine qui favorise l'inflammation. Contrairement à ce qui était attendu, il a été démontré que l'absence de TGIF1 (par déficience génétique chez des souris) était associée à une augmentation de la mortalité dans un modèle expérimental utilisé pour mimer les complications des radiothérapies abdomino-pelviennes. Ces résultats remettent en question l'idée généralement admise de l'action négative des processus inflammatoires dans l'évolution des effets secondaires des radiothérapies et cautionnent l'approche d'une biologie intégrée dans la recherche sur les mécanismes biologiques des complications de radiothérapies. Cette découverte conduit également à s'interroger sur les stratégies thérapeutiques pharmacologiques utilisées actuellement, notamment la corticothérapie, qui vise à limiter l'inflammation pour traiter les complications des radiothérapies.



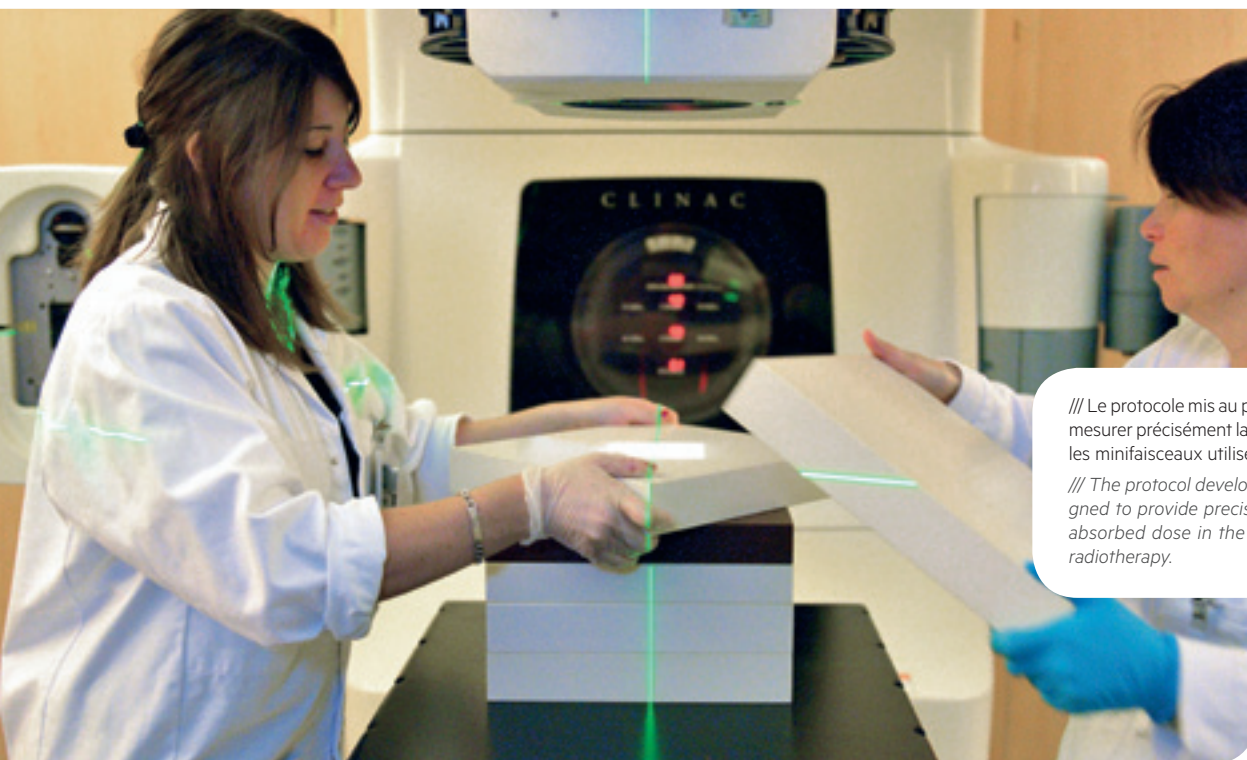
/// Coupe histologique d'une inflammation intestinale radio-induite chez une souris, trois jours après une irradiation.

/// Histological section of a radiation-induced intestinal inflammation in a mouse, three days after irradiation.

### **TGIF1: a new contributor to radiotherapy complications**

As part of its research under the ROSIRIS program, IRSN clarified the role of a new molecule, called TGIF1, which is involved in the biological mechanisms of radiotherapy complications. The results of this work were published in 2012. TGIF1 is a protein that encourages inflammation. Contrary to expectations, the absence of TGIF1 (by genetic deficiency in mice) was shown to be associated with increased mortality in an experimental model used to mimic the complications of abdominopelvic radiotherapy. These results challenge the generally accepted idea of the negative action of inflammatory processes in the development of radiotherapy side effects and endorse the integrated biology approach in research on the biological mechanisms of radiotherapy complications. This finding also raises questions about the pharmacological therapeutic strategies currently used to treat radiotherapy complications, especially corticotherapy, which is aimed at reducing inflammation.





/// Le protocole mis au point par l'IRSN vise à mesurer précisément la dose absorbée dans les minifaisceaux utilisés en radiothérapie.

/// The protocol developed by IRSN is designed to provide precise measurements of absorbed dose in the minibeam used in radiotherapy.

international ni références métrologiques pour la dosimétrie des faisceaux de ce type. Le projet a consisté à qualifier différents systèmes de détection, actifs et passifs, auprès de plusieurs types d'installations délivrant des minifaisceaux. Il en ressort que les dosimètres passifs (microdosimètres thermoluminescents et films radiochromiques) peuvent être retenus pour approcher la valeur de référence de la dose sur la base de ce protocole. L'IRSN est donc maintenant en mesure de proposer une prestation aux sites hospitaliers pour réaliser une évaluation de données dosimétriques de référence pour les minifaisceaux qu'ils utilisent en radiothérapie.

### **PROTONTHÉRAPIE ET NEUTRONS SECONDAIRES**

Dans le domaine de la radiothérapie, la protonthérapie permet de délivrer une dose élevée à une tumeur, tout en épargnant au mieux les tissus sains environnants, grâce aux propriétés balistiques des protons. Cependant, des particules secondaires, principalement des neutrons, sont créées par les interactions nucléaires générées par les protons tout au long de leur trajectoire (composants de l'appareil, du patient et de la salle de traitement). Ces neutrons secondaires conduisent à des doses indésirables déposées sur les tissus sains. Un travail, réalisé dans le cadre d'une thèse soutenue en 2012, a permis d'évaluer, par un calcul de Monte Carlo, les doses dues aux neutrons secondaires reçues par des patients de différents âges traités à l'Institut Curie – centre de protonthérapie d'Orsay – par des faisceaux de protons de 178 MeV pour des tumeurs intracrâniennes. À titre d'exemple, ce travail a montré que, dans le cas d'un traitement délivrant 50 Gy à la tumeur chez un patient, une dose due aux neutrons secondaires de l'ordre de 20 mGy était délivrée aux glandes salivaires. Cette étude fournit ainsi des données d'entrée quantitatives pour les études épidémiologiques visant à étudier le risque de cancers secondaires en radiothérapie.

of radionuclides in the bodies of rodents during contamination experiments. In this way, the biological effects observed after chronic ingestion of radionuclides can be interpreted by taking into account the dose distribution.

### **PROTECTION IN HEALTHCARE**

#### **DOSIMETRY OF SMALL SIZE PHOTON FIELDS**

After three years of study, IRSN has developed a protocol for the determination of doses due to small size photon beams<sup>(1)</sup> used in radiotherapy. The objective of this work is to make treatment safer, since, today, there is a lack of methodological consensus as well as metrological reference for the dosimetry of these small fields. The project involved qualifying different active and passive detection systems in several types of facilities that generate these small beams. It indicated that passive dosimeters (thermoluminescent microdosimeters and radiochromic films) can be used to approach the reference value of the dose on the basis of this protocol. IRSN is now able to provide hospitals with a service enabling them to assess reference dosimetric data for the small photon beams they use in radiotherapy.

#### **PROTONTHERAPY AND SECONDARY NEUTRONS**

In the field of radiotherapy, protontherapy delivers a high dose to a tumor, while minimizing any harmful effects on the surrounding healthy tissue, thanks to the ballistic properties of protons.

<sup>(1)</sup> The criterion for defining a small size beam is that its size (diameter or side) must be less than or equal to 3 cm.

# 625

(364 en fixe et 261 avec des moyens mobiles)  
anthroporadiométries réalisées pour le suivi  
des travailleurs (590 dont

104 avec des moyens mobiles en 2011).

(364 fixed and 261 mobile) whole-body  
radiation counts for worker monitoring  
(590 – 104 mobile – in 2011).

## ACCIDENTS EN CARDIOLOGIE INTERVENTIONNELLE

En 2012, l'IRSN a été mobilisé à la suite de deux accidents en cardiologie interventionnelle ayant conduit à des surexpositions importantes au niveau de la peau des patients. Ces deux accidents se sont produits au CH de Lagny (Seine-et-Marne) et au CHU de Pointe-à-Pitre (Guadeloupe). Le diagnostic et le pronostic de l'évolution des lésions observées reposent sur le calcul des doses reçues localement par la peau et sur l'observation des signes cliniques. La dose délivrée à la peau lors de l'incident de Lagny a été évaluée entre 35 et 60 Gy alors que, pour l'incident de Pointe-à-Pitre, une estimation de l'ordre de 30 Gy a été retenue. Les deux patients souffrent de brûlures radiologiques très sévères, et l'IRSN a formulé des recommandations sur leur prise en charge médicale. Ces deux accidents, associés à la série d'incidents et d'accidents qui se sont produits en France ces dernières années en radiologie interventionnelle, conduisent à réexaminer les pratiques de radioprotection de cette discipline en pleine expansion.

## TRAITEMENT DES LÉSIONS RADIO-INDUITES PAR THÉRAPIE CELLULAIRE

Un travailleur péruvien a été irradié accidentellement, le 12 janvier 2012, alors qu'il manipulait un appareil de gammagraphie dont la source d'iridium 192 était restée bloquée à l'extrémité du flexible. Un expert en radiopathologie de l'IRSN et un hématologiste de l'Hôpital d'instruction des armées (HIA) Percy de Clamart (Hauts-de-Seine) ont participé à une mission d'assistance médicale organisée par l'AIEA. Le patient a développé un syndrome combiné incluant une aplasie radio-induite (entraînant une forte diminution du nombre des cellules sanguines circulantes) et des brûlures radiologiques graves aux mains. Au vu de ces constatations, il a été transféré en France et pris en charge conjointement par l'HIA Percy et l'IRSN; il a pu récupérer spontanément de son aplasie et il a été traité avec succès pour ses brûlures par injection de cellules souches mésenchymateuses associée à une autogreffe de peau. La gestion médicale de cet accident radiologique illustre, une fois de plus, la réactivité et la cohésion de l'expertise pluridisciplinaire de l'IRSN et de l'HIA Percy ainsi que la confiance que leur accorde l'AIEA. L'amélioration de la prise en charge de ces patients présentant de graves brûlures radiologiques passe maintenant par le développement de nouveaux traitements pour la reconstruction musculaire et osseuse.

However, secondary particles, mainly neutrons, are created by nuclear interactions generated by protons along their paths (device, patient and treatment room components). These secondary neutrons cause unwanted doses to healthy tissue. Work conducted as part of a thesis defended in 2012 used a Monte Carlo calculation to estimate secondary neutron doses received by patients of different ages during treatment for intracranial tumors by 178 MeV proton beams at the Curie Institute's protontherapy center in Orsay. This work showed, for example, that in the case of treatment delivering 50 Gy to a patient's tumor, a secondary neutron dose in the region of 20 mGy is delivered to the salivary glands. This study therefore provides quantitative input data for epidemiological studies aimed at investigating the risk of secondary cancers in radiotherapy.

## INTERVENTIONAL CARDIOLOGY ACCIDENTS

In 2012, IRSN was called in after two accidents in interventional cardiology resulted in significant overexposure of the patients' skin. The accidents occurred at the Lagny Hospital to the east of Paris and the University Hospital of Pointe-à-Pitre in Guadeloupe. The diagnosis and prognosis of the evolution of the lesions observed are based on the calculation of local doses received by the skin and the observation of clinical symptoms. The estimated dose to the skin during the Lagny incident was between 35 and 60 Gy, while in the Pointe-à-Pitre incident, it was around 30 Gy.

Both patients suffered from very severe radiation burns and IRSN made recommendations regarding their medical care. The two accidents, together with the series of incidents and accidents that occurred in interventional radiology in France in recent years, led to a review of radiation protection practices in this fast-growing discipline.

## CELL THERAPY OF RADIATION-INDUCED LESIONS

A Peruvian worker was accidentally irradiated on January 12, 2012 while handling a gamma radiography device in which the iridium-192 source had become blocked at the end of the flexible hose. An IRSN radiopathology expert and a hematologist from the Percy Armed Forces Hospital (known as Percy HIA) near Paris took part in a medical assistance mission organized by IAEA. The patient developed a combined syndrome including radiation-induced aplasia (leading to a sharp drop in the number of circulating blood cells) and severe radiological burns to the hands, as a result of which he was transferred to France and cared for by the Percy HIA and IRSN. He experienced a spontaneous recovery from his aplasia and his burns were successfully treated with mesenchymal stem cell injections and an autologous skin graft. The medical management of this radiological accident once again illustrates the responsiveness and cohesion of the multidisciplinary expertise of IRSN and Percy HIA and confidence the IAEA places in them. The development of new muscle and bone reconstruction treatments now plays an essential role in improving care for patients with severe radiological burns.

## **CRISE ET SITUATIONS POSTACCIDENTELLES** EMERGENCY AND POST-ACCIDENT SITUATIONS

# ÊTRE PLUS RÉACTIF EN SITUATION D'URGENCE RADIOLOGIQUE ET POSTACCIDENTELLE

Pendant de l'accroissement de la robustesse des installations nucléaires, celle des dispositifs organisationnels contribue à l'amélioration de la sûreté nucléaire, y compris en situation d'urgence radiologique et postaccidentelle. L'enjeu est alors de limiter au maximum l'impact radiologique d'un accident sur l'homme et son environnement par une connaissance précise de la situation et une coordination efficace de l'ensemble des moyens d'intervention. Tirant les leçons de l'accident de Fukushima-Daiichi, l'IRSN a ainsi, soutenu l'idée d'une force d'action nucléaire rapide et mobilisable en quelques heures sur le site des centrales nucléaires en France. L'Institut a également œuvré, en 2012, au développement de nouvelles méthodes d'estimation du terme source d'une installation accidentée ainsi qu'à la conception de nouveaux moyens mobiles de métrologie. Il a par ailleurs procédé à des exercices internes qui visent à tester sa capacité opérationnelle de mesure en situation postaccidentelle, en mobilisant ses moyens mobiles ainsi que ses capacités en matière de dosimétrie biologique. Enfin, dans le but d'aider les acteurs locaux à s'approprier la problématique de la gestion des territoires après un accident nucléaire, l'IRSN a développé un logiciel de simulation du risque radiologique postaccidentel, OPAL, en phase de test auprès de quatre Cli.

### **FASTER RESPONSE TO RADIOLOGICAL EMERGENCIES AND POST-ACCIDENT SITUATIONS**

*While building more robust nuclear facilities is one way of enhancing nuclear safety, including in radiological emergencies and post-accident situations, more robust organizational measures are equally important. The goal is to obtain precise knowledge of the situation on the ground and effectively coordinate all response teams to minimize the radiological impact of an accident on human health and the environment. Drawing on the experience of the Fukushima-Daiichi accident, IRSN backed the idea of a nuclear emergency rapid response force that could be called in within just a few hours on any nuclear plants in France. The year 2012 also saw it at work developing new ways to assess the source term in case of accident and designing novel mobile measuring devices. The Institute also carried out internal exercises to test its operational capability to carry out measurements in post-accident situations using its mobile equipment and biological dosimetry resources. Lastly, IRSN developed OPAL, a software application for simulating post-accident radiological risks. Currently being tested with four local information commissions, OPAL is designed to help local stakeholders grasp all the issues involved in responding to a nuclear accident for the assessment of the risks of the operating and future installations.*

## INCIDENTS ET ACCIDENTS RADIOLOGIQUES

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

### CONTAMINATION ACCIDENTELLE LORS D'UNE INTERVENTION SUR DES OBJETS CONTENANT DU RADIUM

Le 29 février 2012, lors d'une intervention de l'IRSN à la demande de l'Andra sur d'anciens objets à usage médical contenant du radium (ORUM) entreposés dans la cave d'un immeuble, à Lyon, une contamination inattendue par des poussières radioactives a été constatée dans le hall de l'immeuble. Cette situation a conduit les intervenants de l'IRSN à interrompre immédiatement les opérations en cours. À titre de précaution, la préfecture a alors décidé d'interdire l'accès de l'immeuble et de reloger les occupants pendant quelques jours. Deux intervenants de l'Institut ont été contaminés. L'objectif de l'intervention était de caractériser et de conditionner les objets en vue de leur enlèvement. Chaque année, quatre ou cinq opérations de ce type sont menées par l'IRSN, selon un protocole d'intervention adapté au risque radiologique identifié. En effet, ces objets sont souvent fortement irradiants et peuvent être source de contamination compte tenu de leur vétusté. Le retour d'expérience de l'incident de Lyon a conduit l'Institut à renforcer ses procédures d'intervention et à compléter ses moyens dédiés à ce type d'opération.

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

### MOBILISATION LORS D'UN INCIDENT SURVENU À LA CENTRALE DE PENLY

L'IRSN a été mobilisé le 5 avril 2012, à 20 heures, à la demande de l'ASN qui s'interrogeait sur l'existence d'une fuite d'eau du circuit primaire au

## RADIOLOGICAL INCIDENTS AND ACCIDENTS

IRSN is responsible for assessing the impact of any radiological incident or accident occurring in France on human health and the environment in order to determine the most suitable course of action.

### CONTAMINATION DUE TO OBJECTS CONTAINING RADIUM

On February 29, 2012 an IRSN team was called in by ANDRA, the French national radioactive waste management agency, on an operation involving old medical instruments containing radium and found in the cellar of a building in Lyon. During the operation, contamination from radioactive dust was unexpectedly detected in the entrance to the building. The IRSN team immediately interrupted the work in progress. The Prefecture decided to close the building to the public and rehouse the residents for a few days as a precautionary measure. Two IRSN workers were contaminated. The purpose of the operation was to characterize and package the objects for removal. IRSN carries out four or five such operations every year, following a procedure specially adapted to the radiological risk concerned. These objects are often highly radioactive and their poor state of repair makes them a possible source of contamination. In light of the Lyon incident, the Institute tightened its procedures and added to its resources for handling this type of operation.

### IRSN CALLED IN FOLLOWING AN INCIDENT AT THE PENLY NPP

At 8.00 pm on April 5, 2012, ASN, the French nuclear safety authority, suspecting a reactor coolant leak from



**La parole à...** Didier Champion, directeur de la crise, IRSN  
*In the words of...* Didier Champion, Director of Emergency Response, IRSN

« Nous avons, dès 2009, travaillé au renforcement de notre organisation en situation de crise. L'accident de Fukushima nous a permis d'en conforter les principes fondamentaux et de la compléter. La nouvelle organisation rappelle que l'ensemble de l'IRSN est engagé en cas de crise. Elle repose sur un principe de flexibilité qui nous permet de réagir rapidement, même en cas d'incident de moindre gravité. Deux nouvelles cellules spécifiques, dédiées à la prise en charge des personnes potentiellement exposées et au pilotage des réseaux de surveillance de la radioactivité dans l'environnement, viennent compléter cette organisation. Enfin, la communication auprès du public, des médias et de nos interlocuteurs étrangers a été renforcée. L'organisation prévoit également le développement de nos moyens techniques mais aussi humains, avec un programme de formation et la mise en œuvre d'exercices internes destinés à tester toutes nos capacités techniques et humaines à faire face à des situations d'urgence. »

*"We began strengthening our emergency response organization back in 2009. We reinforced the underlying principles and made a number of improvements in light of the Fukushima accident. The new organizational structure reflects the fact that emergency response concerns IRSN as a whole. Flexibility is at the heart of this area of activity to guarantee a rapid response even for less serious incidents. Two new units have been set up in this organization. One deals with persons potentially at risk of exposure, while the other specializes in controlling environmental radioactivity monitoring networks. Communication is another area that has been reinforced, with a greater effort to inform the public, media and foreign contacts. Our human, as well as technical, resources will be developed as part of the new organizational structure. A training program and internal exercises will be organized to test our technical and human capabilities in emergency situations."*



niveau de l'une des pompes du réacteur n° 2 du CNPE de Penly (Seine-Maritime). En début d'après-midi, les sapeurs-pompiers étaient intervenus à l'intérieur du bâtiment du réacteur pour éteindre des incendies de flaques d'huile échappées de la pompe. Une fois gréée, l'équipe de l'IRSN réunie au Centre technique de crise (CTC) a pu évaluer l'état réel du réacteur grâce aux données techniques transmises automatiquement par la centrale et à des échanges techniques avec EDF. Il a ainsi pu être établi rapidement que l'événement n'était en fait qu'une augmentation du débit de la fuite contrôlée au niveau des joints de la pompe. Toutefois, comme les comptes rendus des pompiers laissaient entendre que le bâtiment du réacteur était toujours enfumé et que tout risque d'incendie n'était pas encore écarté, le CTC est resté gréé jusqu'à 4 heures du matin, heure du retour à une situation normale.

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

### OUTILS ET MOYENS

Afin d'être en mesure de proposer les dispositions les plus adaptées en situation de crise, l'IRSN mène des travaux destinés à améliorer ses outils d'évaluation des conséquences dosimétriques des situations accidentelles ainsi que ceux de centralisation et de restitution des données environnementales.

#### NOUVELLE MÉTHODE D'ÉVALUATION DES REJETS ATMOSPHÉRIQUES ACCIDENTELS

En cas d'accident nucléaire, l'évaluation en urgence des rejets atmosphériques est complexe et source d'incertitudes pour l'estimation des conséquences radiologiques et dosimétriques prévisibles. Aussi, l'IRSN a développé une méthode de modélisation inverse qui permet d'estimer le rejet accidentel à partir des mesures de radioactivité dans l'environnement réalisées pendant la dispersion de ce rejet. Son originalité tient à l'exploitation des mesures de débit de dose, données les plus rapidement accessibles en situation d'urgence mais dont l'interprétation est très délicate. Cette méthode a été appliquée au cas de l'accident de Fukushima pour estimer *a posteriori* les rejets atmosphériques, à partir des résultats des balises de mesure du débit de dose installées au Japon. La méthode développée se révèle prometteuse et devrait améliorer la capacité d'expertise de l'IRSN en cas d'accident nucléaire.

#### PREMIER EXERCICE DE CRISE POUR LA RADIOTOXICOLOGIE URINAIRE

En situation de crise radiologique, l'IRSN serait amené à prendre en charge un nombre important d'échantillons biologiques et à restituer, aussi rapidement que possible, des résultats fiables d'analyse de nature à apprécier le niveau de contamination interne des populations qui ont été exposées. Afin d'évaluer l'efficacité réelle de ses capacités opérationnelles en situation de crise, l'Institut a réalisé, en 2012, un premier exercice consistant à mesurer les radionucléides émetteurs gamma dans des prélèvements urinaires. À cette fin, il a mobilisé en continu pendant 10 heures tous les moyens humains et techniques dont il dispose dans ce domaine. L'exercice a permis de confirmer les capacités opérationnelles de l'IRSN et de vérifier que le processus d'analyse développé était compatible avec les limites de dose caractéristiques de la situation de crise testée. Les remarques émises par les opérateurs et par les observateurs ont contribué à établir des pistes d'amélioration des processus de réalisation qui pourront être testées lors des prochains exercices de mise en situation.

#### DÉVELOPPEMENT DES EXERCICES INTERNES SUR LE TERRAIN

L'IRSN a renforcé, en 2012, son programme d'exercices internes dédiés à la préparation des équipes de terrain pouvant être amenées à intervenir

# 2

gréements réels du Centre technique de crise (3 en 2011).

actions taken by the emergency response center (3 in 2011).

a pump on reactor 2 of the Penly nuclear power plant in Normandy, asked IRSN to look into the incident. Firefighters went inside the reactor building in the early afternoon to put out oil pool fires where oil had leaked from the pump. Mobilized at the Institute's emergency response center, the IRSN team determined the exact state of the reactor based on technical data transmitted automatically by the plant and technical exchanges with EDF. It soon became clear that the event was simply due to an increase in the controlled leak rate at the pump seals. However, as firefighter reports indicated that smoke was still to be found in the reactor building and that some risk of fire remained, the emergency response center stayed in place until 4 am, when the situation had returned to normal.

### TOOLS AND RESOURCES

IRSN regularly improves its assessment tools in case of accident and its systems for pooling and providing environmental data, to ensure that it can determine the most suitable response to emergencies

#### NEW METHOD FOR ASSESSING ACCIDENTAL ATMOSPHERIC RELEASES

When a nuclear accident occurs, it can be hard to assess atmospheric release urgently and estimate the foreseeable radiological and dosimetric impact with certainty. IRSN has therefore developed an inverse modeling method that estimates accidental release based on environmental radioactivity measurements taken during contaminant dispersal. The method's originality lies in its use of dose rate measurements. Dose rates are the most rapidly available data in emergencies, although they are very difficult to interpret. Following the Fukushima accident, the method was used to obtain atmospheric release estimates after the event, based on results obtained from dose rate monitors installed in Japan. IRSN's nuclear accident assessment capabilities should be greatly improved by this novel and very promising method.

#### FIRST EMERGENCY RESPONSE EXERCISE FOR URINARY RADIOTOXICOLOGY

In the event of a radiological emergency, IRSN would need to take many biological samples for analysis and deliver reliable results as soon as possible to assess internal contamination levels in the exposed population. In 2012, the Institute carried out an initial exercise that involved measuring gamma-emitting radionuclides in urine samples. The aim was to determine how effectively



/// En janvier 2012, le laboratoire de dosimétrie biologique de l'IRSN a réalisé un exercice pour tester sa capacité de réponse à un accident radiologique de grande envergure.

/// IRSN's biological dosimetry laboratory carried out an exercise in January 2012 to test its ability to respond to a large-scale radiological accident.

en situation d'urgence radiologique. Ainsi, un exercice de mise en situation des véhicules laboratoires a été réalisé, du 2 au 4 juillet 2012, à proximité de Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme). Il a consisté, pour 15 équipiers de crise, à mettre en œuvre les véhicules laboratoires pour réaliser des analyses d'échantillons, mais aussi à utiliser, pour la première fois, un nouveau véhicule dédié à la préparation des échantillons. Par ailleurs, deux exercices ont rassemblé 30 équipiers chargés de la coordination des mesures dans l'environnement. À partir d'une situation accidentelle donnée lors de chaque exercice et d'informations sur les moyens de mesure disponibles, les équipiers ont établi un plan de réalisation des mesures dans l'environnement. Enfin, réalisés en partenariat avec le Service départemental d'incendie et de secours de Seine-et-Marne, trois exercices ont été menés dans des conditions de contamination utilisant des éléments radioactifs à vie très courte, pour simuler un accident de transport de produits radioactifs à usage médical; ils ont permis d'éprouver la coordination entre les intervenants de l'IRSN et les sapeurs-pompiers engagés sur le terrain ainsi que la réception et l'analyse des prélèvements sur le terrain dans les véhicules laboratoires. Pour la première fois, deux véhicules dédiés à l'évaluation de la contamination interne des personnes ont été mobilisés dans le cadre d'un exercice national de crise sur le site de la centrale nucléaire de Dampierre (Loiret), le 18 décembre. Après un contrôle externe et une décontamination par les équipes de la sécurité civile, le dépistage de la contamination interne de 28 personnes a été réalisé. L'IRSN a ainsi pu tester sa capacité de mobilisation à plus de 100 km de son site ainsi que la robustesse et l'efficacité du matériel et des hommes. L'exercice a également montré une excellente intégration des laboratoires mobiles d'anthroporadiométrie de l'IRSN dans le dispositif national de prise en charge déployé à cette occasion.

### **EXERCICE DE CRISE AVEC RECOURS À LA DOSIMÉTRIE BIOLOGIQUE**

En janvier 2012, le laboratoire de dosimétrie biologique de l'IRSN a réalisé un exercice pour tester sa capacité de réponse à un accident radiologique de grande envergure. Cet exercice a consisté à simuler l'exposition de 50 personnes et à estimer les doses, pour la première fois, à l'aide d'un logiciel de détection automatique d'anomalies chromosomiques de type dicentrique. Grâce à cette nouvelle méthode d'analyse, une première classification des échantillons a pu être réalisée en cinq jours (tri rapide) selon la gravité de leur exposition; les estimations finales des doses ont été obtenues au bout de 10 jours, soit trois fois plus rapidement que lors d'un traitement reposant uniquement sur les opérateurs. Ce travail a ainsi permis d'apprécier les exigences techniques et les limites de la détection automatique des anomalies chromosomiques de type dicentriques dans le contexte de l'exposition d'un grand nombre d'individus.

5

exercices nationaux de crise nucléaire  
hors activités intéressant la défense  
(9 en 2011).

national nuclear emergency exercises  
excluding defense-related activities  
(9 in 2011).

*it could put its operational capabilities to use in an emergency. All its available technical and human resources in this area were set to work uninterruptedly for ten hours. The exercise proved the effectiveness of IRSN's operational capabilities and showed that the analytical process developed was compatible with the characteristic dose limits for the emergency situation in question. A number of improvements to operating processes were suggested, based on comments from operators and observers. These could be put to the test during the next real-life exercises.*

### **FURTHER INTERNAL FIELD EXERCISES**

*In 2012, IRSN boosted its internal exercise program aimed at preparing field teams liable to be involved in radiological emergency response operations. An exercise for laboratory vehicles was carried out under real-life conditions on July 2-4, 2012 near the city of Clermont-Ferrand. During the exercise, a team of 15 emergency response workers had to analyze samples in the lab vehicles and, for the first time, use a new vehicle specially designed for sample preparation.*

*Another two exercises involved 30 team members responsible for coordinating environmental measurements. The team prepared an environmental measurement plan based on a post-accident situation defined for each exercise and using available measuring equipment. Lastly, three joint exercises were performed with the Seine-et-Marne fire and emergency services. The exercises simulated a road accident involving a vehicle transporting radioactive substances for medical use, with contamination conditions by very short-lived radionuclides. They tested coordination between IRSN emergency response teams and firefighters, as well as reception and analysis of field samples in the laboratory vehicles.*

*Two Peugeot Boxer utility vans, specially fitted out for assessing human internal contamination, were used for the first time in a national emergency response exercise at Dampierre nuclear power plant in central France, on December 18. Twenty-eight persons were screened for internal contamination following external checks and decontamination of emergency teams. This allowed IRSN to test its response capabilities more than 100 km from its base and check that its material and human resources were robust and effective. The exercise also showed that IRSN's mobile whole-body dosimetry laboratories were perfectly integrated in the national emergency response teams deployed for the occasion.*

### **BIOLOGICAL DOSIMETRY IN A SIMULATED EMERGENCY**

*IRSN's biological dosimetry laboratory carried out an emergency exercise in January 2012 to test its ability to respond to a large-scale radiological accident. The exercise involved 50 samples simulating both whole- and partial-body exposures. In this exercise triage and final dose estimations were obtained using a novel software application designed to automatically detect dicentric chromosome aberrations. This new method uses a fast sorting system that made it possible in just five days to obtain an initial sample classification according to exposure severity. Final dose estimations were obtained within ten days, which is three times faster than if samples had been processed manually. The exercise also helped assess the technical requirements and limits of automatic*



### NOUVEAUX VÉHICULES D'INTERVENTION

Le retour d'expérience des exercices de crise et des situations réelles a montré l'intérêt de renforcer le dispositif d'analyses radiologiques sur le terrain, afin de pouvoir disposer rapidement d'informations sur les niveaux de radioactivité de l'environnement en situation d'urgence radiologique. Ainsi, un véhicule dédié à la préparation d'échantillons issus des prélèvements a été développé à l'IRSN. Il permet d'assurer sur le terrain la réception, la préparation et le reconditionnement éventuel d'échantillons en vue de leur analyse dans les laboratoires mobiles « environnement » de l'Institut. Par ailleurs, un véhicule de métrologie d'urgence a été développé et sera opérationnel au début de 2013. Il s'agit d'un véhicule léger qui embarquera des équipements de mesure (spectrométrie gamma, analyse par scintillation liquide) pour caractériser rapidement des radionucléides rejetés dans l'environnement. Ces premières analyses serviront aux expertises menées au Centre technique de crise de l'IRSN et faciliteront les analyses réalisées ultérieurement par les laboratoires mobiles « environnement ».

11

évaluations de dose d'exposition  
aux rayonnements ionisants par  
dosimétrie biologique  
(12 en 2011).

ionizing radiation dose assessments  
by biological dosimetry  
(12 in 2011).

5

exercices nationaux de crise nucléaire  
concernant les installations  
intéressant la défense  
(3 en 2011).

national nuclear emergency exercises  
involving defense-related facilities  
(3 in 2011).

*detection of dicentric chromosome aberrations when  
dealing with large-scale exposure situations.*

#### NEW EMERGENCY RESPONSE VEHICLES

Feedback from emergency response exercises and reality has highlighted the need for reinforced radiological analysis in the field to ensure fast access to data on environmental radioactivity levels in the event of a radiological emergency. For this purpose, IRSN has developed a vehicle specially fitted out to prepare field samples. The vehicle is used to receive, prepare and, if necessary, recondition samples in readiness for analysis in the Institute's mobile 'environment' laboratories. An emergency measurement vehicle has also been developed and will be ready for use by early 2013. This light vehicle will be equipped with measuring instruments (gamma spectrometer, liquid scintillation counter) to rapidly characterize radionuclides released to the environment. These initial analyses will be used for assessments at IRSN's emergency response center and will be useful for subsequent analyses by mobile 'environment' laboratories.



/// L'IRSN teste, au cours d'exercices de crise, ses moyens mobiles d'intervention en situation d'urgence radiologique (photo : mesures anthropométriques lors de l'exercice de Dampierre).

/// During emergency response exercises, IRSN tests its mobile response equipment for use in radiological emergencies (photo: whole body radiation counts during the Dampierre exercise).



**17-21 SEPTEMBRE**

L'IRSN participe à la semaine  
de la mobilité.

**SEPTEMBER 17-21**

*IRSN took part in "Mobility Week".*



EFFICIENCE  
*EFFICIENCY*

# 4

IMMOBILIER..... P. 114  
*PROPERTY*

HYGIÈNE, SÉCURITÉ, PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT  
ET QUALITÉ..... P. 116  
*HEALTH, SAFETY, ENVIRONMENTAL PROTECTION AND QUALITY*

RESSOURCES HUMAINES..... P. 118  
*HUMAN RESOURCES*

## **1<sup>ER</sup>-7 AVRIL**

L'IRSN participe à la semaine du développement durable au travers de diverses actions de sensibilisation de ses salariés à l'écomobilité et aux écogestes.

## **APRIL 1-7**

*IRSN took part in the sustainable development week through various actions to raise the awareness of its employees with regard to ecomobility and ecofriendly actions.*

IMMOBILIER  
PROPERTY

# MISE EN ŒUVRE DU SCHÉMA IMMOBILIER PLURIANNUEL

## IMPLEMENTATION OF IRSN'S MULTIYEAR PROPERTY MASTER PLAN

L'année 2012 a été marquée par le démarrage de la phase opérationnelle du schéma de stratégie pluriannuelle immobilière (SPSI) de l'IRSN tel que l'a approuvé l'État en décembre 2011. À l'occasion de ce déploiement, le régime domanial des sites d'implantation de l'Institut a été complété et régularisé.

*The year 2012 marked the beginning of the operational phase of IRSN's multiyear Property Master Plan, as approved by the French Government in December 2011. At the same time, the State land tenure arrangements for the Institute's sites were finalized and settled.*

### BÂTIMENT DE FONTENAY-AUX-ROSES

L'IRSN s'est engagé dans la construction, à Fontenay-aux-Roses (Hauts-de-Seine), d'un bâtiment de 12 000 m<sup>2</sup> destiné à accueillir les services et activités actuellement hébergés dans le bâtiment O2 (Jean Bourgeois). Cette opération sera réalisée grâce au recours à un tiers investisseur, retenu sur appel d'offres, qui en assurera le financement en contrepartie d'un loyer dont l'Institut s'acquittera pendant une vingtaine d'années. Après mise au point du programme et d'ultimes arbitrages techniques et fonctionnels, le chantier s'ouvrira en septembre 2014, pour une livraison de l'ouvrage au début de 2017. Pour des raisons liées à l'activité du site de Fontenay-aux-Roses, une nouvelle entrée dans le site sera mise en service début 2015.

### BÂTIMENT DU VÉSINET

Le second volet majeur du SPSI est la reconstruction, au Vésinet (Yvelines), du bâtiment A dans le cadre de la loi relative à la maîtrise d'ouvrage publique. Cet ouvrage de 4 100 m<sup>2</sup> permettra d'accueillir les activités hébergées dans le bâtiment cédé par l'État, en juin 2012, à l'Établissement public foncier des Yvelines (EPFY). Dans un souci d'exemplarité, et en raison de sa proximité immédiate avec le projet d'écoquartier Princesse de la ville du Vésinet, le nouveau bâtiment A sera conçu et construit selon les normes « haute qualité environnementale ». Sa livraison est fortement liée à l'approbation par les services de l'État du plan local d'urbanisme que la commune du Vésinet souhaite mettre en place. L'objectif fixé à l'Institut par l'EPFY est une libération du bâtiment A actuel au plus tard en juin 2015.

### BÂTIMENT DE CADARACHE

La décision de déconstruction d'un bâtiment semi-industriel du site de Cadarache (Bouches-du-Rhône) de 40 ans d'âge, dans lequel étaient menés des programmes expérimentaux, a été prise en 2007. Afin d'augmenter les capacités d'accueil pour les expérimentations et de disposer d'un laboratoire froid mieux adapté pour la plate-forme chimie,

### FONTENAY-AUX-ROSES BUILDING

IRSN has undertaken to construct a 12,000 m<sup>2</sup> building in Fontenay-aux-Roses near Paris to accommodate the services and activities currently housed in building O2 (Jean Bourgeois). The project will be delivered with the help of a third-party investor, selected following a public tender procedure, who will provide the necessary finance in return for a 20-year lease arrangement with the Institute. Once the schedule has been finalized and the technical and functional arbitration process is over, construction work will begin in September 2014. The building is due for completion in early 2017. For reasons related to the activities carried out in the Fontenay-aux-Roses site, a new site entrance will be in use from the beginning of 2015.

### LE VÉSINET BUILDING

The second major component of the multiyear Property Master Plan is the reconstruction of building A in the nearby site in Le Vésinet under the Public Project Contracting Act. This 4100 m<sup>2</sup> structure will accommodate the activities formerly carried out in the building given by the State to the Yvelines public authority in charge of land development (EPFY) in June 2012. In order to set a good example and because of its proximity to the Princesse sustainable district project in the town of Le Vésinet, the new building A will be designed and constructed in accordance with "high environmental quality" standards. Its completion is closely linked with government approval of the local urban planning scheme that the municipality of Le Vésinet wishes to implement. EPFY requires the Institute to evacuate the current building A by June 2015 at the latest.

### CADARACHE BUILDING

The decision to deconstruct a 40-year-old semi-industrial building of the Cadarache site in the south of France, for-



/// L'IRSN a débuté en 2012 la mise en œuvre de son schéma immobilier pluriannuel. En haut : siège de l'IRSN à Fontenay-aux-Roses (Hauts-de-Seine). En bas : futur bâtiment A du Vésinet conçu selon les normes « haute qualité environnementales ».

/// In 2012, IRSN began to implement its multiyear Property Master Plan. Top: IRSN headquarters in Fontenay-aux-Roses near Paris. Bottom: the future Building A at the Le Vésinet site, designed to "high environmental quality" standards.



l'IRSN a entrepris la construction d'un nouveau bâtiment (n° 328), d'une surface de 835 m<sup>2</sup> répartie en espaces de bureaux au premier étage et en zones techniques au rez-de-chaussée. Ce bâtiment sera livré au cours du premier trimestre 2013.

#### **FINALISATION DE DEUX OPÉRATIONS DE RÉNOVATION**

Les travaux de rénovation de l'immeuble acquis par l'IRSN à proximité immédiate de son site de Fontenay-aux-Roses se sont déroulés au cours de l'année 2012. Les 5 000 m<sup>2</sup> rénovés permettront de regrouper des services actuellement hébergés dans le bâtiment O2, de disposer d'un espace totalement dédié à la formation et d'y installer également le service de santé au travail, qui était historiquement hébergé dans les locaux du CEA.

Afin que le CEA puisse mener à bien deux projets d'infrastructures de recherche, l'IRSN a accepté de libérer les bâtiments qu'il occupait sur son site de Fontenay-aux-Roses. La solution retenue pour le relogement d'une partie des activités concernées a conduit à réaménager deux plateaux de 1 000 m<sup>2</sup> loués dans l'immeuble Fahrenheit, situé à proximité du siège de l'Institut. Le transfert des équipes sur le site de l'IRSN s'est effectué en décembre 2012, et leur retour est programmé pour 2018.

merly used for experimental programs, was made in 2007. In order to increase the capacity for experiments and have a cold laboratory better suited to the chemistry facility, IRSN began constructing a new building (no. 328), providing a floor surface of 835 m<sup>2</sup>, and divided into office space on the second floor and technical areas on the first floor. This building will be delivered during the first quarter of 2013.

#### **FINALIZATION OF TWO RENOVATION PROJECTS**

Renovation of the building acquired by IRSN in the immediate vicinity of its Fontenay-aux-Roses site was undertaken in 2012. The renovated 5,000 m<sup>2</sup> space will make it possible to bring together the units currently accommodated in building O2, have an area wholly dedicated to training, and also set up the Occupational Health Department, which used to be housed on CEA premises. To enable CEA to carry out two research infrastructure projects, IRSN has agreed to evacuate the buildings it occupied on Fontenay-aux-Roses site. The solution chosen to relocate some of the activities concerned involved refurbishing two 1 000 m<sup>2</sup> facilities leased in the Fahrenheit building, situated adjacent to the Institute's head office. The teams on the IRSN site moved out in December 2012 and are due to return in 2018.



HYGIÈNE, SÉCURITÉ, PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET QUALITÉ  
*HEALTH, SAFETY, ENVIRONMENTAL PROTECTION AND QUALITY*

# UNE RECHERCHE CONSTANTE D'AMÉLIORATION *CONSTANTLY STRIVING FOR IMPROVEMENT*

L'année 2012 a été marquée par le renforcement de la démarche de l'IRSN en matière de développement durable, de conformité réglementaire et de sécurité de ses systèmes d'information.

*In 2012, IRSN stepped up its efforts in the areas of sustainable development, regulatory compliance, and information system security.*

## **POURSUITE DE LA DÉMARCHE DE DÉVELOPPEMENT DURABLE**

La politique de développement durable de l'Institut s'inscrit dans les suites du Grenelle de l'environnement.

En 2012, diverses actions ont été lancées :

- participation de l'IRSN au « plan de déplacement interentreprise » (PDIE) : réalisation, en collaboration avec la communauté d'agglomération Sud de Seine et sept entreprises voisines, d'un diagnostic sur la zone du Panorama Fontenay-aux-Roses-Clamart aboutissant, début 2013, à un plan d'action spécifique à l'accessibilité du site ;
- sensibilisation des salariés à « l'écomobilité » et aux « écogestes » ; dans le cadre des semaines du développement durable (1-7 avril) et de la mobilité (16-22 septembre), mise en valeur du déplacement actif (vélo, marche à pied) avec la démonstration de vélos électriques et pliables ou encore le défi « trajet vert », lancé aux salariés pour les inciter à se déplacer différemment ; rencontres avec des spécialistes sur la performance énergétique des bâtiments, les constructions « haute qualité environnementales » et le PDIE ; démonstrations de nettoyage écologique de véhicules sans eau ; repas bio, etc. ;
- bilan des émissions de gaz à effet de serre ; conformément à la loi du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement, l'IRSN a réalisé, en 2012, un bilan des émissions de gaz à effet de serre induites par ses activités en 2011. Ce bilan a mis en évidence les postes d'émissions prépondérants de l'Institut et a conduit à une revue des actions en faveur de la réduction de l'impact de ses activités sur l'environnement ; par exemple, le PDIE, pour répondre directement aux émissions dues aux déplacements professionnels et domicile-travail des salariés de l'Institut.

## **CONTINUED PROGRESS WITH SUSTAINABLE DEVELOPMENT**

The Institute's sustainable development policy stems from the French Environment Round Table. Various initiatives were launched in 2012:

- IRSN's participation in the "inter-company transportation plan": in collaboration with the Sud de Seine Metropolitan Community and seven nearby companies, an analysis of the Panorama – Fontenay-aux-Roses – Clamart zone culminated in a specific site accessibility action plan in early 2013;
- campaign to raise employees' awareness of "eco-mobility" and "eco-friendly actions": during Sustainable Development Week (April 1-7) and Mobility Week (September 16-22), emphasis was placed on active commuting habits – cycling or walking – with a demonstration of electric and folding bikes and the launch of the "green journey" challenge to encourage employees to change their mode of transport; meetings with experts in building energy performance, "high environmental quality" construction, and the inter-company transportation plan; demonstrations of how to clean vehicles the environmentally friendly way, without water; organic meals; etc.;
- assessment of greenhouse gas emissions: in accordance with the Act of July 12, 2010 on national commitment to the environment, IRSN completed an assessment in 2012 of greenhouse gas emissions caused by its activities in 2011. This highlighted the Institute's main sources of emissions and led to a review of the measures designed to reduce the environmental impact of its activities: for example, the inter-company transportation plan to directly tackle emissions due to business travel and commuting by the Institute's employees.

### ANALYSE DE LA CONFORMITÉ RÉGLEMENTAIRE

L'Institut a engagé, en 2012, une démarche d'évaluation de sa conformité réglementaire dans le domaine de l'hygiène, de la sécurité et de l'environnement (HSE). Ce travail avait pour objectif de consolider le référentiel réglementaire et d'obtenir une évaluation de conformité exhaustive et pertinente.

L'analyse a été menée dans l'ensemble des unités. Après la définition du référentiel réglementaire applicable, chaque unité a fait l'objet d'une visite par des spécialistes de la réglementation HSE, qui ont évalué la conformité des dispositions mises en œuvre pour ce référentiel. Les non-conformités ont été identifiées et hiérarchisées suivant la grille de cotation utilisée au sein de l'IRSN.

Le bilan global, présenté début 2013, débouchera sur un plan d'action.

### SÉCURITÉ DES SYSTÈMES D'INFORMATION

L'IRSN a souhaité renforcer la protection de ses systèmes d'information contre des tentatives de fraude informatique, de collecte d'informations, d'intervention humaine délibérée ou accidentelle, etc.

Dans cet objectif, un plan de déploiement pluriannuel de la politique de sécurité des systèmes d'information de l'Institut a été élaboré. Validé par le comité d'état-major de l'IRSN, ce plan prévoit, en particulier : la sensibilisation de la ligne hiérarchique à ces différents risques, la maîtrise des flux de données entrantes de l'Institut et sortantes via Internet, la réduction du nombre de comptes définis comme « administrateurs », la standardisation de la configuration des ordinateurs (mise à jour antivirus et correctifs de sécurité, notamment), des analyses de risques couvrant les questions de disponibilité, d'intégrité, de confidentialité et de traçabilité et l'amorce des premiers audits.

### ANALYSIS OF REGULATORY COMPLIANCE

In 2012, the Institute embarked on an assessment of its regulatory compliance in the area of health, safety, and the environment (HSE). The aim was to consolidate the regulatory framework and ensure that the compliance assessment was comprehensive and relevant.

The analysis covered all units. Once the applicable regulatory framework had been defined, experts in HSE regulations audited each unit to assess the compliance of the measures implemented with respect to this framework. All instances of non-compliance were identified and ranked according to the rating scale used at IRSN. The overall results, which were presented early in 2013, will inform an action plan.

### INFORMATION SYSTEM SECURITY

With the aim of protecting its information systems more effectively against computer fraud, unauthorized attempts to access information, deliberate or accidental hacking, etc., IRSN has drawn up a multiyear deployment plan concerning its information system security policy. The plan has been approved by the IRSN senior management committee and specifically includes the following: raising line managers' awareness of these risks, controlling data flows entering the Institute and leaving via the Internet, reducing the number of administrator accounts, standardizing computer configuration (particularly antivirus updates and security patches), performing risk analysis covering availability, integrity, confidentiality and traceability issues, and initiating the first audits.

/// L'IRSN a engagé, en 2012, une démarche d'évaluation de sa conformité réglementaire dans le domaine de l'hygiène, de la sécurité et de l'environnement (HSE).

/// In 2012, IRSN embarked on an assessment of its regulatory compliance in the area of health, safety, and the environment (HSE).



RESSOURCES HUMAINES  
HUMAN RESOURCES

# DÉVELOPPER LES COMPÉTENCES POUR RÉPONDRE AUX BESOINS ACTUELS ET À VENIR

## DEVELOPING SKILLS TO MEET PRESENT AND FUTURE NEEDS

Les grands axes de la politique de ressources humaines de l'IRSN se sont notamment traduits, en 2012, par une importante campagne de recrutement et par la réalisation d'une troisième enquête de climat interne. Un accompagnement significatif des managers et de leurs équipes, à la suite de la mise en place de la nouvelle organisation des activités opérationnelles, a également été réalisé tout au long de cette année.

*In 2012, the main thrusts of IRSN's human resources policy were reflected in a substantial recruitment campaign and a third internal climate survey. Managers and their teams also received considerable support throughout the year following the introduction of the new organizational structure for operational activities.*

### CAMPAGNE DE RECRUTEMENT

Après une année 2011 marquée notamment par l'élaboration de dispositifs réglementaires ponctuels prenant en compte l'organisation de travail spécifique nécessitée par la crise liée à l'accident de Fukushima-Daiichi, ainsi que par la préparation, puis la mise en place de la réorganisation des activités opérationnelles, l'année 2012 a connu une importante campagne de recrutement.

En effet, les événements de l'année précédente ont induit, pour l'IRSN, une situation de sous-effectif à laquelle elle a dû faire face rapidement. Cent cinquante et un dossiers de recrutement ont été instruits au cours de l'année. Ils ont donné lieu à 97 prises de fonction en 2012 et 54 au premier trimestre 2013. Ces recrutements concernent 130 cadres et 21 non-cadres, dont 18 techniciens. Parmi les cadres, 96 % sont des ingénieurs ou des chercheurs, et 4 % occupent des fonctions de support administratif. Ces postes recouvrent les activités à la fois de recherche et d'expertise menées au sein de l'Institut.

### NOUVELLE ÉDITION DU BAROMÈTRE INTERNE

En 2012 a été réalisé le troisième baromètre interne de l'IRSN. Cette enquête, menée périodiquement depuis 2007 auprès de l'ensemble des collaborateurs de l'Institut, a pour objectif de mesurer leur perception du fonctionnement et des évolutions de l'Institut, afin d'en tenir compte pour la conduite de nouveaux projets. La préparation de l'édition 2012 a été l'occasion de revoir le contenu de l'enquête pour actualiser certaines questions et en intégrer de nouvelles, dans le but de mieux évaluer la perception des salariés en matière de risques psychosociaux et de

### RECRUITMENT CAMPAIGN

Following on from 2011, a year characterized by ad hoc regulatory arrangements taking into account the specific way that work had to be organized in the wake of the Fukushima-Daiichi accident, and also the need to prepare for and then implement the reorganization of operational activities, a major recruitment campaign was launched in 2012. Due to the events of the previous year, IRSN did in fact find itself understaffed and had to respond to this situation swiftly. A total of 151 recruitment files were examined in the course of the year, which resulted in 97 people being hired in 2012, and 54 during the first quarter of 2013. Of these, 130 took up executive staff and 21 were non-executive staff, including 18 technicians. Among those with an executive role, 96% are engineers or research scientists and 4% have administrative support functions. These posts cover both research and assessment activities conducted within the Institute.

### A NEW INTERNAL BAROMETER

The third IRSN internal opinion barometer was conducted in 2012. This periodic survey of all IRSN staff, first held in 2007, is intended to gauge employee perception of how the Institute operates and how it is developing; this feedback is then used to inform new management projects. The 2012 survey was an opportunity to review content, updating some questions and adding others, with a view to gaining better insight into employee perception of psychosocial risks and canvassing their opinions on how

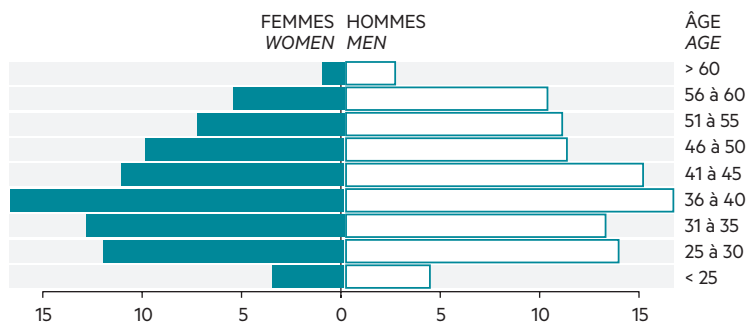
recueillir leur avis sur les premiers mois de fonctionnement du nouveau dispositif opérationnel, mis en place en janvier 2012. La méthode d'élaboration de l'enquête a été revue pour y associer davantage de salariés au sein de cinq groupes de travail thématiques : conditions de travail, formation et carrière, management et organisation, information et communication, missions et identité de l'Institut. La participation de représentants des CHSCT (comités d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail) et du CE (comité d'entreprise) ainsi que d'un consultant extérieur, psychologue du travail, a également contribué à enrichir le contenu du questionnaire, dont l'ergonomie a été totalement repensée.

Le taux de participation (67 % contre 57 % lors de la précédente édition) traduit l'intérêt réel des salariés pour cette enquête ; ceux-ci ont estimé qu'elle faisait le tour des questions essentielles à près de 85 %. L'analyse des résultats montre que les atouts de l'Institut demeurent le management, les conditions de travail et la formation. Des attentes persistent en matière de rémunération et d'organisation générale. Des points de surveillance sont apparus concernant la charge de travail et les outils informatiques de gestion. En revanche, on note une très forte progression dans la perception de l'image de l'IRSN à l'extérieur et de la pérennité de ses missions, ainsi que dans le sentiment d'appartenance à l'entreprise. Ces différents résultats seront présentés dans le courant de l'année 2013 au CE et à l'ensemble du personnel sur chacun des trois sites majeurs de l'IRSN.

*the new operational system set up in January 2012 has performed during its first few months. The survey compilation method was reviewed, with greater involvement of employees in five working groups addressing specific topics: working conditions, training and career development, management and organization, information and communication, and the Institute's missions and identity. The involvement of members of the health, safety and working conditions committees and the Works Council, as well as an external consultant (an occupational psychologist), also helped to improve the questionnaire, which was given a completely new format. The response rate (67% as against 57% for the previous survey) shows employees' genuine interest in this survey. Respondents thought that it addressed almost 85% of key issues. Analysis of the results shows that the Institute's strengths are still management, working conditions, and training. However, expectations regarding remuneration and the Institute's general organization have yet to be met. Aspects that need to be monitored include workload and administrative management tools. Very significant improvement, however, can be seen in employee perception of IRSN's external image and the continuity of its missions, as well as in the feeling of community within the Institute. The survey results will be presented to the Works Council and to all staff at each of IRSN's three main sites in the course of 2013.*

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

DISTRIBUTION OF MEN/WOMEN BY AGE GROUP  
(AS % BY GENDER)



**1,33 M€**

alloués aux frais pédagogiques  
(1,34 en 2011).  
spent on training  
(1.34 in 2011).



# GLOSSAIRE / GLOSSARY

## A

**AEN** Agence pour l'énergie nucléaire.  
**AECL** Atomic Energy of Canada - Organisme de recherche canadien.  
**AFCN** Agence fédérale de contrôle nucléaire - Autorité de sûreté belge  
**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.  
**ANCCLI** Association nationale des commissions et comités locaux d'information.  
**ANDRA** Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs.  
**ANR** Agence nationale pour la recherche.  
**APRP** Accident de perte de réfrigérant primaire.  
**ASN** Autorité de sûreté nucléaire.  
**ASND** Autorité de sûreté nucléaire défense.  
**ASSEMBLAGE COMBUSTIBLE** Ensemble de crayons de combustibles reliés par une structure métallique, utilisé dans les réacteurs nucléaires.  
**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.  
**ASTRID** Prototype de réacteur à neutrons rapides refroidis au sodium.

## B

**BÊTA (SYMBOLE  $\beta$ )** Rayonnement composé d'électrons de charge négative ou positive. Un écran de quelques mètres d'air ou une simple feuille d'aluminium suffisent à l'arrêter.  
**Bfs** Bundesamt für Strahlenschutz - Office fédéral de radioprotection (Allemagne).  
**BRGM** Bureau de recherches géologiques et minières.

## C

**CABRI** Réacteur d'essais du CEA utilisé par l'IRSN pour des expériences concernant la sûreté du combustible.  
**CAMARI** Certificat d'aptitude à la manipulation d'appareils de radiologie industrielle.  
**CIAC** Convention pour l'interdiction des armes chimiques.  
**CIPR** Commission internationale de protection radiologique.  
**CLI** Commission locale d'information.  
**CNPE** Centre nucléaire de production d'électricité.  
**CRITICITÉ (RISQUES DE)** Risques associés aux réactions en chaîne non maîtrisées dans des matériaux fissiles.  
**CTE** Comité technique Euratom.

## D

**DGGN** Direction générale de la gendarmerie nationale.  
**DSND** Délégué à la sûreté nucléaire et à la radioprotection pour les activités et installations intéressant la défense.  
**DOE/NSA** Department of Energy/National Nuclear Security Administration - Département de l'énergie / Administration nationale de la sécurité nucléaire aux États-Unis.  
**DOSE EFFICACE** Grandeur physique utilisée en radioprotection, qui sert à évaluer l'impact sur les tissus biologiques d'une exposition à un

## A

**AECL** Atomic Energy of Canada Limited. A Canadian research organization.  
**AFCN** Federal agency for nuclear control. Belgian safety authority.  
**AHGNS** Ad Hoc Group on Nuclear Security.  
**ALPHA RADIATION (SYMBOLIZED AS  $\alpha$ )** A highly ionizing form of particle radiation with low penetration consisting of helium-4 nuclei. A simple sheet of paper can prevent its propagation.  
**ANCCLI** French national association of local information commissions and committees.  
**ANDRA** French national radioactive waste management agency.  
**ANR** French national research agency.  
**ASN** French nuclear safety authority.  
**ASND** French nuclear safety authority for defense-related facilities and activities.  
**ASTEC** Accident Source Term Evaluation Code - Computer code system jointly developed by IRSN and GRS to assess physical phenomena at work during a PWR core meltdown accident.  
**ASTRID** Prototype sodium-cooled fast neutron reactor.

## B

**BETA RADIATION (SYMBOLIZED AS  $\beta$ ):** Radiation consisting of electrons with a positive or negative charge. Propagation can be stopped by leaving a space of a few meters around the source or providing a barrier using a simple sheet of aluminum foil.  
**Bfs** Bundesamt für Strahlenschutz - German federal office for radiation protection.  
**BRGM:** French geological survey.

## C

**CABRI** CEA test reactor used by IRSN to study nuclear fuel safety.  
**CAMARI** Aptitude certificate for operating industrial radiology equipment.  
**CPW** Chemical Weapons Convention.  
**CLI** Local information commission.  
**CONTROL ROD ASSEMBLY** A set of mobile interconnected rods containing neutron-absorbing material, which is inserted into the core of a nuclear reactor. It increases or decreases core reactivity depending on its position.  
**CRITICALITY (RISKS)** Risks associated with uncontrolled fission phenomena in fissile materials.  
**CSA** Complementary Safety Assessment.  
**CTE** Euratom technical committee.

## D

**DGGN** General directorate of the national gendarmerie.  
**DSND** Representative in charge of Nuclear Safety and

rayonnement ionisant. Elle tient compte de la sensibilité des tissus affectés et de la nature des rayonnements. L'unité de « dose efficace » est le sievert (Sv).

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

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

## E

**ECS** Évaluation complémentaire de sûreté.

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

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

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

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

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

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

## G

**GAHSN** Groupe ad hoc sur la sécurité nucléaire.

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

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

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

## H

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

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

## I

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

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

**INB** Installation nucléaire de base.

**INBS** Installation nucléaire de base secrète.

**INRS** Institut national de recherche et de sécurité.

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

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

*Radiation Protection for Defense-related Activities and Facilities.*

**DOE/NNSA** *United States Department of Energy/ National Nuclear Security Administration.*

**DOSIMETRY** Assessment or measurement of the dose of radiation (radioactivity) absorbed by a substance or an individual.

**DROM-COM** French overseas departments, regions and collectivities.

## E

**EFFECTIVE DOSE** A physical variable used in the field of radiation protection, where it serves to assess the impact of exposure to ionizing radiation on biological tissue. It takes into account the sensitivity of the affected tissues and the type of radiation. The sievert (Sv) is the unit of effective dose.

**ENSREG** *European Nuclear Safety Regulators Group.*

**ENVIRHOM** Research program that studies the processes involved in radionuclide accumulation and the biological effects induced by this accumulation in flora, fauna and humans in a chronic exposure situation.

**ENSTTI** *European Nuclear Safety Training and Tutoring Institute.*

**EPR** *European Pressurized-water Reactor.*

**ETSON** *European Technical Safety Organisations Network.*

**EURATOM** *European Atomic Energy Community.*

## F

**FP** *European Union Framework Programme for research and technological development.*

**FUEL ASSEMBLY** Bundle of fuel rods assembled in a metal structure, used in nuclear reactors.

## G

**GAMMA RADIATION (SYMBOLIZED AS  $\gamma$ )** Electromagnetic radiation with high penetration but low ionization, emitted during the transformation of radionuclides. Protection is provided by concrete or lead screens.

**GRS** *Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit* - German technical safety organization.

## H

**HILW-LL** High level and intermediate level long-lived waste.

**HFDS** Ministry of Energy Senior Defense and Security Official, the authority in charge of nuclear material protection and control in France.

## I

**IAEA** *International Atomic Energy Agency.*

**ICRP** *International Commission on Radiological Protection.*

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

## J

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

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

## M

**MEDDE** Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie.

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

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

## N

**NEEDS** Nucléaire, énergie, environnement, déchets, société - Programme interdisciplinaire du CNRS.

## O

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

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

**ONDRAF** Agence belge de gestion des déchets radioactifs.

**ORAMED** *Optimization of Radiation Protection of Medical Staff* - Optimisation de la radioprotection du personnel médical.

## P

**PCR** Personne compétente en radioprotection.

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

**PNGMDR** Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs.

**PUI** Plan d'urgence interne.

## R

**RADIOÉLÉMENT** Élément radioactif naturel ou artificiel.

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

**RES** Réacteur d'essais du CEA.

## S

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

**SCK-CEN** Centre d'études nucléaires de Mol (Belgique).

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

**IFREMER** French research institute for exploration of the sea.

**IFSTTAR** French institute of science and technology for transport, development and networks.

**INB** Basic nuclear facility.

**INBS** Secret basic nuclear installation.

**INRS** French national institute for research on safety.

**ISOTOPES** Elements whose atoms have the same number of electrons and protons, but a different number of neutrons. Designated by the same name, they display the same chemical properties. There are currently 325 known natural isotopes and 1,200 artificial isotopes.

**ISTP** International Source Term Program.

**ITER** *International Thermonuclear Experimental Reactor* – An international program set up to demonstrate the viability of nuclear fusion as a new source of energy.

## J

**JAEA** *Japan Atomic Energy Agency*.

**JNES** *Japan Nuclear Energy Safety Organization*.

## L

**LOCA** Loss Of Coolant Accident.

## M

**MEDDE** French Ministry of Ecology, Sustainable Development and Energy.

**MELODI** *Multidisciplinary European Low Dose Initiative*, a European governance instrument set up to organize research into risks relating to low-dose radiation exposure.

**MWe** Megawatt electric, unit of electric power produced. In a pressurized water reactor, the thermal power released is about three times greater.

## N

**NEA** Nuclear Energy Agency.

**NEEDS** CNRS interdisciplinary research program on nuclear power, energy, environment, waste and society.

**NPP** Nuclear power plant.

## O

**OECD** *Organisation for Economic Co-operation and Development*.

**OPCW** *Organisation for the Prohibition of Chemical Weapons*.

**ONDRAF/NIRAS** Belgian national agency for radioactive waste.

**ORAMED** *Optimization of Radiation Protection of Medical Staff*.

## P

**PCR** Radiation protection specialist.

**PNGMDR** French national radioactive materials and

**STUK** *Stäteilyturvakeskus : Radiation and nuclear safety authority – Autorité de sûreté nucléaire (Finlande).*

## T

---

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

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

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

## U

---

**UNSCEAR** *United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiations – Comité scientifique des Nations Unies sur les effets des rayonnements ionisants.*

Pour plus d'informations, vous pouvez également consulter le glossaire sur le site Internet de l'Institut : [www.irsln.fr](http://www.irsln.fr)

*waste management program.*

**PUI** *On-site emergency plan.*

## R

---

**RADIOELEMENT** *Natural or artificial radioactive element.*

**RADIONUCLIDE** *Radioactive isotope of an element.*

**RES** *CEA test reactor.*

## S

---

**SARNET** *Severe Accident Research NETWORK of excellence, a European research project to study core meltdown accidents in water reactors.*

**SCK-CEN** *Belgian nuclear research center in Mol.*

**SOURCE TERM** *Radioactive release to the environment in the event of a core meltdown accident in a water reactor.*

**STAR** *Strategy for Allied Radioecology – a European network of excellence set up to pool its partners' knowledge, infrastructure and research activities in the field of radioecology.*

**STUK** *Stäteilyturvakeskus: Finnish radiation and nuclear safety authority.*

## T

---

**TELERAY** *French national automatic gamma air monitoring network. It also emits a warning in the event of unusually high ambient dose rates.*

**TSO** *Technical Safety Organisation.*

## U

---

**UNSCEAR** *United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation.*

*For further information, consult the glossary on the IRSN website at [www.irsln.fr](http://www.irsln.fr)*



## Coordonnées des sites / Site details

- Siège social

31, avenue de la Division Leclerc  
BP 17 – 92262 Fontenay-aux-Roses Cedex  
Tél. : +33 (0)1 58 35 88 88

- Agen

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

- Cadarache

BP 3  
13115 Saint-Paul-lès-Durance Cedex  
Tél. : +33 (0)4 42 25 70 00

- Cherbourg-Octeville

Rue Max-Pol Fouchet  
BP 10  
50130 Cherbourg-Octeville  
Tél. : +33 (0)2 33 01 41 00

- La Seyne-sur-Mer

Zone portuaire de Brégaillon  
BP 330 – 83507 La Seyne-sur-Mer Cedex  
Tél. : +33 (0)4 94 30 48 29

- Le Vésinet

31, rue de l'Écluse  
BP 40035 – 78116 Le Vésinet Cedex  
Tél. : +33 (0)1 30 15 52 00

- Les Angles – Avignon

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

- Orsay

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

- Pierrelatte

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

- Saclay

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

- Vairao – Tahiti

BP 182 – 98725 Vairao  
Tahiti – Polynésie française  
Tél. : +00 689 54 60 39

## COORDINATION ÉDITORIALE ET RÉALISATION / EDITORIAL AND PRODUCTION COORDINATION

Direction de la stratégie, du développement et des partenariats

### COMITÉ DE PILOTAGE / STEERING COMMITTEE

Matthieu SCHULER  
Valérie MARCHAL

### COMITÉ ÉDITORIAL / EDITORIAL COMMITTEE

Coordination / Coordination: Valérie MARCHAL

Marc-Gérard ALBERT

Michel BAUDRY

Marie-Pierre BIGOT

Sylvie CHARRON

Stéphanie CLAVELLE

Patrick COUSINOU

Patrice DESCHAMPS

Aleth DELATTRE

Didier DEMEILLERS

Agnès DUMAS

Dominique FRANQUARD

Bernard GOUDAL

Jean JALOUNEIX

Patrick LALOI

Pascale MONTI

Gérard RICHER

François ROLLINGER

Véronique ROUYER

Nathalie RUTSCHKOVSKY

Édouard SCOTT de MARTINVILLE

Christine THARAUD

Jean-Luc VERPEAUX

## CONCEPTION GRAPHIQUE ET RÉALISATION / GRAPHIC DESIGN AND PRODUCTION

meanings

### TRADUCTION / TRANSLATION

Provence traduction

### IMPRESSION / PRINTED BY

Fot

### CRÉDITS PHOTO / PHOTO CREDITS

Pierre-Emmanuel Rastoin / IRSN: pages 6, 8, 11, 21, 41 – Dean Calma / AIEA: page 13 – Nugenia: page 13 – IRSN: pages 14, 62, 79, 109, 111, 115 – Laurent Hini / Art Actuel Communication / IRSN: page 14 – Benjamin Miesse / Bel V: page 14 – Frédérique-Elsa Hughes / IRSN: pages 15, 45 – François Lachaume / IRSN: page 15 – LGI Consulting: page 33 – Grégoire Maisonneuve / IRSN: pages 35, 43, 57, 117 – Olivier Seignette / Mikaël Lafontan / IRSN: pages 37, 67 – Olivier Seignette / IRSN: page 39 – Laurent Zylberman / Graphix-Images / ENSTTI: page 48 – Marc Didier / EDF: page 53 – Alexis Morin / EDF: page 55 – V. Bourdon / ASN: page 58 – Laurent Zylberman / Graphix-Images / IRSN: pages 59, 69, 91, 97, 104, 115 – Jérôme Piot / CEA DAM Valduc: page 62 – Iter Organization: page 64 – Igor Lebars / IRSN: page 68 – C. Jandaureck / Cadam / CEA: page 74 – P. Dumas / CEA: page 76 – Pierre Dick / IRSN: page 81 – Arnaud Bouissou / METL-MEDDE: pages 84, 93 – OPCW: page 89 – Jean-Marc Bonzom / IRSN: page 99 – Fabien Milliat / IRSN: page 103 – Luc Benevello / IRSN: page 107 – DR: pages 36, 56, 60, 61, 63, 65, 73, 87, 96, 98.

### RÉDACTION / WRITTEN BY

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

Ce rapport annuel a été approuvé par le conseil d'administration de l'IRSN le 19 mars 2013. / This Annual Report was approved by the IRSN Board of Directors on March 19, 2013.

### ICONOGRAPHIE / ICONOGRAPHY

Charlotte Pascal-Heuzé

© IRSN

N° ISSN : 2104-8843

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

**Siège social**

31, avenue de la Division Leclerc  
92260 Fontenay-aux-Roses  
RCS Nanterre B 440 546 018

**Téléphone**

+33 (0)1 58 35 88 88

**Courrier**

BP 17  
92262 Fontenay-aux-Roses Cedex

**Site Internet**

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