

The cover features a composite image. The top half shows a wide-angle view of a city skyline with many buildings under a blue sky with clouds. The bottom half shows a high-angle view of a busy public square with many people walking and sitting on the ground, surrounded by trees and buildings.

IRSN

INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

FAIRE AVANCER LA SÛRETÉ NUCLÉAIRE

ENHANCING NUCLEAR SAFETY

RAPPORT ANNUEL 2015
ANNUAL REPORT 2015

RAPPORT ANNUEL

ANNUAL REPORT



Faire avancer la sûreté nucléaire, en France et dans le monde

Depuis la loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour une croissance verte, la partie législative du Code de l'environnement définit les missions de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN), expert public des risques, aux côtés de celles de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) et des Commissions locales d'information (CLI). Traduction de la loi, le décret n° 2016-283 du 10 mars 2016 relatif à l'IRSN place l'établissement sous la tutelle conjointe du ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer, du ministère de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche, du ministère des affaires sociales et de la santé, du ministère de la défense.

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 et sécurité des réacteurs nucléaires, usines, laboratoires, transports et déchets. L'IRSN est également présent dans le domaine de l'expertise nucléaire de défense. L'Institut 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 des actes 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 et associations de parties prenantes.

ENHANCING NUCLEAR SAFETY IN FRANCE AND INTERNATIONALLY

Further to Act No. 2015-992 of August 17, 2015 on energy transition for green growth, the legislative part of the French Environment Code defines the missions of IRSN, the National Institute for Radiological Protection and Nuclear Safety, the public expert in nuclear and radiological risks, together with those of ASN, the French Nuclear Safety Authority, and of the local information commissions (CLI). Decree No. 2016-283 of 10 March 2016 on IRSN, which implements the Act, places the organization under the joint supervision of the Ministry of the Environment, Energy, and the Sea, the Ministry

of Education, Higher Education and Research, the Ministry of Social Affairs and Health, and the Ministry of Defense.

IRSN is the nation's public service expert in nuclear and radiation risks, and its activities cover all the related scientific and technical issues in France and in the international arena. Its work therefore concerns a wide range of complementary fields, including environmental monitoring, radiological emergency response, radiation protection and human health in normal and accident situations, prevention of major accidents, and safety and security relating to nuclear reactors, plants, laboratories,

transportation, and waste. It also carries out assessments in the nuclear defense field. In addition, IRSN contributes to government policy in nuclear safety, the protection of human health and the environment against ionizing radiation, and measures aimed at safeguarding nuclear materials, facilities and transportation operations against the risk of malicious acts. Within this context, it interacts with all the organizations concerned including public authorities, in particular nuclear safety and security authorities, local authorities, businesses, research organizations, and stakeholder associations.

RESSOURCES HUMAINES

1 827⁽¹⁾

collaborateurs, parmi lesquels de nombreux spécialistes, ingénieurs, médecins, agronomes, vétérinaires, techniciens, experts et chercheurs, dont 44 docteurs d'État ou personnes habilitées à diriger des recherches. L'IRSN accueille également les activités de **72⁽²⁾ doctorants et 30⁽²⁾ post-doctorants**.

Human resources

1,827⁽¹⁾ employees, including many specialists, such as engineers, doctors, agronomists, veterinarians, technicians, experts and researchers, with 44 doctors or persons qualified to direct research.

IRSN is also the place of work of:

72⁽²⁾ doctorate students and 30⁽²⁾ post-doctorate students.

BUDGET

304 M€

ont été dépensés en 2015, dont :

- **40,7%** du budget (hors projets immobiliers et Feurs) consacrés à la recherche ;
- **49,4%** du budget (hors projets immobiliers et Feurs) consacrés à l'appui technique et aux missions d'intérêt public.

Budget

304 M€ spent by IRSN in 2015:

- **40.7%** of budget devoted to research excluding property projects and Feurs;
- **49.4%** of budget allocated to technical support and public service missions excluding property projects and Feurs.

(1) Cet effectif est constitué de 1 650 contrats à durée indéterminée et de 177 contrats à durée déterminée (il inclut 71 mises à disposition et n'inclut pas 22 détachements). / This workforce consists of 1,650 persons on permanent contracts and 177 on fixed-term contracts (including 71 persons assigned to other organizations, but excluding 22 temporary assignments).

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

SOMMAIRE

Contents

AVANT- PROPOS

Dominique Le Guludec **P. 8**

Jean-Christophe Niel **P. 10**

Georges-Henri Mouton **P. 12**

3 questions à... Jacques Repussard **P. 13**

ACTIVITÉ EN CHIFFRES P. 14

STRATÉGIE P. 17

Stratégie et perspectives **P. 18**

Management des connaissances **P. 27**

Information et communication **P. 29**

L'ANNÉE EN IMAGES

ACTIVITÉS P. 31

SÛRETÉ P. 32

Sûreté des installations nucléaires civiles **P. 33**

Du démantèlement des anciens réacteurs
à la conception des futurs réacteurs **P. 35**

Vieillessement des réacteurs **P. 38**

Accidents graves **P. 40**

Combustible **P. 43**

Criticité et neutronique **P. 46**

Incendie et confinement **P. 47**

**Sûreté et radioprotection des installations
et activités intéressant la défense P. 49**

Stockage géologique de déchets radioactifs **P. 51**

SÉCURITÉ ET NON-PROLIFÉRATION P. 53

Sécurité nucléaire **P. 54**

Non-prolifération nucléaire **P. 58**

Interdiction des armements chimiques **P. 60**

FOREWORD

Dominique Le Guludec **p. 8**

Jacques Repussard **p. 10**

Georges-Henri Mouton **p. 12**

Three questions for... Jacques Repussard **p. 13**

ACTIVITY: KEY FIGURES p. 14

STRATEGY p. 17

Strategy and outlook **P. 18**

Knowledge management **P. 27**

Information

and communication **P. 29**

THE YEAR IN IMAGES

ACTIVITIES p. 31

SAFETY p. 32

Safety of civil nuclear facilities **p. 33**

From decommissioning old reactors
to designing those of the future **p. 35**

Reactor ageing **p. 38**

Severe accidents **p. 40**

Fuel **p. 43**

Criticality and neutronics **p. 46**

Fire and containment **p. 47**

*Safety and radiation protection
of defense-related facilities
and activities p. 49*

*Geological disposal of radioactive
waste p. 51*

SECURITY AND NONPROLIFERATION p. 53

Nuclear security **p. 54**

Nuclear nonproliferation **p. 58**

Chemical weapons ban **p. 60**

RADIOPROTECTION DE L'HOMME ET DE L'ENVIRONNEMENT P. 62

- Surveillance de l'environnement **P. 63**
- Transfert des radionucléides dans
l'environnement **P. 64**
- Radon et sites pollués **P. 66**
- Exposition des populations **P. 69**
- Radioprotection des travailleurs **P. 71**
- Effet des expositions chroniques **P. 72**
- Protection dans le domaine médical **P. 75**

CRISE ET SITUATIONS POSTACCIDENTELLES P. 77

- Préparation aux situations de crise
et postaccidentelles **P. 78**

RADIATION PROTECTION - HUMAN AND ENVIRONMENT HEALTH p. 62

- Environmental monitoring p. 63*
- Radionuclide transfer
in the environment p. 64*
- Radon and polluted sites p. 66*
- Human exposure p. 69*
- Radiation protection
in the workplace p. 71*
- Effects of chronic exposure p. 72*
- Protection in healthcare p. 75*

EMERGENCY AND POST-ACCIDENT SITUATIONS p. 77

- Emergency and post-accident
preparedness and response p. 78*

EFFICIENCY p. 81

- IMPROVED ECONOMIC AND
FINANCIAL MANAGEMENT p. 82**
- PROPERTY p. 83**
- COMPUTER SECURITY p. 84**
- QUALITY AND CORPORATE SOCIAL
RESPONSIBILITY p. 85**

EFFICIENCE P. 81

RENFORCEMENT DU PILOTAGE ÉCONOMIQUE ET FINANCIER P. 82

IMMOBILIER P. 83

SÉCURITÉ INFORMATIQUE P. 84

QUALITÉ ET RESPONSABILITÉ SOCIÉTALE DE L'ENTREPRISE P. 85

RESSOURCES HUMAINES P. 86

ORGANIGRAMME P. 88

- Conseil d'administration P. 90
- Comité d'orientation auprès de la direction de
l'expertise nucléaire de défense – CODEND P. 91
- Conseil scientifique P. 91
- Commission d'éthique et de déontologie P. 92
- Comité d'orientation de la recherche en sûreté
nucléaire et en radioprotection – COR P. 92
- Glossaire P. 94

HUMAN RESOURCES p. 86

ORGANIZATION CHART p. 88

- Board of Directors p. 90*
- Steering committee for the nuclear
defense expertise division -
CODEND p. 91*
- Scientific council p. 91*
- Ethics commission composition p. 92*
- Nuclear safety and radiation protection
research policy committee - COR p. 92*
- Glossary p. 94*



Dominique Le Guludec,
Présidente du conseil d'administration
Chairperson

La loi du 17 août relative à la transition énergétique et le décret du 10 mars 2016 qui la traduit consolident le système national de sûreté nucléaire et de radioprotection et réaffirment le rôle moteur et l'indépendance de l'IRSN dans la gouvernance des risques nucléaires et radiologiques.

L'année 2015 marque un changement d'importance sur le plan législatif et réglementaire, tant pour l'IRSN que pour nos concitoyens. Le vote, le 17 août, de la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte propose des choix de mix énergétique et de réduction de la consommation qui nous concernent tous, mais il consolide également le système national de sûreté nucléaire et de radioprotection.

Ce texte donne une lisibilité globale au niveau législatif du dispositif de gouvernance des risques nucléaires et radiologiques, avec les exploitants, premiers acteurs de la sûreté, ainsi que l'ASN, les Cli et l'IRSN pour l'expertise publique de ces risques. Il confirme le rôle majeur des connaissances scientifiques et techniques dans la maîtrise des risques.

La loi et le décret du 10 mars 2016 qui la traduit font apparaître pleinement l'ensemble des acteurs concernés, leurs missions et leurs rôles respectifs. L'indépendance de l'IRSN est réaffirmée, en particulier au travers de la publication des avis et des résultats scientifiques, ce qui renforce l'information et la transparence vis-à-vis de nos concitoyens.

Parmi les actions majeures de l'IRSN en 2015, je retiendrai la formalisation de la stratégie scientifique de l'Institut, un instrument essentiel pour orienter et expliciter son action, au travers des questions posées et des lignes de force exprimées. Ce document préfacé par Ségolène Royal, ministre en charge de l'environnement, s'inscrit dans la volonté de l'Institut de partager sa stratégie de recherche et de la rendre lisible pour nos partenaires de recherche, nos tutelles, et pour les auditeurs du HCERES⁽¹⁾. Ce document permet également de placer l'IRSN dans la stratégie nationale de recherche, ainsi que dans le contexte international, en particulier européen.

Par ailleurs, quelques sujets m'ont paru illustrer la diversité de nos actions. Je retiens, **sur le plan de la sûreté nucléaire**, la réactivité des équipes pour l'instruction de sujets non programmés comme la cuve de l'EPR 3 de Flamanville ou la mobilisation de leurs compétences pour préparer la divergence de CABRI, outil de recherche à haut potentiel pour un programme ambitieux. Je pourrais aussi citer la complémentarité

The Act of August 17 on the energy transition for green growth, and its implementing Decree of March 10, 2016, consolidate the French national nuclear safety and radiation protection system, and restate the IRSN's independence and driving role in the governance of nuclear and radiological risks.

The year 2015 marks a legislative and regulatory turning point for IRSN and for all French citizens. Voted on August 17, the Act on energy transition for green growth not only introduces proposals concerning the energy mix and ways of saving energy that concern society as a whole, but also consolidates the national nuclear safety and radiation protection system. The Act clarifies the general legislative issues relating to the governance of nuclear and radiological risks, with licensees, at the front line of safety, as well as ASN, the local information commissions, and IRSN, providing public expertise for assessing these risks. It confirms the overriding importance of scientific and technical knowledge for effective risk management.

The Act, and its implementing Decree of March 10, 2016, clearly identify all the stakeholders, together with their respective missions and functions. Under the Act, IRSN's independence is reaffirmed, in particular through the publication of its notices and scientific results, which provides the public with more information and enhancing transparency.

In my opinion, one of the most significant events for IRSN in 2015 was the formalization of our scientific strategy. This vital instrument serves to guide and explain our action through the questions it raises and the main themes addressed. This document, prefaced by the Minister of the Environment, Ségolène Royal, testifies to IRSN's ambition to share its research strategy and clarify it for our research partners, supervisory bodies and the auditors at the HCERES⁽¹⁾. The document also highlights IRSN's position in the national research strategy, and in the international - in particular European - arena. I feel that the wide range of IRSN's action can be seen in a number of topics.

Regarding nuclear safety, I would mention our teams' rapid response in examining unscheduled topics, such as the Flamanville EPR 3 reactor vessel, and the expertise and skills that they contributed to prepare the divergence of the CABRI reactor, a high-potential research tool for an ambitious project. I could also point out the complementary aspects of the assessment work carried out at the start of the fourth ten-yearly outage program, and research into ageing.

In the healthcare field, IRSN's contribution to radiation protection is illustrated by publications in leading journals on the risk of leukemia and solid cancer in workers in the nuclear industry who are chronically exposed to low-dose ionizing radiation, based on the INWORKS epidemiological study.

Regarding security, the terrorist attacks that struck at the very heart of France, and the growing threat to which facilities in the country are exposed, have also called for action by IRSN, whose ability to interrelate safety and security is a vital asset in the nation's system of defense and protection.

entre les travaux d'expertise entamant le cycle des 4^{es} visites décennales et les avancées des travaux de recherche sur le vieillissement.

Sur le plan de la santé, les publications dans des revues de haut niveau sur le risque de leucémie et de cancer solide chez les travailleurs de l'industrie nucléaire exposés de façon chronique à de faibles doses de rayonnements ionisants, grâce à l'étude épidémiologique Inworks, marquent l'apport de l'IRSN dans le domaine de la radioprotection.

Sur le plan de la sécurité, les attentats qu'a déplorés notre pays sur son territoire et l'accroissement de la menace pesant sur les installations mobilise également l'Institut. Il faut noter que sa capacité à faire le lien entre sûreté et sécurité représente un atout essentiel dans le dispositif national.

À l'international, la préparation du premier appel à projets du consortium Concert, dispositif de programmation européenne conjointe pour la recherche en radioprotection, montre, au même titre que le lancement de SITEX II ⁽²⁾, le rôle moteur de l'Institut dans cette dynamique multipartenariale. De même, son action en matière de formation s'illustre à travers l'accord de coopération signé avec l'université de Singapour dans le domaine de la formation en sûreté et la préparation aux situations d'urgence.

L'Institut continue de s'engager **au service d'une société vigilante aux risques**. Je retiens l'investissement sur le long terme et dans les territoires du dialogue avec les parties prenantes, notamment avec l'aide des Cli et de l'Ancli. À ce titre, la deuxième édition du séminaire Ancli/IRSN consacré à la radioactivité dans l'environnement et ses effets sur la santé a suscité de nombreux échanges qui alimentent nos réflexions. D'autres travaux ont revisité la restitution du bilan de l'exposition de la population aux rayonnements ionisants par une

contribution pédagogique centrée sur la réalité des expositions individuelles. Une application dédiée disponible sur notre site Internet permet à chacun de se situer.

Enfin, je tiens à inclure dans ce panorama, plutôt centré sur les sujets scientifiques, les efforts faits par l'Institut en matière de **pilotage économique et financier**, qui nous ont permis d'améliorer, ainsi que le montre le bilan financier 2015, l'utilisation des moyens importants qui nous sont confiés.

Plus globalement, le présent rapport offre un tour d'horizon plus complet des activités marquantes de l'année et trouve son prolongement via notre portail Internet qui complète cette présentation par les rapports scientifiques et techniques de l'IRSN. Parmi les grands changements qui s'imposent à l'Institut, à côté des évolutions législatives, le départ du directeur général Jacques Repussard qui a fait valoir ses droits à la retraite, marque un tournant pour l'Institut. Jacques Repussard a posé les fondations de l'IRSN dans le paysage national de la sûreté en prônant une vision stratégique des risques en appui aux pouvoirs publics. Il lui a donné une notoriété fondée sur la compétence et l'indépendance. Il a œuvré à l'adaptation de son dispositif de financement et à la préservation de ses ressources financières et humaines. Enfin, il a développé l'Institut à l'international et a œuvré avec insistance pour l'ouverture à la société.

Je salue également l'arrivée de Jean-Christophe Niel qui vient de prendre ses fonctions de directeur général et devrait marquer la seconde décennie de l'Institut dans un contexte complexe et contraint, en anticipant les évolutions indispensables à notre efficience. Je suis certaine qu'ensemble nous saurons porter les défis de l'Institut, tant en termes de gestion que d'excellence scientifique et technique. ■

(1) Haut Conseil de l'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur.

(2) SITEX II : projet européen – Sustainable Network for Independent Technical Expertise of Radioactive Waste Disposal – Interactions and Implementation.

On the international scene, the work to prepare the first call for projects for the CONCERT European Joint Programme for the Integration of Radiation Protection Research, is an illustration of IRSN's driving role in multiple-partnership initiatives, as is the launching of SITEX II⁽²⁾. Similarly, its achievements in the field of training are reflected in the cooperation agreement signed with the University of Singapore on safety training and emergency preparedness.

*IRSN continues its efforts to **promote a risk-aware society**. I would also highlight the long-term effort devoted to exchanges with stakeholders at the local level, in collaboration with the local information commissions and the national association of local information commissions and committees (ANCCLI). On this subject, the second ANCCLI/IRSN seminar on environmental radioactivity and its health effects led to a wide range of discussions and debates for further investigation. Other work reviewed the report on exposure to ionizing radiation in France, with an educational approach to individual exposure that is more focused on reality. A dedicated application*

on our website allows individuals to estimate their exposure, an approach that is in line with the new ASN/IRSN exhibition on nuclear risks.

*To round off this overview, which has mainly focused on scientific topics, I would like to mention IRSN's efforts in the field of **economic and financial management**. As can be seen in the 2015 financial report, these have led to more efficient use of the significant resources allocated to us.*

Overall, this year's annual report offers a more comprehensive panorama of the year's key events. Further information is available on our website, where it is possible to consult IRSN's technical and scientific reports.

The legislative changes mentioned above are not the only changes we must face, for we must also acknowledge the departure of Jacques Repussard, our former Director General, who took the decision to retire. This is a major turning point in the life of the organization. Jacques Repussard laid the foundations of IRSN in the national safety arena, by advocating a strategic view of risks in support of the public authorities. Through his action, IRSN has earned a reputation as a

competent and independent organization. Jacques Repussard worked to adapt IRSN's funding and preserve its financial and human resources. He heightened its international profile and worked relentlessly to open the organization up to society.

I would also like to welcome Jean-Christophe Niel as he takes up his position as the new Director General. He will no doubt leave his mark on IRSN's second decade, as we look ahead to a period that will be complex, with many constraints, calling for a number of vital changes to ensure our efficiency. I am certain that together we will succeed in taking up the challenges that lie ahead, whether in terms of management or scientific and technical excellence. ■

(1) High Council for Evaluation of Research and Higher Education.

(2) SITEX II: A European project Sustainable network for independent technical expertise of radioactive waste disposal - interactions and implementation.



Jean-Christophe Niel,
Directeur général
Director general

Dans un contexte législatif consolidé, l'IRSN doit poursuivre le développement de sa stratégie scientifique, renforcer la cohérence de ses actions avec les autorités publiques, enrichir la contribution de l'Institut à la transparence et à la vigilance citoyenne.

À l'occasion des auditions par les commissions chargées du développement durable de l'Assemblée nationale et du Sénat, préalables à ma nomination en tant que directeur général de l'IRSN, j'ai présenté ma vision et mes objectifs pour l'Institut en matière de radioprotection et de sûreté nucléaire. Cet avant-propos me donne l'occasion d'y revenir.

En préalable, je souhaite saluer le travail accompli par mon prédécesseur, Jacques Repussard, depuis une dizaine d'années. Au travers d'une interview dans les pages qui suivent, il reviendra sur ces années, notamment 2015, mais aussi sur les enjeux majeurs dans l'avenir.

Mes diverses expériences dans le domaine de la recherche fondamentale puis au sein de l'IRSN et de l'ASN me conduisent aujourd'hui à identifier cinq orientations majeures que j'entends impulser au sein de l'Institut, en relation avec la présidente du conseil d'administration, Dominique Le Gulse, pour les années à venir :

• développer, en relation avec les acteurs concernés, la stratégie scientifique de l'IRSN dans un triple objectif :

- contribuer à l'amélioration des connaissances pour la sûreté nucléaire et la radioprotection, la protection de l'environnement et la sécurité ;
- alimenter l'expertise dans les domaines, appuyée sur les meilleures connaissances du moment ;
- favoriser le développement d'une culture scientifique de haut niveau.

Cette stratégie s'intégrera à la fois dans la stratégie de recherche nationale et dans les agendas de recherche européens. Elle favorisera les partenariats de l'IRSN en France et à l'étranger, avec ses homologues, les organismes de recherche, les industriels, en veillant à son indépendance ;

• renforcer la cohérence stratégique avec les autorités publiques, notamment l'ASN dans le cadre du système « dual », tout en assurant l'indépendance de l'expertise de

Within a consolidated legislative context, IRSN must continue to develop its scientific strategy, seek greater coherence in its activities with the public authorities, and devote more effort to promoting transparency and a risk-aware society.

I first presented my views and goals for IRSN regarding radiation protection and nuclear safety at the hearings of the French National Assembly and Senate sustainable development committees, prior to my appointment as Director General of IRSN. This foreword now gives me an opportunity to present these views to you.

I would like to begin by paying tribute to the work accomplished over the past ten years by my predecessor, Jacques Repussard. In the interview on the following pages, he looks back on these years, 2015 in particular, and expresses his own views, not only on the past but also on the main issues that lie ahead. Drawing on the full range of my experience

in fundamental research, and that acquired working for IRSN and ASN, I would like to define, with our Chairperson, Dominique Le Gulse, the general direction that we believe IRSN should take over the coming years, based on five key points:

• develop IRSN's scientific strategy with the stakeholders concerned, with the following threefold objective:

- helping to improve knowledge in the fields of nuclear safety, radiation protection, environmental protection and security;
- developing expertise in these fields, drawing on state-of-the-art knowledge;
- fostering the growth of a high-level scientific culture.

This strategy will be part of French national research strategy as well as European research agendas. It will promote IRSN's partnerships with its French and foreign counterparts,

research organizations, and industry, while guaranteeing its independence;

• strengthen strategic coherence with the public authorities, in particular ASN, as part of the "dual system", while guaranteeing the independence of IRSN's assessment activities. For this purpose, a shared strategic program must be developed for assessment activities requiring the use of IRSN resources, to provide support that is both technically unquestionable and proportionate to the problems addressed, particularly in the implementation of new legislative measures (such as the Act on energy transition for green growth, the Act on the modernization of the healthcare system);

• boost IRSN's contribution to initiatives that promote transparency and participation in nuclear safety, radiation protection and, more generally, risk management. In particular, this entails systematically publishing IRSN's notices and making the

l'IRSN. Il convient à cette fin d'élaborer une programmation stratégique partagée de l'activité d'expertise mobilisant les moyens de l'IRSN pour un appui techniquement incontestable, opérationnel et proportionné aux enjeux, notamment en ce qui concerne la mise en œuvre des nouvelles dispositions législatives (loi TECV, loi de modernisation du système de santé, etc.);

- **enrichir la contribution de l'Institut à la transparence et à la participation en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection** ainsi que, plus généralement, à la gestion du risque. Il s'agit notamment d'organiser de manière systématique la publication des avis de l'IRSN et la publicité des données scientifiques de ses programmes de recherche pour améliorer l'information du public et des professionnels. Je compte aussi renforcer le travail important déjà engagé par l'IRSN avec les Cli, et poursuivre l'investissement auprès des publics scolaires;

- **valoriser le potentiel humain de l'Institut** et renforcer encore l'adhésion et l'implication forte de ses personnels à ses missions. Ce sera aussi aider à la réalisation d'itinéraires professionnels variés et favoriser la diversité et l'égalité professionnelle;

- **assurer un fonctionnement efficace de l'Institut** dans un contexte de finances publiques contraintes et en relation avec ses tutelles et une gestion écologiquement responsable de celui-ci.

Ces orientations devront également faire l'objet d'échanges approfondis avec l'ensemble des parties prenantes, au premier rang desquelles les tutelles de l'Institut, les autorités compétentes auxquelles il apporte un appui technique, en particulier l'ASN, et les personnels de l'IRSN.

Enfin, je souhaite souligner combien le rôle de l'Institut prend une dimension particulière dans le contexte actuel.

Les enjeux de sûreté nucléaire dans les années à venir sont importants, avec la question de la prolongation de l'exploitation des réacteurs au-delà de 40 ans, les réexamens de sûreté des installations du cycle du combustible, les démantèlements ou la construction de nouvelles installations comme EPR, Cigéo, ITER ou le RJH. La loi sur la transition énergétique pour la croissance verte renforce d'ailleurs la sûreté nucléaire et l'information des citoyens.

L'évolution des pratiques médicales induit des enjeux croissants de protection contre les rayonnements ionisants pour les patients, les professionnels et plus généralement le public, notamment en raison de l'augmentation significative des doses de rayonnements ionisants délivrées aux patients lors des examens diagnostiques et du recours à des technologies de plus en plus sophistiquées en radiothérapie.

Comme l'indique bien l'édition 2015 du Baromètre de l'IRSN sur la perception des risques par les Français, les préoccupations environnementales sont en croissance. Les dramatiques attentats de ces derniers mois en France et en Europe ont confirmé que les questions de sécurité et de lutte contre les actes de malveillance revêtent désormais une importance de premier plan.

Avec les femmes et les hommes de l'IRSN qui en constituent la richesse et dont les compétences et le professionnalisme sont reconnus en France et à l'étranger, j'ai la volonté de répondre aux enjeux posés à l'Institut en matière de sûreté et de sécurité nucléaires et de radioprotection. ■

scientific data of its research programs available to keep the general public and professionals better informed. I also intend to step up IRSN's already considerable work with the local information commissions and to continue its activities with schools;

- **develop IRSN's human potential** and encourage even greater commitment to and involvement in its activities among employees. This will also enable individuals to follow a variety of career paths and promote diversity and equal opportunities in the work place;

- **collaborate with IRSN's supervisory authorities** to ensure efficient operation and environmentally responsible management.

These strategic guidelines will be the subject of in-depth discussions with all the stakeholders, first and foremost IRSN's supervisory ministries, the relevant authorities to which IRSN provides technical support, ASN in

particular, as well as its own teams. Lastly, I would like to emphasize the specific nature of IRSN's mission at this particular time.

Several major nuclear safety issues are on the horizon, including the question of extending the operating life of reactors beyond 40 years, the upcoming safety reviews of fuel cycle facilities, decommissioning activities, and the construction of new facilities such as the EPR, the Cigéo radioactive waste disposal facility, ITER, and the Jules Horowitz reactor. Nuclear safety and public information are both reinforced under the Act on energy transition for green growth.

Owing to new developments in medical practice, protecting patients, professionals, and the general public against ionizing radiation is becoming more crucial than ever. Two key factors in this situation are the significant increase in ionizing radiation doses delivered to patients during diagnostic

examinations, and the use of increasingly sophisticated technology in radiation therapy.

Environmental concerns are growing, as reflected in the IRSN Barometer 2015 on the perception of risks in France. The dramatic terrorist attacks in France and Europe in recent months have confirmed that security and the prevention of malicious acts are also high on the list.

Together with the men and women at IRSN, who represent our most precious resource, and whose expertise and professionalism are recognized both in France and abroad, I fully intend to take up the challenges facing IRSN in the fields of nuclear safety and radiation protection. ■



Georges-Henri Mouton,
Directeur général adjoint, délégué
pour les missions relevant de la défense
Deputy Director General,
in charge of Defense related missions

Dans un contexte marqué par une menace forte sur notre territoire et un emploi élevé des forces armées à l'extérieur, conjugué au maintien de la posture de dissuasion nucléaire, l'Institut apporte aux autorités toute son expérience, sa compétence et son engagement pour faire avancer la sûreté nucléaire dans la défense et la sécurité nucléaire pour les installations et transports civils.

Les enjeux de sécurité et de défense sont une préoccupation majeure de notre pays, marqué par les tragiques attentats de janvier et de novembre 2015 et l'ampleur des interventions extérieures des armées. Dans ce contexte, l'Institut, depuis sa création et dans la continuité des structures qui l'ont précédé, apporte tout son concours et sa capacité de réflexion pour faire progresser la sûreté au sein de la défense et la sécurité des installations civiles et des transports associés. L'appui technique fourni par l'IRSN donne à l'autorité de sûreté nucléaire de défense (DSND) une capacité d'exigence forte en termes de sûreté, alors que des projets majeurs approchent (sous-marin d'attaque type BARRACUDA) ou entrent en conception (sous-marin nucléaire lanceur d'engins devant remplacer la génération du « Triomphant ») et que les questions de reprise des déchets anciens, d'assainissement et de démantèlement prennent plus d'ampleur. La réflexion sur la gestion de crise dans le domaine des activités intéressant la défense est également un axe de travail important. L'action de Bernard Dupraz, DSND depuis cinq ans, s'appuyant en toute confiance et exigence sur les travaux de l'Institut, a permis de faire progresser

la sûreté, qui est, pour la défense, une exigence aussi forte que pour le monde civil. La sécurité des installations nucléaires et des transports associés est une préoccupation permanente, présente depuis l'introduction de l'énergie nucléaire en France. La menace a évolué et s'est accrue depuis plusieurs années. Face à cette évolution majeure, l'Institut soutient la politique volontaire du Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité du ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer (HFDS MEEM), autorité de sécurité nucléaire, pour accroître la capacité de toutes les installations nucléaires et des transports à résister aux menaces. Pour être mieux à même de répondre à cette exigence, la direction de l'expertise nucléaire de défense (DEND) se réorganise en se dotant d'une plus forte capacité d'expertise et d'études sur ce sujet. Même si elle apparaît moins sur le devant de la scène, la lutte contre la prolifération reste un sujet majeur pour la France. L'Institut joue dans ce cadre un rôle essentiel en apportant un appui technique aux autorités françaises dans l'application en France des traités de non-prolifération nucléaire et d'interdiction des armes chimiques, et s'attache à maintenir son expertise au plus haut niveau dans ce domaine. ■

France currently faces a serious threat, and its armed forces are widely deployed overseas. Within this context, and in keeping with the country's stance on nuclear deterrence, IRSN provides the authorities with support, in terms of experience, skills and commitment, to enhance nuclear safety in defense-related activities and nuclear security for facilities and the transportation of materials.

In the wake of the tragic terrorist attacks in January and November 2015, and given the scale of our military operations overseas, security and defense are, now more than ever, major concerns for our nation. Since its creation, and following in the footsteps of the organizations that went before it, IRSN puts all its resources and expertise into enhancing safety in defense-related activities and the security of civil nuclear facilities and the

transport of nuclear materials. The technical support provided by IRSN enables the Nuclear Safety Authority for Defense-related Facilities and Activities (ASND) to set high safety standards at a time when major projects are imminent (Barracuda class nuclear attack submarine) or about to enter the design stage (a nuclear-powered ballistic missile submarine to replace the Triomphant generation) and questions regarding the management of legacy waste, cleanup and dismantling are taking on greater importance. Emergency response concerning defense-related activities is another key concern. Placing his trust in IRSN's work, Bernard Dupraz, the Representative in charge of Nuclear Safety and Radiation Protection for Defense-related Facilities and Activities (DSND), has worked to enhance safety over the past five years. In the defense sector, safety is just as essential a requirement as it is in the civil sector. Security at nuclear facilities and during the

transportation of nuclear materials has been a constant concern ever since nuclear energy was introduced in France. The threat has evolved and grown in the last few years. In the face of this major concern, IRSN supports the Senior Defense and Security Official (HFDS) of the Ministry of the Environment, Energy, and the Sea in his determination to ensure that all nuclear facilities and transport operations can withstand this threat. To be better able to meet this requirement, DEND, the Nuclear Defense Expertise Division, is reorganizing and increasing its assessment and study capabilities in this area. Preventing proliferation remains a major issue in France, although it may appear to have moved off center stage. IRSN plays a vital role in this area by providing the French authorities with technical support in applying treaties on nuclear nonproliferation and the prohibition of chemical weapons in France, and endeavors to maintain its expertise in this field at the highest level. ■

3 QUESTIONS À...



Jacques Repussard,
Directeur général de
l'IRSN de mars 2003
à mars 2016

Three questions for...

*Jacques Repussard,
IRSN's Director General
from March 2003 to
March 2016*

Quels sont les événements qui ont marqué l'année 2015 pour l'IRSN ?

L'adoption des mesures concernant l'IRSN dans la loi de transition énergétique, et la validation par le COR de sa stratégie scientifique témoignent combien l'Institut est en phase avec les attentes de la société, à travers ses élus et les acteurs de la société civile. Le franchissement de jalons majeurs d'investissements lourds illustre la capacité à conduire des programmes de R&D sophistiqués.

En quelques mots, quel bilan tirez-vous de votre mandat à l'IRSN ?

Après 13 ans à la tête de l'IRSN, ma fierté est l'essor indiscutable de l'IRSN, sorti du giron du CEA, grâce à une vision stratégique simple axée sur trois valeurs clé promues et défendues avec constance : prééminence de la connaissance scientifique, indépendance de jugement, volonté de proximité à l'égard de tous les acteurs concernés. La pertinence remarquée mondialement des actions menées pendant la crise de Fukushima en reste à ce jour la plus brillante démonstration.

Quels sont, selon vous, les prochains enjeux majeurs de la sûreté nucléaire et de la radioprotection ?

La recherche de l'Institut, fondement essentiel de sa légitimité scientifique en tant qu'expert public, a fait beaucoup de progrès mais doit encore s'adapter, dans le domaine des sciences utiles à la radioprotection, à l'exigence d'excellence et de compétitivité du contexte européen et mondial. Une restructuration de ce secteur au sein de l'IRSN est indispensable au regard de l'importance des enjeux économiques, de santé publique et sociétaux. Autre pilier des savoir-faire, les prestations sont pour l'Institut une école indispensable du monde réel, dans les entreprises et à l'étranger. L'IRSN aura à renforcer sa capacité de réponse aux attentes, dans un contexte concurrentiel. Enfin, une remarque qui va au-delà de l'IRSN : si la France figure parmi les États les mieux à même d'affronter une séquence grave d'accident nucléaire, le pays n'est pas préparé convenablement à gérer les conséquences au long cours d'un accident conduisant à des rejets radioactifs massifs. La probabilité d'un tel événement est très faible, mais la France a la plus grande densité au monde d'installations nucléaires...

What events do you regard as the real highlights of the year 2015 for IRSN?

The measures concerning IRSN adopted under the Act on energy transition for green growth, and the validation of its scientific strategy by the Nuclear Safety and Radiation Protection Research Policy Committee (COR), reflect the success of the Institute in meeting society's expectations, as expressed by elected representatives and stakeholders in civil society. Significant investment milestones have been reached, illustrating our capacity to lead sophisticated R&D programs.

How would you sum up in a few words the time you spent at IRSN as Director General?

After 13 years at the head of IRSN, I am proud of the unquestionable expansion of our organization, which is now independent of CEA. This expansion has been driven by a simple strategy based on three key principles that have been constantly promoted and defended: the preponderance of scientific knowledge, the independence of judgment, and the willingness to remain accessible to all the stakeholders concerned. The worldwide recognition of the actions carried out by IRSN during the Fukushima crisis is the most outstanding example of this to date.

In your opinion, what are the next major issues to be addressed in nuclear safety and radiation protection?

Research at IRSN, on which the organization's scientific legitimacy is built, has made significant progress. Nevertheless, further adaptation is required in the field of sciences relating to radiation protection, in terms of the demand for excellence, and of the need to gain a competitive edge in Europe and the rest of the world. In view of the economic, public health and social issues, in this area, IRSN must restructure its research sector. Service contracts, another pillar of expertise, provide IRSN with vital experience of the real world, in businesses and in other countries. Response capabilities in a highly competitive environment will need to be strengthened.

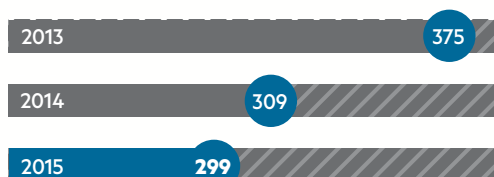
Lastly, I would like to make a general remark that does not relate specifically to IRSN. While France is one of the countries that is most ready and able to respond to a severe nuclear accident situation, the country is not adequately prepared to manage the long-term consequences of an accident involving massive radioactive release. Although an event of this type is highly unlikely, it should not be forgotten that France has the greatest density of nuclear facilities in the world.

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.



64

projets internationaux
(65 en 2014).
international projects
(65 in 2014).



175

représentants de l'IRSN participant à des groupes internationaux
(175 en 2014).
IRSN participants in international working groups
(175 in 2014).



41

pays concernés par ces accords (40 en 2014).
countries involved in these agreements
(40 in 2014).

RECHERCHE

Research

40,7 %

du budget hors projets immobiliers et Feurs consacré à la recherche
(40,5 % en 2014).

budget devoted to research excluding property projects and Feurs
(40.5% in 2014).



217

publications répertoriées dans le JCR (*Journal Citation Reports*)
(209 en 2014).

publications in Journal Citation Reports
(209 in 2014).

28

thèses soutenues
(21 en 2014).
dissertations defended
(21 in 2014).

554

communications scientifiques dans des congrès (base de données Minerve)
(430 en 2014).

scientific lectures at conferences
(430 in 2014).

APPUI TECHNIQUE AUX POUVOIRS PUBLICS ET AUX AUTORITÉS

Technical support for public authorities

49,4 %

du budget (hors projets immobiliers et Feurs) consacré à l'appui technique et aux missions d'intérêt public (52,8 % en 2014).

of budget devoted to technical support and public service missions excluding property projects and Feurs (52.8% in 2014).

543

avis et rapports techniques à l'Autorité de sûreté nucléaire
(588 en 2014).

technical notices and reports to ASN
(588 in 2014).

70

avis techniques à l'Autorité de sûreté nucléaire de défense
(79 en 2014).

technical notices to the nuclear defense safety Authority
(79 in 2014).

194

avis techniques à l'Autorité de sécurité nucléaire
(324 en 2014).

technical notices to High Civil Servant for Defense and Security
(324 in 2014).

BUDGET ET RÉPARTITION

Budget breakdown



279 M€

de recettes (278 M€ en 2014).

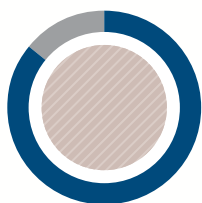
279 €M revenue (278 €M in 2014).

304 M€

de dépenses, dont 41 M€ d'investissement en équipements

(291 M€, dont 28 M€ en 2014).

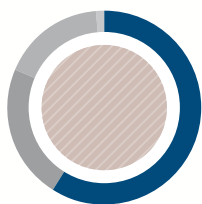
304 €M revenue including 41 €M for equipment investment
(291 €M including 28 €M in 2014).



DÉPENSES DE FONCTIONNEMENT ET D'INVESTISSEMENT

Operating and investment expenditure

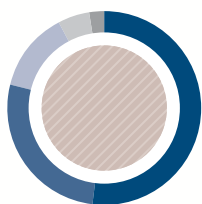
- **86 %** Fonctionnement
Operating expenses
- **14 %** Investissement
Investment



ORIGINE DU FINANCEMENT TOTAL

Total funding

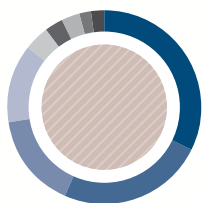
- **59,1%** Subvention du programme
LOLF 190 / Budget act 190 grant
- **22,4 %** Contribution exploitants
Operators' contribution
- **17,2 %** Autres ressources d'origine française ou étrangère (hors LOLF)
Other French or foreign funds (aside from budget act)
- **1,3 %** Subvention du programme
LOLF 212 / Budget act 212 grant



ORIGINE DU FINANCEMENT FRANÇAIS (HORS LOLF)

French funds (aside from budget act)

- **52,1%** Autres / Others
- **26,8 %** EDF / EDF
- **13,4 %** État / State
- **5,4 %** Areva / Areva
- **2,3 %** CEA / CEA



ORIGINE DU FINANCEMENT ÉTRANGER

Foreign funds

- **32,4 %** Nuclear Regulation Authority - NRA (Japon)
- **24,3 %** Riskaudit
- **16 %** Autres / Others
- **13 %** Union européenne / European Union
- **4,1 %** Office for Nuclear Regulation - ONR (Royaume-Uni)
- **3,2 %** China Nuclear Power
- **3 %** Nuclear Power Joint Venture Co.
- **2 %** Natural Environment Research Council - NERC (Royaume-Uni)
- **2 %** Gesellschaft für Anlagen-und Reaktorsicherheit - GRS (Allemagne)

DIFFUSION DES CONNAISSANCES

Dissemination of knowledge

2 357 915

pages consultées sur le site Internet de l'IRSN

(2 677 201 en 2014).

Visits to the IRSN website (2,677,201 in 2014).

78 avis et rapports publiés sur le site Internet de l'IRSN (107 en 2014).

notices and reports published on the IRSN website (107 in 2014).

169 339 pages consultées dans la rubrique « La recherche » du site Internet de l'IRSN (180 513 en 2014).

pages consulted in the "Research" section of the IRSN website (180,513 in 2014).

33 sollicitations adressées à l'IRSN par les Commissions locales d'information (38 en 2014).
requests for IRSN action received from local information commissions (38 in 2014).

2 ouvrages publiés par l'IRSN (1 en 2014).
IRSN publications (1 in 2014).

15 interventions de l'IRSN dans les Commissions locales d'information (11 en 2014).
IRSN operations at local information commissions (11 in 2014).

114 élèves provenant d'établissements français et étrangers ont participé aux rencontres lycéennes de la radioprotection (164 en 2014).
students from French and foreign schools took part in the radiation protection workshops in schools initiative (164 in 2014).

PRESTATIONS

Service contracts

41,1 M€

de chiffre d'affaires (35,3 en 2014).

€M revenue (35.3 in 2014).

25 256

clients (25 217 en 2014).

customers (25,217 in 2014).

PATRIMOINE INTELLECTUEL

Intellectual property

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

23 logiciels et bases de données déposés à l'Agence pour la protection des programmes (APP) (dont 8 en copropriété avec le CEA) (23 en 2014).
software applications and databases placed with the software protection agency APP (including 8 co-owned with CEA) (23 in 2014).

41 brevets en vigueur à l'étranger (35 en 2014).
patents in force abroad (35 in 2014).

RESSOURCES HUMAINES

Human resources

RÉPARTITION DES EFFECTIFS EN CONTRAT À DURÉE INDÉTERMINÉE
Distribution of employees on permanent contracts

1340

Région Nord
North Region

310

Région Sud-Est
Southeast Region

RÉPARTITION FEMMES/HOMMES
Proportion of women/men



53,4 %

Hommes / Men



46,6 %

Femmes / Women

RÉPARTITION CADRES/NON-CADRES
Proportion executive/non-executive staff

76,2 %

Cadres / Executive staff

23,8 %

Non-cadres / Non-executive staff

ÂGE MOYEN
Average ages



ans pour les hommes
years for men



ans pour les femmes
years or women

RECRUTEMENTS EN CDI
Employees recruited on permanent contracts



FORMATION

Training

1 781

heures d'enseignement dispensées à l'extérieur (universités, écoles d'ingénieurs, INSTN, etc.)
(2 223 en 2014).

hours of teaching given outside the Institute (universities, engineering schools, INSTN, etc.) (2,223 in 2014).

941⁽¹⁾

heures d'enseignement dispensées à l'ENSTTI France au cours des 62 sessions de formation en radioprotection.

hours of teaching given at ENSTTI France in 62 training sessions on radiation protection.

39⁽¹⁾

heures de formation dispensées à l'ENSTTI France au cours des 2 sessions en sûreté nucléaire.

hours of training given in at ENSTTI France in 2 training sessions on nuclear safety.

(1) Formation: les nouvelles modalités de déploiement de l'action de formation de l'IRSN (via l'ENSTTI au bénéfice de l'Université interne, etc.) conduisent à faire évoluer le recueil des données relatives à ce domaine. Les chiffres 2014 et 2015 ne peuvent, de ce fait, être comparés aux années précédentes et leur mode de présentation est amené à évoluer pour prendre en compte ces changements. / Training: in view of the new training procedures implemented by IRSN (via ENSTTI for the Internal University, etc.), data in this area will need to be updated. As a result, figures for 2014 and 2015 cannot be compared with those of previous years, and their layout to take these changes into account.

36 323

heures de formation dispensées pour le maintien des compétences des personnels de l'Institut (38 623 en 2014).
hours of training given to maintain the skill levels of engineers and experts (38,623 in 2014).

1,24 M€

alloués aux frais pédagogiques.
€M spent on training.

IMPLANTATIONS

Locations



STRATÉGIE



EXPERT PUBLIC, L'IRSN FAIT PROGRESSER
LA CONNAISSANCE SCIENTIFIQUE, AU SER-
VICE DE LA MAÎTRISE DE TOUS LES RISQUES
NUCLÉAIRES ET RADIOLOGIQUES.

STRATÉGIE ET PERSPECTIVES P. 18 /
MANAGEMENT DES CONNAISSANCES P. 27 /
INFORMATION ET COMMUNICATION P. 29

STRATEGY
PUBLIC EXPERT, IRSN ADVANCES SCIENTIFIC
KNOWLEDGE IN THE SERVICE OF MANAGING
ALL NUCLEAR AND RADIOLOGICAL RISKS.

*Strategy and outlook p. 18 / Knowledge
management p. 27 / Information and
communication p. 29*

Stratégie et perspectives

LES MISSIONS DE L'IRSN RÉAFFIRMÉES PAR LA LOI

Avec la promulgation de la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (TECV), du 17 août 2015, le rôle de l'IRSN en tant qu'expert public des risques nucléaires et radiologiques est désormais porté au niveau législatif. Cette loi inscrit l'Institut dans le code de l'environnement, qui présente maintenant le panorama des acteurs de la gouvernance des risques nucléaires et radiologiques avec les exploitants, les autorités, la société civile et l'expertise publique.

Elle lui confère les missions qui sont précisées dans son décret constitutif en matière de recherche, d'expertise et d'appui aux pouvoirs publics, de surveillance de l'environnement et des populations, de contribution à la gestion en situation d'urgence et de formation.

De ce fait, la loi permet de clarifier, pour le nucléaire civil, les rôles respectifs dans le dispositif de gouvernance des risques de l'IRSN – composante scientifique et technique – et de l'Autorité de sûreté nucléaire, composante régalienne. Elle définit les articulations entre les deux organismes.

En corollaire du rôle d'expert public de l'IRSN, elle pose les principes d'information qu'il doit observer, en particulier celui de la publication de ses avis rendus sur saisine d'une autorité publique dès lors qu'ils ne relèvent pas de la défense nationale.

RECHERCHE : DE L'IDENTIFICATION DES DÉFIS À LA GOUVERNANCE DES PROGRAMMES

En France comme en Europe, les mécanismes d'orientation de la recherche évoluent afin de définir une vision cohérente et partagée des objectifs de recherche et de mettre en place des partenariats pour optimiser les ressources disponibles. L'IRSN s'inscrit pleinement dans cette démarche et participe à sa mise en œuvre, notamment à l'élaboration d'agendas stratégiques de recherche et aux réponses aux appels d'offres nationaux et européens.

Au niveau national, la loi TECV affirme l'importance de la recherche pour la sûreté nucléaire et pour la radioprotection. Elle souligne l'utilité d'adapter la recherche publique aux besoins en la matière. Elle confie explicitement une mission de recherche à l'IRSN.

Des questions scientifiques prioritaires

L'action de l'IRSN en matière de recherche vise à disposer de connaissances en réponse aux questionnements de l'expertise et à repousser les limites des connaissances en vue de faire progresser la sûreté et la radioprotection.

En 2015, l'IRSN a formalisé sa stratégie scientifique à 10 ans dans un document-cadre. Venant compléter les documents de gouvernance de l'Institut, ce dernier a été élaboré en cohérence avec

STRATEGY AND OUTLOOK

IRSN'S MISSIONS REAFFIRMED BY LAW

With the adoption of the energy transition act for green growth of August 17, 2015, IRSN's role as a public expert in nuclear and radiological risks is now laid down in legislation. The act writes IRSN into the Environment Code, which now presents all the parties involved in the governance of nuclear and radiological risks, with licensees, the authorities, civil society and public experts. It assigns to IRSN the missions of research, assessment and support for the public authorities, monitoring of the environment and population, and assistance with emergency response management and training, as set out in the decree under which IRSN was established. The act consequently clarifies the respective roles in risk governance in the civil nuclear sector played by IRSN, the scientific and technical body, and ASN, the supervising authority, and defines the relationship and

interaction between the two organizations. As a corollary to IRSN's role as public expert, the act sets out the information provision principles the Institute must observe, particularly the publication of opinions sought by a public authority, except where these are related to defense.

RESEARCH: FROM IDENTIFICATION OF THE CHALLENGES TO GOVERNANCE OF THE PROGRAMS

In France, as in the rest of Europe, research policy guidance mechanisms are changing and a more coherent, shared vision of research objectives is emerging, along with the establishment of partnerships to make the best possible use of available resources. IRSN is fully committed to this approach and is involved in its implementation, particularly by preparing strategic research agendas and responding to national and European calls for proposals. Nationally, the energy transition act confirms the importance of research for nuclear safety

and radiation protection. It underlines the value of tailoring publicly funded research to requirements in the field, and explicitly assigns a research role to IRSN.

Priority scientific issues

IRSN's research aims to provide answers to the questions posed by experts and to push back the limits of knowledge in order to improve safety and radiation protection.

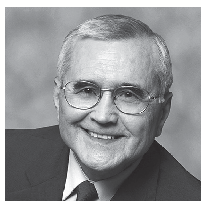
In 2015 IRSN set out its ten-year scientific strategy in a framework document. This document, which joins the Institute's other governance documents, reflects the national research strategy pursued in France since 2013, focusing on a number of major challenges. IRSN's scientific strategy document is structured around approximately twenty scientific and societal issues viewed as priorities. While taking into account the rapidly changing international scientific, technological and economic context, these priorities must contribute to the development of IRSN's

la stratégie nationale de recherche mise en œuvre en France depuis 2013 et construite autour de grands défis. Ainsi, le document de stratégie scientifique a été organisé autour d'une vingtaine de questions scientifiques et sociétales retenues comme prioritaires. Celles-ci, en tenant compte du contexte scientifique, technologique et économique international en pleine évolution, doivent contribuer au développement des connaissances et au maintien de l'expertise de l'Institut pour faire progresser la sûreté nucléaire et la radioprotection en France et dans le monde. Cette stratégie se décline au travers de documents indispensables à la construction des programmes de recherche et leurs orientations pour les années à venir. Ainsi a été établi, en 2015, un rapport sur les perspectives de recherche concernant la compréhension et la caractérisation des risques, pour les patients et pour les travailleurs, liés à l'utilisation des rayonnements ionisants dans le domaine médical. Enfin, le comité d'orientation de la recherche en sûreté nucléaire et en radioprotection (COR) ainsi que le conseil scientifique ont contribué de manière significative aux réflexions en matière de stratégie scientifique. Renouvelé en 2014, le COR figure désormais dans le décret constitutif de l'IRSN.

DES SUCCÈS POUR L'IRSN À L'APPEL D'OFFRES EUROPÉEN H2020

En Europe comme en France, les appels d'offres dans le domaine de la recherche traduisent une plus grande structuration des priorités. L'IRSN s'inscrit dans cette évolution et est impliqué dans 11 des 14 projets retenus à la suite du premier appel à projets du programme-cadre de financement de la recherche H2020 en matière de fission nucléaire et de radioprotection. Trois d'entre eux ont pour objectif de structurer de manière pérenne la recherche européenne dans leur domaine: Concert sur la gouvernance de la recherche pour la radioprotection pour lequel l'IRSN est un des responsables pour la France; SITEX 2 piloté par l'IRSN et suite du projet SITEX 2012-2013 sur la gestion des déchets nucléaires; Joprad sur la faisabilité d'une programmation européenne conjointe de la recherche sur le stockage des déchets radioactifs de haute activité et à vie longue (HAVL). Dans deux autres projets retenus, l'IRSN a piloté la construction d'une réponse collective autour d'un noyau dur de compétences: IVMR sur la sûreté des réacteurs de puissance; Fastnet dans le domaine de la gestion et de la préparation à la crise.

LA PAROLE À...



Michel Berson,
sénateur et membre de
l'Office parlementaire
des choix scientifiques et
technologiques (OPECST).

In the words of...

Michel Berson,
Senator and member of the
French Parliamentary Office for
the Evaluation of Scientific and
Technological Choices.

« Je me félicite de la reconnaissance de l'existence de l'IRSN dans la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte. Ce faisant, le législateur a souhaité reconnaître toute la place et le rôle fondamental de l'IRSN dans le dispositif français de sûreté nucléaire et de radioprotection. On peut cependant regretter que cette démarche n'ait pas abordé la question du financement du système dual français de sûreté nucléaire et de radioprotection (ASN-IRSN), qui doit faire face à quatre enjeux, sans précédent: le contrôle du vieillissement, de la durée de fonctionnement et du démantèlement des réacteurs électronucléaires, le contrôle des travaux consécutifs au retour d'expérience de l'accident de Fukushima, le contrôle de l'entrée en fonction du réacteur européen (EPR) et l'instruction des dossiers réglementaires des nouvelles installations (réacteur Jules Horowitz, Cigéo, ITER, réacteur Astrid, etc.).

Sans augmentation de ses ressources humaines et financières, l'IRSN sera contraint de concentrer ses travaux sur l'expertise, au détriment de la recherche, et l'ASN exercera son contrôle sur les établissements existants et non sur les projets nouveaux. Pour éviter ces perspectives, il relève donc de l'importance stratégique pour notre pays d'assurer, au cours des prochaines années, de manière pérenne, les moyens suffisants pour que l'IRSN puisse mener les missions que la loi du 17 août 2015 lui a confirmées. »

"I am pleased that the existence of IRSN has been recognized in the act on energy transition for green growth. It clearly reflects the legislators' wish to highlight the essential role played by IRSN in nuclear safety and radiation protection in France. It is nevertheless regrettable that this initiative has not addressed the issue of funding France's dual (ASN-IRSN) nuclear safety and radiation protection system, which is currently confronted with four unprecedented challenges: controlling reactor aging, service life and decommissioning, monitoring work carried out in response to feedback from the Fukushima accident, overseeing the commissioning of the EPR, and examining regulatory license applications for new facilities, including the Jules Horowitz reactor, CIGEO, ITER, and the ASTRID reactor.

If its human and financial resources are not increased, IRSN will be forced to concentrate on assessment work, to the detriment of research, and ASN will focus on existing facilities and not on new projects. In order to avoid such a situation, it is of the utmost strategic importance for our country to guarantee sufficient and sustainable resources over the coming years to allow IRSN to accomplish the tasks assigned to it and confirmed in the Act of August 17, 2015."

LA PAROLE À...



Frédéric Ravel,
*directeur scientifique
du secteur énergie,
développement durable,
chimie et procédés
à la direction générale pour
la recherche et l'innovation
(ministère de la recherche
et de l'enseignement
supérieur).*

In the words of... **Frédéric Ravel,**

Scientific Director of the Energy, Sustainable Development, Chemistry and Process Department of the Directorate General for Research and Innovation (Ministry of Research and Higher Education).

« L'activité de recherche menée à l'IRSN est essentielle pour assurer et développer la qualité de son expertise, dans un domaine aussi sensible que le nucléaire. C'est à ce titre, que la recherche est le premier axe du contrat d'objectifs entre l'Institut et l'État. Dans cet objectif, l'organisation mise en place au sein de l'Institut lui permet de veiller à l'excellence de ses recherches et d'être à l'écoute des attentes du public, grâce à deux instances complémentaires : le conseil scientifique, qui valide la démarche scientifique, et le comité d'orientation de la recherche (COR) en sûreté nucléaire et en radioprotection, qui exprime les attentes de la société. C'est aussi par le nombre de doctorants présents au sein d'un organisme, que l'on peut mesurer la qualité et l'attractivité de ses programmes de recherche : la trentaine de doctorants accueillis chaque année à l'IRSN en est une illustration ! Parmi les enjeux qui me semblent prioritaires à court et moyen termes, je citerai les recherches liées aux accidents graves, et notamment celles concernant les accidents de réactivité qui reprendront prochainement dans le réacteur CABRI rénové. Dans le domaine de la radioprotection, la compréhension des effets des faibles doses est un sujet majeur. Enfin, l'évaluation en 2017 par le HCERES des recherches menées à l'IRSN est un rendez-vous important dont la préparation débutera dès 2016. »

"IRSN's research is vital for ensuring and developing the quality of its assessment work in as sensitive a sector as the nuclear industry. That is why research is the first priority of the performance target agreement between IRSN and the government. For the above reasons, IRSN has set up an organizational structure that allows it to ensure the excellence of its research work and to remain aware of public expectations. This dual objective is served by two complementary bodies: the Scientific Council, which validates the scientific approach, and the Research Policy Committee or COR, which expresses social expectations. The quality and appeal of an organization's research programs can also be seen in the number of doctoral candidates that join it. The thirty or so doctoral candidates who come to IRSN every year clearly illustrate this.

Short- and medium-term research topics that should take priority in my opinion are those relating to severe accidents, especially reactivity accidents, an area in which work is soon to be resumed in the renovated CABRI reactor. A major challenge in the field of radiation protection is to learn more about the effects of exposure to low-dose radiation. Lastly, the HCERES evaluation of IRSN's research, scheduled for 2017, is a major upcoming event for which preparations will begin in 2016."

knowledge and the maintenance of its expertise, in order to advance nuclear safety and radiation protection in France and throughout the world. The strategy is set out in documents that are vital to the construction and guidance of research programs in the coming years. Accordingly, in 2015 a report was written on research prospects for understanding and characterizing the risks to patients and workers induced by the use of ionizing radiation in the medical field. The Nuclear Safety and Radiation Protection Research Policy Committee (COR) and the Scientific Council have made a significant contribution to the debate on scientific strategy.

The COR was renewed in 2014 and now features in the decree establishing IRSN.

SUCCESS FOR IRSN IN THE EU HORIZON 2020 CALL FOR PROPOSALS

In Europe, as in France, better structuring of priorities are reflected in calls for research proposals. IRSN has been instrumental in this change and is involved in 11 of the 14 projects chosen in the first call for research proposals on nuclear fission and radiation protection under the Horizon 2020 research framework program. Three of these projects aim to provide an ongoing structure for European research

in their field: CONCERT on the governance of radiation protection research, in which IRSN is one of the lead partners for France; SITEX 2 run by IRSN, which is a continuation of the SITEX 2012-2013 project on nuclear waste management; and JOPRAD on the feasibility of joint European programming of research on the disposal of high-level long-lived radioactive waste (HLW-LL).

In another two of the projects selected, IRSN led the preparation of a joint response based on a hard core of skills: IVMR on power reactor safety; and Fastnet in the field of emergency preparedness and response management.

APPUI AUX POUVOIRS PUBLICS : EFFICIENCE ET RÉACTIVITÉ AU SERVICE DE BESOINS TOUJOURS CROISSANTS

Des objectifs définis dans le COP : le suivi 2015

L'IRSN a présenté en juin 2015, lors de la première réunion de suivi du contrat d'objectifs et de performance (COP) 2014-2018, le bilan des actions qu'il avait réalisées en 2014 face à des objectifs qui lui avaient été fixés. Cette réunion en présence des représentants des ministères de tutelle de l'Institut a été l'occasion d'une revue des engagements du contrat. Elle a permis de souligner l'atteinte globale de ces objectifs, dans le domaine tant de la recherche que de celui de l'appui aux pouvoirs publics ou encore de la surveillance et du pilotage de l'efficacité de l'Institut.

Une nécessaire priorisation

Aujourd'hui, l'IRSN se trouve dans la situation de devoir faire face à une forte croissance des sollicitations en matière d'expertise et d'études : le renforcement des exigences sur les installations actuelles et l'évaluation de projets industriels d'ampleur (EPR, Cigéo). En matière de recherche, les enjeux liés au vieillissement des réacteurs actuels, à la sûreté des technologies nucléaires innovantes ou encore à une meilleure compréhension des effets des rayonnements ionisants sur l'homme et sur l'environnement poussent à faire progresser les connaissances. Enfin, la vigilance accrue de la société et le renforcement de la transparence voulu par la loi TECV appellent, de la part de l'Institut, à amplifier l'effort qu'il consacre depuis de nombreuses années à la société. Pour répondre à cet accroissement des demandes, et dans un contexte de réduction de ses ressources publiques, l'IRSN a été conduit à revoir l'optimisation et la répartition des moyens alloués à chacune de ses missions. Cette démarche consiste à poursuivre les efforts déployés en termes d'efficacité et à renforcer la priorisation des dossiers d'expertise avec l'ensemble des prescripteurs.

Cette approche a guidé les échanges menés dans le cadre du renouvellement d'accords de collaboration qui concernent principalement, en 2015 :

- l'appui technique au Délégué à la sûreté nucléaire et à la radioprotection pour les activités et installations intéressant la défense (DSND) ;
- les missions d'appui et de concours techniques pour l'application de la réglementation relative à la protection et au contrôle des matières nucléaires, de leurs installations et de leur transport pour le Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité (HFDS) du ministère chargé de l'énergie ;
- les missions d'appui et de concours techniques pour l'application en France des traités internationaux de lutte contre la prolifération des armes de destruction massive pour les autorités françaises (comité technique Euratom pour le domaine nucléaire, HFDS du ministère en charge de l'industrie pour la non-prolifération des armes chimiques).

Ces conventions lient l'Institut et chaque autorité pour cinq ans formalisent le champ d'application et les conditions de mise en œuvre de l'apport de l'Institut.

Par ailleurs, le renouvellement de la convention de la direction générale de la sécurité civile et de la gestion de crise (DGSCGC) a également été préparé en 2015.

Une contribution aux politiques publiques

L'expertise que l'IRSN met à disposition des pouvoirs publics couvre également sa contribution à la mise en œuvre de politiques publiques : plan cancer, plan national sur la santé au travail, etc. Ainsi, la troisième édition du plan national santé environnement (PNSE3) élaborée en 2015 mobilise des experts de l'Institut sur la problématique de l'évaluation et de la prise en compte du risque d'exposition au radon dans les bâtiments.

SUPPORT FOR THE PUBLIC AUTHORITIES: EFFICIENCY AND RESPONSIVENESS TO EVER GROWING NEEDS

Targets set in the performance target agreement: 2015 progress

At the first progress meeting on the 2014-2018 performance target agreement, held in June 2015, IRSN presented a report on its achievements in 2014 in relation to the targets set. The meeting was attended by representatives from its supervisory ministries and provided an opportunity to review the commitments in the agreement. The overall

achievement of these targets in the fields of research, support for the public authorities and management and monitoring of IRSN's efficiency, was highlighted.

A need for prioritization

IRSN currently has to cope with a sharp increase in demand for assessments and assessments concerning studies due to stricter requirements for current facilities and assessments concerning a number of large-scale industrial projects (EPR, CIGEO). In terms of research, issues related to the aging of the current reactor fleet, the safety of new nuclear technologies, and a

better understanding of the effects of ionizing radiation on humans and the environment are driving the acquisition of knowledge. Lastly, greater vigilance on the part of society and the increase in transparency demanded by the energy transition act mean that IRSN has had to expend more effort for some years on openness to society. To respond to these growing demands against a backdrop of shrinking public funds, IRSN has had to review and improve the way it allocates resources to each of its missions. This means maintaining efforts to improve efficiency and working with decision-makers to better prioritize assessments.

FOCUS

Un travail conjoint ASN-IRSN sur les conséquences de la loi TECV

Pour mettre en œuvre les interactions définies, désormais, par la loi TECV, l'IRSN et l'ASN ont noué un dialogue stratégique qui doit contribuer à l'efficacité de leur action pour la gouvernance des risques nucléaires et radiologiques.

Dans ce cadre, un séminaire organisé en septembre 2015 avait pour objectif d'avancer vers la construction de stratégies concertées entre l'IRSN et l'ASN, dans leurs rôles respectifs. Il a permis d'identifier des actions articulées autour de la gouvernance des enjeux prioritaires de sûreté et de radioprotection des prochaines années et des moyens pour y faire face.

En matière de recherche, les missions confiées respectivement à l'IRSN et à l'ASN par la loi TECV ont conduit à identifier des synergies à mettre en œuvre dans trois directions : prioriser quelques sujets à forts enjeux à long terme, développer des messages conjoints ou cohérents à destination d'autres acteurs de la recherche en France et en Europe, et créer les conditions d'une culture partagée entre l'ASN et l'IRSN. Enfin, dans le domaine de la transparence et de l'information du public en matière de sûreté nucléaire, un tra-

vail conjoint portera sur les points nouveaux de la loi TECV : la participation du public aux enquêtes publiques « post-35 ans », la publication des avis et l'élargissement des attributions des Commissions locales d'information (CLI).

Joint ASN-IRSN analysis of the impact of the energy transition act

In order to make the interactions now defined in the energy transition act work in practice, IRSN and ASN have begun a strategic dialogue that should enhance the effectiveness of their action on the governance of nuclear and radiological risks.

As part of this dialogue, a workshop was held in September 2015 aimed at moving towards joint strategy-building by IRSN and ASN, in their respective roles. It provided an opportunity to identify governance actions for the priority safety and radiation protection issues in the next few years, and the resources to address them.

In terms of research, the missions assigned to IRSN and ASN by the energy transition act led to the identification of potential synergies in three areas: prioritizing a few key long-term issues, developing joint or coherent messages for other research organizations in France and Europe, and creating the conditions for ASN and IRSN to develop a common culture.

Lastly, in terms of transparency and public information on nuclear safety, the two bodies will carry out a joint analysis of new requirements introduced by the energy transition act: public participation in the "post 35 years" public inquiries, publication of opinions, and the more extensive role of the Local Information Commissions (CLIs).

This approach guided discussions held in the context of the renewal of certain collaboration agreements in 2015, primarily concerning:

- the technical support given to the Representative in charge of Nuclear Safety and Radiation Protection for Defense-related Activities and Facilities (DSND);*
- the general and technical support provided to the Ministry of Energy Senior Defense and Security Official (HFDS) for enforcing regulations on the protection and control of nuclear materials, nuclear facilities and nuclear material transport;*
- the general and technical support provided to the French authorities for the enforcement in France of international treaties to prevent the proliferation of weapons of mass destruction (Euratom Technical Committee for the nuclear field, Ministry of Industry HFDS for*

nonproliferation of chemical weapons).

These agreements, which bind IRSN and each authority for five years, put on a formal footing the scope of the support provided by the Institute and the terms of its provision.

The renewal of agreement with the Directorate-General for Civil Protection and Emergency Response (DGSCGC) was also prepared in 2015.

Contribution to public policy

The expertise provided by IRSN to the public authorities also includes a contribution to the implementation of public policies such as the cancer plan, the national occupational health plan, etc. IRSN experts worked on the third edition of the national health and environment plan (PNSE3) prepared in 2015, specifically concerning radon exposure in buildings and its assessment.

DIALOGUE BETWEEN EXPERTS AND THE PUBLIC IN CONTAMINATED AREAS AROUND FUKUSHIMA: LESSONS LEARNED BY IRSN

Twenty-five years after Chernobyl, the Fukushima accident confirmed the extent of the area that could become contaminated in the wake of a severe accident, and the complexity of the situation faced by the public. In a post-accident situation of this kind, technical and social issues are so deeply intertwined that a dialogue between the public and experts to address the very real concerns of the population is essential. It was in this context that the ICRP, prompted in particular by its Japanese members, launched a "Dialogue initiative for the rehabilitation of living conditions in the Fukushima Prefecture" in November 2011, bringing together a very wide variety of local

DIALOGUE EXPERTS-CITOYENS DANS LES TERRITOIRES CONTAMINÉS À FUKUSHIMA : ENSEIGNEMENTS TIRÉS PAR L'IRSN

Vingt-cinq ans après l'accident de Tchernobyl, celui de Fukushima a confirmé l'ampleur des territoires qui peuvent être contaminés après un accident grave et la complexité de la situation à laquelle les populations sont confrontées. Dans une situation postaccidentelle de ce type, l'imbrication des questions techniques et sociétales est telle que l'établissement d'un dialogue entre citoyens et experts au service des préoccupations concrètes des habitants est un enjeu essentiel.

C'est dans ce contexte que la CIPR, notamment sous l'impulsion de ses membres japonais, a lancé en novembre 2011 une « initiative de dialogue pour la réhabilitation des conditions de vie dans la préfecture de Fukushima » réunissant des acteurs locaux très divers : parents d'élèves et professeurs, agriculteurs et consommateurs, collectivités locales et représentants d'associations.

À côté d'autres experts internationaux (norvégiens, biélorusses, AEN/CRPPH), l'IRSN a soutenu cette initiative dès le début, et a participé aux 12 séminaires (Dialogues de Fukushima) organisés de septembre 2011 à septembre 2015. Il y a contribué activement, d'une part, en apportant son expérience du dialogue experts-population dans le cadre des programmes ETHOS et CORE en Biélorussie ; d'autre part, en apportant un soutien matériel. L'IRSN a engagé, ensuite, au milieu de l'année 2014, une démarche d'analyse afin d'en tirer les leçons pour la préparation des acteurs français (population, élus, experts, etc.) à une situation accidentelle sur le territoire français et au dialogue experts-population dans un tel cas.

Les principaux enseignements tirés ont fait l'objet de présentations en France, par exemple lors de la journée organisée par la Société française de radioprotection (SFRP) le 11 mars

2015, ou à l'international, comme, à la conférence Eurosafe de novembre 2015. Parmi ceux-ci, si l'importance de la radioprotection est soulignée, il est essentiel de comprendre qu'elle est au service de la vie des populations affectées et ne peut régenter leur vie à elle seule. C'est à travers un travail de coexpertise mené avec les habitants au service de leurs questions, que leurs conditions de vie peuvent être améliorées, y compris du point de vue radiologique.

Afin de capitaliser la ressource que représentent ces séminaires et de faire connaître leurs apports, l'Institut a engagé la réalisation d'un document multimédia, disponible sur Internet début 2016, rassemblant à la fois les faits marquants des 12 dialogues et les histoires parallèles de trois communautés, en japonais, en français et en anglais pour une plus grande accessibilité.

RÉPONDRE À L'ÉCHELLE INTERNATIONALE AUX EXIGENCES DE SÛRETÉ DANS UN MONDE QUI ÉVOLUE

À l'international, la coopération se poursuit sur le plan scientifique et technique pour ce qui concerne les référentiels de sûreté et de radioprotection et l'harmonisation des pratiques techniques. Par ailleurs, de nouvelles installations nucléaires sont en projet et des pays s'engagent dans la voie du nucléaire, notamment dans le Sud-Est asiatique. Pour faire progresser la sûreté nucléaire dans ce contexte d'évolution, l'action de l'IRSN se traduit par l'action sur plusieurs leviers : le développement de partenariats, la participation à des structures de coopération, le développement et la mise en œuvre d'outils, ainsi que l'élaboration ou la mise à jour de doctrines, guides et normes. Cette action profite aussi à l'Institut pour l'accomplissement de ses missions nationales et contribue au rôle moteur de la France sur la scène internationale.

stakeholders, including school pupils' parents and teachers, farmers and consumers, local authorities, and representatives of associations. Alongside other international experts (Norwegians, Belarusians, NEA/CRPPH), IRSN backed this initiative from the start, and took part in all 12 dialogue meetings held between September 2011 and September 2015. It made an active contribution to them, partly by bringing its experience of dialogue between experts and the public in the ETHOS and CORE programs in Belarus, and partly by providing material support. In mid-2014 IRSN launched an analysis to learn lessons that could be used to prepare French stakeholders (the public, elected representatives, experts, etc.) for an accident situation in France and for dialogue between experts and the public in this event. The main lessons learned were explained in

presentations, for example in France at a one-day event organized by the French Society for Radiation Protection (SFRP) on March 11, 2015, and internationally at the Eurosafe conference in November 2015. While these lessons highlight the importance of radiation protection, they also stress that it should be at the service of the affected populations and not govern their lives. Improving residents' living conditions, including from the radiological point of view, can be achieved through a joint appraisal process, working with the public to address their issues. In order to capitalize on the resource represented by the dialogue meetings and to publicize what had been gained from them, IRSN initiated the production of a multimedia document, available online in early 2016, presenting key facts that emerged from the 12 meetings, together with the parallel stories of three communities, in

Japanese, French and English for greater accessibility.

RESPONDING INTERNATIONALLY TO SAFETY REQUIREMENTS IN A CHANGING WORLD

Internationally, scientific and technical cooperation continues on the safety and radiation protection reference framework and the harmonization of technical practices. There are plans for new nuclear facilities, and new countries are entering the nuclear arena, particularly in South-East Asia. To make progress with nuclear safety in this changing context, IRSN is taking action in a variety of ways: by developing partnerships, participating in cooperative structures, developing and implementing tools, and preparing and updating policies, guides and standards.

Les partenariats s'intensifient

Les partenariats engagés par l'IRSN lui permettent de mettre à disposition des pays une expertise de nature à assurer un haut niveau de sûreté pour leurs installations.

En particulier, l'IRSN développe ses collaborations avec les pays voisins de l'Union européenne, notamment dans le cadre des programmes européens d'assistance: Ukraine, Biélorussie, Turquie, etc. Par exemple, la signature d'un nouvel accord de coopération entre l'IRSN et l'autorité de sûreté nucléaire ukrainienne (SNRIU), en avril 2015, illustre cette volonté commune de travailler ensemble pour progresser dans le domaine de la sûreté nucléaire, laquelle se traduira par un dialogue technique suivi dans de nombreuses thématiques.

Dans le contexte des développements nucléaires dans le Sud-Est asiatique, le partenariat avec Singapour s'inscrit dans une perspective régionale. Concrétisée par la signature d'un protocole d'accord entre l'université nationale de Singapour et l'IRSN en mai 2015, cette collaboration couvre la mise en place d'une expertise et de formations dans le domaine de la sûreté nucléaire, de la gestion de crise, de la surveillance de l'environnement, et de la radioprotection.

Enfin, avec l'Arabie saoudite, qui envisage de s'engager dans le nucléaire, l'accord signé avec l'IRSN, en juin 2015, concrétise le rôle de point de contact national de l'Institut pour le dialogue franco-saoudien en matière de réglementation nucléaire.

Des structures de coopération aux rôles complémentaires

Qu'elles soient constituées en réseau, en consortium de recherche ou qu'elles jouent le rôle de « bras armé » pour la réalisation de prestations spécifiques, les structures dans lesquelles

s'investit l'Institut contribuent, de façon complémentaire, à faire progresser la sûreté nucléaire dans le monde.

Au premier rang d'entre elles, le réseau ETSON, dans lequel l'IRSN est fortement investi, a poursuivi son développement en 2015 avec l'arrivée de deux nouveaux partenaires, l'un britannique et l'autre hongrois. Ce réseau européen des organismes techniques de sûreté (TSO) a pour mission de contribuer au renforcement de la sûreté nucléaire en Europe et dans le monde, à l'harmonisation des pratiques d'évaluation de sûreté, à l'élaboration des doctrines techniques, ainsi qu'à l'orientation des recherches.

Dans le domaine de la recherche européenne, l'IRSN est fortement impliqué dans le mouvement de structuration et d'organisation associé au programme-cadre de financement de la recherche H2020. Par exemple, l'Institut assure la coordination du consortium OPERRA (*Open Project for European Radiation Research Area*), qui doit permettre de mieux identifier les priorités de recherche européenne en radioprotection, en prenant en compte les besoins de la société, des parties prenantes, des autorités et agences des domaines de la sûreté et de la radioprotection. Le deuxième appel à projets de recherche en radioprotection d'OPERRA, publié fin 2014, vise à améliorer la coopération entre les quatre plates-formes européennes de radioprotection: MELODI (faibles doses), ALLIANCE (radioécologie), NERIS (gestion des situations d'urgence et postaccidentelles) et EURADOS (dosimétrie). Enfin, pour la réalisation de prestations ou d'activités ciblées, l'IRSN s'appuie sur les groupements d'intérêt économique Riskaudit, pour l'expertise, et l'ENSTTI, pour la formation, ou sur sa *business unit* Développement commercial à l'international (BUDCI). En 2015,

This action also helps IRSN to fulfill its national missions and contributes to the role of France as a driving force on the international stage.

Partnerships stepped up

The partnerships entered into by IRSN enable it to offer other countries expertise, helping them to maintain a high safety level at their facilities. In particular, IRSN is developing collaborations, especially as part of European assistance programs, with countries neighboring the European Union such as Ukraine, Belarus, and Turkey. For example, the signing of a new cooperation agreement between IRSN and the Ukrainian nuclear safety authority (SNRIU) in April 2015 illustrates a shared ambition to work together to improve nuclear safety. It will take the form of an ongoing technical dialogue in a number of fields. In the context of nuclear development in South-

East Asia, the partnership with Singapore is part of a regional focus. Within this context, a memorandum of understanding was signed between the National University of Singapore and IRSN in May 2015 for collaboration in setting up assessments and training courses in nuclear safety, emergency response management, environmental monitoring and radiation protection. Lastly, an agreement signed in June 2015 with Saudi Arabia, which is planning to develop a nuclear power industry, establishes IRSN's role as the national point of contact for dialogue between France and Saudi Arabia on nuclear regulations.

Cooperation structures with complementary roles

The structures to which IRSN belongs, whether they are networks, research consortia or key agents in the provision of specific services, play

a complementary role in helping to enhance nuclear safety worldwide.

At the forefront of these, the European Network of Technical Safety Organizations (ETSON), in which IRSN is heavily involved, continued to grow in 2015 with the arrival of two new partners, one British and one Hungarian. ETSON was set up to help improve nuclear safety in Europe and throughout the world, harmonize safety assessment practices, develop technical policies, and guide research. In the field of European research, IRSN is closely involved in the structuring and organizational initiatives associated with the Horizon 2020 research funding framework program. For example, it is coordinator of the OPERRA (Open Project for European Radiation Research Area) consortium, which aims to identify European radiation protection research priorities more clearly, taking into account the needs of society, stakeholders, authorities and agencies in

la BUDCI a, notamment, réalisé différentes prestations en Chine, aux Émirats arabes unis, au Vietnam, en Grande-Bretagne et en Turquie. Celles-ci concernent de nombreux domaines : accidents de dimensionnement, accidents graves, inondations externes, études probabilistes de sûreté, risque d'incendie, risque d'explosion vapeur ou encore transport de matières radioactives.

Une amélioration des pratiques à travers la diffusion de doctrines

L'IRSN contribue de façon permanente aux travaux de l'AIEA concernant les doctrines et la préparation de normes. Il a, notamment, participé au rapport final d'analyse de l'accident de Fukushima, publié en 2015 par l'AIEA.

Enfin, dans le cadre des travaux d'ETSON, l'IRSN contribue activement à la réflexion et à la diffusion de bonnes pratiques ou documents de doctrine techniques. En mars 2015, ETSON a, en particulier, publié un nouveau guide d'évaluation de sûreté concernant les systèmes de sûreté utilisant des fluides. En parallèle, les travaux d'ETSON en matière de prise en compte des aléas naturels pour évaluer leur impact potentiel sur les réacteurs de puissance ont fait l'objet d'un séminaire organisé par l'IRSN en mai 2015. Cette rencontre avait pour principaux objectifs de renforcer la cohérence des approches utilisées par les membres du réseau et d'identifier les bonnes pratiques en vue de la rédaction d'un document conjoint.

RÉPONDRE À LA DEMANDE SOCIÉTALE QUI SE DÉVELOPPE ET PRENDRE EN COMPTE LA VIGILANCE CITOYENNE

Parce que la vigilance qu'exerce la société est une composante essentielle de la maîtrise des risques, l'IRSN a fait de l'ouverture à la société l'un de ses trois axes stratégiques de progrès. Il mène, depuis sa création, une politique volontariste qui vise à aider la société à forger son opinion, en faisant connaître ses travaux et en partageant son expertise. Ces actions permettent aussi aux experts de l'Institut de mieux s'approprier les attentes et les préoccupations exprimées par la société, voire d'en tenir compte dans leurs pratiques. L'évolution de la vigilance citoyenne et de la demande sociétale est également soutenue par la loi TECV, qui renforce l'information du citoyen, les prérogatives des Commissions locales d'information et étend le champ des enquêtes publiques sur les projets de décision en matière de sûreté nucléaire.

Fort de sa démarche de pédagogie engagée de longue date en direction de la société, l'IRSN, a, dans son bilan de l'ouverture à la société publié en 2015, dégagé deux axes de travail : la proximité avec les territoires et l'ouverture à la société à propos des dossiers de sûreté.

Des démarches originales

En matière de proximité avec la société civile, l'IRSN développe des initiatives qui contribuent à impliquer les acteurs locaux dans la définition, la réalisation et la restitution des constats radiologiques permettant de disposer, à l'échelle d'un territoire, d'un référentiel actualisé des niveaux de radioactivité dans l'air, l'eau et les sols. C'est dans ce cadre, qu'à commencé, en 2015,

the fields of safety and radiation protection. OPERRA's second call for radiation protection research proposals, published in late 2014, seeks to improve cooperation between the four European radiation protection platforms: MELODI (low dose initiative), ALLIANCE (radioecology), NERIS (emergency response and recovery) and EURADOS (dosimetry). Lastly, for the provision of targeted services and actions, IRSN relies on the Riskaudit economic interest grouping for expertise and the ENSTTI for training, or on its international commercial development business unit (BUDCI). In 2015 BUDCI provided various services in China, the United Arab Emirates, Vietnam, the United Kingdom and Turkey in a number of fields: design basis accidents, severe accidents, external floods, probabilistic safety analyses, fire risk, steam explosion risk, and radioactive material transport.

Better practices through the dissemination of policy

IRSN contributes on an ongoing basis to the work of IAEA on policy and the drafting of standards. In particular it took part in the preparation of the final analysis report on the Fukushima accident published by IAEA in 2015. Lastly, as part of work being done by ETSON, IRSN is actively contributing to discussions on and the spread of best practices and technical policy documents. In March 2015, ETSON published a new safety assessment guide on safety fluid systems. In parallel, ETSON's work on anticipating natural hazards to assess their potential impact on power reactors was the subject of a workshop organized by IRSN in May 2015. The main aims of the workshop were to improve consistency of approach among network members and to identify best practices for the drafting of a joint document.

RESPONDING TO INCREASING PUBLIC PRESSURE AND TAKING INTO ACCOUNT VIGILANCE AMONG CITIZENS

Because vigilance among citizens is an essential component of risk management, IRSN has made openness to society one of its three strategic areas for progress. Since its foundation, IRSN has pursued a deliberate policy of helping society to forge its own opinions, by publicizing the work it is doing and by sharing its expertise. These actions also help IRSN experts to better understand society's expectations and concerns and to take these into account in their work. This increase in vigilance among citizens and public pressure is supported by the adoption of the energy transition act, which increases public information requirements and the prerogatives of Local Information Commissions (CLIs), and extends the scope of public inquiries to forthcoming decisions on nuclear safety. Building on its long-standing efforts to educate

le constat radiologique Nord-Normandie à l'occasion duquel il a partagé sa méthodologie de surveillance de l'environnement. Après une réunion de lancement, en avril 2015, un groupe de suivi a été mis en place et ses participants sont associés, depuis lors, aux étapes du projet.

Dans le même esprit, a débuté, fin 2015, en Haute-Vienne, une action expérimentale de dépistage du radon dans l'habitat domestique. Associant l'IRSN, la communauté de communes de l'Aurence et Glane Développement, celle des Monts d'Ambazac et Val du Taurion et plusieurs autres acteurs locaux, l'action prend en compte les enseignements de la démarche développée par l'IRSN depuis plusieurs années en matière d'appui aux actions de prévention des risques dans les territoires.

Œuvrer pour la transparence sur des sujets complexes

Pour aller plus loin dans la consultation et l'information du public, la loi TECV prévoit la publication systématique des avis et résultats scientifiques de l'Institut, hors secret défense et médical. Certains travaux de partage ont été réalisés avec l'ASN, par exemple « l'analyse de la démarche proposée par Areva pour justifier de la ténacité suffisante des calottes du fond et du couvercle de la cuve de l'EPR de Flamanville 3 ».

La mise en place par la loi TECV d'enquêtes publiques lors des réexamens de sûreté des réacteurs effectués après 35 ans de fonctionnement conforte le bien-fondé d'actions engagées entre l'IRSN, l'Association nationale des comités et commissions locales d'information (Anccli) et les Cli. Par exemple, un groupe de travail sur les quatrièmes visites décennales des réacteurs de 900 MWe (VD4 900) a été lancé entre l'IRSN et l'Anccli à l'occasion de la réunion du groupe permanent pour les réacteurs, en avril 2015. Un groupe de travail similaire avait été constitué en 2014 autour de la problématique du démantèlement des installations nucléaires.

Concernant le stockage des déchets de haute et moyenne activités à vie longue (HA-MAVL), le dialogue technique mis en place en 2012 a donné lieu, en avril 2015, à un séminaire organisé conjointement par le Clis de Bure, l'Anccli et l'IRSN. Celui-ci a permis aux 90 participants de faire le point, notamment sur les risques en exploitation (incendie, explosion, dispersion de matières radioactives) et les risques dus à la coactivité. Il a également donné lieu à un premier échange sur les risques liés aux transports. ■

the public, IRSN identified two specific priorities in its report on openness to society published in 2015: to work more closely with local populations and to improve its openness to society regarding safety issues.

New initiatives

Regarding closer relations with civil society, IRSN is developing initiatives to involve local stakeholders in the definition, performance and return of radiological surveys, which would give it an up-to-date reference framework for radioactivity levels in the air, water and soil of a particular locality. As part of this work, the Nord-Normandie radiological survey was launched in 2015, during which IRSN shared its environmental monitoring methods. Following a kick-off meeting in April 2015, a monitoring group was set up and its members have since been involved in the various project stages. Along the same lines, an experimental initiative began in Haute-Vienne in late 2015 to detect radon inside homes. The initiative, which

involved IRSN plus the LAurence et Glane Développement, Monts d'Ambazac and Val du Taurion intercommunal authorities and other local stakeholders, takes into account the lessons learned and the approach developed by IRSN over a number of years in terms of supporting risk prevention action in local areas.

Striving for transparency on complex issues

To further improve public consultation and information, the energy transition act requires systematic publication of all IRSN's scientific opinions and results, except those that are defense-related or medical. Some sharing initiatives were produced with ASN, such as the analysis of Areva's proposed method of justifying the toughness of the lower and closure head domes of the Flamanville 3 EPR reactor vessel. The introduction by the energy transition act of public inquiries during reactor safety reviews after 35 years of operation is confirms the validity of the relationships forged between

IRSN, the French National Association of Local Information Commissions and Committees (ANCCLI) and the Local Information Commissions (CLIs). For example, a working group on the fourth ten-yearly outage program for 900 MWe reactors (VD4 900) was set up by IRSN and ANCCLI at the time of the Advisory Committee for Reactors meeting in April 2015. A similar working group was set up in 2014 to look at the problem of decommissioning nuclear facilities. Concerning the disposal of high-level and intermediate-level long-lived waste (HLW/ILW-LL) the technical dialogue established in 2012 led to a workshop in April 2015 organized jointly by the Bure local information and oversight committee (CLIS), ANCCLI and IRSN. This enabled the 90 attendees to find out more about operating risks (fire, explosion, dispersion of radioactive materials) and the risks due to combined activity. It also provided a forum for an initial discussion about transport-related risks. ■

Management des connaissances

Maintenir, transmettre et développer les connaissances de l'IRSN afin de garantir dans le temps la qualité et la pertinence de son expertise scientifique : l'objectif de l'IRSN en matière de management des connaissances a abouti à la mise en œuvre d'actions pilotes qui, après avoir démontré leur pertinence, sont désormais en phase de généralisation.

DÉPLOIEMENT DES ANALYSES STRATÉGIQUES

La démarche d'analyse stratégique des connaissances nécessaires aux missions de l'IRSN a été poursuivie en 2015 et élargie à de nouveaux domaines. Après celui de l'environnement, qui a abouti à la définition d'un plan d'action en 2015, une analyse analogue a débuté dans le domaine de la crise. Le déploiement de la démarche initié auparavant dans le champ de la sûreté a mis en évidence le besoin de rendre accessibles de manière ergonomique les savoirs capitalisés. Un portail des connaissances, en cours d'élaboration, constituera pour les experts et chercheurs de l'Institut un point d'entrée unique pour accéder aux rapports, ouvrages et documents d'expertise sur une période de plus de 40 ans. Un outil spécifique permettra d'obtenir directement les textes les plus pertinents au regard de leur requête.

CAPITALISATION DES CONNAISSANCES

Trois recueils de connaissances ont été terminés en 2015 et quatre nouveaux ouvrages ont été commencés sur les accidents graves, la radioactivité environnementale et l'exposition des populations, et les risques liés au procédé de traitement des combustibles usés.

Ces ouvrages permettent de capitaliser les connaissances identifiées comme critiques car portées par des collaborateurs dont le départ sans transmission des savoirs serait dommageable à l'IRSN. Fin 2015 a débuté le processus de partage de ces ouvrages au sein des équipes « métiers ».

OUVRAGES DE RÉFÉRENCE

L'IRSN capitalise dans sa collection « Sciences et techniques » les meilleures connaissances acquises, en son sein ou dans le cadre de collaborations nationales ou internationales. En 2015 a été publié l'ouvrage *Éléments de sécurité et de non-prolifération*, disponible sur le site Internet de l'IRSN. La rédaction de trois autres ouvrages a été poursuivie : l'un dédié à la sûreté des réacteurs à eau sous pression (et qui se substituera à l'ouvrage *Éléments de sûreté nucléaire*, de J. Libmann, paru en 1996), un deuxième consacré à la sûreté des réacteurs de recherche et un troisième, *Recherches et développements dans le domaine de la sûreté des réacteurs à eau sous pression*, qui capitalise plus de 30 années de travaux de recherche et de développement dans lesquels s'est impliqué l'IPSN puis l'IRSN. ■

KNOWLEDGE MANAGEMENT

IRSN's aim in knowledge management is to maintain, transfer and develop its knowledge in order to safeguard the quality and relevance of its scientific expertise in the long term. This has led to the launch of pilot initiatives that have now proven their effectiveness and are being implemented across the Institute.

ROLLOUT OF STRATEGIC ANALYSES

The strategic analysis of the knowledge necessary for IRSN's activities continued in 2015 and was extended to new areas. Following the strategic analysis of knowledge in the environmental field, which led to an action plan being drawn up in 2015, a similar analysis has begun on knowledge in the field of emergency response. The deployment of this approach, which was

initially started in the field of safety, made it clear that there was a need to make available knowledge accessible in a user-friendly way. A knowledge portal is currently under development to provide a single point of entry for IRSN experts and researchers to access reports, publications and assessment documents covering a period of more than 40 years. A special tool will give direct access to the most relevant texts for their queries.

BUILDING KNOWLEDGE

Three knowledge compendiums were completed in 2015 and a further four were begun on severe accidents, environmental radioactivity, population exposure, and the risks associated with the spent fuel treatment process. The compendiums will make it possible to build up knowledge identified as critical because it is held by employees whose departure, if they failed to transfer it, would be detrimental to IRSN.

In late 2015 the process began of sharing these compendiums within the different specialist teams.

REFERENCE WORKS

In its Science and Technology Series IRSN is building up a collection of the most valuable knowledge it has acquired either on its own or as part of national or international collaborations. In 2015 it published a work on "Security and nonproliferation", available on IRSN's website. The writing of three other works continued: one on the safety of pressurized water reactors (which will replace "Elements of nuclear safety" by J. Libmann, published in 1996), a second on research reactor safety, and a third on research and development in pressurized water reactor safety, compiling more than 30 years' research and development in which IPSN and then IRSN were involved. ■

FOCUS

Vers un système global de management des connaissances

En 2015, l'IRSN a poursuivi son appropriation des méthodes, outils et concepts éprouvés par ailleurs en vue de leur validation et de leur explicitation.

La pérennité du projet de management des connaissances nécessite le déploiement d'une organisation complète adaptée à l'environnement complexe de l'IRSN (grande variété de thématiques techniques et de champs associés : expertise, étude, recherche, etc.).

À cet effet, en 2015, l'IRSN a validé les principes d'organisation, d'animation et de pilotage du projet en s'appuyant sur des pratiques reconnues. En particulier, la mise en place d'un réseau de correspondants au sein des unités opéra-

tionnelles a été validée et engagée, afin d'ancrer le management des connaissances au sein de l'Institut.

TOWARDS A COMPLETE KNOWLEDGE MANAGEMENT SYSTEM

In 2015 IRSN continued its appropriation of methods, tools and concepts proven elsewhere for the purpose of validating and understanding them. The long-term future of the knowledge management project demands the use of a complete organizational system adapted to IRSN's complex environment (a wide variety of technical subjects and associated fields: assessments, studies, research, etc.).

Accordingly, in 2015 IRSN validated the principles of the project's organization, operation and management, basing these on recognized practices. In particular, the establishment of a network of contacts within the operational units was approved and initiated in order to embed knowledge management within IRSN.

Information et communication

En tant qu'expert scientifique et technique en matière de prévention des risques radiologiques, l'IRSN attache une attention particulière à l'information et à la pédagogie autour de ces risques. Il s'adresse à des publics très variés (grand public, élus, professionnels, institutionnels) et veille à leur apporter des réponses accessibles quels que soient leurs questionnements.

LA PÉDAGOGIE AU SERVICE DE LA TRANSPARENCE

L'IRSN a répondu, tout au long de l'année 2015, aux questions des médias et du public. Trois sujets ont occupé une place prépondérante dans l'actualité: l'EPR, les suites de l'accident de Fukushima et l'évaluation de la sûreté des réacteurs en France et dans le monde. Avec son magazine trimestriel *Repères*, l'IRSN apporte un éclairage pédagogique sur les questions d'actualité dans le domaine du nucléaire et présente la réflexion des experts sur les questions de fond. En 2015, une enquête qualitative réalisée auprès d'une quarantaine de lecteurs a confirmé l'apport pédagogique de ce support qui s'adresse aux différents secteurs professionnels concernés par la prévention des risques radiologiques.

À l'international, pour le plan d'action de l'AIEA pour la sûreté nucléaire, l'IRSN apporte son expertise au groupe de réflexion « Communication and Consultation with Interested Parties » (communication et concertation avec les parties prenantes) de l'*Asian Nuclear Safety Network* (ANSN).

L'IRSN contribue également au projet européen EAGLE visant à améliorer la formation sur les rayonnements et l'information proposées aux citoyens de l'Union européenne. Cette dernière apporte son expérience en matière de programme éducatif et d'actions pédagogiques. Elle contribue aux échanges autour des différentes cultures de risque afin d'élaborer des pratiques communes pour les pays membres.

Sur son site Internet, l'IRSN a poursuivi la mise à disposition de

ses avis, comme le prévoit son contrat d'objectifs. Dans la même démarche de transparence, quatre nouveaux dossiers ont été mis en ligne sur les thèmes de Fukushima en 2015, l'incendie dans les installations nucléaires, la santé radiologique des rivières, la gestion des sources radioactives. Dix autres dossiers ont été mis à jour et enrichis. Enfin, une nouvelle version des sites SISERI (<http://siseri.irsn.fr>) et NRD (<http://nrd.irsn.fr>) a été mise en ligne pour les professionnels.

UNE PRÉSENCE RENFORCÉE SUR LES RÉSEAUX SOCIAUX

Complémentaires des informations de son site Internet, les réseaux sociaux ont fait l'objet de la part de l'IRSN d'une action forte à destination du grand public, et notamment des jeunes. Ainsi, la page de l'IRSN sur Facebook, lancée à l'occasion de la présentation de la nouvelle exposition à Dunkerque, s'adresse aux internautes pour faciliter leur compréhension des enjeux liés aux risques nucléaires et radiologiques. Le développement de la présence de l'IRSN sur les réseaux sociaux s'est traduit par le lancement officiel du compte Twitter institutionnel: @IRSNFrance. En parallèle, les deux comptes Twitter thématiques (@suretenucleaire et @radioprotection) ont poursuivi leur progression, avec plus de 6 000 *followers*, au total, en 2015. Cette démarche de pédagogie utilisant de nouvelles formes d'information s'est concrétisée par la réalisation d'infographies pour accompagner la communication des rapports de l'IRSN.

INFORMATION AND COMMUNICATION

As a scientific and technical expert in radiological risk prevention, IRSN attaches particular importance to providing information and education about these risks. Its audiences are very varied (the general public, elected representatives, professionals, institutions) and it makes an effort to provide understandable answers whatever the questions asked.

EDUCATION TO IMPROVE TRANSPARENCY

Throughout 2015, IRSN answered questions from the media and the public. Three issues dominated the news: the EPR, the aftermath of the Fukushima accident, and reactor safety assessments in France and elsewhere. In its

quarterly magazine Repères, IRSN provides informative analysis of topical nuclear issues and presents experts' reflections on the fundamental issues. In 2015, a survey on the quality of this publication, conducted on around 40 readers, confirmed its educational contribution designed to meet the needs of the different professional sectors involved in radiological risk prevention.

Internationally, for the IAEA Action Plan on Nuclear Safety, IRSN is contributing its expertise to the "Communication and Consultation with Interested Parties" topical group of the Asian Nuclear Safety Network (ANSN).

It is also contributing to the European EAGLE project aimed at improving training on

radiation and the information provided for EU citizens, where it contributes its experience in educational programs and actions and takes part in discussions on different risk cultures to standardize practices among Member States. On its website, IRSN continues to publish its opinions, as required under its Performance Target Agreement. Also with the aim of transparency, four new documents have been made available online on the subjects of Fukushima in 2015, fire at nuclear facilities, the radiological health of rivers and radioactive source management. A further ten documents have been updated and expanded. Lastly, new versions of the SISERI (<http://siseri.irsn.fr>) and NRD (<http://nrd.irsn.fr>) websites have been put online for professionals.

UNE NOUVELLE EXPOSITION SUR LES RISQUES NUCLÉAIRES

Du 17 septembre au 18 décembre 2015 a été présentée, pour la première fois sous sa forme muséographique, l'exposition grand public sur les risques nucléaires au Palais de l'Univers et des Sciences, dans l'agglomération de Dunkerque (Nord). Cet événement, créé en partenariat avec la Communauté urbaine de Dunkerque, la Cli de Gravelines et l'Anccli, a été l'occasion d'organiser quatre rencontres pour échanger avec le public. Intitulée « Radioactivité: des centaines de questions, une exposition » et conçue en collaboration avec l'ASN, cette exposition destinée aux lieux d'accueil du grand public est composée de

jeux multimédias, de films, d'éléments muséographiques et de plus de 80 panneaux modulables. Des parties de l'exposition sous une forme légère et facilement transportable ont été déployées sur des thèmes différents dans 15 lycées, à la Direction régionale de l'environnement de l'aménagement et du logement (Dreal) de Lille (Nord) ou aux journées des risques à l'université de Nantes (Loire-Atlantique). L'exposition a été présentée aux formateurs des risques majeurs de l'IFFO-RME et aux fêtes de la science de Saint-Tropez (Var) et de Marseille (Bouches-du-Rhône). On estime à 4 500 le nombre de personnes ayant vu cette exposition en 2015. ■

FOCUS

Baromètre 2015

Dans l'édition 2015 du Baromètre IRSN sur la perception des risques et de la sécurité, le chômage reste la préoccupation essentielle des Français. On observe aussi une montée des préoccupations environnementales comme l'évolution du climat, et de sécurité (attentats). Si les risques nucléaires ne font pas partie des préoccupations majeures des Français, pour la quasi-totalité d'entre eux, la survenue d'un accident dans une centrale nucléaire pourrait avoir des conséquences très graves. Et près des deux tiers estiment qu'un accident de même ampleur qu'à Fukushima pourrait se produire en France. Pour maîtriser ces risques, les Français font confiance aux experts: un sur deux a une bonne ou très bonne opinion de ceux-ci et un peu plus d'un sur quatre considère que le contrôle des installations à risques devrait être confié à un comité d'experts compétents et indépendants. Les Français

veulent, cependant, que les rapports d'expertise soient rendus publics et souhaitent contribuer à la maîtrise des risques à travers des structures pluralistes, dont le principe est plébiscité.

IRSN BAROMETER 2015

In the 2015 edition of the IRSN Barometer on public perception of risks and security, unemployment remains the chief concern of the French population. There is also a rise in environmental concerns such as climate change and security (terrorist attacks). While nuclear risks are not among their major concerns, almost all French people believe that an accident at a nuclear power plant could have very serious consequences, and nearly a third think that an accident on the same scale as Fukushima could happen in France. The French do trust experts to manage these risks: one in two has a high or very high opinion of them and just over one in four believes that the management of high-risk facilities should be handed over to a committee of skilled, independent experts. However, the French would like assessment reports to be published and want to contribute to risk management through joint structures, the principle of which is widely supported.

GREATER EXPOSURE ON SOCIAL NETWORKS


To supplement the information on IRSN's website, social networks have been the focus of a major initiative aimed at reaching the general public and particularly young people. IRSN's Facebook page, launched at the same time as a new exhibition in Dunkirk, is designed to make it easier for web users to understand the issues associated with nuclear and radiological risks. IRSN increased its exposure on social networks further still with the official launch of its Twitter account: @IRSNFrance. Its two topic-specific Twitter accounts (@suretenuclaire and @radioprotection) continued to grow, with more than 6,000 followers in all in 2015. This approach to its education mission using new

forms of information was consolidated by the production of computer graphics to accompany the publication of IRSN's reports.

A NEW EXHIBITION ON NUCLEAR RISKS

From September 17 to December 18, 2015, an exhibition on nuclear risks was on show to the general public for the first time in museum format at the Palais de l'Univers et des Sciences in Dunkirk. The event, put on in partnership with Dunkirk council, the Gravelines CLI and ANCCLI, was an opportunity to organize four discussion meetings with the public. The exhibition was entitled "Radioactivity: hundreds of questions, one exhibition" and was designed in collaboration with ASN for venues open to the general public. It consisted of multimedia games,

films, museum exhibits and more than 80 modular panels. Some of the lighter and more easily transportable parts of the exhibition, on various topics, were shown in 15 high schools, at the Lille regional directorate for planning (DREAL) and at risk awareness days held at Nantes University. The exhibition was shown to IFFO-RME major risk trainers and at science fairs in Saint-Tropez and Marseille. It is estimated that the exhibition was seen by 4,500 people in 2015. ■

A large industrial facility, possibly a power plant or refinery, with a high ceiling and complex piping. A large yellow crane with a hook is visible at the top. Three workers in blue safety vests and white hard hats are in the foreground. Two are standing and talking, while the third is walking and looking at a clipboard. The background shows rows of horizontal pipes and structural beams.

L'ANNÉE EN IMAGES

THE YEAR IN IMAGES



POLYNÉSIE

L'IRSN a publié en 2015 son bilan de la radioactivité en Polynésie française. Dans le cadre de sa mission de surveillance de la radioactivité de l'environnement, l'Institut assure depuis plus de 50 ans une surveillance permanente de sept îles représentatives des cinq archipels de la Polynésie française.

POLYNESIA

In 2015, IRSN published its report on radioactivity in French Polynesia. For the past fifty years, it has constantly monitored seven islands representing the five archipelagos of French Polynesia as part of its environmental radioactivity monitoring activities.

LOI DE TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

Depuis la loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour une croissance verte, la partie législative du code de l'environnement définit les missions de l'IRSN, expert public des risques nucléaires et radiologiques.

ACT ON ENERGY TRANSITION

Further to Act No. 2015-992 of August 17, 2015 on energy transition for green growth, the legislative part of the French Environment Code defines the missions of IRSN, the National Institute for Radiological Protection and Nuclear Safety, as the public expert in nuclear and radiological risks.

TRANSPORT DE MATIÈRES RADIOACTIVES

En 2015, l'IRSN a traité 1481 demandes d'exécution de transports et a suivi environ 877 transports nationaux.

TRANSPORT OF RADIOACTIVE MATERIALS

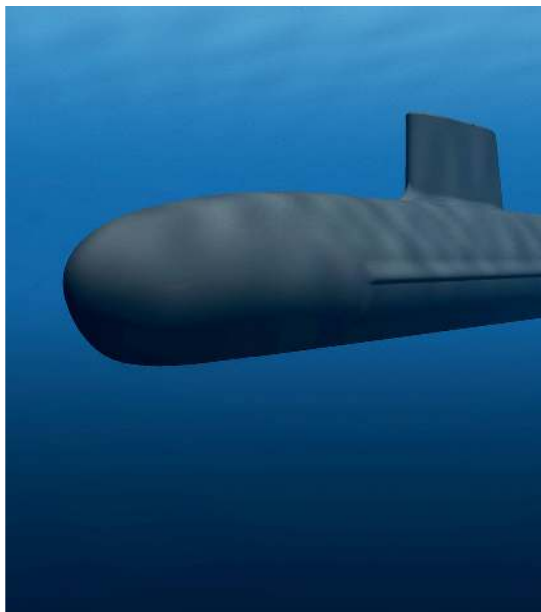
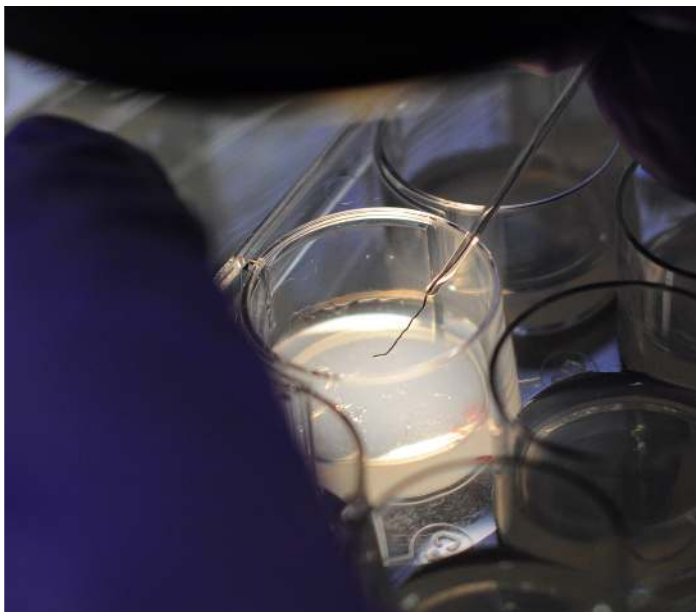
In 2015, IRSN processed 1,481 transport requests and monitored about 877 domestic shipments.

COLLABORATIONS INTERNATIONALES

L'IRSN développe des collaborations avec d'autres pays lui permettant de mettre à disposition son expertise pour assurer un niveau de sûreté satisfaisant pour leurs installations. En février 2015, un séminaire a été organisé à Paris, pour les autorités de sûreté turque (TAEK) et japonaise (NRA), par l'ASN et l'IRSN sur l'évaluation des options de sûreté du réacteur ATMEA1 réalisée par ces derniers en 2011.

INTERNATIONAL COLLABORATIONS

IRSN builds collaborations with other countries, sharing its expertise with them to ensure that their facilities meet satisfactory levels of safety. ASN and IRSN organized a seminar for TAEK and NRA, the Turkish and Japanese safety authorities, in Paris in February 2015, on the assessment of safety options for the ATMEA1 reactor carried out by the two French organizations.



FAIBLES DOSES

L'IRSN mène des recherches pour mieux comprendre les effets sur l'homme et sur l'environnement d'expositions chroniques à de faibles doses de radioactivité. Dans cet objectif, les travaux utilisent par exemple comme modèle expérimental le nématode *C. elegans*, dont les caractéristiques biologiques permettent d'envisager des études de toxicité chronique réalistes sur une ou plusieurs générations.

LOW DOSES

*IRSN conducts research aimed at learning more about the effects of chronic exposure to low-dose radiation on human health and the environment. For this purpose, researchers use the nematode worm *C. elegans* as an experimental model, as its biological characteristics make it possible to plan realistic chronic toxicity studies over one or more generations.*



DÉFENSE

L'IRSN apporte son appui technique dans le cadre de la mise en service du premier sous-marin nucléaire d'attaque de type BARRACUDA : le « Suffren ».

DEFENSE

IRSN provides technical support in connection with the commissioning of Suffren, the first nuclear-powered attack submarine in the Barracuda program.



4^{ES} VISITES DÉCENNALES

Dans le cadre des réexamens associés aux 4^{es} visites décennales, l'IRSN a présenté au groupe permanent pour les réacteurs son avis sur les orientations proposées par EDF au regard des objectifs fixés par l'ASN en 2013 pour l'exploitation des réacteurs au-delà de leur VD4. Le premier réacteur à réaliser sa VD4 sera Tricastin 1 (Rhône) à l'horizon 2019.

FOURTH TEN-YEARLY OUTAGE INSPECTIONS

As part of the reviews associated with the fourth ten-yearly outage inspections, IRSN submitted to the Advisory Group for Reactors its opinion on EDF's proposed guidelines for meeting the objectives defined by ASN in 2013 regarding the operation of reactors beyond their fourth ten-yearly outage program. Tricastin 1 in the Rhone valley will be the first reactor to undergo its fourth ten-yearly inspections, scheduled for 2019.



NON-PROLIFÉRATION NUCLÉAIRE

L'IRSN contribue à la lutte contre la prolifération des armes nucléaires ainsi qu'aux mesures internationales de vérification («garanties») en France. En 2015, l'IRSN a accompagné les inspecteurs Euratom lors de 52 inspections, dont l'une à l'Institut Laue-Langevin, à Grenoble.

NUCLEAR NONPROLIFERATION

IRSN helps in combating the proliferation of nuclear weapons and in international verification measures (known as safeguards) in France. In 2015, it escorted Euratom inspectors during 52 inspections, including one on the Institut Laue-Langevin in Grenoble.



STRATÉGIE SCIENTIFIQUE

Complétant le dispositif de pilotage de l'Institut, notamment le contrat d'objectifs et de performance et la charte d'éthique et de déontologie, la stratégie scientifique de l'IRSN présente les principales exigences auxquelles doivent répondre ses programmes scientifiques, pour faire avancer la sûreté nucléaire et la radioprotection. Elle dresse également la liste des grandes questions scientifiques prioritaires pour les 10 prochaines années.

SCIENTIFIC STRATEGY

IRSN's scientific strategy complements its other management tools, in particular the Performance Target Agreement and the Code of Ethics and Professional Conduct, by setting out the main requirements that its scientific programs must meet to enhance nuclear safety and radiation protection. It also lists the top priority scientific issues over the coming ten years.



PRESTATIONS

Dans le cadre de son activité de prestation, l'IRSN est régulièrement retenu pour procéder à l'analyse d'échantillons de l'environnement ou de produits industriels, afin de mesurer leur teneur en radioéléments et leur niveau de radioactivité (photo: opération de radiochimie sur des échantillons d'eau pour fixer les radionucléides uranium, thorium, plutonium et américium).

SERVICE CONTRACTS

IRSN is regularly requested in order to measure the concentration of radionuclides and their level of radioactivity. (photo: separation of uranium, thorium, plutonium, americium in a water sample, using in exchange chromatography.)



ENVIRONNEMENT

L'IRSN étudie le comportement des radionucléides dans l'environnement, dans les milieux terrestre, aquatique et atmosphérique et au niveau des aliments collectés sur le territoire français. Cette expertise radioécologique lui permet d'assurer une surveillance approfondie de la radioactivité dans l'environnement.

ENVIRONMENT

IRSN studies the behavior of radionuclides in the terrestrial, aquatic and atmospheric compartments of the environment and in food collected in France. This radioecological expertise enables it to carry out close monitoring of environmental radioactivity.

STOCKAGE GÉOLOGIQUE

Pour être en mesure d'effectuer l'évaluation de la sûreté d'une installation de déchets en formation géologique profonde, l'IRSN étudie les phénomènes de dégradation des matériaux qui constitueront les infrastructures du stockage et la roche hôte.

GEOLOGICAL DISPOSAL

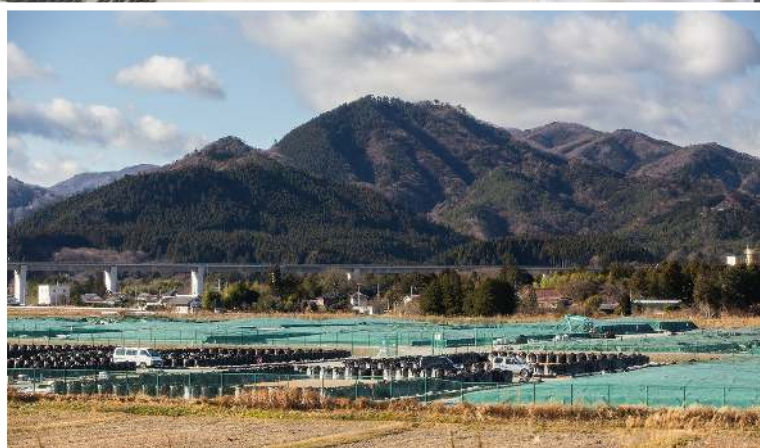
In order to assess the safety of a deep geological waste disposal facility, IRSN studies degradation phenomena affecting the materials of the facility's infrastructure, as well as the host rock.

TRAVAILLEURS

L'IRSN assure au niveau national la centralisation des données liées au suivi de l'exposition des travailleurs aux rayonnements ionisants. En outre, il établit annuellement un bilan des expositions professionnelles par grands domaines d'activité portant sur près de 36 000 travailleurs suivis en 2015 avec une dose individuelle moyenne stable, voire en baisse par rapport aux années précédentes.

WORKERS

IRSN is responsible for pooling all data for monitoring occupational exposure to ionizing radiation in France. In addition, it produces an annual inventory of occupational exposure according to the main sectors of activity. In 2015, nearly 36,000 workers were covered by the inventory, presenting an average individual dose that was stable, if not declining, compared with previous years.



ACCIDENTS GRAVES

Afin de mieux connaître le comportement de produits radioactifs susceptibles d'être rejetés dans l'environnement en cas d'accident de fusion de combustible dans une installation nucléaire, l'IRSN mène le programme expérimental START visant 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.

SEVERE ACCIDENTS

To better understand the behavior of radioactive products liable to be released to the environment in the event of a core melt accident at a nuclear facility, IRSN is conducting an experimental program called START, which is aimed at quantifying ruthenium deposits in the reactor coolant system of a pressurized-water reactor during a core melt accident. The program also measures gas and aerosol releases in the reactor building.

ANCCLI

L'IRSN et l'Anccli ont organisé en 2015 un séminaire à destination des Commissions locales d'information sur la radioactivité dans l'environnement et ses effets sur la santé. L'objectif de ce séminaire était de partager les expériences de surveillance régulière ou ponctuelle par les différents acteurs, de faire le lien avec la santé et de débattre de ces différents sujets. Il a réuni une centaine de personnes, dont plus de 70 membres de 16 Cli et de 10 associations.

ANCCLI

In 2015, IRSN and ANCCLI organized a seminar for local information commissions on environmental radioactivity and its health effects. The purpose of the seminar was to share experience of regular and one-off monitoring activities by the different stakeholders, consider the connection with health, and debate on these various topics. The event was attended by a hundred people, including more than 70 members of sixteen local information commissions and ten associations.

DÉCHETS

S'appuyant sur le retour d'expérience de l'accident nucléaire de Fukushima, l'IRSN contribue à définir les évolutions nécessaires de la doctrine française en matière de gestion des déchets en cas d'accident nucléaire majeur.

WASTE

Drawing on feedback from the Fukushima nuclear accident, IRSN helps to define the necessary changes to French waste management policy in the event of a major nuclear accident.



ENSTTI

L'Institut Européen de formation et tutorat en sûreté nucléaire, ENSTTI, est un groupement de l'IRSN, de BelV (Belgique), du LEI (Lituanie), dédié à la formation professionnelle. L'ENSTTI a pour mission de proposer des formations appliquées et des stages de tutorat dans les différents domaines de la sûreté nucléaire et de la radioprotection.

ENSTTI

The European Nuclear Safety Training and Tutoring Institute, ENSTTI, is a grouping of IRSN, BEelV (Belgium) and LEI (Lithuania), dedicated to professional development. ENSTTI provides applied training and tutoring courses covering various aspects of nuclear safety and radiation protection.



PRISME

Les deux dernières campagnes expérimentales du projet PRISME 2, mené sous l'égide de l'OCDE/AEN, ont été réalisées en 2015. La campagne CORE (*Complementary and Repeatability*) a notamment visé à compléter l'étude de la propagation d'un incendie d'un chemin de câbles électriques et à obtenir des résultats sur la propagation du feu d'une armoire électrique à une armoire voisine.

PRISME

The last two experimental campaigns of the PRISME 2 project, led by the OECD/NEA were performed in 2015. The purpose of the CORE (Complementary and Repeatability) campaign, in particular, was to study the propagation of fire along a cable raceway and obtain results concerning the spread of fire from one electrical cabinet to another.



AMORAD

Dans le cadre du projet AMORAD, financé par l'ANR, l'IRSN a fait réaliser des carottages dans les troncs de cèdres de la forêt de Kawamata (préfecture de Fukushima, Japon). Les résultats ainsi acquis sur le terrain s'ajoutent à ceux obtenus en France et en Ukraine quant à la caractérisation des transferts de radionucléides dans les milieux forestiers. Ils contribuent à l'amélioration des modèles de prévision de la dispersion et d'évaluation de l'impact de la contamination de l'environnement.

AMORAD

IRSN took core samples from cedar tree trunks in Kawamata forest in Fukushima prefecture (Japan) as part of the ANR-funded AMORAD project. These field results supplement those obtained in France and Ukraine for characterizing the transfer of radionuclides in forest environments. They help to enhance the models used to predict dispersion and to assess the impact of environmental contamination.



SURVEILLANCE ATMOSPHÉRIQUE

L'IRSN contribue à la surveillance radiologique de l'environnement sur l'ensemble du territoire national, notamment à travers le réseau Opéra-Air, constitué de préleveurs d'aérosols fonctionnant en continu. Ils permettent d'obtenir une mesure précise grâce à une analyse en laboratoire du niveau de radioactivité présent dans l'air qui se fixe sur les aérosols.

ATMOSPHERIC MONITORING

IRSN is involved in the environmental radiation monitoring all over France, in particular via the OPERA-Air network of continuously operating aerosol samplers. They provide an accurate measurement based on analysis held in laboratory of the level of radioactivity in the air that is taken up by aerosols.



VEILLISSEMENT

Afin de disposer d'outils indépendants d'évaluation des justifications produites par l'exploitant, l'IRSN se dote d'une plate-forme d'étude du vieillissement des bétons en cours d'aménagement. Le projet de recherche ODOBA permettra, à cet effet, d'acquérir des connaissances complémentaires sur les conditions du vieillissement du béton des enceintes de confinement, notamment dans le cadre de l'évaluation du projet d'extension de la durée d'exploitation des réacteurs au-delà de 40 ans.

AGEING

IRSN is currently fitting out a research platform for studying ageing in concrete. It is designed for carrying out independent assessments of licensees' substantiating documentation. For this purpose, the ODOBA research project will set out to learn more about concrete ageing conditions in the containment buildings. This will be particularly useful for assessments in connection with plans to extend the service life of reactors beyond 40 years.



ACTION TERRITORIALE

Le 12 octobre 2015, l'IRSN a présenté aux élus du Nord-Pas-de-Calais, à Cappelle-la-Grande près de Dunkerque, sa stratégie régionale de surveillance de l'environnement, fondée sur une plus grande interaction avec les acteurs locaux.

REGIONAL ACTION

On October 12, 2015, IRSN presented its regional environmental monitoring strategy to elected representatives of the Nord-Pas-de-Calais region, in Cappelle-la-Grande near Dunkirk. The strategy involves greater interaction with local stakeholders.



IRMA

L'irradiateur IRMA est une cellule d'irradiation au cobalt 60 utilisée dans le cadre des études menées sur les phénomènes liés au vieillissement. Il permet d'étudier les effets d'une irradiation des matériels ou des matériaux. Des essais menés en 2015 ont mis en évidence une dégradation importante, en cas de doses élevées, des joints équipant le tampon d'accès des matériels (TAM) de l'enceinte de confinement des réacteurs à eau sous pression (photo: vue de la cellule d'irradiation au cobalt 60 IRMA).

IRMA

IRMA is a cobalt-60 gamma irradiation facility used in research into aging-related phenomena to study the effects of radiation on equipment and materials. The tests carried out in the IRMA irradiation facility at high doses revealed significant degradation of the polymer material of the seal in PWR containment building (photo: the IRMA cobalt-60 gamma irradiation facility).

NON-PROLIFÉRATION CHIMIQUE

L'IRSN est impliqué auprès de l'Organisation pour l'interdiction des armes chimiques (OIAC) dans la mise en œuvre de la Convention sur l'interdiction des armes chimiques (CIAC).

CHEMICAL NONPROLIFERATION

IRSN works with the OPCW in implementing the Chemical Weapons Convention.

PREPARE

L'IRSN pilote un programme européen, PREPARE-WP3, dédié aux stratégies des acteurs en matière de gestion des produits susceptibles d'être contaminés à la suite d'un accident nucléaire. L'Institut conduit ainsi une recherche participative qui vise à recueillir les attentes de l'ensemble des acteurs du domaine (du consommateur au producteur en passant par les distributeurs) dans 11 pays européens et présents aux côtés de partenaires internationaux (lors du workshop conclusif organisé les 12 et 13 novembre 2015, à l'OCDE, à Paris).

PREPARE

IRSN leads a European project, called PREPARE-WP3, on strategies for managing products liable to be contaminated in the event of a nuclear accident. Within this context, it carries out participative research to gather data on the requirements of all the stakeholders in the field (consumers, distributors and producers) from eleven European countries, who will sit alongside international partners at the concluding workshop organized at the OECD in Paris on November 12-13, 2015.



INFORMATION DU PUBLIC

En participant à la Fête de la science, l'IRSN contribue chaque année à informer le public pour lui permettre de comprendre les enjeux associés aux activités nucléaires et aux rayonnements ionisants. À travers son exposition « Radioactivité: des centaines de questions, une exposition », réalisée en partenariat avec l'ASN, ainsi que par des temps d'échange avec des scientifiques et des experts, l'IRSN veille à répondre aux questionnements du grand public.

PUBLIC INFORMATION

Every year, IRSN takes part in the Science Fair to provide the public with information concerning all the issues relating to nuclear activities and ionizing radiation. It seeks to answer the general public's questions in its exhibition *Radioactivité: des centaines de questions, une exposition* (Radioactivity: hundreds of questions in a single exhibition), jointly organized with ASN, and by providing opportunities to exchange views with scientists and experts.

SÉCURITÉ

L'IRSN apporte son appui technique lors d'inspections dédiées au contrôle des dispositifs de protection physique des installations (photo: portique de sécurité en sortie zone contrôlée dans une installation).

SECURITY

IRSN provides technical support during inspections carried out to audit the physical protection measures implemented at facilities (photo: Security portal monitor at the exit from a nuclear facility controlled area).

RADIOÉCOLOGIE

L'étude du processus de transfert de substances radioactives dans l'environnement permet aux chercheurs de l'IRSN de mieux comprendre les phénomènes de dispersion ou d'accumulation de ces substances pour améliorer l'évaluation de leurs impacts sur les écosystèmes (photo: analyse de l'influence de la radioactivité sur les algues).

RADIOECOLOGY

By studying how radioactive substances are transferred to the environment, IRSN researchers are able to learn more about the phenomena involved in the dispersion and accumulation of these substances and improve their assessment of the impact on ecosystems (photo: analysis of the impact of radioactivity on algae).



DOSIMÉTRIE

Dans le cadre de son activité commerciale de surveillance dosimétrique des travailleurs, l'IRSN a ouvert un portail Internet de gestion en ligne des dosimètres utilisés au sein d'une entreprise. Ce service propose de nouvelles fonctionnalités pour les clients: commander un dosimètre, disposer d'informations détaillées sur les porteurs, supprimer ou ajouter un dosimètre, modifier la fiche du porteur, établir des statistiques.

DOSIMETRY

Dosimetry monitoring of workers is one of IRSN's business activities. In connection with this, it has set up an Internet portal for online management of dosimeters used inside companies. Users will have access to new functions including: ordering a dosimeter, obtaining detailed information on wearers, deleting or adding a dosimeter, modifying the wearer's data, and drawing up statistics.

INTERNATIONAL

Organisé les 2 et 3 novembre 2015 à Bruxelles par l'IRSN et les organismes techniques de sûreté nucléaires allemand (GRS) et belge (Bel V), le Forum Eurosafe a réuni 250 participants sur le thème de la mise en œuvre de la directive européenne 2014 en matière de sûreté et de sécurité nucléaires.

INTERNATIONAL

The Eurosafe Forum organized in Brussels on November 2-3, 2015 by IRSN and the German and Belgian technical safety organizations, GRS and Bel V, was attended by 250 people. The theme of the forum was the implementation of the 2014 European Directive on nuclear safety and security.

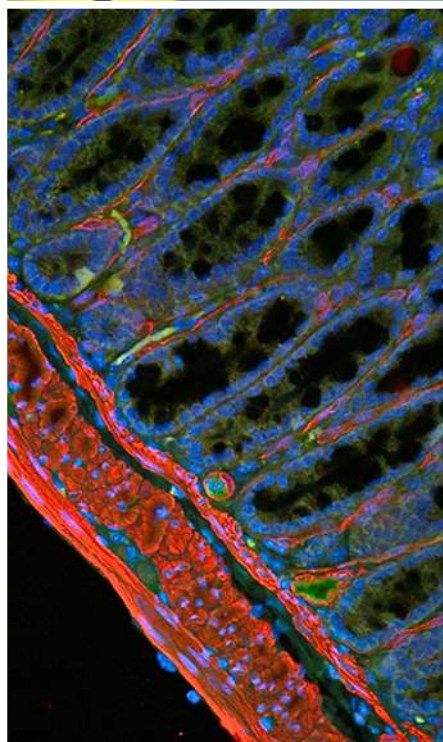
INSTALLATIONS LUDD

En 2015, l'IRSN a publié son analyse des événements significatifs relatifs aux 82 installations nucléaires de base civiles, hors centrales nucléaires, survenus en 2013 et 2014. Réalisé tous les deux ans depuis 2009, ce rapport concerne les 73 installations de type «laboratoires, usines, installations de traitement, d'entreposage ou de stockage de déchets et installations en démantèlement» (LUDD) et les neuf réacteurs de recherche, exploités par près d'une vingtaine d'exploitants en France (photo: grand accélérateur national d'ions lourds (GANIL)).

“LUDD” FACILITIES

In 2015, IRSN published its analysis of significant events that occurred at 82 civil basic nuclear installations, excluding power plants, in 2013 and 2014. Published every two years since 2009, the report concerns the 73 laboratories, plants, waste processing, storage and disposal facilities, and facilities being dismantled (collectively known in France as “LUDD” facilities) and nine research reactors operated by some twenty licensees in France (photo: Large-scale heavy-ion accelerator (GANIL)).

** Basic nuclear installations other than nuclear power plants in France.*



RÉACTEURS NUCLÉAIRES

L'IRSN met en œuvre une approche pluridisciplinaire lui permettant d'évaluer la sûreté des installations nucléaires à toutes les étapes de leur existence, de la création de nouvelles installations au démantèlement d'anciennes. Un rapport sur la sûreté et la radioprotection des 58 réacteurs nucléaires d'EDF est publié chaque année ainsi qu'un second concernant, tous les deux ans, les laboratoires, les réacteurs de recherche et les installations du cycle du combustible.

NUCLEAR REACTORS
IRSN adopts a multidisciplinary approach for conducting safety assessments of nuclear facilities at every stage of their life, from commissioning to decommissioning. It publishes an annual report on safety and radiation protection covering EDF's 58 nuclear power reactors, as well as a report every two years on laboratories, research reactors and fuel cycle facilities.



IMMOBILIER

Au cours de l'année 2015, les deux opérations majeures du schéma immobilier pluriannuel de l'Institut sont entrées dans leur phase opérationnelle, à Fontenay-aux-Roses (Hauts-de-Seine) et au Vésinet (Yvelines). Ces bâtiments permettront, à terme, de regrouper les équipes, de moderniser les infrastructures et d'améliorer leurs performances énergétiques (photo: nouveau bâtiment du Vésinet).

PROPERTY

The two major operations under IRSN's multiyear Property Master Plan made progress in their operational phase in 2015 in Fontenay-aux-Roses and Le Vésinet. Once completed, the new buildings will house the teams, provide a more modern infrastructure, and improve energy efficiency (photo: the new building at Le Vésinet).



RECHERCHE DANS LE DOMAINE MÉDICAL

Le programme ROSIRIS de l'IRSN vise à mieux connaître les mécanismes à l'origine des effets secondaires des radiothérapies. Programme pluridisciplinaire, il combine des compétences en radiopathologie, radiothérapie et dosimétrie physique.

MEDICAL RESEARCH

The aim of IRSN's Rosiris program is to learn more about the mechanisms behind the side effects of radiation therapy. This interdisciplinary program combines expertise in radiopathology, radiation therapy and physical dosimetry.

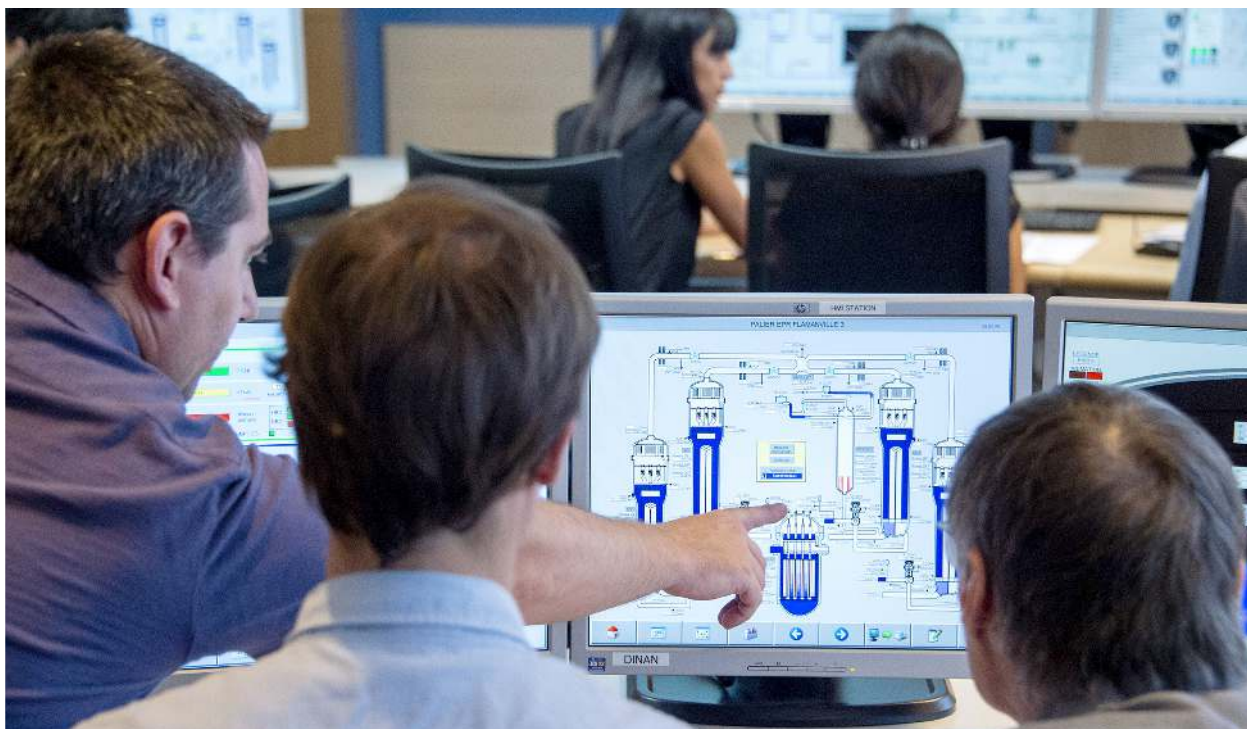


SITES MINIERS

L'IRSN a finalisé en 2015 le constat minier sur le bassin versant de la Dordogne, en concertation avec les acteurs locaux. Initié en 2012 dans le cadre de sa mission de surveillance du territoire, ce premier constat radiologique minier pilote permet de disposer d'une photographie des teneurs en uranium et en radium à l'échelle des bassins versants concernés par l'exploitation minière.

MINING SITES

In 2015, IRSN completed its mining report on the Dordogne river drainage basin in consultation with local stakeholders. Started in 2012 as part of its monitoring activities across France, this first radiological survey offers a snapshot of uranium and radium contents in drainage basins affected by mining activities.



SOFIA

Avec SOFIA, l'IRSN dispose d'une plate-forme de modélisation représentative du fonctionnement des réacteurs de 900 MWe, 1300 MWe, 1450 MWe et de l'EPR. SOFIA permet de simuler une gamme étendue de situations de fonctionnement, des états d'arrêt aux états en puissance. Cet outil est utilisé pour améliorer la qualité de l'évaluation, former les collaborateurs de l'IRSN ainsi que le personnel extérieur et préparer des exercices de crise.

SOFIA: simulateur d'observation du fonctionnement incidentel et accidentel.

SOFIA

SOFIA is designed to simulate the operation of 900 MWe, 1300 MWe and 1450 MWe reactors as well as the EPR, covering a wide range of operating situations, from shutdown states to at-power states. It is used to improve assessment quality, train IRSN and external personnel, and prepare emergency response exercises.

SOFIA, emergency operation observation simulator.

OUVERTURE À LA SOCIÉTÉ

L'IRSN mène depuis plusieurs années une politique d'accompagnement des collectivités territoriales pour la gestion du radon dans l'habitat domestique. En 2015, cette politique a franchi une étape supplémentaire au sein de l'agglomération de Montbéliard (Doubs), sous la forme d'une démarche pluraliste avec l'Agence régionale de santé de Franche-Comté et l'Atmo Franche-Comté.

OPENNESS TO SOCIETY

IRSN has implemented a policy of helping local authorities to manage radon in homes for several years. In 2015, this policy passed another milestone in the area of Montbéliard in the east of France, in a joint initiative with the Franche-Comté Regional Health Agency and ATMO Franche-Comté.

EXERCICES DE CRISE

En juin 2015, l'IRSN a participé pour la première fois à un exercice européen d'intercomparaison de mesures aéroportées à Chemnitz, en Allemagne, à proximité de la frontière tchèque. L'exercice a permis de vérifier la concordance des résultats entre les systèmes de mesure propres à chaque organisme. Il a aussi été l'occasion de tester la coordination et la coopération entre organismes pour fournir rapidement aux autorités une estimation cohérente des retombées radioactives dans le cas d'un accident nucléaire.

EMERGENCY RESPONSE EXERCISES

In June 2015, IRSN took part for the first time in a European exercise to compare airborne measurements. The exercise took place in Chemnitz in Germany, near the Czech border. Its purpose was to check that the results obtained by the different organizations all matched. It was also an opportunity to test coordination and cooperation between organizations in order to rapidly provide the authorities with a consistent estimation of radioactive fallout in the event of a nuclear accident.



ÉQUIPEMENTS LOURDS

Après 12 ans de modifications et de rénovations importantes, le réacteur CABRI, exploité par le CEA à Cadarache (Bouches-du-Rhône), a divergé le 20 octobre 2015. Ce redémarrage va permettre la reprise du programme CIP (CABRI International Programme). Ce programme vise à étudier le comportement et la résistance des crayons de combustible nucléaire et de leur gainage, lors d'un accident d'injection de réactivité dans les réacteurs à eau sous pression (REP).

HEAVY EQUIPMENT

The CABRI reactor, operated by CEA at Cadarache in the south of France, went critical on October 20, 2015, after twelve years of extensive modification and renovation work.

It will now be possible to resume the CABRI International Program (CIP). This program is aimed at studying the behavior and resistance of nuclear fuel rods and their cladding during a reactivity injection accident in pressurized-water reactors (PWRs).

MANAGEMENT DES CONNAISSANCES

Les actions mises en œuvre par l'IRSN en matière de management des connaissances visent à maintenir, transmettre et développer les connaissances de l'IRSN afin de garantir dans le temps la qualité et la pertinence de son expertise scientifique.

KNOWLEDGE MANAGEMENT

The work carried out by IRSN in the field of knowledge management is aimed at maintaining, transmitting and developing its knowledge to guarantee the quality and relevance of its scientific expertise over time.

EXPERTISE

En appui aux autorités de sûreté, l'IRSN mène des expertises concernant la sûreté des installations civiles ou intéressant la défense et la radioprotection. En 2015, près de 1000 avis de l'IRSN ont été transmis aux autorités publiques civiles et de défense. L'Institut évalue aussi les dossiers transmis par les exploitants d'installations nucléaires aux différentes autorités compétentes. Les conclusions de ces expertises sont présentées aux groupes permanents d'experts placés auprès de l'ASN ou aux commissions techniques de sûreté placées auprès du DSND.

ASSESSMENT

IRSN performs assessments of civil and defense-related nuclear facilities relating to safety and radiation protection to assist the safety authorities in their work. In 2015, it submitted more than 1000 notices to the public authorities for civil and defense-related matters. It also assesses the documentation submitted by the licensees of nuclear facilities to the relevant authorities and presents its findings to the ASN advisory committees or DSND technical safety commissions.



RADON

L'IRSN a lancé en 2015, en Haute-Vienne, une action territoriale de mesure du radon dans l'habitat domestique et d'accompagnement à la remédiation. Elle s'inscrit dans la continuité de la démarche initiée depuis plusieurs années en Franche-Comté.

RADON

In 2015, IRSN launched a regional initiative in Haute-Vienne in central France to carry out radon measurements in housing and to provide assistance with remediation. It is in line with a similar initiative begun in Franche-Comté in eastern France several years ago.



EPR

L'IRSN a poursuivi en 2015 l'instruction de la demande d'autorisation de mise en service du réacteur EPR Flamanville 3. Il a également accompagné l'ASN lors de ses inspections sur le chantier de construction de ce réacteur.

EPR

In 2015, IRSN continued its examination of the operating license application for the Flamanville 3 EPR. IRSN also took part in onsite inspections organised by ASN in connection with construction site monitoring.



RADIOPROTECTION DES PATIENTS

Grâce à ses recherches, l'IRSN contribue à améliorer les traitements aux patients atteints de cancer, notamment en optimisant la dose reçue en radiothérapie externe ou interne.

RADIATION PROTECTION OF PATIENTS

IRSN's research helps to improve the treatment of cancer patients, in particular by optimizing the dose received during external or internal radiation therapy.



PLUS DE **1 800 COLLABORATEURS** POUR
FAIRE AVANCER LA SÛRETÉ NUCLÉAIRE
ET LA RADIOPROTECTION EN FRANCE ET
DANS LE MONDE, DANS SES DIMENSIONS
INDUSTRIELLE, SCIENTIFIQUE,
RÉGLEMENTAIRE ET SOCIÉTALE.


*Over 1,800 people working to improve nuclear safety
and radiological protection in France and the world,
focusing on the industrial, scientific, regulatory and
social aspects.*

Tous les rapports et documents cités dans ce supplément sont consultables
sur le site Internet de l'IRSN: www.irsnn.fr

*All the reports and documents quoted in this supplement can be consulted
on the IRSN website: www.irsnn.fr*



ACTIVITÉS



GRÂCE À SA RECHERCHE, SES MÉTHODES ET SES INTERACTIONS AVEC L'ENSEMBLE DES PARTIES PRENANTES, L'IRSN ÉVALUE EN TOUTE INDÉPENDANCE LES RISQUES NUCLÉAIRES ET RADIOLOGIQUES ET LEURS CONSÉQUENCES.

SÛRETÉ P. 32 /
SÛRETÉ ET RADIOPROTECTION
DES INSTALLATIONS ET ACTIVITÉS
INTÉRESSANT LA DÉFENSE P. 49 /
SÉCURITÉ ET NON-PROLIFÉRATION P. 53 /
RADIOPROTECTION DE L'HOMME
ET L'ENVIRONNEMENT P. 62 / CRISE ET
SITUATIONS POSTACCIDENTELLES P. 77

ACTIVITIES

USING ITS RESEARCH, METHODS, AND INTERACTIONS WITH ALL STAKEHOLDERS, IRSN PROVIDES COMPLETELY INDEPENDENT ASSESSMENTS OF NUCLEAR AND RADIOLOGICAL RISKS AND THEIR CONSEQUENCES.

Safety p. 32 / Safety and radiation protection of defense-related facilities and activities p. 49 / Security and nonproliferation p. 53 / Radiation protection - human health and environment p. 62 / Emergency and post-accident situations p. 77

SÛRETÉ

Expert public en charge d'évaluer les risques nucléaires et radiologiques, l'IRSN apporte un appui technique aux autorités et aux pouvoirs publics pour faire progresser la sûreté nucléaire des installations. Dans ce cadre, l'Institut associe une expertise toujours plus pertinente en termes de sûreté et de radioprotection – depuis la conception jusqu'au démantèlement des installations et équipements – à une politique d'excellence en matière de recherche, conformément aux engagements pris dans son contrat d'objectifs et de performance qui lie l'Institut à l'État pour la période 2014-2018. Pour atteindre ces objectifs, l'Institut s'appuie, en particulier, sur le retour d'expérience des événements survenus et sur les résultats de recherches et d'études menées dans des domaines tels que le vieillissement, les accidents graves, les séismes ou le comportement du combustible. Ces travaux concernent l'ensemble des installations nucléaires civiles et de défense ; ils s'insèrent, pour nombre d'entre eux, dans des collaborations aux niveaux européen et international.

SAFETY

As the public body responsible for assessing nuclear and radiological risks, IRSN provides technical support to the government and public authorities in their efforts to enhance the nuclear safety of the facilities. For this purpose, it combines its constantly developing expertise in safety and radiation protection – from the design to the decommissioning of facilities and equipments – with a policy of excellence in research, in line with its

commitments in the performance target agreement with the French government for the 2014-2018 period. To achieve these goals, IRSN relies particularly on operating experience feedback from past events, and on research results in areas such as ageing, severe accidents, earthquakes or fuel behavior. This work concerns all civil and defense-related nuclear facilities, and is often carried out as part of European and international collaborations.


543
AVIS ET RAPPORTS
techniques transmis à
l'ASN (hors activités
intéressant la défense).

70
AVIS TECHNIQUES
transmis au DSND.


11 
INSTRUCTIONS
TECHNIQUES
réalisées en support des
réunions des **groupes
permanents d'experts**
placés auprès de l'ASN
dans le domaine de
la sûreté.

5
RAPPORTS DE L'IRSN
en support des réunions
**des commissions
techniques de
sûreté** placées auprès
du DSND.

543 technical notices and reports submitted to ASN (excluding defense-related activities).

70 technical notices submitted to the DSND.

11 technical reviews performed to support ASN Advisory Committee meetings regarding safety.

5 IRSN reports to support the meetings of the safety technical commissions of the Representative in charge of Nuclear Safety and Radiation Protection for Defense-related Activities and Facilities (DSND).



- Le point de vue de l'IRSN sur la sûreté et la radioprotection du parc électronucléaire français en 2014.
- Sûreté des installations nucléaires de base autres que les réacteurs électronucléaires : enseignements tirés des événements significatifs déclarés en 2013 et 2014.
- Rapport de l'IRSN sur le potentiel géothermique du site de stockage géologique profond de déchets radioactifs Meuse/Haute-Marne.
- Six questions pour tirer les leçons de la catastrophe de Fukushima sur le plan des facteurs organisationnels et humains.

- *IRSN's Position on Safety and Radiation Protection at Nuclear Power Plants in France in 2014.*
- *Safety at Civil Basic Nuclear Installations other than Nuclear Power Plants in France: Lessons Learned by IRSN from Significant Events Reported in 2013 and 2014.*
- *IRSN Report on the Geothermal Potential of the Meuse/Haute-Marne Deep Geological Radioactive Waste Repository.*
- *Six Questions for Learning Lessons from the Fukushima Disaster in terms of Organizational and Human Factors.*

Sûreté des installations nucléaires civiles

À la demande de l'Autorité, l'IRSN mène des instructions avec l'objectif constant d'améliorer la sûreté des installations nucléaires. En 2015, ces travaux ont plus particulièrement porté sur la question de la durée de vie des réacteurs d'EDF au-delà de 40 ans, la mise en œuvre des prescriptions de l'ASN pour renforcer la robustesse des installations à la suite de l'accident nucléaire de Fukushima, l'implication de prestataires dans la maintenance des réacteurs et l'achèvement du réexamen de sûreté de l'usine de retraitement UP3-A de La Hague (Manche).

RÉACTEURS DE 900 MWe: QUATRIÈMES VISITES DÉCENNALES

EDF doit procéder à un réexamen de la sûreté de chacune de ses installations nucléaires tous les 10 ans. Pour les 34 réacteurs de 900 MWe, les réexamens associés aux quatrièmes visites décennales (VD4) se dérouleront de 2019 à 2030. Dans ce cadre, l'IRSN a présenté au groupe permanent pour les réacteurs (GPR) son avis sur les orientations proposées par EDF au regard des objectifs fixés par l'ASN en 2013 pour l'exploitation des réacteurs au-delà de leur VD4. Ils concernent la maîtrise des effets du vieillissement, notamment sur les équipements non remplaçables tels que la cuve et l'enceinte de confinement, ainsi que les améliorations de sûreté, visant en particulier la réduction des rejets en cas d'accident. Les renforcements de la prévention des accidents et les dispositions «post-Fukushima» qui seront mis en œuvre lors des VD4 conforteront de manière significative la robustesse des installations aux agressions extrêmes et aux situations accidentelles qui pourraient en résulter.

POURSUITE DES ÉVALUATIONS COMPLÉMENTAIRES DE SÛRETÉ DES RÉACTEURS

À la suite de l'accident survenu à la centrale nucléaire de Fukushima en mars 2011, les exploitants nucléaires ont mené, à la demande de l'ASN, des évaluations complémentaires de sûreté (ECS) visant à apprécier la robustesse des installations nucléaires dans des conditions plus sévères que celles prises

en compte à leur conception. À la suite de ces ECS, des prescriptions techniques ont été formulées par l'ASN en 2012. Elles ont conduit EDF à mener des études dans ce cadre dont l'IRSN a poursuivi l'examen en 2015.

L'Institut a, par exemple, analysé les nouvelles études relatives à la robustesse des digues protégeant les sites du Tricastin (Rhône) et de Fessenheim (Haut-Rhin) en cas de séisme extrême; ces études sont apparues satisfaisantes sous réserve d'actions complémentaires.

Plus globalement, l'IRSN analyse les premières études proposées par EDF en vue de la mise en place des dispositions du noyau dur entre 2017 et 2030, dont l'objectif est d'assurer la maîtrise des fonctions élémentaires de sûreté des installations. Les études examinées concernent la définition des aléas naturels extrêmes, la définition des exigences à retenir pour les équipements du «noyau dur», et la gestion de l'installation en situations accidentelles intégrant la maîtrise des rejets potentiels en cas d'accident grave. En 2015, EDF a engagé les premiers travaux d'implantation de certains équipements du noyau dur en vue de recueillir un retour d'expérience avant de généraliser le déploiement de ces équipements à l'ensemble des centrales. Dans ce domaine, l'IRSN a procédé à l'analyse des dossiers relatifs aux travaux de génie civil du centre de crise local (CCL) de Flamanville (Manche) et des bâtiments consacrés à abriter le diesel ultime de secours (DUS), dont le but est de sécuriser l'alimentation électrique des équipements du noyau dur.

SAFETY OF CIVIL NUCLEAR FACILITIES

At the authority's request, IRSN carries out examinations of nuclear facilities with the aim of constantly improving their safety. In 2015 this work focused particularly on whether the lifetime of EDF's reactors should extend beyond 40 years, the implementation of ASN's requirements to improve the robustness of facilities in the wake of the Fukushima nuclear accident, contractor involvement in reactor maintenance, and completion of the safety review of the UP3-A reprocessing plant at La Hague.

**900 MWe REACTORS: FOURTH
TEN-YEARLY OUTAGE INSPECTIONS**
EDF has to perform a safety review of each of its nuclear facilities every ten years. For the thirty-four 900 MWe reactors, the safety

reviews associated with the fourth ten-yearly outage inspections (VD4) will be conducted between 2019 and 2030. As part of this process, IRSN presented to the Advisory Committee for Reactors (GPR) its opinion on the commitments proposed by EDF for the reviews. These items were based on the objectives set by ASN in 2013 for operating the reactors beyond VD4. They involve controlling the effects of ageing, particularly on irreplaceable equipment such as the reactor vessel and the containment, and safety improvements, particularly to reduce releases in the event of an accident.

The accident prevention improvements and the "post-Fukushima" measures to be implemented during the fourth ten-yearly outage program will significantly strengthen the robustness of the facilities in the event of extreme hazards and the potential ensuing accident situations.

CONTINUATION OF THE REACTOR STRESS TESTS

Following the accident at the Fukushima nuclear power plant in March 2011, nuclear licensees carried out complementary safety assessments (or stress tests), at ASN's request, to assess the robustness of nuclear facilities under more severe conditions than those taken into account when they were designed. As a result of these stress tests, ASN introduced some new technical requirements in 2012, prompting EDF to conduct a number of studies in this area, which IRSN continued to examine in 2015.

For example, IRSN analyzed the new studies of the robustness of the dikes protecting the Tricastin and Fessenheim sites in the event of an extreme earthquake; these studies appeared satisfactory subject to further action being taken.

ÉVALUATION DE LA POLITIQUE DE SOUS-TRAITANCE D'EDF

L'IRSN a présenté au groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires son évaluation des dispositions mises en œuvre par EDF pour maîtriser les activités sous-traitées dans l'exploitation des réacteurs du parc. Aujourd'hui, EDF sous-traite environ 80 % des activités de maintenance, dont les volumes vont augmenter en raison des travaux du «grand carénage», nécessaires à la poursuite du fonctionnement de ces réacteurs. L'Institut a mené son évaluation en s'appuyant sur des enquêtes menées sur le terrain et centrées sur les activités importantes pour la sûreté. Elle a montré qu'il était important qu'EDF et ses prestataires dépassent la relation client-fournisseur pour aller vers une construction conjointe des conditions garantissant la qualité des prestations. Dans ce cadre, l'IRSN a estimé que la planification des activités et leur préparation ainsi que l'implication des entreprises prestataires dans cette préparation méritaient d'être améliorées par EDF afin d'assurer l'adéquation entre la charge de travail et les ressources mobilisables par les prestataires (effectifs et compétences), qui constitue une condition nécessaire de bonne maîtrise des risques.

LA HAGUE: FIN DU RÉEXAMEN DE SÛRETÉ DE L'USINE UP3-A

En 2015, l'IRSN a achevé son analyse du dossier de réexamen de sûreté de l'usine UP3-A, qui est l'une des deux usines de traitement des combustibles irradiés de l'établissement Areva NC de La Hague. Dans cette usine sont effectuées les opérations

de réception, d'entreposage et de traitement d'assemblages combustibles irradiés et de matières nucléaires, ainsi que le conditionnement et l'entreposage des matières extraites (uranium et plutonium) et des déchets résultant des opérations. Du fait de la taille importante de l'usine UP3-A et de la diversité des opérations qui y sont réalisées, l'analyse de ce dossier de réexamen de sûreté, transmis en 2010, a été structurée avec une approche thématique: méthodes mises en œuvre pour réaliser le réexamen de sûreté, retour d'expérience acquis, examen de l'état des installations et équipements, maîtrise du vieillissement pour les années à venir, opérations de maintenance, opérations de transport interne, démarche de définition des éléments et activités importants pour la protection (EIP/AIP) et réévaluation de sûreté. Ces sujets ont fait l'objet de réunions des groupes permanents d'experts pour les usines et pour les transports. À la lumière des conclusions du réexamen de sûreté réalisé par Areva NC et du plan d'action proposé, l'IRSN a considéré que la maîtrise des risques était globalement satisfaisante moyennant la mise en place des dispositions complémentaires prévues par l'exploitant.

Toutefois, certains sujets nécessitent la réalisation d'études complémentaires qui concernent, notamment, les opérations de transport interne, la définition des EIP/AIP et les risques associés aux évaporateurs de produits de fission. Pour ces derniers équipements, du fait de leur état de corrosion, ces études concernent de nouveaux scénarios de fuite de solutions chimiques ainsi que la prévention de réactions chimiques particulières dites «red oils». ■

More generally, IRSN is analyzing the initial studies proposed by EDF in preparation for the implementation of the hardened safety core measures between 2017 and 2030, the aim of which is to ensure proper control of basic safety functions at facilities. The studies examined concern the definition of extreme natural hazards, the definition of the requirements to be met for hardened safety core equipment, and the management of the facility in accident situations including the control of potential releases in the event of a severe accident. In 2015 EDF started work on installing some of the hardened safety core equipment, mainly with a view to obtaining operating experience feedback before extending the deployment of this equipment to all plants. As part of this work, IRSN analyzed the documentation concerning the civil works of the local emergency operation center (CCL) at Flamanville and the building for the station blackout diesel generators designed to provide a secure power supply for the hardened safety core equipment.

ASSESSMENT OF EDF'S SUBCONTRACTING POLICY

IRSN presented to the Advisory Committee for Reactors its assessment of the measures taken by EDF to manage subcontracted activities reactor operation. EDF currently subcontracts approximately 80% of its maintenance

activities, but the workload will increase with the Grand Carénage (major refit) project, which is necessary for these reactors to remain in operation. IRSN's assessment was conducted on the basis of field studies focusing on the safety-related activities carried out on sites. The assessment revealed that it was important for EDF and its contractors to step outside the conventional customer/supplier relationship and instead work together on building the quality of the services provided. Within this context, IRSN concluded that planning and preparation for the activities, and subcontractor involvement in this preparation, should be improved by EDF to ensure that workload is matched by the resources (size of workforce and skills) that can be mobilized by the contractors, since this is a necessary condition for perfectly controlling risk.

LA HAGUE: COMPLETION OF THE UP3-A PLANT SAFETY REVIEW

In 2015 IRSN completed its analysis of the safety review of the UP3-A plant, which is one of two reprocessing plants for irradiated fuel at the Areva NC site in La Hague. The plant performs the operations of reception, storage and reprocessing of irradiated fuel assemblies and nuclear materials, and the conditioning and storage of the extracted materials (uranium and plutonium) and of the waste produced by these operations.

Because the UP3-A is so large and because so many different operations are performed there, the analysis of the safety review file, submitted in 2010, was structured thematically: methods used to conduct the safety review, operating experience feedback obtained, examination of the condition of the facilities and equipment, control of ageing in the coming years, maintenance operations, internal transport operations, procedure for defining elements and activities that are important for protection (EIP/AIP), and reviewing safety. Meetings of the Advisory Committees for Plants and Transport were held on these topics.

Based on the conclusions of the safety review carried out by Areva NC and the proposed action plan, IRSN considered risk management to be satisfactory overall subject to the licensee implementing its planned additional measures. However, further studies are needed on certain topics, notably internal transport operations, the definition of EIPs/AIPs, and the risks associated with fission product evaporators. Owing to the corrosion levels observed in the evaporators, studies will focus on new chemical leakage scenarios and the prevention of reactions between particular chemicals known as red oils. ■

Du démantèlement des anciens réacteurs à la conception des futurs réacteurs

Qu'il s'agisse des dossiers relatifs au démantèlement d'anciennes installations ou à la création de nouvelles installations, l'IRSN met en œuvre une approche pluridisciplinaire lui permettant d'apprécier dans leur globalité les dispositions de sûreté et de radioprotection retenues par les exploitants. L'Institut contribue également à la définition de référentiels d'exigences de sûreté, notamment dans le cadre des travaux d'harmonisation entrepris à l'international et dans la perspective de nouveaux systèmes nucléaires.

DÉMANTÈLEMENT : STRATÉGIE ET GESTION DES DÉCHETS D'EDF

En 2015, l'IRSN a présenté aux groupes permanents d'experts pour les usines et pour les déchets les conclusions de son évaluation des stratégies retenues par EDF pour le démantèlement de ses installations nucléaires et la gestion de ses déchets radioactifs.

L'IRSN a estimé que la stratégie définie par EDF pour la gestion de ses déchets était globalement satisfaisante et a souligné la part significative des ressources à allouer à cette gestion sur les sites de production. En outre, les méthodes utilisées pour estimer les activités de certains radionucléides présents dans ces déchets doivent faire l'objet d'approfondissements. Enfin, l'IRSN a souligné que cette stratégie supposait la disponibilité de différents centres de stockage, qui n'est pas aujourd'hui acquise pour l'ensemble des déchets, notamment les déchets de très faible activité et ceux contenant du graphite.

Concernant la stratégie de démantèlement de ses installations, EDF a, dans son dossier, conditionné le démantèlement des six réacteurs de la filière à l'uranium naturel graphite gaz (Bugey – Ain, Chinon – Indre-et-Loire et Saint-Laurent-des-Eaux – Loir-et-Cher) à la création d'un stockage pouvant accueillir les déchets de graphite. Les opérations de démantèlement des trois autres réacteurs de puissance définitivement arrêtés (Brennilis – Finistère, Chooz A – Ardennes et Creys-Malville – Isère) nécessitent, quant à elles, la mise en service de l'installation de conditionnement et d'entreposage ICEDA en cours de construction sur le site de Bugey. En tout état de cause, l'IRSN considère qu'EDF doit davantage anticiper les évolutions et aléas qui pourraient mettre en

cause les échéances annoncées pour ses réacteurs. Pour les 58 réacteurs à eau sous pression en fonctionnement, l'IRSN a jugé nécessaire qu'EDF, dans l'hypothèse d'un arrêt définitif de plusieurs d'entre eux en quelques années, confirme la possibilité d'évacuer leurs combustibles usés en préalable à leur démantèlement.

RÉACTEUR EPR FLAMANVILLE 3

Dans le cadre de l'instruction de la demande d'autorisation de mise en service de ce réacteur, l'Institut a remis à l'ASN son avis sur la recevabilité du rapport de sûreté et des règles générales d'exploitation présentés par EDF. L'IRSN a également proposé une stratégie d'instruction de ces documents qui prévoit, notamment, la tenue de plusieurs réunions du groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires, ciblées sur des sujets présentant des enjeux importants pour la sûreté. En 2015, l'IRSN a présenté ses rapports sur l'examen des moyens organisationnels, humains et techniques de conduite du réacteur ainsi que les dispositions de gestion des accidents graves à l'occasion de deux réunions du groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires. Les dispositions de limitation des conséquences radiologiques d'un éventuel accident grave ont été estimées satisfaisantes.

L'IRSN a également été sollicité par l'ASN sur l'analyse des anomalies de fabrication des calottes de la cuve du réacteur. En septembre 2015, il a présenté au groupe permanent d'experts pour les équipements sous pression nucléaires ses conclusions sur le programme d'essais proposé par Areva pour déterminer les propriétés mécaniques de ces calottes.

FROM DECOMMISSIONING OLD REACTORS TO DESIGNING THOSE OF THE FUTURE

Whether it is examining files for the decommissioning of old reactors or the design of new facilities, IRSN adopts a multidisciplinary approach to fully assess the safety and radiation protection measures chosen by licensees. It also contributes to the specification of reference frameworks for safety requirements, in particular in the context of international harmonization work and with regard to new nuclear systems.

DECOMMISSIONING: EDF'S STRATEGY AND WASTE MANAGEMENT

In 2015, IRSN presented to the Advisory Committees for Plants and Waste the conclusions of its assessment of EDF's strategies for decommissioning its nuclear facilities and managing its radioactive waste. IRSN considered that EDF's waste management strategy was satisfactory overall, but emphasized the significant portion of its resources that would have to be assigned to waste management on its production sites.

The methods used for estimating the activity of certain radionuclides in that waste also needed to be studied in more detail. Lastly, IRSN pointed out that the strategy assumed that a number of different disposal facilities would be available, but this was not currently the case for every type of waste, particularly very low-level waste and waste containing graphite. Regarding the decommissioning strategy for its facilities, in its files EDF made the decommissioning of six graphite-moderated reactors (Bugey, Chinon and Saint-Laurent-

AVANCEMENT DE LA R&D RELATIVE À L'ÉVALUATION DE LA SÛRETÉ D'ITER

L'IRSN mène des recherches en vue d'évaluer la sûreté de l'installation expérimentale ITER. Les recherches de l'Institut portent, notamment, sur les risques de défaillance de confinement, par exemple en cas d'explosion de mélanges d'hydrogène et de poussières. Afin de mener des expériences dans des conditions représentatives, l'IRSN a conçu et développé le système DUSTER-BOX, qui permet de collecter des poussières directement dans des tokamaks (chambres toriques assurant le confinement magnétique du plasma) en fonctionnement (comme Tore-Supra, en France, ou ASDEX, en Allemagne). Des expériences ont ainsi été réalisées sur la remise en suspension à très basse pression de particules radioactives et non radioactives, dont des particules de tungstène tritiées. Des essais d'explosion ont également été réalisés.

Par ailleurs, des calculs de chimie théorique ont permis de déterminer les composés toxiques du béryllium et du tritium produits par l'érosion des parois de la chambre à vide par le plasma et pouvant être rejetés dans l'environnement.

Les recherches sont menées dans le cadre d'une collaboration internationale et les connaissances acquises intégrées dans des logiciels de simulation numérique développés dans la

perspective de l'instruction de la demande d'autorisation d'assemblage du tokamak d'ITER, qui devrait être transmise en 2019.

DÉVELOPPEMENT ET UTILISATION DU SIMULATEUR SOFIA

Le simulateur SOFIA de fonctionnement des réacteurs à eau sous pression (REP) est un outil qui sert à simuler les conditions de fonctionnement normales et accidentelles de ces réacteurs. Il est utilisé, notamment, pour la formation continue (IRSN et ASN).

Il a également permis de réaliser des études spécifiques en vue d'apprécier la robustesse des stratégies de conduite accidentelle retenues par EDF pour les cas d'agression extrême nécessitant l'utilisation des moyens du « noyau dur ».

Parallèlement, en coopération avec Areva, des améliorations de la modélisation des réacteurs ont été introduites dans le simulateur, notamment des améliorations des modèles des systèmes et l'intégration d'une nouvelle version du logiciel CATHARE. Enfin, l'IRSN a amélioré la validation de la configuration des réacteurs de 1300 MWe par des comparaisons de simulation à des cas concrets tels que les essais de démarrage ou des incidents survenus sur le parc en exploitation.

des-Eaux) dependent on the creation of a disposal facility for graphite waste. The decommissioning of the other three power reactors that have been permanently shut down (Brennilis, Chooz A and Creys-Malville) requires the ICEDA waste conditioning and storage facility currently under construction on the Bugey site to be commissioned. IRSN considers that EDF should do more to anticipate any developments or hazards that might jeopardize the stated timeframes for its reactors. For the 58 pressurized water reactors currently in operation, IRSN believes that, on the assumption several of them have to be permanently shut down in the next few years, EDF must confirm that spent fuel can be removed from the sites concerned prior to decommissioning.

EPR FLAMANVILLE 3

As part of the process of examining the operating license application for this reactor, IRSN gave ASN its opinion on the completeness

of RJ safety analyses report and general operating rules presented by EDF. IRSN also put forward a strategy for examining these documents, in particular involving a number of meetings of the Advisory Committee for Reactors focusing on issues with major implications for safety. In 2015, at two meetings of the Advisory Committee for Reactors, IRSN presented its examination of the organizational, human and technical resources for operating the reactor and the measures for managing severe accidents. The provisions made to limit the radiological consequences of a severe accident were found satisfactory.

IRSN was also consulted by ASN on the analysis of manufacturing problems affecting the reactor vessel domes. In September 2015, IRSN presented to the Advisory Committee for Nuclear Pressure Equipment its conclusions on the test program proposed by Areva to determine the mechanical properties of the domes.

PROGRESS WITH R&D ON ASSESSING THE SAFETY OF ITER

IRSN is carrying out research to assess the safety of the ITER experimental facility. Its research is looking particularly at containment failure risks, for example if mixtures of hydrogen and dust were to explode. To conduct experiments under representative conditions, IRSN designed and developed the DUSTER-BOX system, which can be used to collect dust inside tokamaks (torus-shaped chambers ensuring magnetic confinement of the plasma) while they are in operation (e.g. Tore-Supra in France or ASDEX in Germany). Experiments have been conducted on the re-suspension at very low pressure of radioactive and non-radioactive particles, including tritiated tungsten particles. Explosion tests have also been carried out. Theoretical chemistry calculations have made it possible to determine the toxic compounds of beryllium and tritium produced through erosion by plasma of the walls of the vacuum vessel, which could be released into the environment.

SIMULATION CONCERNANT LES ACCIDENTS GRAVES POUVANT AFFECTER LE FUTUR RÉACTEUR ASTRID

Le système de logiciels ASTEC (*Accident Source Term Evaluation Code*) a pour objet de simuler l'ensemble des phénomènes qui pourraient survenir au cours d'un accident de fusion du cœur d'un réacteur. D'abord développé pour les réacteurs à eau, il est en cours d'adaptation pour pouvoir traiter la phase primaire d'un accident de fusion du cœur d'un réacteur à neutrons rapides refroidi au sodium (RNR-Na). Une première étape du développement a été franchie à la fin de l'année 2015; les travaux de modélisation menés cette même année ont concerné la neutronique du cœur ainsi que le comportement des gaz de fission et les mouvements de combustible fondu à l'intérieur des aiguilles du cœur. Le logiciel permet à présent de simuler les phénomènes les plus importants survenant avant la rupture des gaines du combustible. Les modèles correspondants ont été validés dans le cadre du projet européen JASMIN⁽¹⁾ coordonné par l'Institut, par comparaison aux résultats d'essais réalisés dans les réacteurs CABRI et PHÉNIX ou aux résultats de calculs menés avec les logiciels de référence SAS-SFR et SIMMER. Des travaux relatifs au transfert et à la physicochimie des produits de fission ont été engagés; ils seront poursuivis dans le cadre de l'étude des phénomènes survenant après la rupture des gaines

afin de disposer d'un outil pouvant simuler les conséquences d'un accident de fusion du cœur d'un RNR-Na, en support à l'évaluation du rapport préliminaire de sûreté du futur réacteur français ASTRID⁽²⁾. ■

(1) *Joint Advanced Severe accidents Modelling and Integration for Na-cooled fast neutron reactors.*

(2) *Advanced Sodium Technological Reactor for Industrial Demonstration.*

The research is being carried out as part of an international collaboration and the acquired knowledge is being incorporated into numerical simulation software developed for the process of examining the license application for assembly of the ITER tokamak, which should be submitted around 2019.

DEVELOPMENT AND USE OF THE SOFIA SIMULATOR

The SOFIA pressurized water reactor (PWR) simulator is a tool used for simulating normal and accident operating conditions in these reactors. It is used particularly for continuing training (IRSN, ASN). It has also been used for conducting specific studies of the robustness of the emergency operation strategies chosen by EDF for use when extreme hazards require the hardened safety core to be deployed. In cooperation with Areva, improvements in reactor modeling have been incorporated into the simulator, particularly improvements in

system models and the installation of a new version of CATHARE software. Lastly, IRSN has improved the way the configuration of 1,300 MWe reactors is validated by comparing simulations with actual cases such as startup tests or incidents at reactors currently in operation.

SIMULATION OF SEVERE ACCIDENTS THAT COULD AFFECT THE FUTURE ASTRID REACTOR

The purpose of the ASTEC (Accident Source Term Evaluation Code) software system is to simulate all the phenomena that could occur during a reactor core melt accident. Originally developed for water reactors, it is currently being adapted to simulate the primary phase of core melt accidents in sodium-cooled fast reactors (SFR). The initial development stage was completed at the end of 2015; during the same year, modelling work was done on the core neutronics as well as the behavior of the fission gases and the movement of molten fuel inside the pins in the

core. The software can currently simulate the most important phenomena that occur before the fuel rod cladding fails. The corresponding models have been validated as part of the European JASMIN⁽¹⁾ project coordinated by IRSN, by comparing them with the results of tests carried out in the CABRI and PHENIX reactors and with the results of calculations made with the SAS-SFR and SIMMER reference software. Work has started on transports of the fission products and on the physical chemistry; it will continue as part of a study of the phenomena arising after fuel cladding failure, in order to produce a tool capable of simulating the consequences of a core melt accident in an SFR, to support the assessment of the preliminary safety report on the future French ASTRID reactor⁽²⁾. ■

(1) *Joint Advanced Severe accidents Modeling and Integration for Na-cooled fast neutron reactors.*

(2) *Advanced Sodium Technological Reactor for Industrial Demonstration.*

Vieillessement des réacteurs

Pour être en mesure d'examiner dans de bonnes conditions les demandes de prolongation du fonctionnement des centrales nucléaires du parc en exploitation au-delà de 40 ans, l'IRSN mène des études et des recherches en vue de mieux apprécier certains phénomènes liés au vieillissement. Il déploie notamment, à cet effet, de nouvelles installations qui permettront en particulier d'étudier le comportement de matériaux et de composants essentiels au maintien en bon état des barrières de confinement fortement sollicitées lors de l'exploitation des réacteurs.

DÉMARRAGE DU VOLET EXPÉRIMENTAL DU PROJET ODOBA

En 2015, des travaux d'aménagement d'une plate-forme d'étude du vieillissement des bétons (projet ODOBA) ont commencé sur le site de Cadarache (Bouches-du-Rhône). Les essais prévus visent à acquérir des connaissances utilisables pour caractériser le comportement de certaines enceintes de confinement qui peuvent être menacées par des pathologies affectant les caractéristiques des bétons utilisés pour leur réalisation. Le projet ODOBA comprend un volet expérimental mené sur des structures à grande échelle, des essais en laboratoire et un volet modélisation. L'objectif est de disposer d'un logiciel de calcul prédictif de l'évolution du comportement des enceintes. Ce projet est mené en collaboration avec des partenaires académiques (École normale supérieure, Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux, Laboratoire de mécanique et d'acoustique (CNRS) et Laboratoire matériaux et durabilité des constructions (Université de Toulouse 3 INSA Toulouse). L'US-NRC⁽¹⁾, CNSC/CCSN⁽²⁾, BelV⁽³⁾, VTT⁽⁴⁾ et NSC⁽⁵⁾ ont manifesté leur intérêt pour ce projet.

VIEILLISSEMENT DES ACIERS: PROGRAMME EXPÉRIMENTAL EVA

Dans le cadre du programme d'expérimentation d'étude du vieillissement des aciers du circuit primaire (EVA), l'IRSN étudie les effets physicochimiques de l'eau du circuit primaire sur la fatigue des composants métalliques de ce circuit (couplage entre la fatigue et la corrosion). D'importantes étapes de ce programme expérimental EVA ont été franchies en 2015, relatives à la conception de l'installation. D'une part, l'IRSN a signé un contrat de collaboration avec le laboratoire MATEIS de l'INSA (Lyon), qui apporte ses compétences concernant les techniques de mesure électrochimique en ligne. D'autre part, l'IRSN a déposé un brevet sur une méthode innovante de mesure des déformations des aciers par extensométrie. En collaboration avec le MATEIS, l'IRSN a également réalisé les premiers essais de fatigue oligocyclique sous air à 300 °C; ils seront poursuivis, en 2016, par des essais mettant en œuvre des mesures électrochimiques à froid, et en 2017, dans des conditions représentatives du circuit primaire d'un réacteur à eau sous pression (155 bars, 300 °C).

REACTOR AGEING

IRSN research in this field is aimed at learning more about certain ageing phenomena for the purpose of examining applications to extend the lifetime of nuclear power plants in operation beyond 40 years. IRSN is using new facilities enabling it to study the behavior of materials and components that are essential for maintaining the integrity of containment barriers and subject to considerable stress during reactor operation.

LAUNCH OF THE EXPERIMENTAL COMPONENT OF THE ODOBA PROJECT

In 2015, development work on a platform to study the ageing of concrete (ODOBA project) began at the Cadarache site. The planned tests aim to acquire knowledge that can be used to characterize the behavior of some

containments buildings, the integrity of which can be threatened by pathologies affecting the characteristics of the concrete used in their construction. The ODOBA project includes an experimental part involving full-scale structures, laboratory tests and a modeling task. The aim is to produce a computer code that can predict changes in containment behavior. The project is conducted in collaboration with academic partners, including the Ecole Normale Supérieure, the French Institute of Science and Technology for Transport, Development and Networks, the CNRS Mechanical and Acoustic Engineering Laboratory (LMA), and the University of Toulouse 3 et INSA Toulouse Laboratory of Materials and Durability of Constructions (LMDC). US-NRC⁽¹⁾, VTT⁽²⁾ and CNSC/CCSN⁽²⁾, BelV⁽³⁾, VTT⁽⁴⁾ and NSC⁽⁵⁾ have expressed an interest in the project.

AGEING OF STEEL: EVA EXPERIMENTAL PROGRAM

EVA is an experimental program set up to study the ageing of steel in reactor coolant systems. As part of this program, IRSN is studying the physico-chemical effects of the water in reactor coolant systems on fatigue of the system's metal components (coupling of fatigue and corrosion). Some important stages of the EVA experimental program were completed in 2015, relating to the design of the facility. IRSN signed a collaboration agreement with INSA's MATEIS laboratory (Lyon), to benefit from its expertise in on-line electrochemical measurement techniques. IRSN also filed a patent application for an innovative method for measuring steel deformation by means of extensometry. In collaboration with MATEIS, IRSN also performed the first low-cycle fatigue tests in air

VEILLISSEMENT DES POLYMÈRES

Vieillessement des câbles électriques

L'IRSN mène, depuis 2011, un programme de R&D sur le vieillissement des polymères utilisés dans les isolants des câbles électriques et les conséquences possibles de ce vieillissement sur leur tenue mécanique. En 2015, des gaines et des isolants de câbles ont été irradiés pour simuler de façon accélérée leur vieillissement dans l'enceinte de confinement et évaluer leur dégradation radiolytique. L'IRSN a ainsi mis en évidence que l'effet lié à l'irradiation restait faible jusqu'à une dose intégrée de 70 kGy (dose qui pourrait être reçue en fonctionnement normal au bout de 80 ans). Une évolution significative des propriétés physicochimiques et mécaniques est observée pour une dose cumulée de 300 kGy (dose moindre que celle qui pourrait être reçue lors d'un accident grave). Des travaux de recherche plus fondamentaux menés en collaboration avec l'Institut de chimie de Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme) ont permis d'acquérir des connaissances sur le couplage des effets thermiques et d'une irradiation sur l'oxydation des polymères utilisés dans les isolants des câbles électriques.

Étanchéité des joints du tampon d'accès des matériels

L'IRSN a engagé un programme expérimental d'étude de l'étanchéité en situation d'accident grave des joints équipant le tampon d'accès des matériels (TAM) de l'enceinte de confinement des réacteurs à eau sous pression d'EDF. Deux dispositifs expérimentaux ont été conçus en vue de soumettre des joints à des contraintes simultanées de pression, de température, d'humidité et d'irradiation représentatives d'un accident grave. Ces dispositifs sont instrumentés pour mesurer l'évolution de l'étanchéité des joints lors des essais dans les irradiateurs EPICUR et IRMA.

Les essais menés en 2015 ont montré l'importance que peut avoir un défaut de serrage des joints combiné aux effets du vieillissement sous irradiation sur la perte d'étanchéité. Les essais menés dans l'irradiateur IRMA à des doses élevées ont mis en évidence une dégradation importante du matériau polymère du joint. ■

(1) United States Nuclear Regulatory Commission.

(2) Canadian Nuclear Safety Commission/Commission canadienne de sûreté nucléaire.

(3) Filiale de l'Agence fédérale de contrôle nucléaire belge.

(4) Centre de recherche technique de Finlande.

(5) Nuclear Safety Center/autorité de sûreté nucléaire chinoise.

at 300°C; these will continue in 2016 with tests employing electrochemical measurements under cold conditions, and in 2017 under conditions representative of the reactor coolant system of a pressurized water reactor (155 bars, 300°C).

POLYMER AGEING

Ageing of electrical cables

Since 2011 IRSN has been conducting an R&D program on ageing of polymers used for electrical cables insulation and the potential impact of this phenomenon on their mechanical strength. In 2015, cable sheaths and insulating materials were irradiated to obtain an accelerated simulation of their ageing in a reactor containment and assess their radiolytic degradation. IRSN demonstrated that irradiation had little impact up to an integrated dose of 70 kGy (which could be the dose received after

80 years of normal operation). A significant change in physico-chemical and mechanical properties was observed with a cumulative dose of 300 kGy (which is lower than the dose that might be received during a severe accident). More detailed research carried out in collaboration with the Institute of Chemistry in Clermont-Ferrand produced findings concerning the combined effect of heat and irradiation on oxidation of polymers used for electrical cable insulation.

Leaktightness of containment hatch seals

IRSN began an experimental program to study the leaktightness in severe accident situations of the seals of the containment hatch of EDF pressurized water reactor containment buildings. Two experimental test rigs were designed so that pressure, temperature,

humidity and irradiation stresses representative of a severe accident could be simultaneously applied to the seals. Sensors were added to the rigs to measure changes in seal leaktightness during testing in the EPICUR and IRMA irradiation facilities.

The tests carried out in 2015 showed the impact that of an incorrect tightening the of seals, combined with the effects of ageing due to irradiation, on loss of leaktightness. The tests carried out in the IRMA irradiation facility at high doses revealed significant degradation of the polymer material of the seal. ■

(1) United States Nuclear Regulatory Commission.

(2) Canadian Nuclear Safety Commission.

(3) subsidiary of the FANC (Federal Agency for Nuclear Control) - Belgium.

(4) Technical Research Centre of Finland.

(5) Nuclear Safety Center. China.

Accidents graves

Les études et recherches menées par l'IRSN dans le domaine des accidents avec fusion du cœur visent à améliorer les connaissances des phénomènes qui se produisent lors d'un tel accident. Ces connaissances permettent d'apprécier l'opportunité et l'intérêt de dispositions qui ont pour but de réduire la probabilité ou les conséquences de tels accidents. Elles contribuent également au développement de logiciels servant à évaluer les risques de rejets de matières radioactives dans l'environnement pouvant résulter d'un accident grave.

CONCLUSION DU PROGRAMME STEM

Le programme expérimental STEM (*Source Term Evaluation and Mitigation*), engagé en 2011 par l'IRSN sous l'égide de l'OCDE et soutenu par différents partenaires étrangers et par EDF, visait à mieux connaître le comportement des produits radioactifs susceptibles d'être rejetés dans l'environnement en cas d'accident de fusion du cœur d'un réacteur nucléaire.

Les recherches ont permis de caractériser les cinétiques de relâchement, sous irradiation, d'iode gazeux et de ruthénium sous forme volatile, forme chimique difficile à piéger. Les mécanismes caractérisés par ces acquis (taux de conversion radiolytique de l'iode en iodure de méthyle ICH_3 ; cinétiques de décomposition radiolytique des aérosols d'iode; mise en évidence de l'instabilité des oxydes d'iode) ont été intégrés dans le logiciel de calcul ASTEC, ce qui a permis d'étendre son domaine de validation.

LE PROJET PASSAM

Le projet européen PASSAM, piloté par l'IRSN, est dédié à l'étude des possibilités de limitation des rejets radioactifs atmosphériques en cas d'accident grave. En 2015, l'Institut a

essentiellement étudié le piégeage de l'iode dans différents médias et cherché à évaluer sa stabilité sous rayonnement dans des filtres à barbotage ainsi que dans des filtres à sable. Les résultats montrent que l'iode retenu par les systèmes de piégeage et de filtration existants peut être relargué ultérieurement et constituer un rejet différé. Les conditions d'un tel relargage seront étudiées plus précisément dans la suite du projet.

CHIMIE DE L'IODE DANS LE CIRCUIT PRIMAIRE LORS D'UN ACCIDENT DE FUSION DU CŒUR D'UN RÉACTEUR À EAU SOUS PRESSION

L'IRSN a adopté une démarche mixte, expérimentale et théorique, en vue de mieux modéliser le comportement de l'iode dans le circuit primaire (CP) et dans l'enceinte de confinement lors d'un accident grave. La partie expérimentale utilise les installations CHIP et EPICUR, qui simulent les conditions pouvant régner dans le CP et l'enceinte lors d'un tel accident. Les essais réalisés en 2015 ont mis en évidence un faible effet du cadmium et de l'indium (constituants des barres de commande de contrôle de certains réacteurs) sur le transport de l'iode dans le circuit primaire. Pour l'enceinte, il a été montré que les aérosols d'iode

SEVERE ACCIDENTS

The research carried out by IRSN on core melt accidents aims at improving the knowledge on the phenomena that occur during such accidents. This knowledge helps to assess the appropriateness and benefits of action taken to reduce the probability or mitigate the impact of such accidents. It also allows the development of software for assessing the risk of radioactive materials being released into the environment as a result of a severe accident.

STEM PROJECT CONCLUSION

The Source Term Evaluation and Mitigation (STEM) experimental project, initiated by IRSN in 2011 under the auspices OECD and supported by EDF and various foreign partners, was aimed at learning more about the behavior of radioactive materials that could be released to the environment in the event of a core melt-down accident occurring on a nuclear reactor. As part of the project, researchers characterized the release kinetics of gaseous iodine under irradiation and of ruthenium in volatile form, that is hard to trap. The mechanisms characterized by this knowledge (radiolytic conversion rate of iodine into methyl iodide

(CH_3I); the radiolytic decomposition kinetics of iodine aerosols; evidence of the instability of iodine oxides) were implemented into the ASTEC computer code, extending its domain of validation.

THE PASSAM PROJECT

The European PASSAM project led by IRSN is studying the possibilities of limiting the radioactivity released into the atmosphere during a severe accident. In 2015, IRSN looked primarily at trapping iodine in different media and sought to assess its stability under irradiation either in pool scrubber conditions, or in sand filters. The results show that iodine

(sous formes métalliques et d'oxydes) n'étaient pas inertes chimiquement et se décomposaient pour donner de l'iode moléculaire gazeux. Ces résultats expérimentaux contribuent à améliorer significativement la modélisation de l'iode dans le logiciel de calcul ASTEC, développé par l'IRSN.

LANCLEMENT DU PROJET IVMR

La rétention du corium en cuve en cas d'accident de fusion du cœur constitue une voie étudiée par certains concepteurs de centrales pour répondre aux objectifs de sûreté assignés aux réacteurs de génération III et au-delà. L'objectif du projet européen *In Vessel Melt Retention* (IVMR) est d'étudier expérimentalement les possibilités et limites techniques de la stabilisation et de la rétention du corium en cuve comme dispositif de sûreté pour gérer ces accidents.

Ce projet coordonné par l'IRSN a commencé en juin 2015 pour une durée de quatre années. Il regroupe 23 partenaires de 14 pays et s'appuiera sur un certain nombre de dispositifs expérimentaux d'essais. L'installation PEARL de l'IRSN permet d'étudier les phénomènes survenant lors de la réinjection d'eau sur les débris d'un cœur de réacteur à eau sous pression endommagé par un accident de fusion du cœur; elle sera utilisée pour mieux connaître les conditions dans lesquelles le corium peut être refroidi de façon à éviter la percée de la cuve du réacteur. Des essais seront également réalisés par l'*Aleksandrov Research Institute* de Saint-Petersbourg (Russie) afin de poursuivre l'étude de l'évolution de la configuration du corium dans le fond de la cuve (formation d'une croûte, évolution de la stratification des couches de corium). Les travaux d'autres partenaires, dont le CEA, porteront sur la détermination de propriétés physicochimiques du corium ou sur l'efficacité du

refroidissement externe de la cuve pour assurer la rétention du corium en cuve.

COMPRÉHENSION DU DÉROULEMENT DE L'ACCIDENT DE FUKUSHIMA

En 2015, l'IRSN a réalisé, avec le logiciel ASTEC, des simulations dans le cadre du projet OCDE/BSAF, qui vise à mieux comprendre le déroulement de l'accident survenu en 2011 à la centrale japonaise de Fukushima-Daiichi. Les modèles ont reconstitué avec un bon accord la séquence de fusion et de rupture de la cuve du réacteur 1; des variations plus importantes apparaissent dans les prédictions de l'état des réacteurs 2 et 3, pour lesquels les quantités d'eau de refroidissement injectées en début d'accident ne sont pas connues avec précision. Les outils de modélisation diffèrent aussi de manière importante dans leurs estimations des quantités d'hydrogène produites au cours du processus de dégradation du cœur.

Parallèlement, l'IRSN a contribué, également, à définir les actions à mener dans le cadre du projet OCDE/SAREF ⁽¹⁾ et des laboratoires CLADS ⁽²⁾ de JAEA, qui visent à préparer les opérations de récupération du combustible dégradé dans les réacteurs de la centrale de Fukushima-Daiichi.

(1) *Safety Research Opportunities Post-Fukushima.*

(2) *Collaborative Laboratories for Advanced Decommissioning Science.*

retained using existing trapping and filtration systems can be discharged later as a deferred release.

The conditions of this delayed release will be studied in more detail later on in the project.

IODINE CHEMISTRY IN THE REACTOR COOLANT SYSTEM DURING A CORE MELT-DOWN ACCIDENT IN A PRESSURIZED WATER REACTOR

IRSN has taken a combined experimental and theoretical approach to model iodine behavior in the reactor coolant system (RCS) and containment building during a severe accident. The experimental part involves the use

of the CHIP and EPICUR facilities to simulate conditions in the RCS and containment during such an accident. The tests performed in 2015 showed that cadmium and indium (control rod constituents in some reactors) have little impact on iodine transport in the RCS. Regarding the containment, it was shown that iodine aerosols (in their metallic and oxide forms) are not chemically inert and generate gaseous molecular iodine. These experimental results are helping to significantly improve iodine modeling in the ASTEC computer code developed by IRSN.

IVMR PROJECT LAUNCH

In-vessel retention of the corium during

a core melt accident is one method being studied by power plant designers to meet the safety objectives for Generation III and later reactors. The European In-Vessel Melt Retention (IVMR) project aims to study experimentally the potential for and technical limits on stabilization and in-vessel retention of corium as a safety measure for managing accidents. The project, which is coordinated by IRSN, began in June 2015 and will run for four years. It involves 23 partners in 14 countries and will use a number of experimental facilities. IRSN's PEARL facility is designed to study the phenomena that occur when water is reinjected onto the debris of a pressurized water reactor core

ACCIDENT DE FUKUSHIMA : UNE ÉTUDE SOUS L'ANGLE DES FACTEURS ORGANISATIONNELS ET HUMAINS

Une étude visant à approfondir la compréhension des composantes humaines et organisationnelles de la gestion des accidents nucléaires à travers l'analyse de l'accident de Fukushima-Daiichi a été publiée en 2015. Son objectif était de comprendre la capacité des acteurs à agir et se coordonner dans un contexte fortement déstabilisé par un événement imprévu d'une exceptionnelle gravité.

Face aux informations erronées ou absentes en provenance des capteurs, à la perte des commandes centralisées, aux systèmes de refroidissement défaillants, l'étude montre que les opérateurs et leur hiérarchie sont parvenus à développer des solutions innovantes en s'appuyant sur leur connaissance

pratique des installations et en ayant recours au «bricolage» (une utilisation créative des ressources disponibles). C'est aussi le maintien de la répartition des rôles, qui a permis de préserver la cohésion des équipes face au chaos.

Enfin, la coordination entre les différents niveaux organisationnels est centrale. À cet égard, une tendance générale à la centralisation des décisions a pu être constatée, y compris au niveau de la sphère politique, en dépit des plans d'organisation de crise qui prévoyaient une certaine décentralisation de la réponse.

Ainsi, les résultats de cette recherche alimentent la réflexion relative à l'amélioration de la gestion de crise en France. ■

damaged in a core melt accident; it will be used to find out more about the conditions in which the corium can be cooled to prevent reactor vessel melt-through. Tests will also be carried out by the Aleksandrov Research Institute in Saint Petersburg (Russia) to continue studying changes in the corium configuration at the bottom of the reactor vessel (crust formation, stratification changes in the corium layers). Work by other partners including CEA will look at the physico-chemical properties of the corium and the effectiveness of cooling the vessel externally to ensure in-vessel retention of the corium.

UNDERSTANDING THE DEVELOPMENT OF THE FUKUSHIMA ACCIDENT

In 2015, IRSN performed simulations with the ASTEC computer code as part of the OECD/BSAF project aimed at gaining a better understanding of how the 2011 accident at the Japanese Fukushima-Daiichi power plant unfolded. The models reconstructing the meltdown and failure sequence for the vessel of reactor 1 are largely in

agreement. However, more significant variations appear in the predictions for reactors 2 and 3, for which the quantities of cooling water injected at the start of the accident are not accurately known. The modeling tools also differ significantly in their estimates of the quantity of hydrogen produced during the core degradation process. IRSN also helped to define the action to be taken as part of the OECD/SAREF⁽¹⁾ project and the JAEA's CLADS⁽²⁾ laboratories, aimed at preparing for the recovery of the degraded fuel from the reactors at the Fukushima-Daiichi power plant.

FUKUSHIMA-DAIICHI ACCIDENT: STUDY OF HUMAN AND ORGANIZATIONAL FACTORS

A study, based on analysis of the Fukushima-Daiichi accident, aimed at improving understanding of human and organizational factors in the management of nuclear accidents, was published in 2015.

The study shows that in spite of incorrect or missing information from sensors, the loss of

centralized control, and cooling system failures, operators and their managers succeeded in finding innovative solutions, drawing on their practical knowledge of the facilities, and trying to find out "makeshift" solutions (a creative use of available resources), effective tasks sharing also helped preserve cohesion.

Lastly, coordination between the different organizational levels is a key point. In this respect, a general tendency to centralize decisions was observed, including the political sphere, despite emergency response planned a more decentralized response.

The results of this research study contribute to the efforts to improve emergency response management in France. ■

(1) Safety Research Opportunities Post-Fukushima.

(2) Collaborative Laboratories for Advanced Decommissioning Science.

Combustible

Les recherches dans le domaine du combustible visent à approfondir les connaissances sur les phénomènes susceptibles d'affecter le combustible au cours de son utilisation. Ces travaux permettent de doter l'Institut des compétences, des connaissances et des outils de simulation nécessaires à une expertise approfondie du comportement du cœur des réacteurs nucléaires en exploitation ou futurs.

UNE ÉTAPE IMPORTANTE DU PROGRAMME CIP: DIVERGENCE DU RÉACTEUR CABRI

La mise en place d'une boucle à eau dans le réacteur CABRI, dédié à l'étude du comportement du combustible d'un réacteur à eau lors d'un accident d'éjection d'une grappe de contrôle, permet de simuler les conditions de pression et de température d'un réacteur électronucléaire. Cette boucle à eau, représentative des conditions réelles, renforce la valeur scientifique du programme CIP (CABRI International Programme), piloté par l'IRSN et placé sous l'égide de l'OCDE, qui conduira à préciser les critères de sûreté associés à ce type d'accident pour différents types de combustibles à différents taux de combustion. L'intérêt d'essais intégraux comme ceux réalisés dans CABRI est de tenir compte des interactions entre les phénomènes physiques (neutronique, thermohydraulique, thermomécanique, etc.).

La divergence du 20 octobre 2015 du réacteur CABRI constitue une étape importante du processus de rénovation et de modification profondes de l'installation et permet d'engager les derniers tests fonctionnels de l'installation préalables au premier essai, avec cette nouvelle boucle, prévu fin 2017.

AVANCEMENT DU PROJET PERFROI

Le projet expérimental PERFROI (étude de la perte de refroidissement) a été lancé en janvier 2014 pour une durée de six ans. Il vise à compléter les connaissances sur le refroidissement d'un cœur de réacteur nucléaire à eau lors d'un accident par perte de réfrigérant primaire (APRP), et comprend deux volets pour répondre aux deux objectifs principaux :

- la caractérisation du ballonnement et de la rupture du gainage d'un crayon de combustible à l'intérieur d'une grappe, en prenant en compte les contacts possibles entre crayons, afin de permettre l'évaluation du taux de bouchage de l'assemblage;
 - la recherche de la limite de refroidissabilité de zones du cœur d'un réacteur en fonction de ce taux de bouchage, pour différents états de renoyage à basse ou haute pression.
- Ce projet de recherche doit également contribuer à une amélioration notable des modèles physiques, de thermomécanique et de thermohydraulique, du code de calcul DRACCAR, utilisé pour évaluer la température et le taux d'oxydation des gaines ainsi que pour caractériser leur dégradation en situation d'APRP.

Le premier volet comporte le programme expérimental ELFE (Établissement des lois de fluage des gaines), dont l'objectif est de préciser les lois de fluage et les critères de rupture de différents matériaux de gainage. Il a débuté en 2015 et a produit de premiers résultats sur des tronçons de gaines en Zircaloy 4 qui avaient été au préalable oxydés et hydrurés afin de simuler l'irradiation du combustible en réacteur. Des essais sont également prévus sur d'autres types de gainages (M5TM, Zirlo, etc.). Ils vont contribuer à la préparation puis à l'interprétation du programme COCAGNE (Comportement d'un crayon en APRP soumis à un gradient de température), dans le but d'étudier la déformation d'un crayon combustible en simulant son environnement thermique et mécanique à l'intérieur de la grappe.

FUEL

Fuel research is aimed at learning more about phenomena that could affect fuel during use. It provides IRSN with the skills, knowledge and simulation tools needed for the in-depth assessment of reactor core behavior in the current and future reactor fleets.

A MAJOR STEP IN THE CIP PROGRAM: CABRI REACTOR ACHIEVES CRITICALITY
The CABRI reactor is used to study the behavior of fuel rods under typical pressurized water reactor conditions during a control rod ejection accident. The scientific value of the CIP program (CABRI International Programme), run under the auspices of the OECD, lies in the implementation in the CABRI reactor of an experimental water loop representative of the pressure and temperature conditions in a pressurized water reactor. The program,

led by IRSN, will ascertain the safety criteria associated with this type of accident for different fuel types at different burnup rates. The value of integrated tests like those performed in CABRI is that they take into account the interaction between different physical phenomena (neutronics, thermal hydraulics, thermomechanics, etc.).

The CABRI reactor went critical on October 20, 2015. This was an important step in the extensive renovation and modification process of the facility, and means that the final functional tests can be carried out before the first test is performed using the new loop, planned at the end of 2017.

PROGRESS OF THE PERFROI PROJECT
The PERFROI experimental research project was launched in January 2014 for a period of six years. It aims at improving the understanding of

core cooling in a water reactor in the event of a loss of coolant accident (LOCA), and is split into two parts with two main objectives:

- *characterization of the deformation and failure of fuel rod cladding inside a rod assembly, taking into account possible contact between the rods, to determine the assembly blockage rate;*
- *finding the "coolability" limit of areas of a reactor core on the basis of this blockage rate, for different high- and low-pressure reflooding states.*

This research project should also significantly improve the physical, thermomechanical and thermal-hydraulic models in the DRACCAR computer code used to calculate the temperature and oxidation rate of the cladding and to characterize its degradation in a LOCA situation.

The first part includes the ELFE experimental

À cet effet, l'IRSN a conçu un dispositif expérimental novateur incluant une instrumentation qui permet d'accéder à la température des gaines avec une grande précision, à leur déformation radiale ainsi qu'à l'instant de contact entre crayons, en utilisant, notamment, des techniques de pyrométrie ultraviolet, d'ultrason et de télémétrie laser.

Le second volet est basé sur le programme COAL relatif à la thermohydraulique. Il comporte des expériences de renoyage d'assemblages déformés pour lequel un prototype de crayon chauffant ballonné est en cours de qualification. Ces expériences, avec des dispositifs conçus par l'IRSN, seront réalisées, jusqu'à 2020, dans la boucle thermohydraulique BENSON d'Areva (Erlangen, en Allemagne), qui possède des caractéristiques adaptées aux conditions d'un renoyage.

Le projet PERFROI bénéficie d'une aide de l'État gérée par l'ANR au titre du programme d'investissements d'avenir (ANR-11-RSNR-0017) et fait, par ailleurs, également l'objet d'un financement de la part d'EDF et de la NRC.

AVANCEMENT DU PROJET DENOPI

Le projet DENOPI est dédié à l'étude des accidents de perte de refroidissement de combustibles entreposés dans la piscine de désactivation d'un réacteur nucléaire à eau sous pression. Il est organisé selon trois axes.

En 2015, dans le cadre de l'axe 1, l'IRSN a spécifié le dispositif expérimental d'étude du comportement thermohydraulique d'ensemble d'une piscine dans des conditions représentatives

des différentes phases d'un accident de perte de refroidissement. Dans le cadre de l'axe 2, qui consiste à étudier les phénomènes thermohydrauliques qui peuvent se produire à l'échelle d'un assemblage, la réalisation d'un premier dispositif d'étude de l'efficacité d'une aspersion d'eau a été lancée. Un second dispositif d'étude de dénoyage à échelle 1 est en cours de définition.

Dans le cadre de l'axe 3, qui s'intéresse plus particulièrement aux phénomènes d'oxydation du gainage à haute température dans une atmosphère gazeuse comportant de l'oxygène, de l'azote et de la vapeur d'eau, les nombreux essais menés démontrent l'effet amplificateur de l'azote sur la cinétique d'oxydation des gaines.

Le projet DENOPI (dénoyage de piscines), mené en collaboration avec quatre partenaires, PROMES, ARMINES, LEPMI et le LVEEM, bénéficie d'une aide de l'État gérée par l'ANR au titre du programme d'investissements d'avenir (ANR-11-RSNR-0006).

CONCLUSION DU PROJET NURESAFE

Le projet européen NURESAFE, qui a réuni 23 partenaires ⁽¹⁾ sur la période 2013-2015, avait pour objectif la validation d'une plate-forme européenne de simulation, développée dans le cadre du projet européen NURESIM (2009-2012). Cette plate-forme, destinée à simuler des situations accidentelles dans des réacteurs à eau en support aux études de sûreté, comporte des logiciels simulant l'ensemble des circuits primaires

program aimed at establishing the creep laws and failure criteria of different cladding materials. It began in 2015 and produced its first results on samples of Zircaloy-4 cladding that had been pre-oxidized and pre-hydrided to simulate fuel irradiation in a reactor. Tests are also planned on other types of cladding (M5TM, Zirlo, etc.). They will contribute to the preparation and interpretation of the COCAGNE program, which will look at fuel rod deformation by simulating the thermal and mechanical environment of fuel rods inside the rod assembly.

IRSN has designed a new experimental system for this purpose, which includes novel instrumentation for making very accurate rod temperature measurements, and for measuring radial deformation of the rods and the moment of contact between rods, based on ultraviolet pyrometry, ultrasound and laser telemetry techniques among others.

The second part is based on the COAL program on thermal hydraulics. It includes deformed assembly reflooding experiments for which a prototype ballooned heating rod is currently being qualified. These experiments with test devices designed by IRSN, will be performed, up to 2020, in the BENSON thermal-hydraulic loop of Areva (Erlangen, Germany) which has characteristics adapted to the conditions of a reflooding.

The PERFROI project receives French State aid managed by ANR under the future investments program (ANR-11-RSNR-0017) and also receives funding from EDF and NRC.

PROGRESS IN THE DENOPI PROJECT

The DENOPI project aims to improve understanding of the loss of cooling accidents of spent fuel pools of pressurized water reactors. It is divided into three themes.

In 2015, as part of theme 1, IRSN specified the experimental facility for studying the overall thermal-hydraulic behavior of a spent fuel pool under conditions representative of the different phases of a loss-of-cooling accident. For theme 2, which addresses the thermal-hydraulic phenomena that could occur in a fuel assembly, work began on defining the first experimental device for studying the effectiveness of spraying assemblies with water. A second facility for studying assembly uncovering at full scale is currently being defined. For theme 3, which focuses on cladding oxidation phenomena at high temperature in a gaseous atmosphere containing oxygen, nitrogen and water vapor, the many tests carried out show that nitrogen tends to enhance the cladding oxidation kinetics.

The DENOPI project, run in collaboration with four partners (PROMES, ARMINES, LEPMI and LVEEM),

et secondaires d'un réacteur (CATHARE, en particulier), des logiciels de thermohydraulique du cœur (FLICA, notamment), des logiciels de neutronique (CRONOS, DYN3D, etc.), des logiciels « combustible » (SCANAIR, DRACCAR) et des logiciels de CFD ⁽²⁾ (NEPTUNE, etc.). L'IRSN a réalisé, dans ce cadre, la simulation d'un accident de rupture de tuyauterie vapeur (RTV) appliqué au réacteur américain de Zion en couplant les logiciels CATHARE, FLICA et CRONOS et en modélisant le cœur à l'échelle de l'assemblage combustible. Les résultats du calcul ont été comparés à ceux obtenus par les partenaires avec des logiciels différents. Puis, l'IRSN a réalisé une simulation avancée, dans laquelle on modélise chaque crayon de l'assemblage combustible portant le point chaud, ce qui permet de gagner en précision mais reste encore à consolider. Enfin, le comportement du combustible lors d'un tel accident a été calculé avec le logiciel SCANAIR développé par l'IRSN et intégré dans cette plate-forme. L'IRSN a également participé à l'étude thermohydraulique simulant un « choc froid » sur la cuve d'un réacteur à eau sous pression (sa résistance à un choc froid conditionne, en effet, l'extension de la durée de vie du réacteur), importante pour en apprécier la durée de vie. Il a réalisé des simulations d'essais réalisés dans la boucle TOPFLOW-PTS dédiée à l'étude du choc froid avec le logiciel de thermohydraulique locale diphasique NEPTUNE. Ces simulations contribuent à l'évaluation des modèles implémentés dans le logiciel et à sa validation. L'IRSN a fourni les logiciels « combustible » SCANAIR et DRACCAR. Ils ont pu être intégrés dans la plate-forme et

utilisés aisément par les partenaires. Lors du séminaire de clôture de NURES SAFE, en novembre 2015, les partenaires ont relevé que ce projet, qui avait réuni l'ensemble des utilisateurs européens de ce type d'outils, permettait de comparer les méthodes, d'en améliorer la validation et la robustesse et de créer un « réseau » à faire vivre à l'avenir. ■

(1) France (CEA, EDF, Areva, IRSN, LGI), Allemagne (HZDR, GRS, KIT), Suisse (PSI, ASCOMP), Suède (KTH), Italie (ENEA, U-Pisa), Espagne (UPM), Belgique (UCL), Slovénie (JSI), Finlande (VTT, LUT), Bulgarie (INRNE), République tchèque (UJV), Hongrie (KFKI), Royaume-Uni (ICL), Pologne (NCBJ).

(2) Computational Fluid Dynamics.

receives French State aid managed by ANR under the future investments program (ANR-11-RSNR-006).

CONCLUSION OF THE NURES SAFE PROJECT

The purpose of the European NURES SAFE project, involving 23 partners⁽¹⁾ during the 2013-2015 period, was to validate a European simulation platform developed as part of the European NURESIM project (2009-2012). The platform, designed to simulate accident situations in water reactors to support safety studies, includes software simulating all the reactor coolant systems and secondary systems in a reactor (notably CATHARE), core thermal hydraulics software (notably FLICA), neutronics software (CRONOS, DYN3D, etc.), "fuel" software (SCANAIR, DRACCAR) and CFD⁽²⁾ software (NEPTUNE, etc.). As part of this project, IRSN ran a simulation of a steam line break (SLB) accident applied to the American ZION reactor by coupling the CATHARE, FLICA

and CRONOS codes, modeling the core at the scale of the fuel assembly. The results were compared with those obtained by the partners using different codes. Next IRSN performed an advanced simulation in which each rod in the fuel assembly containing the hot spot was modeled. This provided greater precision but still requires consolidation. Finally, fuel behavior in an SLB accident was modeled with the SCANAIR code developed by IRSN. IRSN also took part in a thermal-hydraulic study simulating a "cold shock" to a pressurized water reactor vessel, (the ability of the vessel to resist to a cold shock is crucial for assessing the lifetime extension of the reactor). Extension of the reactor). IRSN performed simulations of tests carried out in the TOPFLOW-PTS loop set up for studying pressurized thermal shock (PTS), using the NEPTUNE diphasic local thermal hydraulics simulation software. The simulations help with assessing the models implemented in the

software and with its validation. IRSN supplied the SCANAIR and DRACCAR "fuel" codes. They were easily incorporated into the platform and used by the partners. At the NURES SAFE final seminar in November 2015, the partners explained that the project, which brought together all European users of this type of tool, had made it possible to compare methods, improve validation processes and robustness, and set up a "network" that would continue to operate in the future. ■

(1) France (CEA, EDF, Areva, IRSN, LGI), Germany (HZDR, GRS, KIT), Switzerland (PSI, ASCOMP), Sweden (KTH), Italy (ENEA, U-Pisa), Spain (UPM), Belgium (UCL), Slovenia (JSI), Finland (VTT, LUT), Bulgaria (INRNE), Czech Republic (UJV), Hungary (KFKI), United Kingdom (ICL), Poland (NCBJ).

(2) Computational Fluid Dynamics.

Criticité et neutronique

Pour conforter sa capacité d'expertise dans le domaine de la prévention du risque de criticité des emballages de transport et des installations du cycle du combustible, l'IRSN mène, dans le cadre de partenariats, des actions de recherche visant à, d'une part approfondir la compréhension des phénomènes neutroniques mis en jeu, d'autre part maintenir sa capacité de réalisation de programmes expérimentaux en criticité en soutien à son expertise des dossiers de sûreté et la validation des codes de calcul.

UNE COLLABORATION AVEC LE DoE

AU-DELÀ DE LA FIN DU PROGRAMME MIRTE 2

Après la mise à l'arrêt définitif de la station expérimentale de criticité du CEA Valduc (Côte-d'Or), dans laquelle l'IRSN a réalisé pendant 50 ans ses propres programmes expérimentaux, dont le dernier était le programme MIRTE, l'année 2015 a été l'occasion de concrétiser les collaborations avec de nouveaux partenaires dans le cadre du projet PRINCESS⁽¹⁾.

Afin de conserver un accès à des capacités d'expérimentation dans le domaine des risques de criticité, l'IRSN s'est tourné vers le DoE (*Department of Energy*, États-Unis). Ainsi, depuis la signature d'un *Memorandum of Understanding* entre l'IRSN et le DoE, en décembre 2014, l'IRSN collabore activement avec différents laboratoires américains pour la définition et la réalisation d'expériences dans les installations dénommées PLANET, GODIVA et FLATTOP, dans le Nevada, et SPRF/CX à Albuquerque, aux États-Unis.

Les premières expériences, auxquelles l'IRSN participera avec ses propres dosimètres et spectromètres, sont prévues en juin 2016 dans l'installation GODIVA pour étudier les conséquences radiologiques d'un accident de criticité en termes de dosimétrie et de comportement des appareils de radioprotection.

AVANCEMENT DU PROJET ORION

En 2015, l'IRSN a poursuivi ses travaux dans le cadre de son projet ORION, dont l'objectif est l'accroissement des compétences d'analyse critique en neutronique.

Un premier volet concerne le développement de schémas de calcul de neutronique déterministes. Les premiers schémas de calcul développés dans ce cadre ont permis d'apprécier, pour la première fois, l'effet de la déformation des assemblages combustibles sur les paramètres neutroniques du cœur. Par ailleurs, l'IRSN s'est doté du logiciel CASMO5, largement utilisé par des industriels et des autorités de sûreté dans le monde afin de disposer d'un moyen de calcul indépendant du code de calcul APOLLO2, utilisé en France par les industriels pour les calculs de neutronique de leurs démonstrations de sûreté.

Enfin, un projet de recherche dédié à l'estimation des biais de calcul a été défini. Il s'agit, compte tenu de l'importance des incertitudes dues aux données nucléaires, d'acquérir des compétences et des outils pour l'élaboration de bibliothèques de données (sections efficaces, matrices de covariance). ■

(1) Project for IRSN Neutron physics and Criticality Experimental data Supporting Safety.

CRITICALITY AND NEUTRONICS

To strengthen its expertise in criticality risk prevention on transport casks and fuel cycle facilities, IRSN is engaged in partnerships carrying out research aimed at increasing knowledge of the neutronic phenomena involved in criticality, and maintaining its capabilities and skills in conducting experimental programs on criticality in support to its assessment of safety documentation and the validation of computer codes.

COLLABORATION WITH DoE BEYOND THE END OF THE MIRTE 2 PROGRAM

Following the decommissioning of the CEA Valduc criticality laboratory, where IRSN pursued its own experimental programs for 50 years, the last of which was the MIRTE program, 2015 brought the opportunity to set up collaborations with new partners as part of the PRINCESS⁽¹⁾ project.

To maintain access to experimental capabilities in the field of criticality risks, IRSN turned to DoE (the US Department of Energy). Since the signing of a Memorandum of Understanding between IRSN and DoE in December 2014, IRSN has actively collaborated with various US laboratories in defining and performing experiments at the PLANET, GODIVA and FLATTOP facilities in Nevada and at SPRF/CX in Albuquerque.

The first experiments, in which IRSN will participate with its own dosimeters and spectrometers, are planned for June 2016 at the GODIVA facility to look at the radiological consequences of a criticality accident in terms of dosimetry and the behavior of radiation protection devices.

PROGRESS OF THE ORION PROJECT

In 2015, IRSN continued work on its ORION project, which aims to improve critical assessment in neutronics.

The first part of the project concerns the development of deterministic neutronics computer codes. The first computer codes developed in the context of the project allowed to assess, for the first time, the effect of fuel assembly deformation on core neutronics parameters. IRSN has also acquired the CASMO5 software, used by industry and safety authorities worldwide, to have it a separate means of computation from the APOLLO2 computer code used by the industry in France for neutronics calculations in safety demonstrations.

Lastly, a research project on estimating calculation bias has been defined. Given the scale of uncertainty due to nuclear data, it aims to make possible to acquire the skills and tools for developing data libraries (cross-sections, covariance matrices). ■

(1) Project for IRSN Neutron physics and Criticality Experimental data Supporting Safety.

Incendie et confinement

Le confinement est une fonction de sûreté majeure pour éviter les rejets de substances radioactives dans l'environnement. À cet égard, l'IRSN mène des travaux de recherche pour mieux comprendre les phénomènes de mise en suspension de particules et évaluer l'efficacité des systèmes de confinement en fonctionnement normal ou incidentel, comme par exemple en cas d'incendie.

BADIMIS V4 : UN EXEMPLE DE CAPITALISATION DE DONNÉES DE LA RECHERCHE AU SERVICE DE L'EXPERTISE EN MATIÈRE DE CONFINEMENT

Dotée d'une interface ergonomique et hébergée sur un serveur sécurisé de l'IRSN, la version 4 de BADIMIS (base de données informatisée sur la mise en suspension), achevée en 2015, est désormais accessible *via* Internet. Utilisée par les experts de l'IRSN, par Areva – qui a cofinancé le développement initial – mais également par un département du CEA à Marcoule (Gard), qui en a acquis des licences, cette base de données, développée depuis 2008 par l'Institut, fournit des taux de mise en suspension de matières radioactives en fonctionnement normal des installations ou en cas d'accident. Les valeurs des taux sont

tirées de publications et des résultats, édités pour l'essentiel, des programmes expérimentaux menés par l'IRSN : chute d'un colis de transport ou d'un objet contaminé, mise en suspension d'une poudre ou d'un liquide par les écoulements d'air, par un incendie ou par des opérations de découpe lors du démantèlement d'un équipement.

LA PAROLE À...



Alain Brunisso,
chef du BAC (bureau
d'analyse du confinement),
IRSN

In the words of...
Alain Brunisso,
Head of Containment Analysis, IRSN

«BADIMIS est l'outil indispensable pour évaluer les niveaux de contamination dans les installations lors de scénarios pouvant conduire à une mise en suspension de contaminants. Il a été utilisé en 2015 au cours du réexamen de sûreté du LEFCA du CEA/Cadarache (Bouches-du-Rhône) pour évaluer les conséquences de chutes de poudre et lors de l'analyse de la demande d'autorisation de création du laboratoire ATLAS sur le site du Tricastin (Rhône) pour évaluer les conséquences du léchage par l'air d'une surface contaminée dans une hotte ventilée.»

"BADIMIS is essential for assessing contamination levels at facilities during scenarios that could lead to the suspension of contaminants. It was used in 2015 for the safety review of LEFCA at CEA/Cadarache to assess the consequences of powder being dropped, and for analysis of the construction license application for the ATLAS laboratory at Tricastin to assess the consequences of air flowing over a contaminated surface in a ventilated hood".

DERNIÈRES CAMPAGNES D'ESSAIS DU PROGRAMME INTERNATIONAL PRISME 2

Les deux dernières campagnes expérimentales du projet PRISME 2, mené sous l'égide de l'OCDE/AEN, ont été réalisées en 2015.

La campagne FES (*Fire Extinction System*) a permis d'étudier l'effet d'une aspersion d'eau sur l'évolution de la puissance d'un feu d'huile dans un local fermé et ventilé. Ces essais ont montré que, lorsque les gouttes d'eau n'atteignent pas directement le foyer, l'aspersion conduit à une homogénéisation et un refroidissement des gaz initialement stratifiés, favorisant l'écoulement de l'air à proximité du foyer et augmentant en conséquence la puissance du feu.

Pour la campagne CORE (*Complementary and Repeatability*), les essais menés ont notamment visé à compléter l'étude de la propagation d'un incendie d'un chemin de câbles électriques et à obtenir des résultats sur la propagation

du feu d'une armoire électrique à une armoire voisine. Des essais en atmosphère libre ont permis d'évaluer l'efficacité d'une barrière coupe-feu placée sur un chemin de câbles électriques et de déterminer l'effet de l'inclinaison d'un tel chemin sur la vitesse de propagation du feu. Des essais pour compléter la campagne CORE ont été identifiés; le montage d'un partenariat international sera décidé en 2016. ■

FIRE AND CONTAINMENT

Containment is a major safety function for avoiding radioactive releases into the environment. IRSN is carrying out research to gain a better understanding of the phenomena that lead to the suspension of particles and to assess the efficiency of containment systems in normal operating conditions and in emergency conditions, such as fires.

BADIMIS V4: AN EXAMPLE OF THE USE OF RESEARCH DATA TO BENEFIT CONTAINMENT EXPERTISE

BADIMIS version 4, with its new user-friendly interface, was completed in 2015. It is hosted on a secure IRSN server and can now be accessed via the Internet. The database, which has been developed by IRSN since 2008, is used by IRSN experts, by Areva - which co-financed its initial

development - and also by a department at CEA's Marcoule site that has purchased licenses; it provides suspension rates for radioactive materials in normal and emergency operation of facilities. The suspension rates are taken from publications and from the results, mostly published, of experimental programs run by IRSN: dropping a transport package or a contaminated object, suspension of a powder or liquid by air flows, fires or cutting operations during equipment dismantling.

LATEST TEST CAMPAIGNS IN THE PRISME 2 INTERNATIONAL PROGRAM

The two latest experiment campaigns in the PRISME 2 project, run under the auspices of the OECD/NEA, were completed in 2015. The FES (*Fire Extinction System*) campaign studied the effect of spraying water on the heat release rate of an oil pool fire in a closed,

ventilated room. The tests showed that, when the water droplets fail to reach the fire itself, spraying causes the gases, which are initially stratified, to mix and cool down, generating air flows near the fire and consequently increasing its heat release rate.

For the CORE (*Complementary and Repeatability*) campaign, the tests carried out aimed to complete the study of the spread of a fire in an electrical cable support system and to obtain results for the spread of fire from one electrical cabinet to another. Tests in a free atmosphere were used to assess the efficiency of a fire barrier system in an electrical cable tray and to determine the effect that tilting the support system has on the spreading of the fire. Tests were identified to complete the CORE campaign; a decision on the creation of an international partnership will be made in 2016. ■

Sûreté et radioprotection des installations et activités intéressant la défense

L'IRSN fournit un appui technique au Délégué à la sûreté nucléaire et à la radioprotection pour les installations et activités intéressant la défense (DSND), autorité placée sous la tutelle des ministres chargés de la défense et de l'industrie. Dans ce cadre, l'IRSN évalue la sûreté et la radioprotection des installations nucléaires et des transports relevant du périmètre du DSND.

SÛRETÉ DES INSTALLATIONS MILITAIRES DE DÉFENSE

Dans le domaine de la dissuasion nucléaire, l'IRSN fournit au DSND une expertise des dossiers de sûreté établis par les différents exploitants des installations nucléaires (le ministère de la défense, le CEA, Areva). Cette expertise concerne les différentes phases de la vie de ces installations (conception, exploitation, transformations importantes, déclassé, démantèlement).

L'année 2015 a notamment vu la poursuite de l'examen des dossiers relatifs à la mise en service du nouveau sous-marin nucléaire d'attaque (SNA) le « Suffren » et à son accueil dans les ports militaires.

Le « Suffren » est le premier des navires construits dans le cadre du programme BARRACUDA qui viendront remplacer les six SNA de la Marine nationale actuellement en service, de type « Rubis ». La mise en exploitation du réacteur du sous-marin le « Suffren » est prévue début 2017.

Durant l'année 2015, de nombreux sujets importants comme les études d'accidents, la radioprotection des opérateurs ou le dimensionnement du cœur, de la cuve et de l'enceinte du réacteur ont été examinés et leur analyse a été présentée à la commission de sûreté des réacteurs (CSR). Il faut souligner que

l'examen de ce programme, qui constitue un progrès significatif en termes de sûreté nucléaire, porte sur les systèmes de sécurité embarqués, utilisés aussi bien en mer qu'en période d'entretien à quai ou en bassin, ainsi que sur les installations de soutien à terre.

En parallèle, l'IRSN continue d'examiner les enseignements tirés des événements survenus dans les installations de la propulsion nucléaire ainsi que la pertinence des plans d'action ou des dispositions mises en œuvre par les exploitants concernés.

En 2015, l'IRSN a engagé une instruction globale de ces événements, dont les conclusions seront présentées devant la CSR au début de 2016, à la demande du DSND.

INBS PROPULSION NAVALE DE CADARACHE – LE RÉACTEUR D'ESSAIS (RES) ET L'INSTALLATION FABRICATION, STOCKAGE ET MANUTENTION DE COMBUSTIBLE (FSMC)

En 2015, l'IRSN a entamé la dernière phase de l'instruction du dossier de demande d'autorisation provisoire d'exploiter le réacteur d'essais (RES) de l'installation nucléaire de base secrète (INBS) de Cadarache (Bouches-du-Rhône). Ce nouveau réacteur sera utilisé pour qualifier le combustible et les matériels

SAFETY AND RADIATION PROTECTION OF DEFENSE-RELATED FACILITIES AND ACTIVITIES

IRSN provides technical support to the French Representative in charge of Nuclear Safety and Radiation Protection for Defense-related Activities and Facilities (DSND), who reports to the French Ministers of Defense and of Industry. In this capacity, IRSN assesses the safety and radiation protection of the nuclear facilities and transport within the scope of the DSND's responsibilities.

SAFETY OF DEFENSE-RELATED MILITARY FACILITIES

In the nuclear deterrence field, IRSN assesses safety related files submitted by the various nuclear facility operators (the Ministry of Defense, CEA, Areva) and submits its findings to the DSND. This assessment is carried out for

all phases in the life of these facilities (design, operation, major overhauls, decommissioning and decommissioning).

In 2015, IRSN continued to examine files concerning the commissioning of the new nuclear-powered attack submarine (SSN), Suffren, and its related onshore support facilities at military ports.

Suffren is the first of the vessels to be built under the BARRACUDA program, which will replace the French navy's six Rubis-class SSNs currently in service. Nuclear trials of Suffren's reactor is planned for early 2017. In 2015, many important matters such as accidents, the radiation protection of operators, and the nuclear fuel, vessel and containment design were examined and the findings presented to the reactor safety commission. This program, which represents significant progress in terms of nuclear safety, concerns the on-board security systems used at

sea and during maintenance in dock and dry dock, as well as at onshore support facilities.

IRSN also continued to examine the lessons learned from events occurring at nuclear propulsion facilities and the appropriateness of the action plans or measures implemented by the operators concerned. In 2015, IRSN began a general examination of these events and will present the conclusions to the reactor safety commission in early 2016, at the DSND's request.

CADARACHE NAVAL NUCLEAR PROPULSION FACILITY – THE RES TEST REACTOR AND THE FSMC FUEL MANUFACTURING FACILITY

In 2015, IRSN began the final phase of its examination of the provisional operating license application for the test reactor (RES) at the Cadarache regulated nuclear defense facility (INBS). This new reactor will be used to qualify

utilisés sur des navires à propulsion nucléaire ainsi que les codes neutroniques utilisés dans les études de sûreté; la première divergence du réacteur RES est prévue en 2016.

Pour ce qui concerne l'installation de Fabrication, stockage et manutention de combustible (FSMC), qui fabrique le combustible pour les navires à propulsion nucléaire, il faut rappeler que de nombreuses évolutions ont été décidées dans le cadre de son dernier réexamen de sûreté, réalisé en 2010, telles que la réalisation de renforcements de l'installation ou la construction de nouvelles unités de production.

Dans la perspective de ces évolutions, l'exploitant ayant demandé l'autorisation de prolonger l'exploitation de la chaîne de fabrication de plaquettes DCI1 qui utilise le procédé «DCI» (double cycle inversé), jusqu'à la mise en production de la future chaîne DCI2, actuellement prévue entre fin 2018 et le milieu de l'année 2019, l'IRSN a examiné la sûreté de la chaîne DCI1. Des améliorations complémentaires ont été recommandées en vue d'exploiter cette chaîne pendant quelques années. L'IRSN est également impliqué dans l'examen de la conception de la chaîne DCI2 et a transmis au DSND plusieurs avis concernant la sûreté de cette future chaîne de production.

INBS DE MARCOULE – MISE EN SERVICE DE NOUVELLES INSTALLATIONS ET POURSUITE DES OPÉRATIONS DE DÉMANTÈLEMENT DES INSTALLATIONS À L'ARRÊT

Au centre CEA de Marcoule (Gard), de nouvelles installations de dépotage d'effluents actifs et de conditionnement de déchets dans le béton (STEMA) ont été construites dans le cadre du passage du bitumage à la station de traitement des effluents liquides (STEL). L'IRSN a présenté à la commission de sûreté des

laboratoires et usines et de la gestion des déchets (CSLUD) son expertise du référentiel de sûreté des nouvelles installations en vue de leur mise en service. Il a estimé que les dispositions de sûreté retenues étaient adaptées à la maîtrise des risques liés au procédé d'enrobage des boues provenant de la décontamination des effluents.

Par ailleurs, concernant le démantèlement des installations à l'arrêt définitif du centre de Marcoule, l'IRSN a examiné, en 2015 :

- les renforcements parasismiques des fosses 4 et 5 d'entreposage des conteneurs de déchets vitrifiés et de déchets technologiques (SVM) et du bâtiment adjacent;
- une mise à jour du référentiel de démantèlement de l'atelier pilote de Marcoule (APM) ainsi que les dossiers de démontage de certains circuits du procédé et d'auxiliaires dans le bâtiment 214;
- une mise à jour du dossier de sûreté transmise en vue de la poursuite des opérations de démantèlement de l'ancienne usine de traitement des combustibles usés dénommée «UP1»;
- une mise à jour du référentiel de sûreté de l'installation d'entreposage et de conditionnement de déchets alpha (IECDA) nécessaire pour poursuivre le conditionnement et l'évacuation des déchets provenant du démantèlement de l'usine UP1;
- les travaux de rénovation de l'installation de conditionnement des déchets solides (CDS) menés à la suite du réexamen de sûreté réalisé en 2012;
- le référentiel de sûreté de l'installation zone d'entreposage Nord (IZEN), née de la partition de l'ancienne installation de conditionnement des déchets solides en une partie «procédé» (CDS) et une partie «entreposage» (IZEN). ■

fuel and components used on nuclear-powered ships and the neutron computing codes used in the safety studies; the RES reactor is scheduled to go critical for the first time in 2016. The FSMC facility manufactures fuel for nuclear-powered ships. In 2010, during its last safety review, many changes were agreed such as facility reinforcements and the building of new production units.

As part of these changes, IRSN examined the safety of the DCI1 fuel pellets manufacturing line, since the licensee had applied to extend the operating license for the line, which uses the DCI (double cycle inverse) process, until the future DCI2 line comes into production, probably between late 2018 and mid-2019. A number of other improvements were also recommended in order to continue operating the line for several years. IRSN is also involved in examining the design of the DCI2 line and has submitted several assessments concerning the safety of this future production line to the DSND.

MARCOULE – COMMISSIONING OF NEW FACILITIES AND CONTINUATION OF THE DISMANTLING OF DECOMMISSIONED FACILITIES

At the CEA Marcoule center, new facilities for discharging radioactive effluent and conditioning waste in concrete (STEMA) have been built as part of the switch from bitumen conditioning at the liquid effluents treatment plant (STEL). IRSN presented its assessment of the safety reference framework for the new facilities to the commission for the safety of laboratories, plants and waste management (CSLUD), in preparation for their commissioning. It considered that the safety measures taken were appropriate for controlling the risks associated with the conditioning process for the wastes due to effluents decontamination. For the dismantling of the facilities definitively shut down at the Marcoule center, IRSN also examined the following points in 2015:

- the earthquake-resistant reinforcements of pits 4 and 5, used for storing vitrified and technological wastes, and of the adjacent building;*
- an update of the dismantling reference framework for the Marcoule pilot facility and the dismantling documentation for several process and auxiliary circuits in building 214;*
- an update of the safety analysis submitted in order to continue dismantling the former UP1 fuel reprocessing plant;*
- an update of the safety related documentation for the IECDA waste storage facility, required to continue conditioning and removing dismantling waste from the UP1 plant;*
- renovation work on the solid waste conditioning facility, carried out as a result of the 2012 safety review;*
- the safety related documentation for the IZEN storage facility, which resulted from dividing the old solid waste conditioning facility into a "process" (CDS) section and a "storage" (IZEN) section. ■*

Stockage géologique de déchets radioactifs

L'analyse de la sûreté du stockage géologique profond de déchets radioactifs nécessite que l'IRSN s'organise pour disposer des connaissances et des outils nécessaires aux évaluations des risques qu'il doit mener. Dans cet objectif, l'Institut conduit des recherches dans le cadre de collaborations nationales et internationales et accompagne les parties prenantes dans l'acquisition de compétences et dans leur réflexion sur ce sujet.

AVIS DE L'IRSN SUR LE POTENTIEL GÉOTHERMIQUE DE LA RÉGION DE BURE

À la demande du Comité local d'information et de suivi (Clis) du laboratoire de Bure (Meuse), l'IRSN a exposé son avis sur le potentiel géothermique des formations géologiques au droit du site étudié pour l'implantation d'une installation de stockage géologique de déchets radioactifs (projet Cigéo).

À ce sujet, le guide de sûreté de l'ASN relatif au stockage définitif des déchets radioactifs en formation géologique profonde précise que «le site devra être choisi de façon à éviter des zones pouvant présenter un intérêt exceptionnel en termes de ressources souterraines». La possibilité d'un potentiel géothermique exceptionnel à l'aplomb du site devait donc être examinée.

L'analyse de l'IRSN a confirmé la présence d'une ressource géothermique localisée dans les grès du trias inférieur. Toutefois, cette formation aquifère présente une salinité cinq fois supérieure à celle de l'eau de mer, ce qui nécessiterait de réinjecter l'eau pompée.

Cette contrainte ainsi que la faible température de la ressource sont des éléments de nature à limiter significativement la production géothermique envisageable et, en conséquence, la rentabilité d'une telle production. L'IRSN estime que la ressource géothermique à l'aplomb du site retenu pour le projet Cigéo ne présente pas de caractère exceptionnel.

CIGÉO : MAÎTRISE DES RISQUES EN EXPLOITATION

En 2015, l'IRSN a publié sur son site Internet son évaluation du dossier relatif à la maîtrise des risques en exploitation constitué par l'Andra dans le cadre du projet Cigéo de stockage géologique de déchets radioactifs. L'IRSN a estimé que la maîtrise de la qualité des colis de déchets, la surveillance pendant la phase d'exploitation et la capacité à retirer les colis dans les différentes situations de fonctionnement envisageables constituaient des sujets majeurs pour la sûreté en exploitation de l'installation de stockage. En outre, l'IRSN a souligné l'importance d'étudier des scénarios pouvant conduire à des situations extrêmes, comme un emballement de réactions exothermiques à l'intérieur de plusieurs colis, afin d'évaluer la nécessité de prendre, le cas échéant, des dispositions pour en limiter les conséquences.

LANCEMENT DU PROJET SITEX II

Le projet européen Sitex II, coordonné par l'IRSN, a pour objectif de développer un réseau international d'expertise de la sûreté des stockages géologiques de déchets radioactifs, indépendant des exploitants. Pour ce faire, ce projet de 30 mois lancé en juin 2015 vise à mettre en pratique les opportunités et modes de collaboration identifiés par un précédent projet (Sitex, 2012-2013). Les 18 partenaires du projet Sitex II, qui sont des organismes d'expertise technique européens et canadiens,

GEOLOGICAL DISPOSAL OF RADIOACTIVE WASTE

IRSN must ensure that it has the knowledge and tools required for the risk assessments it has to perform to assess the safety of deep geological repositories for radioactive waste. To this end, IRSN performs research through national and international collaborations and liaise with stakeholders in order to facilitate competence building in society and foster discussions on this issue.

IRSN'S OPINION ON THE GEOTHERMAL POTENTIAL OF THE BURE REGION

At the request of the Bure laboratory local information and oversight committee (CLIS), IRSN exposed its opinion on the geothermal potential of the geological formations under the site studied for the geological disposal facility for radioactive waste (CIGEO project).

ASN's safety guide on radioactive waste disposal in deep geological repositories requests that "the choice of a site should avoid areas that could be of exceptional interest in terms of underground resources". The possibility of exceptional geothermal potential under the site therefore needs to be examined.

IRSN's analysis confirmed the presence of a geothermal resource in the sandstone from the Early Triassic time. However, the salinity of this water-bearing formation is five times higher than that of seawater, meaning that any water pumped out would have to be injected back in. This requirement, together with the low temperature of the resource would significantly limit any geothermal production that could be envisaged here and reduce its cost effectiveness. Thus, IRSN does not consider the geothermal resource under the site chosen for the CIGEO project to be exceptional.

CIGEO: MANAGING OPERATING RISKS

In 2015 IRSN published on its website its assessment of the documentation produced by Andra concerning the operational safety of the CIGEO geological disposal facility project. IRSN considered the following items to be important for safe operation of the waste disposal facility: waste package quality management, monitoring during the operating phase, and the ability to remove packages in the different operating situations. It also underlined the importance of studying scenarios that could lead to extreme conditions, such as thermal runaway due to exothermic reactions inside several packages, to determine whether measures should be implemented to limit any impact.

LAUNCH OF THE SITEX II PROJECT

The European SITEX II project, coordinated by IRSN, aims at developing an independent

des autorités de sûreté ainsi que des groupes d'experts, de recherche académique ou de la société civile, s'attacheront à :

- définir un agenda stratégique de recherche (SRA) pour le réseau;
- examiner la possibilité d'une programmation internationale conjointe avec les exploitants pour une partie de ce SRA;
- produire un guide pour l'expertise technique des dossiers de sûreté aux différentes phases de développement d'un stockage géologique;
- mettre en œuvre une session pilote de formation d'experts généralistes;
- impliquer la société civile dans les activités précitées et travailler sur les modes de gouvernance qui peuvent accompagner le développement des stockages géologiques;
- préparer le cadre juridique, organisationnel et de gestion du réseau.

www.sitexproject.eu

DECOVALEX : MODÉLISATION D'UN ESSAI DE SCELLEMENT

Le consortium international DECOVALEX (*Development of Coupled models and their Validation against Experiments*), créé en 1992, vise à développer des modélisations de phénomènes couplés thermo-hydrémécaniques (THMC) appliquées au cas du stockage géologique de déchets radioactifs. En 2015, cinq équipes de ce consortium – la *Canadian Nuclear Safety Commission* – CNSC (Canada), l'*Institute of Geonics* (République tchèque), l'*IRSN, Nuclear Decommissioning Authority* (Royaume-Uni) et la *Nuclear Regulatory Commission* (États-Unis) – ont participé à une intercomparaison scientifique relative à la modélisation d'un essai de scellement réalisé par l'IRSN, dans son laboratoire souterrain de Tournemire (Aveyron), dans le cadre du projet SEALEX, en collaboration avec la CNSC. L'exercice a commencé par la modélisation d'essais à échelle réduite, réalisés au laboratoire Navier de l'École nationale des ponts et chaussées (ENPC). Cela a permis de déterminer les valeurs des paramètres de comportement poromécanique de référence pour les matériaux argileux. Les modèles développés ensuite ont été appliqués par les différentes équipes à l'analyse d'un des essais *in situ* du projet SEALEX. Ils ont permis de simuler de façon satisfaisante le comportement hydromécanique à long terme du noyau de scellement. Cet exercice a mis en évidence l'effet du vide restant entre la paroi supérieure des alvéoles et le bouchon d'argile gonflante utilisé pour le scellement. En effet, la présence de ce vide influe sur l'évolution de la densité sèche, qui est un des facteurs clés contrôlant la performance des ouvrages de scellement. ■

international network for expertise in the safety of deep geological repositories for radioactive waste. To this end, this 30-month project launched in June 2015 aims to implement the opportunities and collaborative approaches identified by a previous project (SITEX, 2012-2013). The 18 partners in the SITEX II project (European and Canadian bodies with technical expertise, the safety authorities, expert groups, and bodies representing academic research and civil society) will:

- define a strategic research agenda (SRA) for the network;
- explore the potential for international joint programming with licensees for part of this SRA;
- produce guidance for the technical assessment of safety documentation at the different development phases of a geological repository;
- run a pilot training session for generalist experts;
- involve civil society in these activities and work

on the modes of governance of the development of geological repositories;

- set the legal, organizational and management framework for the network of experts.

www.sitexproject.eu

DECOVALEX: MODELING A SEALING TEST

The international DECOVALEX (*Development of Coupled models and their Validation against Experiments*) consortium, established in 1992, aims at developing models of coupled thermo-hydro-mechanical-chemical (THMC) processes applied to geological repositories for radioactive waste. In 2015, five teams from the consortium – the *Canadian Nuclear Safety Commission* (Canada), the *Institute of Geonics* (Czech Republic), *IRSN, the Nuclear Decommissioning Authority* (UK) and the *Nuclear Regulatory Commission* (US) – took part in a scientific comparison exercise on the modeling by IRSN of a sealing test at its Tournemire experimental platform, as part of

the SEALEX project in collaboration with the CNSC. The exercise began with the modeling of small-scale tests performed at the ENPC engineering school's Navier laboratory. This enabled reference parameter values for poromechanical behavior to be ascertained for clay materials. The models developed as a result were applied by the various teams to the analysis of one of the *in-situ* tests in the SEALEX project. They allowed a satisfactory simulation to be performed of the long-term hydromechanical behavior of a seal. The exercise revealed the effect of the void that remains between the upper wall of the cell and the swelling clay plug used for the seal. The presence of this void has an impact on the change in dry density, which is one of the key factors controlling the performance of seals. ■

SÉCURITÉ ET NON-PROLIFÉRATION

SÉCURITÉ

La publication en 2011 de la réglementation relative à la protection et au contrôle des matières nucléaires, de leurs installations et de leur transport a étendu les exigences à l'égard des actes de malveillance à ceux pouvant conduire à des conséquences radiologiques. Cette réglementation requiert, notamment, des opérateurs de justifier par une étude du niveau de protection atteint, de la réponse apportée en situation d'agression ainsi que de l'organisation prévue pour gérer celle-ci. L'évaluation par l'IRSN de ces études nécessite une approche transverse qui implique la contribution des experts en sûreté, en radioprotection et en protection contre les actes de malveillance.

NON-PROLIFÉRATION

Le contrôle international des matières nucléaires connaît actuellement des mutations importantes, visant notamment à assurer une efficacité et une efficience accrues des inspections. L'AIEA et Euratom cherchent en particulier à faire évoluer leurs méthodes afin d'affecter leurs moyens aux activités les plus pertinentes, de réduire le nombre et la durée des missions. Dans un contexte aussi mouvant, le rôle de l'IRSN est de veiller à ce que ces évolutions ne se fassent pas au détriment des intérêts de la France ou des industriels français.

SECURITY AND NONPROLIFERATION

SECURITY

In 2011, the regulations on the protection and control of nuclear materials, nuclear facilities and nuclear material transport were extended to include malicious acts that could have radiological consequences. In particular, these regulations require licensees to carry out a study to demonstrate the level of protection provided, the action taken to respond to an attack, and the organizational structure set up to manage it. In order to assess these studies, IRSN adopts an interdisciplinary approach with contributions from

experts in nuclear safety, radiation protection, and physical protection against malicious acts.

NONPROLIFERATION

International nuclear material control is undergoing some major changes, essentially aimed at enhancing the effectiveness and efficiency of inspections. IAEA and EURATOM are seeking in particular to improve their methods so that resources are assigned where they are most effective, and thus reduce the number and duration of assignments. At a time of such upheaval, it is IRSN's task to ensure that these changes are not made at the expense of France or French industry.

4



EXERCICES NATIONAUX
mettant en jeu la **sécurité**.

194

AVIS TECHNIQUES à
l'**Autorité de sécurité**
(HFDS MEEM).

46

INSPECTIONS
DE TRANSPORT.

92

INSPECTIONS
NATIONALES relatives à la
protection et au contrôle
des matières nucléaires.

113

AVIS TECHNIQUES
transmis aux autorités
en charge de la **non-
prolifération**.

62



CONTRÔLES TECHNIQUES
des **moyens agréés** pour
le transport de matières
nucléaires.

9

MISSIONS
D'ACCOMPAGNEMENT
des **inspections
internationales**
relatives à l'interdiction
des armes chimiques.

52



MISSIONS
D'ACCOMPAGNEMENT
DES INSPECTIONS
internationales relatives
au contrôle des matières
nucléaires.

4 national security-related exercises involving security.

194 technical notices to the safety authority (High Civil Servant for Defense and Security of Ministry of Energy).

46 transport inspections.

92 national inspections relative to protection and control of materials.

113 technical notices sent to the nonproliferation authorities.

62 technical checks on approved equipment for transportation of nuclear materials.

9 missions to escort inspections involving the chemical weapons ban.

52 missions to escort inspections involving international nuclear material control.

Sécurité nucléaire

La révision de la convention relative à l'appui et au concours techniques apportés au ministre de l'énergie par l'IRSN a donné lieu à un texte signé en 2015. Cette nouvelle convention est conclue pour une durée de cinq ans. Ses orientations répondent aux enjeux imposés par la mise en œuvre des textes législatifs et réglementaires relatifs à la protection et au contrôle des matières nucléaires, de leurs installations et de leur transport.

PROTECTION DES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES CONTRE LES ACTES DE MALVEILLANCE

Instructions des premières études de malveillance

La publication en 2011 de la réglementation relative à la protection des matières nucléaires, de leurs installations et de leur transport impose, en particulier aux opérateurs nucléaires, l'établissement d'une étude présentant le niveau de

protection atteint, la réponse apportée à une agression, ainsi que l'organisation prévue pour gérer celle-ci. L'IRSN a évalué les premières études établies par les opérateurs. L'évaluation de telles études nécessite une approche transverse qui implique la contribution d'experts en sûreté, en radioprotection et en protection contre les actes de malveillance, issus des trois pôles opérationnels de l'Institut.

FOCUS

Renforcement de l'interface sûreté/sécurité

Depuis quelques années, EDF souhaite pouvoir recourir à des moyens hélicoptérés pour le déploiement de forces de l'État dans le cadre d'intervention de sécurité sur ses centrales nucléaires. Compte tenu des risques qui pourraient résulter de la chute accidentelle d'un hélicoptère, l'ASN a sollicité l'IRSN pour évaluer l'impact sur la sûreté de l'utilisation d'hélicoptères et les dispositions particulières à envisager. Pour ce faire, plusieurs experts en protection contre la malveillance, notamment pour les caractéristiques des interventions hélicoptérées (trajectoires, fiabilité), et en sûreté (impact de la chute d'un hélicoptère sur les structures et équipements d'un CNPE) sont mobilisés, le résultat de cet examen devant aboutir courant 2016.

Par ailleurs, EDF a présenté, fin 2015, les orientations de conception de la sûreté et de la protection contre la malveillance du projet de nouveau modèle de réacteur électronucléaire dérivé du modèle EPR (dit « EPR-NM ») aux équipes d'experts en sûreté et en protection contre la malveillance de l'IRSN. Des premiers échanges techniques préliminaires ont concerné les

options du projet pour prendre en compte les sollicitations qui pourraient résulter de la projection volontaire d'un avion sur les bâtiments de l'îlot nucléaire et sur les matériels qu'ils abritent.

STRENGTHENING THE INTERFACE BETWEEN SAFETY AND SECURITY

For some years, EDF has wanted to be able to use helicopters for the deployment of law enforcement agencies in security operations at its nuclear power plants. Owing to the potential risks from a helicopter crash, ASN asked IRSN to assess the impact on safety of using helicopters and the particular measures to be taken. To do this, several experts in protection against malicious acts were brought in. They focused in particular on the characteristics of helicopter-borne operations (trajectories, reliability) and safety (impact of a helicopter crash on nuclear power plant structures and equipment). The results of this assessment should be available during 2016. In late 2015, EDF presented the design guidelines for safety and protection against malicious acts for the new nuclear power reactor model derived from the EPR (known as the EPR-NM) to teams of IRSN experts in safety and protection against malicious acts. The preliminary technical discussions initially focused on project options to allow for stresses resulting from an aircraft being deliberately crashed into the nuclear island buildings and equipment.

NUCLEAR SECURITY

The revision of the agreement on the technical support provided by IRSN to the Minister of Energy led to the signing of a text in 2015. The new agreement will run for a period of five years. Its priorities respond to the challenges imposed by legislation and regulations on the protection and control of nuclear materials, nuclear facilities and nuclear material during transport.

PROTECTING NUCLEAR FACILITIES AGAINST MALICIOUS ACTS

Assessment of the first studies on malicious acts

The 2011 regulation on the protection of nuclear materials, nuclear facilities and nuclear material during transport requires that nuclear licensees carry out a study presenting the level of protection achieved, the action taken to

respond to an attack, and the organizational structure set up to manage this response. IRSN assessed the first studies produced by licensees. For the assessment of these studies, a cross-disciplinary approach was necessary, involving contributions from experts in safety, radiation protection, and protection against malicious acts, from the Institute's three operational divisions.

EXERCICES DE SÉCURITÉ CONCERNANT LES MATIÈRES NUCLÉAIRES, LEURS INSTALLATIONS ET LEUR TRANSPORT

En 2015, l'IRSN a préparé et animé quatre exercices de sécurité. Deux de ces exercices ont concerné le suivi physique des matières nucléaires respectivement dans deux établissements du CEA et d'Areva. Ces deux exercices ont permis de tester l'organisation des exploitants pour réaliser un inventaire des matières nucléaires présentes dans leurs installations dans des délais très courts à la suite de la découverte d'anomalies. Le troisième, relatif à la sécurité des matières nucléaires en cours de transport, a permis de tester, de manière inopinée, la réaction des opérateurs du domaine face à une menace visant l'ensemble des transports.

Le dernier exercice a concerné la gestion d'une agression d'installations du centre CEA de Cadarache (Bouches-du-Rhône). Le scénario, préparé par l'IRSN, a permis de tester, d'une part, la coordination sur le terrain des différentes forces d'intervention, d'autre part, le fonctionnement de l'ensemble des postes de commandement de crise locaux. L'ASN et l'IRSN ont créé leurs centres de crise afin que les autorités en charge de la gestion de la crise puissent disposer d'éléments relatifs à l'état de la sûreté des installations en complément des avis des experts des forces d'intervention des pouvoirs publics présents auprès de ces décideurs.

INSPECTION DES MATIÈRES ET INSTALLATIONS NUCLÉAIRES

L'IRSN a continué d'accompagner l'autorité de sécurité dans la démarche spécifique d'inspection engagée en 2014 qui permet de contrôler l'ensemble des mesures de protection d'un même établissement. Cette démarche vise à établir des constats d'écarts par rapport aux exigences de la nouvelle réglementation dans l'attente de l'achèvement du processus de mise en conformité en cours par les exploitants.

De plus, les experts de l'IRSN ont piloté, dans le cadre du concours technique apporté à l'autorité de sécurité nucléaire, 92 inspections concernant le contrôle du respect du référentiel d'autorisation.

COMPTABILITÉ DES MATIÈRES NUCLÉAIRES

L'IRSN assure la comptabilité centralisée des matières nucléaires pour le compte de l'État. Dans ce cadre, il a traité, en 2015, 78 357 bordereaux de déclaration d'opérations sur les matières nucléaires représentant 215 225 lignes de déclaration reçues, pour la plupart par voie électronique, de la part des exploitants d'installations nucléaires soumises au régime d'autorisation. Il a également reçu, en 2015, 449 fiches de déclaration envoyées par les détenteurs de matières soumis, quant à eux, au régime de déclaration. Le traitement de l'ensemble de ces données a permis de vérifier la cohérence des mouvements de matières au sens comptable du terme, notamment qu'à toute déclaration d'une expédition de matières nucléaires correspond une déclaration de réception identique en quantité et en qualité. Les éventuelles incohérences identifiées, appelées litiges, sont traitées par l'IRSN en relation avec les opérateurs. En 2015, 47 litiges ont été traités.

SECURITY EXERCISES INVOLVING NUCLEAR MATERIALS, NUCLEAR FACILITIES AND NUCLEAR MATERIAL TRANSPORT

In 2015, IRSN prepared and coordinated four security exercises. Two of them concerned physical tracking of nuclear materials at two sites belonging to CEA and Areva. Both exercises tested the licensees' procedures for making a full inventory of nuclear materials on site within a very short time of discovering anomalies.

The third exercise, regarding the security of nuclear materials during transportation, tested the reaction of operators, who had not been forewarned, to a threat to all types of transport. The last exercise concerned the management of an attack on facilities at the CEA center at Cadarache. The scenario, prepared by IRSN, tested the coordination on the ground of the

different response teams, and the overall performance of local emergency response command centers. ASN and IRSN mobilized their centers to provide the authorities in charge of managing the emergency with data on the safety of the facilities, to back up the opinions of the response experts in charge of advising decision-makers

INSPECTIONS OF NUCLEAR MATERIALS AND FACILITIES

IRSN continued to assist the security authority with the special inspection initiative launched in 2014. This initiative allows the authority to control all protective measures in place on a single site. Its purpose is to detect deviations from the requirements set out in the new regulations, until such time as licensees have completed ongoing work to achieve compliance. In addition, IRSN experts managed 92

inspections of compliance with the licensing basis, as part of the technical support provided to the nuclear safety authority.

NUCLEAR MATERIAL ACCOUNTANCY

IRSN is responsible for central nuclear material accountancy on behalf of the authorities.

Within this context, it dealt in 2015 with 78,357 declarations of operations involving nuclear materials. This amounted to a total of 215,225 lines of declaration received, for the most part in electronic format, from nuclear facility licensees subject to the licensing regime. It also received 449 declaration forms in 2015, sent by organizations possessing nuclear materials and subject to the declaration regime. Handling all this data provided an opportunity to perform a consistency check, in the accounting sense of the term, of nuclear material movements, in particular to ensure that for each declaration

GESTION ET SUIVI DES TRANSPORTS

L'IRSN a traité, en 2015 :

- 42 demandes d'avis techniques relatifs à la protection physique des matières nucléaires en cours de transport. Ces demandes concernent les plans de transport, les dossiers d'autorisation d'exercer une activité de transport ou d'agrément de moyens de transport, ainsi que l'analyse du retour d'expérience des transports ;
- 1481 demandes d'exécution de transports. Il a suivi environ 877 transports nationaux. Aucun événement notable de transport n'a été constaté.

INSPECTION DES TRANSPORTS

L'IRSN a réalisé, en 2015, 61 contrôles techniques des moyens agréés pour le transport de matières nucléaires et 46 inspections en cours de transport. Ces inspections ont concerné principalement les véhicules routiers ainsi que les moyens de transport par voies ferroviaire, maritime ou aérienne ainsi que les sites d'étape ou de nuitée.

MÉTROLOGIE DES MATIÈRES NUCLÉAIRES

Afin d'assurer le contrôle des matières nucléaires, des codes sont développés et utilisés pour mesurer les quantités d'uranium et de plutonium détenues dans les installations nucléaires sur la base des rayonnements émis par leurs isotopes. L'IRSN contribue, ainsi, aux actions internationales menées en soutien aux contrôles de l'AIEA, afin d'assurer la continuité de la connaissance et la durabilité des codes dédiés à la détermination, par spectrométrie gamma, de la composition isotopique de l'uranium (en particulier l'enrichissement en uranium 235) et du plutonium.

PROTECTION DES SOURCES DE RAYONNEMENTS IONISANTS CONTRE LES ACTES DE MALVEILLANCE

En 2015, l'IRSN a poursuivi les travaux engagés par l'autorité de sécurité dans le cadre du groupe de travail constitué pour la rédaction de l'arrêté relatif à la protection des sources de rayonnements ionisants contre les actes de malveillance.

RELATIONS INTERNATIONALES

AIEA

L'IRSN a apporté ses conseils au MEEM pour la préparation et la participation aux réunions semestrielles du *Nuclear Security Guidance Committee* (NSGC).

L'IRSN a été fortement impliqué dans la rédaction de nombreux documents de la « série » sécurité portant sur les thèmes suivants : cybersécurité, gestion de crise en sécurité, sécurité durant toutes les phases de vie d'une installation, sécurité des matières radioactives en cours de transport, sécurité des matières radioactives, suivi et comptabilité des matières nucléaires, menace interne, culture de sécurité, etc.

L'IRSN a alimenté le vivier des experts de l'AIEA qui ont participé aux missions de l'*International Physical Protection Advisory Service* (IPPAS). Ces missions correspondent à des revues par les pairs du régime de sécurité d'un État et de son application dans les installations nucléaires. L'Institut fournit, dans ce cadre, des *experts team member* ou des chefs de mission *team leader*. L'IRSN a participé, en 2015, à trois de ces missions.

Commission européenne

Suite à l'accord signé entre l'IRSN et le *Joint Research Centre* (JRC) en novembre 2014, qui comporte un volet sécurité, un

of a shipment of nuclear materials, there is a corresponding declaration of receipt, for exactly the same quantity and type of material. Any inconsistencies (called "discrepancies") are processed by IRSN by contacting the licensees. In 2015, 47 discrepancies were processed.

TRANSPORT MANAGEMENT AND MONITORING

In 2015, IRSN processed:

- 42 technical notice requests on the physical protection of nuclear material during transport; the requests concerned transport security plans, applications for transport licenses and requests for approval of transport equipment, as well as analysis of feedback from transports;
- 1,481 transport requests, and monitored about 877 domestic shipments. No significant transport incident was reported.

TRANSPORT INSPECTIONS

In 2015 IRSN carried out 61 technical checks on approved equipment for the transportation of nuclear materials and 46 inspections during transport. Most of these inspections were on road vehicles, but rail, sea and air shipments were also inspected.

NUCLEAR MATERIAL METROLOGY

Computer codes are developed and used to perform inspections of nuclear materials by measuring the quantities of uranium and plutonium stored at nuclear facilities, based on the radiation emitted by the isotopes of these elements. IRSN is involved in international efforts to ensure the continuity of knowledge and the durability of the codes used by IAEA during its inspections to determine the isotopic composition of uranium (in particular enrichment with U-235) and plutonium, using gamma spectrometry.

PROTECTING IONIZING RADIATION SOURCES AGAINST MALICIOUS ACTS

In 2015 IRSN continued work begun by the nuclear safety authority, as part of a working group set up to draft an order on protecting radioactive sources against malicious acts.

INTERNATIONAL RELATIONS IAEA

IRSN advised the Ministry of Energy on preparing for and participating in the six-monthly meetings of the Nuclear Security Guidance Committee (NSGC). IRSN was heavily involved in writing a number of documents in the security "series" on the following topics: cyber-security, security emergency management, security during all the life cycle phases of a facility, security of radioactive materials during transportation, security of radioactive materials, nuclear

certain nombre d'actions partagées ont été identifiées en 2015 :

- développement d'outils de référence pour les besoins, notamment, de l'inspection ;
- amélioration des techniques de spectrométrie gamma pour la mesure des matières nucléaires, en liaison avec les actions menées avec le DoE/NNSA et les groupes de travail ESARDA ;
- poursuite des travaux sur les performances des dispositifs de détection de matières radioactives.

MISE EN EXPLOITATION DU NOUVEAU SIGIS

En 2015, le site Internet du système informatique de gestion de l'inventaire des sources radioactives (SIGIS) a été mis en ligne et permet aux détenteurs et fournisseurs des 45 000 sources radioactives existant en France de gérer leurs autorisations en ligne. Ils peuvent, notamment, envoyer par ce moyen leurs inventaires annuels, requis par l'article R. 4451-38 du code du travail, puis télécharger une attestation de remise. À la fin de 2015, plus de 800 personnes ont ouvert leur compte en ligne.

Tenant compte des premières remontées d'informations des utilisateurs, des améliorations ont déjà été apportées au logiciel, en particulier sur l'ergonomie du site SIGIS.

En plus des détenteurs de sources et de l'ASN, le site SIGIS est désormais accessible aux inspecteurs du travail et aux membres des services départementaux d'incendie et de secours, qui peuvent désormais disposer d'une connexion pour télécharger la liste des sociétés détenant des sources de rayonnements ionisants dans un département ou une région donnés. La prochaine étape va permettre aux titulaires d'effectuer la déclaration en ligne de leurs commandes de sources. ■

material monitoring and accountancy, internal threats, and security culture.

IRSN contributed to IAEA's pool of experts taking part in assignments for the International Physical Protection Advisory Service (IPPAS). These assignments consist of peer reviews of a State's security regime and its application at nuclear facilities. The Institute provides experts to be team members and team leaders for these assignments. In 2015 IRSN took part in three such assignments.

European Commission

In November 2014, IRSN and the Joint Research Centre (JRC) signed an agreement that comprises a security component. A number of joint actions were identified in 2015 in connection with this agreement:

- development of reference tools, in particular for inspection requirements;

- improvement of gamma spectrometry techniques for measuring nuclear materials, in liaison with initiatives in progress with the US Department of Energy National Nuclear Security Administration (DoE/NNSA) and the European Safeguards Research and Development Association (ESARDA) working groups;

- continuation of work on the performance of radioactive material detection devices.

NEW SIGIS WEBSITE GOES LIVE

In 2015 the website of the French information system for managing the national register of radioactive sources (SIGIS) went online, enabling organizations possessing or supplying the 45,000 radioactive sources in existence in France to manage their licenses online. They can now submit online their annual inventories, required by Article R. 4451-38 of the Labor

Code, and download a submission receipt. At the end of 2015, more than 800 license holders created their accounts online. Improvements have already been made to the software based on initial feedback from users, particularly concerning the user-friendliness of the SIGIS website.

In addition to organizations possessing radioactive sources and to ASN, the SIGIS website can be now accessed by labor inspectors and members of departmental fire and rescue services, who can log in to download a list of companies with ionizing radiation sources in a particular department or region. The next stage will be to enable license holders to declare their orders for ionizing radiation sources online. ■

Non-prolifération nucléaire

Sur le devant de la scène médiatique depuis quelques années, le contrôle international des matières nucléaires est soumis à une volonté forte de recherche d'efficacité qui induit des évolutions des pratiques visant à réduire le coût des missions et à affecter les moyens financiers des organismes de contrôle aux activités les plus pertinentes. Dans ce contexte, l'IRSN veille à ce que ces évolutions ne se fassent pas au détriment des intérêts de la France et des industriels français. Dans le cadre de sa mission d'appui technique au comité technique Euratom (CTE) et à la Direction générale de l'énergie et du climat (DGEC), l'IRSN prépare les déclarations françaises dues au titre des engagements internationaux pris par la France, analyse les documents et projets de documents relatifs aux contrôles des matières et accompagne un certain nombre d'inspections internationales.

AUDITIONS DANS LE CADRE DU PROJET DE LOI D'APPLICATION DU PROTOCOLE ADDITIONNEL FRANÇAIS

Dans le cadre de son action internationale de lutte contre la prolifération nucléaire et de soutien à l'AIEA, la France a ratifié en 2004 un protocole additionnel à son accord de garanties. Ce protocole prévoit, outre la vérification par l'Agence des déclarations de la France de mouvements de matières nucléaires, à la fois l'envoi d'informations très étendues sur les activités de la France dans le domaine nucléaire en coopération avec des États non dotés de l'arme nucléaire (Endan) et la possibilité pour l'AIEA de mener sous 24 heures des accès dits « accès complémentaires » en tout point du territoire afin de s'assurer soit de l'exactitude et de l'exhaustivité des déclarations françaises, soit de l'absence d'activités clandestines menées par un Endan en France.

Dans ce contexte, l'IRSN a été auditionné en 2015 à l'Assemblée nationale avec le CTE, autorité française en charge de cette activité, par le rapporteur du projet de loi d'application du

protocole additionnel, qui permettra de décliner en droit français les obligations de celui-ci en :

- encadrant la collecte des informations dont la communication est prévue par le protocole auprès des entités françaises concernées (industriels, centres de recherche, universités, etc.) sur leurs activités de recherche et de développement, ainsi que de coopération avec les Endan, et sur les exportations d'équipements et matières listés dans le protocole;
- sécurisant au plan juridique le déroulement des accès complémentaires;
- officialisant l'organisation nationale actuelle de gestion, notamment le rôle de l'équipe d'accompagnement, qui représente l'État durant la vérification.

L'IRSN, en tant qu'appui technique du CTE et de la DGEC, a participé à l'élaboration de ce projet de loi et avait été auditionné en 2013 par le rapporteur du texte au Sénat. En effet, l'IRSN procède au recensement des assujettis, collecte auprès d'eux les informations nécessaires, les compile et prépare les projets de déclaration de la France à l'AIEA. En cas de déclenchement d'un

NUCLEAR NONPROLIFERATION

In the media spotlight for several years, international nuclear material control is the focus of a major drive to improve efficiency that has changed practices with the aim of reducing the cost of assignments and allocating inspection bodies' resources to where they are most effective. Within this context, it is IRSN's task to ensure that these changes are not made at the expense of France or French industry. As part of its technical support to the Euratom Technical Committee (CTE) and the French Directorate-General for Energy and Climate (DGEC), IRSN prepares the declarations due in respect of France's international commitments, examining documents and draft documents concerning nuclear material inspections, and accompanying a number of international inspections.

HEARINGS ON THE BILL IMPLEMENTING THE FRENCH ADDITIONAL PROTOCOL

As part of its international action to prevent nuclear proliferation and support IAEA, France ratified an additional protocol to its safeguards agreement in 2004. In addition to IAEA's verification of French nuclear material movement declarations, the protocol requires the reporting of very extensive information about France's nuclear activities in cooperation with non-nuclear weapon states (NNWS) and gives IAEA a right of access within 24 hours, known as "complementary access", anywhere in France to check that the French declarations are correct and complete and that no clandestine activity is being carried out by an NNWS in France. Within this context, in 2015 IRSN and the CTE, which is the French authority responsible for this activity, attended a hearing at the French Parliament with the rapporteur for the bill implementing the

additional protocol, which would transpose the related obligations into French law by:

- setting rules for the collection from the relevant French entities (industry, research centers, universities, etc.) of the information to be reported under the protocol concerning their research and development activities, cooperation with NNWSs, and exports of the equipment and materials listed in the protocol;*
- providing a secure legal basis for the complementary access visits;*
- formalizing the current national management structure, and particularly the role of the accompanying team, which represents the government during the inspections. As provider of technical support to the CTE and the DGEC, IRSN was involved in drafting this bill and attended a hearing in 2013 with the rapporteur for the text in the Senate. IRSN conducts a census of organizations subject to the bill's requirements,*

«accès complémentaire», l'IRSN analyse la demande de l'AIEA, transmet ses conclusions au CTE, informe l'entité visée et envoie immédiatement sur site une équipe pour préparer avec elle la vérification. L'Institut est, en outre, intégré à l'équipe nationale d'accompagnement lors d'un tel accès complémentaire.

ACTIVITÉS MENÉES POUR LE COMPTE DE LA DIRECTION GÉNÉRALE DE L'ÉNERGIE ET DU CLIMAT

Conformément à la convention qui le lie à la DGEC du MEEM, l'IRSN a établi en 2015 un nouveau rapport annuel sur les installations du cycle nucléaire civil français concernant leurs activités, interfaces, flux et stocks de matières nucléaires, à partir des déclarations reçues au titre des exigences réglementaires nationales et internationales sur le contrôle des matières nucléaires.

Cette activité s'ajoute aux autres actions concernant le contrôle des matières menées par l'IRSN pour le compte de la DGEC :

- l'élaboration des données à transmettre à l'AIEA dans le cadre d'une démarche volontaire de la France de transparence sur les stocks civils de plutonium et d'uranium hautement enrichi;
- la préparation, avec les opérateurs français, des informations relatives au cycle français, telles que les stocks de matières nucléaires des installations des grands exploitants nationaux, les voies d'approvisionnement des réacteurs d'EDF ou encore les transferts de matières nucléaires, à présenter annuellement au Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire (HCTISN) dans le cadre de la recommandation n° 5 du rapport du 12 juillet 2010 de ce Haut Comité.

Outre ces activités, la DGEC peut également demander à l'IRSN de mener des expertises dans le domaine du suivi des matières nucléaires, du fonctionnement des installations ou encore de la réglementation internationale. ■

collects the necessary information from them, and prepares French draft declarations to IAEA. If complementary access is then required, IRSN examines IAEA's request, sends its conclusions to the CTE, informs the entity in question and immediately sends a team to the site to help it prepare for the inspection. It is also part of the national accompanying team during complementary access visits.

ACTIVITIES ON BEHALF OF THE DGEC

In accordance with its agreement with the Ministry of Environment, Energy, and the Sea Directorate-General for Energy and Climate,

IRSN prepared a new annual report on French civil nuclear cycle facilities in 2015, giving details of their activities, interfaces, and flows and stocks of nuclear materials. The report was based on declarations received under national and international nuclear material control regulations.

IRSN's other nuclear material control actions on behalf of the DGEC included:

- preparing data to send to IAEA as part of a strong French initiative in favor of transparency regarding stocks of civil plutonium and highly enriched uranium;*
- preparing information in conjunction with*

French licensees about the French nuclear cycle, such as stocks of nuclear materials held by the facilities of leading national licensees, the procurement channels of EDF's reactors, and nuclear material transfers, to be submitted annually to the French high committee for transparency and information on nuclear safety (HCTISN) in response to recommendation 5 of the committee's report dated July 12, 2010.

In addition to these activities, the DGEC may also ask IRSN to perform assessments in the fields of nuclear material monitoring, facility operation and international regulations. ■

Interdiction des armements chimiques

L'ensemble des États parties à la Convention sur l'interdiction des armes chimiques (CIAC) se sont engagés à déclarer de manière exacte et exhaustive certaines activités de leurs sites industriels chimiques. Pour assurer que la France honore ses engagements internationaux, l'IRSN, en application de sa convention avec le ministère en charge de l'industrie, élabore les déclarations dues par la France à l'Organisation pour l'interdiction des armes chimiques (OIAC), analyse les documents et projets de documents relatifs aux contrôles des produits visés par la Convention et accompagne la totalité des inspections diligentées par l'OIAC sur le territoire national.

FORMATIONS DÉLIVRÉES PAR L'IRSN

En application de sa convention avec le Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité (HFDS) des ministères économiques et financiers, l'IRSN mène des actions de conseil aux personnes soumises aux obligations de la CIAC. Deux de ces actions ont été réalisées pour la première fois en partenariat avec l'Union des industries chimiques (UIC). La première était un séminaire visant à présenter aux industriels du secteur de la chimie les différents acteurs en charge de l'application de la CIAC en France. À cette occasion, l'IRSN a pu détailler son rôle en tant qu'appui technique du ministère en charge de l'industrie. La seconde était une formation organisée par l'UIC et assurée par l'IRSN. Une dizaine d'industriels ont ainsi été formés aux modalités d'application de la CIAC. Le bilan de cette première année de collaboration étant très positif, l'UIC souhaite d'ores et déjà pouvoir inscrire une nouvelle session de formation dans son catalogue 2016.

ENQUÊTES AUPRÈS DES INDUSTRIELS ET ÉCHANGES AVEC D'AUTRES ENTITÉS : SERVICE DES DOUANES ET SERVICE DES BIENS À DOUBLE USAGE

Les 192 États parties à la CIAC s'engagent à déclarer de façon exhaustive les activités de leurs sites industriels chimiques selon les critères établis. Pour permettre à la France d'atteindre cet objectif, l'IRSN a poursuivi, en 2015, ses actions de recensement des assujettis à la convention, en mettant notamment l'accent sur l'échange d'informations avec d'autres entités de l'État. L'IRSN a, ainsi, rencontré et échangé avec des représentants du service des douanes et du service des biens à double usage avec deux objectifs.

Le premier objectif était de mieux cerner le suivi réalisé par ces deux services (transactions douanières, autorisations d'importation et d'exportation, etc.) et d'identifier les informations pertinentes à échanger. Cette étape s'est révélée fructueuse et une évolution du cadre réglementaire est en cours pour permettre la circulation de ces informations.

Le second objectif était de vérifier la cohérence des exigences croisées qui s'appliquent en France sur les produits visés par la CIAC, par le code des douanes et par la réglementation des biens à double usage. Cela répondait à une demande récurrente des industriels, et une clarification a pu être mise à leur disposition sur le site Internet de l'IRSN. ■

CHEMICAL WEAPONS BAN

All the States Parties to the Chemical Weapons Convention (CWC) have undertaken to make a fair and exhaustive declaration of certain activities of their industrial chemical sites. Under the terms of its agreement with the Ministry of Industry and to ensure that France honors its international commitments, IRSN prepares French declarations to the Organisation for the Prohibition of Chemical Weapons (OPCW), examines documents and

draft documents concerning control of the products subject to the CWC, and escorts all OPCW inspections in France.

TRAINING PROVIDED BY IRSN

Under the terms of its agreement with the Senior Defense and Security Official (HFDS), it is IRSN's duty to advise organizations with obligations under the CWC. As part of this duty, two initiatives were carried out for the first time in partnership with the French Chemical Industries Association

(UIC). The first was a talk for companies in the chemical sector, presenting the various bodies responsible for applying the CWC in France. During the talk, IRSN was able to explain its own technical support role for the Ministry of Industry. The second initiative was a training session organized by the UIC and run by IRSN, in which ten members of the industry were trained in CWC application procedures. Given the success of this first year of collaboration, the UIC wishes to include a new training session in its 2016 brochure.

LA PAROLE À...



Pascal Perrochon,
*responsable affaires
internationales, transport
et logistique, Union des
industries chimiques*

In the words of...
Pascal Perrochon,
French Chemical Industries
Association (UIC)

«Notre collaboration avec l'IRSN, qui existe depuis plusieurs années, s'est traduite en 2015 par l'organisation, en avril, d'un colloque sur la Convention internationale sur l'interdiction des armes chimiques (CIAC). Les industriels présents ont pu, ainsi, actualiser leurs connaissances en matière réglementaire. C'est aussi à cette occasion, qu'a émergé l'idée de proposer, dans le cadre des formations destinées à nos adhérents, une session spécifique sur la CIAC, les obligations pour les industriels et les modalités de préparation des inspections. Une telle formation répond à un véritable besoin et sera renouvelée en 2016. Pour aller plus loin dans l'information des industriels en matière de produits sous contrôle, nous avons également actualisé avec l'IRSN les informations concernant la CIAC sur notre site Internet (<http://www.uic.fr/Activites/Commerce-international/Produits-sous-contrôle>). Toutes ces actions traduisent la volonté commune d'accompagner les industriels face à cette réglementation. Un appui qui est déjà fortement apprécié par nos membres lesquels bénéficient de l'expertise de l'IRSN pour préparer les inspections internationales. En 2016, nous envisageons l'élaboration conjointe d'un fascicule qui rappellera les points essentiels de la convention, et notamment les obligations des industriels.»

"Our collaboration with IRSN dates back several years. Within this context, a symposium was organized in April 2015 on the Chemical Weapons Convention (CWC). It was an opportunity for attendees from the industry to bring themselves up to date with the latest regulations. Another outcome of the event was an initiative to include a special session on the CWC, industry obligations, and inspection preparation, as part of the training provided for our members. There is a genuine need for training in this area and the initiative will be repeated in 2016. In an effort to provide members of the industry with fuller information on controlled products, we also worked with IRSN to update information relating to the CWC on our website (<http://www.uic.fr/Activites/Commerce-international/Produits-sous-contrôle>)

These initiatives all reflect a shared ambition to support industry in dealing with regulations. This support is already greatly appreciated by our members, who benefit from IRSN's expertise in preparing for international inspections. In 2016, we plan to work with IRSN on preparing a volume summing up the main points of the convention and, in particular, the obligations of industry."

INDUSTRY SURVEYS AND COMMUNICATION WITH OTHER BODIES: THE CUSTOMS AND DUAL-USE GOODS SERVICES

The 192 States Parties to the CWC undertake to make a fair and exhaustive declaration of the activities of their industrial chemical sites in accordance with the established criteria. To enable France to comply, IRSN continued its census of organizations subject to the CWC in 2015, placing emphasis on the exchange of

information with other government bodies. IRSN met or communicated with representatives from the Customs and Dual-Use Goods services for two purposes. Firstly it wished to gain a clearer understanding of the monitoring performed by both services (customs transactions, import and export licenses, etc.) and identify relevant information to be exchanged. This activity proved fruitful and regulatory changes are now being made to allow the circulation of this information.

Secondly it wanted to cross-check the consistency of the requirements applicable to products in France under the CWC, the Customs Code and the dual-use goods regulations, in response to repeated requests from industry. This is now clarified on the IRSN website. ■

RADIOPROTECTION DE L'HOMME ET DE L'ENVIRONNEMENT

Les actions menées par l'IRSN dans ce domaine visent une protection adéquate de l'homme et de l'environnement contre les rayonnements ionisants. Elles se déclinent selon trois composantes majeures : des actions de surveillance radiologique, des expertises et des recherches. Suivi de l'exposition des travailleurs et des personnes du public, développement de moyens de mesure, recherches en radioécologie, recherches sur les effets des expositions chroniques ou encore sur la prise en charge médicale des lésions radio-induites sont autant de sujets traités par l'Institut par des approches pluridisciplinaires et dans le cadre de collaborations nationales, européennes et internationales.

RADIATION PROTECTION - HUMAN AND ENVIRONMENT HEALTH

IRSN's action in this field is aimed at ensuring that people and the environment are suitably protected against ionizing radiation. It focuses on three main areas: radiological monitoring, assessments and research. This includes monitoring the exposure levels

of workers and the public, developing measurement systems and equipment, conducting radioecology studies and research into the effects of chronic radiation exposure, and the medical treatment of radiation-induced lesions. IRSN adopts a multidisciplinary approach to all these subjects, in collaboration with national, European and international experts.

728

ANTHROPO-RADIOMÉTRIES réalisées pour le suivi des travailleurs, dont **509** avec les moyens mobiles.

8 119

ÉCHANTILLONS de l'environnement prélevés pour des **mesures radiologiques**.



418

BALISES (dont 411 Télecay) constituant le réseau de **télé-surveillance du territoire**.



130

POINTS DE MESURE du débit de **dose ambiant**.

451

POINTS DE PRÉLÈVEMENT d'échantillons pour la **surveillance de la radioactivité** sur l'ensemble du territoire.

136

ARTICLES EN RADIO-PROTECTION répertoriés dans le JCR (Journal of Citation Reports).

728 whole-body radiation counts performed for worker monitoring, including 504 using mobile equipment.

8,119 environmental samples taken for radiological measurements.

418 monitors (including 411 Teleray) in the national remote monitoring network.

130 ambient dose rate measurement points.

451 sampling points for radioactivity monitoring throughout France.

136 radioprotection publications in the JCR (Journal of Citation Reports).



- Bilan de l'état radiologique de l'environnement français de 2011 à 2014.
- Rapport de gestion 2014 du réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement.
- Bilan de la surveillance de la radioactivité en Polynésie française en 2014.
- Constat radiologique Nord – Normandie : rapport méthodologique relatif aux compartiments aquatiques continental et marin.
- Exposition de la population française aux rayonnements ionisants en 2015.
- Livre blanc sur la surveillance radiologique des travailleurs : des exigences mieux graduées dans une approche globale de gestion des risques professionnels.
- Exposition professionnelle aux rayonnements ionisants en France : bilan 2014.
- *Report on the Radiological State of the Environment in France in 2011-2014.*
- *2014 Management Report of the National Environmental Radioactivity Measurement Network (RNM).*
- *2014 Report on Radioactivity Monitoring in French Polynesia.*
- *North and Normandy Radiological Survey: Methodological Report on the Continental and Marine Aquatic Compartments.*
- *French Population Exposure to Ionizing Radiation in 2015.*
- *White Paper on Radiological Monitoring in the Workplace: Better Adapted Requirements for an Overall Approach to Occupational Risk Management.*
- *Occupational Exposure to Ionizing Radiation in France: 2014 Report.*

Surveillance de l'environnement

Être en capacité de caractériser la radioactivité de l'environnement par des mesures et des méthodes d'analyse adaptées est la mission de l'IRSN en matière de surveillance de l'environnement. Cette surveillance vise à s'assurer que les activités nucléaires et radiologiques sont menées dans le respect des autorisations réglementaires et, plus généralement, que le territoire dans toutes ses composantes reste dans un état radiologique satisfaisant. Elle contribue également à détecter toute situation anormale pouvant résulter d'un accident radiologique ou nucléaire survenant en France ou à l'étranger. Menée en concertation avec les parties prenantes et les populations, cette activité comporte une démarche continue d'amélioration des outils et des moyens de mesure.

BILAN DE LA MODERNISATION DE LA SURVEILLANCE DU TERRITOIRE

En 2015, l'IRSN a déployé l'essentiel des nouveaux moyens de surveillance de la radioactivité de l'environnement prévue par le plan de modernisation défini en 2010. Ce sont, ainsi, près de 400 balises de mesure du rayonnement gamma ambiant constituant le réseau Teleray, qui ont été disposées sur l'ensemble du territoire métropolitain, auprès des installations nucléaires ainsi qu'à proximité des principales agglomérations proches de ces installations. Les résultats des mesures réalisées par ces balises sont actualisés toutes les 10 minutes et désormais accessibles en ligne via une application mobile « IRSN Teleray » (téléchargeable gratuitement) et sur un site Internet (<http://teleray.irsnn.fr>). Quarante stations de prélèvement d'aérosols modernes et performantes ont, par ailleurs, remplacé les anciennes stations du réseau OPERA-Air. Les résultats d'analyse des filtres prélevés périodiquement dans ces stations transmis au Réseau national de mesures de la radioactivité dans l'environnement (RNM) sont également accessibles sur le site Internet de l'IRSN.

DES MÉTHODES D'ANALYSE DES RADIONUCLÉIDES MIEUX ADAPTÉES AUX SITUATIONS DE CRISE

L'accident de Fukushima a confirmé la nécessité de disposer en situation de crise de méthodes d'analyse rapide quantitatives et qualitatives des radionucléides émetteurs de rayonnements alpha ou bêta ou prélevés dans l'environnement, y compris dans les denrées alimentaires. Les méthodes appliquées en routine pour la surveillance de l'environnement comportent des délais d'analyse qui se révèlent incompatibles avec les attentes dans une telle situation. C'est pourquoi l'IRSN a engagé un programme de développements en métrologie pour mettre au point des techniques réduisant les délais d'analyse à quelques heures ou quelques jours (au lieu de quelques semaines). Ces développements reposent sur l'automatisation de techniques de séparation chimique par chromatographie et leur couplage à des moyens de mesure par spectrométrie de masse ou scintillation liquide. En 2015, des protocoles d'analyse rapide ont été validés pour l'uranium, le thorium, le plutonium, le neptunium, l'américium et le strontium. ■

ENVIRONMENTAL MONITORING

The goal of environmental monitoring by IRSN is to characterize radioactivity in the environment through measurements and the use of suitable analytical methods. Its purpose is to ensure that nuclear and radiological activities comply with regulatory authorizations and that radiological conditions remain generally satisfactory throughout the country. It also helps to detect any abnormal situation that might result from a radiological or nuclear accident in France or abroad. This activity, carried out in consultation with stakeholders and the public, includes a continuous effort to improve measurement tools and resources.

MODERNIZING MONITORING ACTIVITIES ACROSS FRANCE

At the end of 2015, IRSN completed installation of the new environmental radioactivity monitors provided for in the 2010 modernization plan. As a result, nearly 400 ambient gamma radiation monitors forming the Teleray network are now spread across France, near nuclear facilities and close to the main built-up areas in their vicinity. Results of measurements taken by the monitors are updated every ten minutes and can now be consulted online using the free downloadable "IRSN Teleray" cell phone application or via the <http://teleray.irsnn.fr> website. In addition, forty modern, high-performance aerosol sampling stations have replaced the old OPERA-Air network stations. The filters at the sampling stations are periodically analyzed and the results sent to the national environmental radioactivity measurement network (RNM). The results can also be consulted on the IRSN website.

RADIONUCLIDE ANALYSIS METHODS BETTER ADAPTED TO EMERGENCY SITUATIONS

The Fukushima accident confirmed the need for methods capable of performing fast quantitative and qualitative analyses of alpha or beta radionuclides in environmental samples, including foods. The methods routinely used in environmental monitoring involve analysis times that are not compatible with the requirements of such emergency situations. IRSN therefore initiated a metrological development program to develop techniques reducing analysis times to few hours or days (instead of weeks). This development work is based on automated chemical separation methods using chromatography, connected in line with measuring devices such as mass spectrometers or liquid scintillators. In 2015, fast analysis protocols were validated for uranium, thorium, plutonium, neptunium, americium and strontium. ■

Transfert des radionucléides dans l'environnement

Les recherches menées par l'Institut sur les processus de transfert de substances radioactives dans l'environnement permettent de mieux comprendre ces phénomènes depuis leur dispersion jusqu'à leur accumulation en vue d'apprécier leurs impacts sur les écosystèmes et sur l'exposition des populations humaines.

RÉDUCTION ET MODÉLISATION DES INCERTITUDES À PARTIR DES DONNÉES DE L'ACCIDENT DE FUKUSHIMA

L'IRSN a poursuivi, en 2015, ses travaux visant à développer des outils permettant de réduire et de mieux prendre en compte les incertitudes en matière de modélisation de la dispersion atmosphérique des rejets à la suite d'un accident nucléaire.

Jusqu'à présent, la fiabilité des évaluations des conséquences radiologiques d'un accident était limitée par les incertitudes des modèles et de leurs données d'entrée.

Une collaboration avec les scientifiques japonais du *Meteorological Research Institute* (MRI) et la mise à disposition de mesures de contamination radioactive environnementales liée à l'accident de Fukushima ont permis d'obtenir en 2015 des progrès significatifs en matière de modélisation du dépôt, d'estimation des rejets dans l'atmosphère à partir des mesures dans l'environnement et de modélisation des incertitudes.

Ces travaux ont abouti à une première description des incertitudes météorologiques, à une estimation plus fiable des rejets de l'accident de Fukushima par modélisation inverse et à une meilleure compréhension du devenir des rejets dans l'environnement.

PROJET EDOFU

Les autorités japonaises utilisent différents moyens fixes et mobiles, notamment aéroportés, pour suivre la décroissance de la contamination de l'environnement par le césium et des débits de dose ambiants dans la région de la centrale de Fukushima-Daiichi.

Dans le cadre d'un projet IRSN, dénommé EDOFU (étude de la dosimétrie externe à Fukushima), l'IRSN a réalisé une analyse approfondie des mesures réalisées par différents organismes japonais. L'approche utilisée allie différents modèles de la plateforme SYMBIOSE (plate-forme de simulation du transfert de radionucléides dans les écosystèmes et de calcul de l'impact dosimétrique sur l'homme), des modèles dynamiques de transfert du césium, dans les milieux forestier, agricole et urbain, couplés à des calculs de dosimétrie environnementale. Les décroissances prédites des débits de dose ambiants à 1 m ou à l'altitude de vol sont significativement supérieures à la décroissance radioactive théorique du césium et globalement cohérentes avec les observations faites au sol ou à l'altitude de vol. Ces décroissances plus importantes que la décroissance physique résultent des contributions de différents processus,

RADIONUCLIDE TRANSFER IN THE ENVIRONMENT

IRSN's research on the processes through which radioactive substances are transferred in the environment provides insight into these phenomena, from dispersion to accumulation, in order to assess their impact on ecosystems and exposure of human populations.

USE OF DATA FROM THE FUKUSHIMA ACCIDENT FOR REDUCING AND MODELING UNCERTAINTIES

In 2015, IRSN continued its work on developing tools to reduce and achieve more precise consideration of uncertainties in models of atmospheric dispersion of releases following a nuclear accident. Until now, uncertainties in models and their input data limited the

reliability of assessments regarding the radiological impact of an accident. Significant progress was made in 2015 in deposition modeling and in the estimation of atmospheric release based on environmental measurements, and in uncertainty modeling. This progress was obtained through collaboration with Japanese scientists from the Meteorological Research Institute (MRI), and with the help of environmental radioactive contamination measurements relating to the Fukushima accident.

This work resulted in an initial description of meteorological uncertainties, a more reliable estimation of releases from the Fukushima accident using inverse modeling, and a fuller understanding of what becomes of environmental releases.

EDOFU PROJECT

The Japanese authorities use various stationary and mobile - in particular airborne - devices for monitoring the decrease in environmental cesium contamination and ambient dose rates in the region of the Fukushima-Daiichi nuclear power plant.

As part of its EDOFU project devoted to external dosimetry studies in Fukushima, IRSN carried out in-depth analysis of the measurements performed by various Japanese organizations. The project combines different models from the SYMBIOSE platform, used to simulate radionuclide transfer in ecosystems and calculate the impact on human dosimetry, and dynamic models on cesium transfer in forests and rural and urban areas, with environmental dosimetry calculations. The predicted drop in

tels que le lessivage des surfaces urbaines par les pluies, les opérations de la décontamination réalisées et l'effet d'écran des canopées forestières ou l'effet du retournement des terrains lors du labour.

UNE COORDINATION INTERNATIONALE POUR VÉRIFIER LA COHÉRENCE DES SYSTÈMES DE MESURE

En novembre 2015, l'IRSN a participé avec des organisations de six autres pays à un exercice de mesure de la radioactivité au Japon dans la région de Fukushima. L'exercice, organisé par l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), visait à vérifier l'interopérabilité des systèmes de mesure de la radioactivité de différents organismes en situation de crise, dans le cadre du réseau d'assistance et d'urgence RANET (*Response and Assistance Network*) de l'AIEA. Pendant cinq

jours, des organismes de quatre pays européens (Allemagne, France, Norvège, Suède) ainsi que de l'Australie, du Canada et de la Chine ont alterné relevés sur le terrain et discussions afin de vérifier leurs systèmes de mesure de la radioactivité. L'exercice s'est déroulé en grande partie dans des zones d'où la population avait été évacuée après l'accident de mars 2011. Plus précisément, l'IRSN a mis en œuvre trois dispositifs de mesure : un spectromètre sur trépied pour des mesures de référence, le dispositif Marcassin pour des mesures mobiles à petite échelle et le dispositif Ulysse pour des mesures mobiles sur les routes. Après l'accident de mars 2011, l'IRSN avait déjà réalisé, à plusieurs reprises, des mesures de contamination en surface à proximité de la centrale accidentée de Fukushima. L'exercice de 2015 a permis de tester les dispositifs précités sur des zones où la contamination avait désormais migré dans les sols. ■

ambient dose rate 1 meter above ground and at flight altitude is significantly higher than the theoretical radioactive decay of cesium, and is generally consistent with observations made on the ground and at flight altitude. The differences between the observed decrease and physical decay can be explained by various processes, such as rainwater washing road and street surfaces in built-up areas, decontamination operations, the screen effect of forest canopies, or the effect of upturning soil during plowing.

INTERNATIONAL COORDINATION TO CHECK THE CONSISTENCY OF MEASURING SYSTEMS

In November 2015 IRSN, together with organizations from six other countries, took

part in a radioactivity measurement exercise in the Fukushima region in Japan. The exercise, organized by the International Atomic Energy Agency (IAEA), was aimed at checking the interoperability of the systems used by various organizations to measure radioactivity in emergency situations, as part of RANET, the IAEA's Response and Assistance Network. Organizations from four European countries (France, Germany, Norway and Sweden) and from Australia, Canada and China spent five days taking field measurements and exchanging information to verify their radioactivity measurement systems. Much of the exercise took place in areas from which the population had been evacuated after the accident in March 2011. IRSN made use of three measuring systems: a spectrometer mounted on a tripod

for reference measurements, the Marcassin system for small-scale mobile measurements, and the Ulysse system for mobile measurements on roads. IRSN had already taken surface contamination measurements near the stricken Fukushima NPP on several occasions following the accident in March 2011. The 2015 exercise was an opportunity to test the above measuring systems in areas where contamination had migrated to the soil. ■

Radon et sites pollués

Pour sensibiliser les personnes du public aux risques associés au radon, l'IRSN a engagé depuis plusieurs années une démarche pluraliste qui implique les acteurs locaux – institutionnels, professionnels – visant à encourager les personnes concernées à mesurer la présence de ce gaz radioactif naturel cancérigène en vue d'agir sur celle-ci. L'IRSN réalise, par ailleurs, des études d'impact d'activités industrielles, présentes ou passées, sur l'environnement et les populations.

ACCOMPAGNEMENT DES TERRITOIRES DANS LA GESTION DU RADON DANS L'HABITAT DOMESTIQUE

L'IRSN mène depuis plusieurs années une politique d'accompagnement des collectivités territoriales pour la gestion du radon dans l'habitat domestique. Au sein de l'agglomération de Montbéliard (Doubs), cette politique a franchi, en 2015, une étape supplémentaire sous la forme d'une démarche pluraliste avec l'Agence régionale de santé de Franche-Comté et l'Atmo Franche-Comté. À cet effet, l'IRSN a contribué à plusieurs actions ciblées sur les relations entre efficacité énergétique et maîtrise du radon. Aux côtés de la Dreal Franche-Comté et de l'Ademe, l'IRSN a participé à la campagne de mesures du programme DEFIBAT destinée à évaluer la qualité de l'air intérieur de bâtiments d'habitation performants en matière d'efficacité énergétique. En partenariat avec le Pays des Vosges saônoises, le pôle Énergie de Franche-Comté et l'Adera (Association pour le développement des énergies renouvelables et alternatives), l'Institut a également organisé une campagne de dépistage du radon dans des habitations faisant l'objet d'un projet de rénovation énergétique; 72 foyers ont ainsi bénéficié d'une

mesure du radon avant travaux et de conseils sur la manière de se prémunir contre la présence de concentrations élevées de radon à l'issue de leur projet de rénovation.

En 2015, c'est en Haute-Vienne, département concerné par le risque associé au radon, qu'une nouvelle initiative a été lancée. Mis en place en partenariat avec les communautés de communes Mavat et AGD, le programme «Radon: changeons d'air, relevons le défi» vise à permettre aux habitants de connaître le niveau d'exposition au radon dans leur logement et de les accompagner en faisant émerger un réseau local dans la mise en place d'actions pour le diminuer. D'une durée de deux ans, ce programme se déroulera en deux temps: celui de la mesure, puis celui de la remédiation. Il a été lancé, en décembre, 2015, par la distribution gratuite de kits de mesure du radon aux habitants volontaires des 16 communes concernées.

MESURE DES ACTIVITÉS DU RADON DANS LES TUNNELS DE LA SNCF

L'attention portée aux mécanismes de concentration d'éléments radioactifs d'origine naturelle en milieu professionnel nécessite

RADON AND POLLUTED SITES

In recent years, IRSN has started a joint initiative with local institutional and professional stakeholders to raise public awareness of the risks associated with radon. This consists in encouraging the people concerned to measure the presence of this naturally occurring, carcinogenic radioactive gas and to take appropriate action against it. IRSN also studies the impact of past or present industrial activity on the environment and population.

HELPING LOCAL AUTHORITIES TO MANAGE RADON IN PRIVATE HOMES

For several years IRSN has engaged with local authorities for the management of radon exposure in private homes. In 2015, in a joint initiative in the area of Montbéliard in the east of France has been launched with the Franche-Comté Regional Health Agency and ATMO Franche-Comté. As part of the initiative, IRSN led several targeted actions on how to include radon management within the promotion of energy

efficiency policies in dwellings. IRSN worked with the Franche-Comté Regional Directorate for the Environment, Town and Country Planning and Housing (DREAL) and the French Environment and Energy Management Agency (ADEME) in the DEFIBAT program measurement campaign aimed at assessing the quality of air inside energy-efficient residential buildings. Working in partnership with the Pays des Vosges Saônoises area, the Franche-Comté Pôle Énergie (Energy Unit) and ADERA, an association for renewable and alternative sources of energy, IRSN also organized a radon testing campaign in houses whose owners were planning energy-saving improvements. In all, 72 homes benefited from radon measurements before works began, as well as advice on how to prevent high concentrations of radon following renovation. A new initiative was launched in 2015 in Haute-Vienne, a department in Central France that is concerned by the radon risk. Set up in partnership with the intercommunal authorities of MAVAT and AGD, the program called Radon: Changeons d'air - relevons le défi ("Radon: let's have a change of air- let's take up the challenge")

seeks to inform residents of the radon exposure level in their homes and to promote the constitution of a local network of professionals so as to reduce exposures when needed. The program will be carried out in two phases over two years: first measurement, then remediation. The program was launched in December 2015 with the distribution of free radon measurement kits to volunteers living in the 16 municipalities concerned.

RADON ACTIVITY MEASUREMENTS IN SNCF RAILWAY TUNNELS

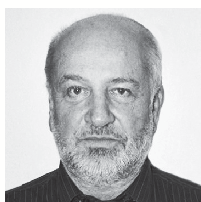
Studies focusing on the mechanisms responsible for the concentrations of naturally occurring radioactive elements in workplaces must also consider the impact on workers and possible occupational exposure. For this purpose, SNCF, the French national railway company, requested IRSN to measure radon activity in tunnels on its network. IRSN has drawn up a list of tunnels that should be given priority for these measurements with regard to the time workers are exposed in them. The list, which takes into account length, geographical location, and the potential for radon

d'en appréhender l'impact sur les travailleurs qui peuvent y être exposés. À cet effet, la SNCF a sollicité l'IRSN pour mesurer les activités du radon dans ses tunnels. L'IRSN a établi, sur la base de leur longueur, de leur position géographique et du potentiel d'exhalation du radon par leurs sols, une liste d'ouvrages pour lesquels des mesures devront être réalisées prioritairement au regard du temps passé par les travailleurs sur ces lieux. Trente-neuf tunnels sont concernés. L'IRSN a ensuite effectué une première campagne de mesures dans 13 tunnels souterrains des régions ferroviaires de Toulouse (Haute-Garonne), Chambéry (Savoie), Dijon (Côte-d'Or) et Metz (Moselle)/Nancy (Meurthe-et-Moselle), qui s'est achevée au printemps 2015. Une seconde campagne, qui concerne 14 tunnels des régions ferroviaires de Montpellier (Hérault), Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme) et Lyon (Rhône), a été lancée et se prolongera jusqu'en 2016. Au vu des résultats de ces campagnes de mesures, la SNCF sera à même de définir les actions appropriées au regard du risque quantifié.

INFLEXIONS DE LA CAMPAGNE DE RECENSEMENT DE STÉRILES MINIERS MENÉE PAR AREVA : ACTIONS DE L'IRSN

La démarche engagée de longue date par Areva de recensement de stériles miniers utilisés dans le domaine public et de caractérisation de leur impact radiologique a été complétée, suite à la découverte, en 2014, d'activités très élevées de radon dans une maison de Bessines-sur-Gartempe (Haute-Vienne), par la réalisation systématique de mesures de radon en cas d'identification de bâtiments occupés sur des zones de réutilisation de stériles. En 2015, cette campagne a conduit à l'identification d'une entreprise située à Gueugnon (Saône-et-Loire), dont les locaux présentaient des concentrations élevées en radon. L'IRSN a été chargé, en mars 2015, d'estimer les valeurs moyennes d'exposition pour les employés de cette entreprise, ainsi que l'augmentation de la probabilité de décès par cancer du poumon. Celle-ci a été estimée comme très faible pour la majorité des employés (< 1,1) et un peu plus élevée pour trois

LA PAROLE À...



Jean-Jacques Faucher,
Président de la
Communauté de communes
Aurence et Glane
Développement

In the words of... **Jean-Jacques Faucher,**

President of the "Aurence
et Glane Développement"
Intercommunal Authority

«La mise en place d'une campagne de dépistage du radon dans les logements situés sur nos communautés de commune, a fait suite aux mesures que nous avons effectuées dans nos établissements scolaires. Le radon est un risque naturel avec lequel il faut vivre. En tant qu'élus, nous avons voulu donner à nos concitoyens tous les atouts pour s'informer et s'attaquer efficacement au problème. Nous avons conscience que sur notre territoire les concentrations en radon sont supérieures à la moyenne et nous considérons cette campagne comme une mesure de prévention. Nous mobiliserons, ensuite, les aides existantes pour accompagner les ménages dans la réalisation des travaux qui seraient nécessaires. Si nous sommes parvenus à un taux d'utilisation des dosimètres de 70 % à 80 %, c'est, que notre point de vue a été partagé par les habitants de notre territoire.

Toute la mise en œuvre de ce projet est le fruit d'une étroite collaboration avec l'IRSN, qui nous apporte son soutien technique: pour l'information sur les risques liés au radon, pour la formation à l'utilisation des dosimètres, pour l'analyse des mesures et pour la mise en œuvre de solutions techniques permettant de réduire l'exposition au radon.»

"The radon testing campaign organized in homes in our communities followed on from the measurements we performed in schools. Radon is a natural hazard that we must live with. As elected representatives, we wished to give our fellow citizens every opportunity to be informed and to tackle the problem effectively. We are aware that radon concentrations in our area are above average and we see this campaign as a preventive measure. We will go on to provide households with access to existing grants to help them carry out the necessary work in their homes. The fact that dosimeter rate of use is between 70% and 80% proves that our point of view was shared by residents in our area. The entire project is the result of close collaboration with IRSN, which provides us with technical support through information on radon-related risks, training in the use of dosimeters, measurement analysis, and the implementation of technical solutions for reducing radon exposure."

d'entre eux. Par ailleurs, l'IRSN a également réalisé, en juillet et septembre 2015, des mesures radiométriques sur neuf sites des régions Pays de la Loire et Rhône-Alpes afin de vérifier les résultats d'investigations menées par Areva. Les mesures de l'IRSN ont globalement confirmé les résultats acquis par Areva. L'IRSN a, en outre, recommandé que des mesures du radon soient effectuées dans les bâtiments situés à proximité des zones sur lesquelles des doutes persistent quant à la présence de stériles miniers.

AVIS RELATIF AU FORT DE VAUJOURS

Le fort de Vaujours, situé dans les départements de la Seine-Saint-Denis et de la Seine-et-Marne, a été utilisé par le CEA

entre 1955 et 1997 pour des expérimentations pyrotechniques, dont certaines ont mis en œuvre de l'uranium. La société Placoplatre, aujourd'hui propriétaire d'une partie du site du fort de Vaujours, prévoit d'exploiter la formation de gypse située dans son sous-sol.

À la demande de l'ASN, l'IRSN a examiné, du point de vue du risque radiologique, les modalités d'exécution, par la société Placoplatre des travaux de démolition des bâtiments pouvant présenter une contamination résiduelle du fait des expérimentations passées. L'IRSN a estimé que le programme de démolition et de gestion des déchets produits ne présentait pas de caractère rédhibitoire. ■

FOCUS

Campagnes de mesures du radon dans l'eau

La transposition en cours de la directive 2013/51/Euratom relative aux substances radioactives en droit français conduit à introduire des seuils de vigilance et d'action en fonction de la concentration en radon dans l'eau. Dans ce cadre, l'IRSN a réalisé, en 2015, deux campagnes de mesures afin d'estimer l'atténuation de l'activité volumique du radon, et notamment de son isotope 222, dans des réseaux de distribution d'eau destinée à la consommation humaine.

La première campagne a consisté à tester trois réseaux d'eau potable présentant des caractéristiques différentes. La seconde campagne a permis d'évaluer l'impact de différentes pratiques de prélèvement par les consommateurs. Les résultats des mesures réalisées le long du réseau confirment la réduction de l'activité volumique du radon 222 entre le point de captage et le robinet du consommateur d'un facteur 2 à 7. Les tests aux robinets des consommateurs ont également montré que la présence de turbulences (présence

d'un mousser, remplissage d'une carafe) était susceptible de conduire à un dégazage du radon 222, tandis que le stockage dans un récipient n'a que peu d'effet sur le dégazage.

MEASUREMENT CAMPAIGNS FOR RADON IN WATER

With the transposition in French regulation of Council Directive 2013/51/Euratom on radioactive substances in drinking water, warning and action thresholds must be introduced regarding radon concentrations in water. Within this context, IRSN carried out two measurement campaigns in 2015 to estimate the mitigation of the activity concentration of radon, especially the Rn-222 isotope, in networks supplying drinking water to consumers.

In the first campaign, three drinking water supply networks with different characteristics were tested. The second campaign assessed the impact of consumers' practices for drawing water from the faucet. The results of measurements taken at various points in the network confirmed that the activity concentration of radon-222 fell by a factor of 2 to 7 between the intake point and the consumer's faucet. Tests carried out at consumers' faucets also showed that turbulence (from the use of aerators on faucets or filling carafes from the faucet) was likely to result in radon-222 degassing, whereas keeping water in a recipient had few effect on degassing.

to be exhaled through the tunnel floors, includes 39 tunnels. IRSN carried out a first measurement campaign which ended in the spring 2015, it has concerned 13 underground tunnels in the railway regions of Toulouse, Dijon, and Metz/Nancy. A second campaign in 14 tunnels in the railway regions of Montpellier, Clermont-Ferrand and Lyon is now underway and is scheduled to last until 2016. The measurement campaign results will enable SNCF to decide on the action to be taken in light of the quantified risk.

LATEST DEVELOPMENTS IN THE WASTE ROCK INVENTORY CARRIED OUT BY AREVA: IRSN CONTRIBUTIONS

Areva has engaged in a long-standing reconstitution of the inventory of Uranium mine tailings that may have been disposed or recycled in the public domain, and to characterize the associated radiological impact. Following the

discovery in 2014 of very high levels of radon in a house in Bessines-sur-Gartempe in central France, this reconstitution is backed up by systematic radon measurements in occupied buildings identified in areas where tailings have been reused. In 2015, this campaign led to the identification of premises in Gueugnon that exhibited high radon concentrations. In March 2015, IRSN was asked to estimate the mean exposure for the employees of the company owning the premises and the increased probability of death from lung cancer. The estimated probability was very low (< 1,1) for most of the employees and slightly higher for three of them. In addition, IRSN performed radiation measurements in July and September 2015 on nine sites in the Pays de la Loire and Rhône-Alpes regions to check Areva's investigation results. On the whole, IRSN's measurements confirmed Areva's results. IRSN

recommended that radon measurements also be carried out in buildings located near sites where doubts remained as to the presence of waste rock.

OPINION ON VAUJOURS FORT

Vaujours Fort, located in the Paris region, was used by CEA between 1955 and 1997 to carry out pyrotechnic experiments, some of which involved the use of uranium. Part of this site is now owned by a company called Placoplatre, which plans to mine gypsum located under the site. ASN asked IRSN to examine - in terms of the radiological risk - of the demolition work planned by Placoplatre on buildings which, in view of past experiments, might be affected by residual contamination. IRSN considered that the demolition operations and the management of the produced waste did not present any unacceptable risk. ■

Exposition des populations

Parmi les missions de l'IRSN figure la surveillance de l'exposition des personnes aux rayonnements ionisants, qui s'appuie sur le développement d'outils de calcul et sur l'analyse de données concernant les travailleurs, les patients ou encore les personnes du public.

BILAN 2015 DE L'EXPOSITION DE LA POPULATION AUX RAYONNEMENTS IONISANTS

Dans le cadre de sa mission d'évaluation de l'exposition de la population aux rayonnements ionisants, l'IRSN a actualisé en 2015 son bilan de l'exposition moyenne de la population française.

Tandis que le dernier bilan publié par l'IRSN en 2006 évaluait à 3,3 mSv par an la dose reçue en moyenne par chaque personne vivant en France (hors expositions professionnelles), le nouveau bilan a été établi sur la base de données revisitées et marque deux évolutions importantes :

- l'exposition moyenne est relevée à 4,5 mSv/an, en raison de deux facteurs principaux : l'accroissement du recours aux protocoles médicaux de radiodiagnostic ; la réévaluation de la composante de la dose associée à la radioactivité naturelle incorporée dans les aliments constituant le bol alimentaire

moyen en France. Les contributions des différentes sources d'exposition sont de 35 % pour l'exposition d'origine médicale, de 32 % pour l'exposition au radon, de 14 % pour l'exposition aux rayonnements telluriques, de 12 % pour l'exposition résultant de l'incorporation de radionucléides présents dans les aliments, de 7 % pour l'exposition aux rayonnements cosmiques, et de moins de 1 % pour celle résultant d'activités industrielles et militaires ;

- cette exposition moyenne est multifactorielle et la dose individuelle réelle, propre à chaque personne, varie en fonction des lieux et de style de vie de chaque individu.

À cet effet, l'IRSN a développé un outil accessible sur son site Internet, permettant à chacun d'estimer son exposition personnelle aux rayonnements ionisants.

HUMAN EXPOSURE

Monitoring human exposure to ionizing radiation is part of IRSN's activity. For this purpose, it develops computer tools and analyzes data on workers, patients and the population at large.

2015 REPORT ON EXPOSURE OF THE FRENCH POPULATION TO IONIZING RADIATION

In 2015, IRSN updated its report on the average exposure of the French population to ionizing radiation as part of its assessment work in this field.

Compared with the previous report published by IRSN in 2006, which showed an average individual annual dose of 3.3 mSv per resident in France (excluding occupational exposure), the latest report, which was based on a new data, revealed two significant changes:

- an increase in average exposure to 4.5 mSv/year due to two main factors: greater use of medical radiodiagnosis procedures; a reassessment of the part of the dose due to natural radioactivity ingested in food making up the average alimentary bolus in France. The different sources of exposure account for the following percentages of total exposure:

medical exposure 35%; radon exposure 32%; exposure to terrestrial radiation 14%; exposure due to the ingestion of radionuclides in food 12%; cosmic radiation exposure 7%; and exposure due to industrial and military activities less than 1%.

- this average exposure is due to many factors and the actual individual dose is specific to each person and varies with place of residence and lifestyle.

For this reason, IRSN has developed a tool available on its website allowing people to estimate their personal exposure to ionizing radiation.

ÉTUDE SUR LES REJETS RADIOACTIFS DES HÔPITAUX

Les eaux usées des services de médecine nucléaire comme celles de certains laboratoires, déversées dans les réseaux d'assainissement, contiennent des radionucléides, ce qui nécessite une autorisation délivrée par les gestionnaires de réseaux.

Pour délivrer cette autorisation, le gestionnaire de réseaux souhaite s'appuyer sur une estimation de l'exposition radiologique potentiellement induite pour les travailleurs de ces réseaux. Compte tenu des niveaux d'exposition, ces travailleurs sont assimilés à la population générale.

Pour répondre à une saisine de l'ASN relayant les demandes complémentaires d'un groupe de travail national dédié à ce sujet, l'IRSN a développé, en 2015, un modèle générique de calcul de l'exposition des travailleurs aux postes de

travail les plus exposés aux différentes étapes du traitement des eaux usées (dans les réseaux de collecte, au niveau du traitement des eaux et des boues) dans les stations d'épuration, à l'évacuation et l'épandage des boues. Le modèle CIDRRE (calcul d'impact des déversements radioactifs dans les réseaux) inclut tous les radionucléides utilisés actuellement par les services de médecine nucléaire et peut être facilement mis en œuvre et adapté aux différents cas d'application sans expertise particulière. CIDRRE est un modèle raisonnablement prudent, conçu pour apprécier le caractère acceptable ou non des déversements prévus. Il a été présenté le 26 novembre 2015 pour information au groupe permanent d'experts en radioprotection et en environnement (GPRADE). ■

STUDY OF THE RADIOACTIVE WASTEWATER DISCHARGE FROM HOSPITALS

Wastewater from nuclear medicine departments and some laboratories discharged into sewers contains radionuclides.

A license must therefore be obtained from the wastewater utility. As part of the licensing procedure, the utility needs an assessment of the potential risk of radiological exposure for its workers. According to the assessed exposure

levels, these workers are considered in the same category as the general public.

In response to a request from ASN based on questions from a national working group on this topic, IRSN developed a generic model in 2015 for assessing worker exposure at different steps of the wastewater treatment process (in sewers, at wastewater and sludge treatment steps in the waste water treatment works, during transport of sludge and application of sludge to land). The model, called CIDRRE

(from the French for “assessment of the impact of radioactive discharge to sewers”), includes all the radionuclides currently used by nuclear medicine departments. It is easy to use and suited to various facilities, and calls for no special skills. This reasonably conservative model is designed to decide whether or not a discharges are acceptable. The model was presented for information to the Advisory Committee for Environment and Radiation Protection (GPRADE) on November 26, 2015. ■

Radioprotection des travailleurs

L'IRSN assure la centralisation au niveau national des données du suivi de l'exposition des travailleurs aux rayonnements ionisants. En outre, il établit annuellement un bilan des expositions professionnelles selon les grands domaines d'activité. Il a participé, en 2015, dans le cadre de la transposition en droit français de la directive européenne Euratom relative aux normes de base en radioprotection, aux travaux visant à améliorer le dispositif réglementaire de surveillance radiologique des travailleurs.

AVIS SUR LA RADIOPROTECTION DANS LES CENTRALES NUCLÉAIRES

De fin 2012 à juin 2015, l'IRSN a réalisé l'instruction du dossier portant sur la radioprotection des personnels intervenant dans les centrales électronucléaires du parc en France, dans la perspective d'un accroissement des activités de maintenance associé à l'augmentation envisagée par EDF de la durée d'exploitation de ses centrales. Ce travail a comporté un examen des dispositions, à la fois techniques, managériales et organisationnelles, prises par l'exploitant pour maîtriser l'exposition collective. En particulier, la prise en compte des travaux de maintenance lors de la phase de préparation des arrêts de tranche ainsi que la maîtrise des principaux facteurs contributeurs de la dose aux intervenants lors de ces opérations ont fait l'objet de discussions. À l'issue de son analyse, l'IRSN a estimé que la stratégie, retenue par EDF visant à poursuivre sa dynamique d'optimisation de la radioprotection des travailleurs, y compris pour le projet de rénovation des tranches, était satisfaisante. Le rapport de l'IRSN a été présenté le 11 juin 2015 au groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires, qui avait associé des experts du groupe radioprotection.

RADIATION PROTECTION IN THE WORKPLACE

IRSN is responsible for pooling all data concerned with monitoring occupational exposure to ionizing radiation in France. In addition, it produces annual inventories of occupational exposure according to the main sectors of activity. As part of the transposition into French law of the European Euratom directive on basic safety radiation protection standards, IRSN was involved in work to improve regulations on radiological monitoring in the workplace.

OPINION ON RADIATION PROTECTION IN NUCLEAR POWER PLANTS

From late 2012 to June 2015, IRSN examined documentation relating to radiation protection for personnel working at French nuclear power plants. This was to prepare for the expected increase in maintenance activities in connection with EDF's plans to extend the lifetime of its plants. This task entailed examining technical, management-

related, and organizational provisions made by the licensee to control collective exposure. Discussions focused in particular on considerations relating to work and maintenance activities to prepare for unit outages, and to the control of the main factors contributing to worker doses during those activities. Based on its investigations, IRSN found out that EDF's strategy of continuous efforts for the optimization of radiation protection at the workplaces, including for the reactor long term operation, was satisfactory. On June 11, 2015 IRSN submitted its report to the Advisory Committee for Reactors, which included experts from the Advisory Committee on Radiation Protection for the occasion.

TRANSPPOSITION OF THE NEW EUROPEAN DIRECTIVE ON BASIC RADIATION PROTECTION STANDARDS

In 2015, IRSN took part in work on transposing into French regulation the new Council Directive Euratom 2013/59 of 5 December laying down basic safety standards for radiation protection. This work must end in 2018. The directive includes

TRANSPPOSITION DE LA NOUVELLE DIRECTIVE EUROPÉENNE RELATIVE AUX NORMES DE BASE EN RADIOPROTECTION

L'IRSN a participé, en 2015, aux travaux de transposition en droit français de la directive européenne Euratom 2013/59 du 5 décembre 2013 relative aux normes de base en radioprotection. Ceux-ci doivent s'achever en 2018. Cette directive prévoit notamment le renforcement des prescriptions relatives aux sources naturelles de rayonnements, l'établissement d'un plan national d'action pour la gestion du risque radon, l'élargissement des dispositions applicables en situations accidentelle et postaccidentelle. Sont également concernées l'application de la nouvelle limite de dose équivalente au cristallin et l'adaptation du statut des personnes compétentes en radioprotection. Dans le domaine médical, l'accent est mis tant sur le rôle de l'expert en physique médicale que sur le contrôle qualité des équipements pour la protection du patient. Pour préparer ces travaux de transposition, et dans le cadre de la simplification réglementaire portée par le Gouvernement, l'IRSN a participé activement, avec la Direction générale du travail (DGT) et l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) ainsi que des représentants du monde industriel et académique, aux travaux visant à identifier les axes d'amélioration et de simplification du dispositif réglementaire de surveillance radiologique des travailleurs. Depuis 2013, une dizaine d'experts de l'IRSN ont ainsi été mobilisés sur ces travaux qui ont conduit, en 2015, à la diffusion d'un livre blanc sur la surveillance radiologique des travailleurs. ■

provisions to tighten requirements relative to natural sources of radiation, set up a national action plan for radon risk management, and extend measures applicable in accident and post-accident situations.

It also implies extending application of the new equivalent dose limit to the lens of the eye, and adapting the status of radiation protection experts. In the field of medicine, the focus is on the role of experts in medical physics and on monitoring equipment to protect patients. In preparation for this transposition, and as part of the French government's initiative to simplify regulations, IRSN was actively involved in initiatives to identify ways to improve and simplify regulations on radiological monitoring in the workplace. This work was carried out in collaboration with the Directorate-General for Labor (DGT), the Nuclear Safety Authority (ASN) and representatives from industry and academia. Ten IRSN experts took part in this work from 2013 to 2015, when a White Paper on radiological monitoring in the workplace was issued. ■

Effet des expositions chroniques

Les expositions chroniques d'organismes vivants aux rayonnements ionisants font l'objet de recherches spécifiques afin de caractériser les mécanismes biologiques qu'elles induisent en vue de quantifier les risques associés pour l'homme et l'environnement. L'IRSN est largement impliqué dans la construction de plateformes et de projets communs à l'échelle européenne sur ce sujet.

CONSEQUENCES ÉCOLOGIQUES DE L'ACCIDENT DE LA CENTRALE DE FUKUSHIMA-DAIICHI: TRAVAUX SUR LES RELATIONS DOSE-EFFETS À PARTIR D'OBSERVATIONS SUR LES OISEAUX

L'IRSN a publié, avec A. P. Moller (CNRS) et T. Mousseau (université de Caroline du Sud), dans *Nature/Scientific Report*, une nouvelle analyse des données d'abondance des oiseaux dans la région de Fukushima, après l'accident nucléaire. Cette analyse a conduit à associer aux observations sur les oiseaux une évaluation plus réaliste des doses effectivement absorbées. Les débits de dose absorbée par les individus des 57 espèces observées sur 300 sites durant quatre ans ont été déterminés en combinant mesures de radionucléides (césium 134, césium 137, iode 131) et modèles. En comparant les niveaux d'exposition ainsi déterminés à l'état de l'art en matière de relations dose-effets publiés par la Commission internationale de protection radiologique, il apparaît que 90 % des espèces observées ont été exposées de manière chronique à des débits de dose susceptibles d'affecter leur reproduction.

Le rapprochement entre les effets et l'estimation précise des doses observées met en évidence des résultats en parfait

accord avec les connaissances scientifiques actuelles sur les relations dose-effets.

RÉUNION FINALE DE PRÉSENTATION DES RÉSULTATS DU PROJET STAR

La réunion finale du projet européen STAR (*Strategy for Allied Radioecology*), coordonné par l'IRSN, a eu lieu en juin 2015 à Aix-en-Provence (Bouches-du-Rhône), en présence de représentants d'une centaine d'organismes de recherche, de la société civile, de l'industrie ainsi que d'organisations internationales. Cette réunion a été l'occasion de présenter les principaux résultats parmi lesquels il faut souligner la production d'un agenda stratégique de recherche, le renforcement des offres de formation dans le domaine de la radioécologie, la création d'un site Internet de référence (www.radioecology-exchange.org), le développement d'un code de calcul d'évaluation du risque radiologique pour l'homme et pour l'environnement (CROMERICA) ainsi qu'un examen de la pertinence des critères de radioprotection environnementale et de leur utilisation dans les études d'impact dosimétrique pour la faune et la flore.

EFFECTS OF CHRONIC EXPOSURE

Chronic exposure of living organisms to ionising radiation is the subject of specific research to characterize the induced biological mechanisms in order to quantify the related risks for human health and the environment. IRSN is closely involved in setting up European research platforms and joint projects on this topic.

ECOLOGICAL CONSEQUENCES OF THE ACCIDENT AT THE FUKUSHIMA-DAIICHI NUCLEAR POWER PLANT: RESEARCH INTO DOSE-EFFECT RELATIONSHIPS BASED ON BIRD OBSERVATIONS

IRSN co-published with A. P. Moller (CNRS) and T. Mousseau (University of South Carolina) a paper in *Nature/Scientific Report* providing a new analysis of bird abundance data in the Fukushima region following the nuclear accident. As a result of this analysis, bird observations were associated with realistic bird radiological dose estimates. Dose rates to individual birds of 57 species observed in 300 sites over four years were determined based on radionuclide measurements (cesium-134, cesium-137, iodine-131) and models. Comparison between calculated exposure levels and

the state of the art in terms of dose-effect relationships adopted by the International Commission on Radiological Protection indicates that 90% of the observed species were likely chronically exposed at a dose rate that could potentially affect reproduction.

When such ecological observed effects are set against a precise estimation of radiological doses, the findings are clearly consistent with current scientific knowledge of dose-effect relationships for ionising radiation.

FINAL MEETING TO PRESENT THE RESULTS OF THE STAR PROJECT

The European Strategy for Allied Radioecology (STAR) project, coordinated by IRSN, held its final meeting in Aix-en-Provence in June 2015. The meeting was attended by representatives from a hundred research organisations, civil society, industry and international bodies. It provided an opportunity to present the main results, of which the most noteworthy were: publication of a strategic research agenda; improvements in radioecology training offers; creation of a reference website (www.radioecology-exchange.org); development of a computer code to support radiological risk assessment for people and the environment

(CROMERICA); and an examination of the relevancy of environmental criteria to protect flora and fauna against ionising radiation and of their use within environmental impact assessments.

GUIDELINE VALUES RELATED TO EXPOSURE OF HUMANS, FAUNA AND FLORA TO URANIUM PRESENT IN FRENCH FRESHWATERS

In response to a request from the Ministry of the Environment, IRSN derived guideline values defining thresholds for uranium concentration in French rivers that should not be exceeded to protect human health and the environment. IRSN used European methods for determining environmental quality standards to propose values ranging from 0.3 µg.l⁻¹ to 30 µg.l⁻¹, to be added to the natural background concentration of uranium in water. The variation in these values reflects how the bioavailability of uranium metal varies with the physico-chemical characteristics of water. The range of values, jointly determined with INERIS, is the fruit of several years of studies and is described in the summary report published by IRSN on its website in 2015.

DES VALEURS GUIDES CONCERNANT L'EXPOSITION DE L'HOMME, DE LA FAUNE ET DE LA FLORE À L'URANIUM PRÉSENT DANS LES COURS D'EAU FRANÇAIS

En réponse à une demande du ministère de l'environnement, l'IRSN a déterminé des valeurs guides précisant les concentrations en uranium dans l'eau des fleuves et des rivières français qu'il est recommandé de ne pas dépasser afin de protéger la santé humaine et l'environnement. Sur la base des méthodes européennes pour la détermination des normes de qualité

environnementales, l'IRSN a proposé une gamme de valeurs s'échelonnant de 0,3 µg.l⁻¹, à 30 µg.l⁻¹, en sus des concentrations constituant le bruit de fond naturel de l'uranium dans les eaux. L'étendue de ces valeurs traduit celle de la biodisponibilité du métal uranium en fonction des caractéristiques physico-chimiques des eaux. La gamme des valeurs, déterminée en concertation avec l'Ineris, résulte de plusieurs années d'études, résumées dans le rapport de synthèse publié en 2015 par l'Institut sur son site Internet.

LA PAROLE À...



Jacqueline Garnier-Laplace,
adjointe au directeur de
l'environnement, IRSN

*In the words of...
Jacqueline Garnier-
Laplace,*

Deputy Director of Environment
at IRSN

«Nous avons, à la demande de l'ASN, dressé un état de l'art dédié à la radioprotection de l'environnement et proposé des recommandations sur la protection des espèces non-humaines vis-à-vis des rayonnements ionisants.

En effet, dans le cadre de la transposition en droit français de la nouvelle directive européenne relative aux normes de base de radioprotection, se pose la question de prendre en compte la protection de l'environnement et des espèces non humaines. Aussi, cette saisine visait à apporter les connaissances qui fondent les approches d'évaluation du risque radiologique à la faune et la flore existant au niveau international, permettant au groupe permanent d'experts en radioprotection et en environnement de se prononcer sur cette question.

Parmi les 10 recommandations faites par l'Institut figure la demande systématique aux exploitants de toute activité nucléaire d'intégrer de façon proportionnée aux enjeux la démonstration de protection de la flore et de la faune vis-à-vis des substances radioactives au sein de leur étude d'impact environnemental.

Pour ce qui concerne les situations d'urgence, l'Institut considère que l'enjeu est la protection des populations humaines. Dans le cadre de la phase postaccidentelle, la protection de l'environnement pourra être l'une des facettes à prendre en compte pour l'optimisation de la gestion des territoires contaminés.

Les recommandations de l'IRSN ont été favorablement accueillies par le groupe permanent.»

"At ASN's request, we prepared a state-of-the-art report on radiological protection of the environment and made recommendations regarding the protection of non-human species against ionising radiation.

The transposition into French law of the new EURATOM Basic Safety Standards Directive for radiation protection raises the issue of how protection of the environment should be taken into account. The goal was to allow the Advisory Committee for Environment and Radiation Protection (GPRADE) to rule on this issue, by making available the knowledge on existing methodologies and supporting data, along with current international practices to assess radiological risk to fauna and flora.

IRSN put forward ten recommendations. One of these was to systematically request that licensees of any facility or activity involving controlled environmental releases of radioactive substances that may have an ecological impact, should demonstrate in their environmental impact assessment the protection of flora and fauna from exposure to radioactive materials, using a graded approach commensurate with the environmental issues.

Regarding emergency situations, IRSN considers that the top priority is to protect humans. Environmental protection could be one of the issues addressed during the post-accident phase to optimize the management of contaminated areas.

IRSN's recommendations were favorably received by the Advisory Committee."

PREMIERS RÉSULTATS DE L'ÉTUDE INWORKS

L'IRSN a publié en 2015 les premiers résultats de l'étude INWORKS (*International Nuclear Workers Study*). Cette étude internationale, coordonnée par le CIRC, a été initiée pour mieux caractériser la relation entre une exposition répétée à de faibles doses de rayonnements ionisants et la mortalité par cancers ou pathologies non-cancéreuses.

L'étude s'appuie sur le suivi de 308 297 travailleurs de l'industrie nucléaire aux États-Unis, en Grande-Bretagne et en France faisant l'objet d'une surveillance réglementaire de leur exposition externe aux rayonnements ionisants. La réalisation de cette étude n'a été possible que grâce à un important travail de constitution des cohortes, réalisé depuis plus de 25 ans avec la collaboration des exploitants nucléaires.

Les résultats de ce premier volet de l'étude montrent, notamment, que le risque de leucémie augmente avec l'exposition cumulée à de faibles doses répétées de rayonnements ionisants.

Un second volet de l'étude INWORKS s'est intéressé au risque de cancers autres que les leucémies. Les résultats publiés en octobre 2015 montrent également une augmentation de ce risque pour des expositions répétées à de faibles doses de rayonnements.

L'ensemble de ces résultats tend à conforter l'une des bases du système de radioprotection actuel, à savoir l'hypothèse d'une persistance d'un risque de cancer radio-induit aux faibles doses et faibles débits de dose, risque observable pour une exposition cumulée au-delà de quelques dizaines de millisieverts.

EFFETS DU TRITIUM : RÉSULTATS ET BILAN DE LA COLLABORATION AVEC CNL

Le tritium rejeté par les installations nucléaires, dans leur environnement immédiat, est un radionucléide dont les effets sur les écosystèmes et l'homme restent encore mal connus. L'IRSN mène avec *Canadian Nuclear Laboratories* (CNL) une collaboration visant à acquérir de nouvelles connaissances scientifiques destinées à alimenter la réflexion relative à la pertinence du système actuel de radioprotection. En juin 2015, un bilan de cette collaboration a été réalisé par les partenaires. L'objectif des recherches engagées conjointement par l'IRSN et CNL était d'évaluer la biocinétique et la toxicité du tritium administré sous différentes formes chimiques (tritium lié à de la matière organique ou eau tritiée), et dans des conditions d'expositions chroniques. Des expériences ont été menées sur des rongeurs exposés de façon chronique par ingestion de l'une ou l'autre forme de tritium. Les premiers résultats montrent, dans ces conditions expérimentales, que le comportement biocinétique des deux formes physicochimiques est similaire. En revanche, des effets biologiques plus significatifs ont été observés pour le tritium organiquement lié. ■

INWORKS PRODUCES ITS FIRST RESULTS

IRSN published the first results of the *International Nuclear Workers Study* (INWORKS) in 2015. This international study, coordinated by the IARC, was launched to improve the characterization of the relationship between protracted exposure to low doses of ionizing radiation and mortality from cancer or non-cancerous diseases.

The study covers 308,297 workers employed in the nuclear industry in the United States, United Kingdom and France, who were monitored for their external exposure to ionizing radiation. Obtaining these results called for a significant effort to compile data from cohorts for more than 25 years, with collaboration from nuclear licensees.

The results of this first phase of the study show that the risk of leukemia increases with

cumulative exposure to repeated low doses of radiation. A second phase of INWORKS looked at the risk of cancers other than leukemia. Published in October 2015, the results also show that this cancer risk increases for repeated exposure to low-dose radiation.

Taken together, the results tend to reinforce one of the basic assumptions of the existing radiation protection system, namely the idea of a persistent risk of radiation-induced cancer at low doses and low dose rates, a risk that can be observed for a total exposure above a few tens of millisieverts.

TRITIUM EFFECTS: RESULTS AND REPORT ON THE COLLABORATION WITH CNL

Tritium is discharged by nuclear facilities in their immediate surroundings. It is a radioisotope whose effects on ecosystems

and human health largely still remain not well known. IRSN have collaborated with *Canadian Nuclear Laboratories* (CNL) to acquire new scientific knowledge intended to fuel discussions on the suitability of the existing radiation protection system. In June 2015, the partners produced a report on this collaboration. The aim of the joint research by IRSN and CNL was to assess the biokinetics and toxicity of two chemical forms of tritium (organically bound tritium or tritiated water), chronically administered. Experiments involving chronic ingestion of either forms of tritium were conducted on rodents. The initial results show that, under these experimental conditions, the two physico-chemical forms exhibit similar biokinetic behavior. However, most significant biological effects were observed with organically bound tritium. ■

Protection dans le domaine médical

Mieux comprendre l'apparition des lésions radio-induites sur les tissus et les organes devrait permettre de définir des traitements mieux adaptés et plus efficaces des patients affectés par ces lésions. Aussi l'IRSN prend-il une part active à ces travaux et participe-t-il également à des projets visant à améliorer les techniques de dosimétrie utilisables à l'échelle nanométrique.

RAPPORT SUR LES ORIENTATIONS DE RECHERCHE À RETENIR DANS LE DOMAINE MÉDICAL

Les associations MELODI (effets sur la santé des expositions aux faibles doses) et EURADOS (dosimétrie) ont publié des agendas stratégiques de recherche identifiant les actions prioritaires à mener dans le futur. Par ailleurs, un agenda stratégique relatif à l'utilisation des rayonnements ionisants à des fins diagnostiques et thérapeutiques a été publié. À partir des réflexions menées au niveau européen et hors d'Europe et du retour d'expérience d'expertises menées depuis plusieurs années dans le domaine médical et sanitaire concernant la radioprotection des patients, des travailleurs et des personnes du public, l'IRSN a rédigé un rapport sur « Les risques résultant de l'utilisation des rayonnements ionisants à des fins de diagnostic et de thérapeutique pour les patients et les professionnels de santé – Questionnements scientifiques actuels et orientation des programmes de recherche de l'IRSN (2015-2020) » couvrant trois domaines : la radiothérapie, la radiologie interventionnelle et l'imagerie médicale de diagnostic.

BILAN DU PROJET EUROPÉEN BIOQUART (2012-2015)

L'utilisation croissante de l'hadronthérapie (radiothérapie par faisceaux d'ions ou de protons) dans le traitement des cancers rend nécessaire d'établir des grandeurs dosimétriques spécifiques utilisables à l'échelle nanométrique. L'IRSN a participé à un projet européen dénommé BioQuaRT, financé par EURAMET (*European Metrology Research Program*) concernant la dosimétrie de certains rayonnements ionisants utilisés dans le domaine médical. L'objectif de ce projet était de permettre la caractérisation de phénomènes biologiques se produisant à l'échelle nanométrique en vue de déterminer des grandeurs physiques mesurables plus adaptées que la dose absorbée. Ce projet, achevé au mois de mai 2015, a fait appel aux compétences de physiciens et de radiobiologistes de l'IRSN. Les physiciens étaient en charge du développement d'un modèle numérique capable de simuler les premiers dommages à l'ADN générés après irradiation. Les résultats numériques obtenus ont été comparés aux données expérimentales par les biologistes après irradiation de cellules par un microfaisceau d'ions. L'IRSN a développé une simulation tenant compte des informations fournies par la biologie. La densité des dommages radio-induits sur l'ADN peut ainsi être corrélée à de nouvelles grandeurs dosimétriques fondées sur le nombre d'ionisations produites dans des volumes nanométriques du même ordre que certains constituants cellulaires.

PROTECTION IN HEALTHCARE

Fuller understanding of how radiation-induced lesions affect body tissues and organs could lead to better-targeted and more effective treatment for patients. IRSN is actively involved in research in this area and takes part in projects aimed at improving dosimetry techniques for use at the nanometric scale.

REPORT ON RESEARCH GUIDELINES IN THE MEDICAL FIELD

The MELODI (health risks resulting from low-dose exposures) and EURADOS (dosimetry) associations, have published strategic research agendas identifying priorities for future research. Another strategic agenda related to the medical uses of ionizing radiations for diagnostic and therapeutic purposes has been published. IRSN has prepared a report on the "Risks resulting from the uses of ionizing radiations for diagnostic and therapeutic

purposes for patients, public and healthcare professionals - Current scientific issues and direction of IRSN's research programs (2015-2020) addressing three areas: radiation therapy, interventional radiology and diagnostic medical imaging." The report draws on exchanges at the European and international levels, and on the analysis of operating experience feedback conducted in recent years in the medical and healthcare fields relating to radiation protection of patients, workers and the general public.

REPORT ON THE EUROPEAN PROJECT BIOQUART (2012-2015)

The growing use of hadron therapy (radiation therapy using ion or proton beams) in treating cancer implies the definition of specific dosimetric variables that can be used at the nanometric scale. IRSN took part in BioQuaRT, a European joint research project funded by EURAMET (European Metrology Research Program), concerning dosimetry

for certain types of ionizing radiation used in the medical field. The aim of the project was to characterize biological phenomena occurring at the nanometric scale in order to determine measurable physical quantities that are more suitable than the absorbed dose. IRSN physicists and radiobiologists contributed with their expertise to the project, which came to an end in May 2015. The physicists were responsible for developing a numerical model capable of simulating initial DNA damage generated after irradiation. The simulation results were compared with experimental data obtained by the biologists after irradiating cells with an ion microbeam. IRSN has developed a simulation that takes into account the biological data. The project results show that the density of radiation-induced DNA damage can be correlated with new dosimetric quantities based on the number of ionizations produced in nanometric volumes of the same order than cell components.

ÉTUDES CLINIQUES SUR LES COMPLICATIONS DES RADIOTHÉRAPIES CÉRÉBRALES : EPIBRAINRAD

Coordonné par l'IRSN, en partenariat avec l'hôpital de la Pitié-Salpêtrière de Paris, le CNRS, les hôpitaux d'instruction des armées (HIA) et le centre de lutte contre le cancer Paul Strauss, le projet EPIBRAINRAD a pour objectif d'étudier les risques de complications neurocognitives d'une radiothérapie cérébrale, qui restent, à ce jour, mal connus. La constitution d'une cohorte de 200 patients, traités par radiothérapie pour une tumeur cérébrale, a débuté en 2015. L'incidence et l'évolution de troubles cognitifs avant et au cours des trois premières années suivant une radiothérapie seront évaluées en s'appuyant sur différents tests et analyses.

Associant des approches d'épidémiologie et de radiobiologie moléculaire, ce projet s'inscrit dans les nouveaux axes de recherche développés au niveau européen visant à évaluer les risques d'effets indésirables inhérents à l'utilisation des rayonnements ionisants dans le domaine médical. À terme, ce projet devrait permettre un gain de connaissances sur la neurotoxicité des protocoles de radiothérapie actuellement utilisés et une amélioration de la prise en charge des patients.

THÉRAPIE CELLULAIRE : COLLABORATION AVEC LE NIH

L'IRSN a obtenu, en 2015, un financement du *National Institute of Health* (NIH) américain pour un projet pilote concernant l'évaluation des effets thérapeutiques des exosomes dans le syndrome gastro-intestinal.

Ce projet permettra de compléter les recherches menées par l'IRSN sur de nouvelles approches thérapeutiques de traitement des lésions induites par de fortes doses de rayonnements ionisants, fondées sur l'utilisation de produits dérivés des cellules souches. Ce travail est réalisé en collaboration avec l'*Albert Einstein College of Medicine* de New York (États-Unis).

Par ailleurs, l'Institut a organisé en juillet 2015, à Paris, un séminaire de deux jours cofinancé par l'IRSN et le NIH sur l'utilisation de cellules souches pour le traitement de lésions sévères radio-induites. Une trentaine d'experts américains et européens ont ainsi été conviés à identifier les efforts de recherche à mener dans le domaine de la thérapie cellulaire et à examiner les conditions de transfert des résultats de ces recherches aux applications cliniques. ■

CLINICAL STUDIES OF COMPLICATIONS IN BRAIN RADIATION THERAPY: EPIBRAINRAD

The EPIBRAINRAD project is coordinated by IRSN, in partnership with the Pitié-Salpêtrière hospital (Paris), CNRS, the French armed forces teaching hospitals (HIA), and the Paul Strauss cancer research center. Its aim is to study the risks of neurocognitive complications related to brain radiation therapy, which are not well-understood at present. Work began in 2015 to set up a cohort of 200 patients undergoing brain tumor treatment. The incidence and progression of cognitive disorders before and during the first three years following radiation therapy will be assessed on the basis of various tests and analyses.

With its combination of epidemiology and molecular radiobiology, the project is one of the new lines of research developed at the European level to assess the risks of adverse effects inherent in the use of ionizing radiation for medical purposes. It should eventually lead to greater knowledge of the neurotoxic effects of the radiation therapy protocols in current use, and to improved patient care.

COLLABORATION WITH NIH IN CELL THERAPY

In 2015, IRSN obtained funding from the US National Institutes of Health (NIH) for a pilot project to assess the therapeutic effects of exosomes in gastro-intestinal syndrome.

The project will add to IRSN's research into new therapeutic approaches for treating lesions induced by high doses of ionizing radiation. These new approaches are based on the use of products derived from stem cells. The research is carried out in collaboration with Albert Einstein College of Medicine in New York City. In addition, IRSN and NIH jointly funded a two-day conference, organized by IRSN in Paris in July 2015, on the use of stem cells in the treatment of severe radiation-induced lesions. Some thirty American and European experts gathered to identify the research required in the field of cell therapy, and to examine how the results of this research could be transferred to clinical applications. ■

CRISE ET SITUATIONS POSTACCIDENTELLES

Apporter aux pouvoirs publics un appui technique réactif et opérationnel dans un contexte de crise est l'une des missions de l'IRSN. Expert public des risques radiologiques et nucléaires, l'Institut a un rôle bien défini au sein du plan national de réponse à un accident nucléaire ou radiologique majeur : il est chargé de l'évaluation des risques et du pronostic d'évolution de l'accident.

Il contribue à l'élaboration de recommandations pour la protection des personnes et de l'environnement. À ces fins, l'IRSN a mis en place de longue date une organisation qu'il teste régulièrement et qu'il fait évoluer, s'appuyant sur un vivier de personnes spécifiquement formées et des moyens permettant de faire face à une situation d'urgence. En 2015, son centre technique de crise a été gréé quatre fois lors d'incidents survenus dans les installations nucléaires de Cattenom (Moselle), de Flamanville (Manche) et de Brennilis (Finistère).

EMERGENCY AND POST-ACCIDENT SITUATIONS

Providing the public authorities with rapid, high-quality, operational technical support in emergency situations is among IRSN's missions. As the French public expert in nuclear and radiation risks, IRSN has a clearly defined role in the French National Response Plan for Major Nuclear or Radiological Accidents, where it is tasked with assessing risks and predicting how the accident will unfold.

It also helps in preparing recommendations for the protection of people and the environment. Its organizational structure has long been adapted to these tasks and is regularly tested and improved. It draws on specially trained teams of experts and material resources to ensure effective emergency response. In 2015, its emergency response center was activated four times in response to incidents at the Cattenom, Flamanville and Brennilis nuclear power plants.

4

GRÉEMENTS réels
du centre technique
de crise.



EXERCICES
nationaux de **crise nucléaire**
hors activités intéressant la
défense.

2

ÉVALUATIONS
DE DOSE d'exposition
aux **rayonnements**
ionisants par
dosimétrie biologique.



2

EXERCICES
NATIONAUX de **crise**
nucléaire concernant
les installations
intéressant la défense.

4 actions taken by the emergency response center.

6 national nuclear emergency exercises excluding defense-related activities.

2 ionizing radiation dose assessments by biological dosimetry.

2 national nuclear emergency exercises involving defense-related activities.

Préparation aux situations de crise et postaccidentelles

En cas d'incident ou d'accident, l'IRSN appuie les pouvoirs publics et propose aux autorités de sûreté des mesures d'ordre technique, sanitaire et médical propres à assurer la protection des populations et de l'environnement de la zone concernée, mais aussi à retrouver un état maîtrisé de l'installation. Les équipes de l'Institut s'y préparent, notamment à travers des exercices nationaux et internationaux. L'IRSN participe également à l'élaboration de la doctrine française en matière de gestion de la phase postaccidentelle d'un éventuel accident nucléaire. À ce titre, il mène des travaux sur le retour d'expérience de la gestion postaccidentelle de l'accident de la centrale de Fukushima.

DES EXERCICES DE COORDINATION ENTRE ACTEURS

En mars 2015, les équipes de l'IRSN en charge des mesures de la radioactivité dans l'environnement ont effectué un entraînement dans une situation de contamination maîtrisée par du lanthane 140 sur le site de la Direction générale de l'armement à Bourges (Cher). Cet exercice avait pour but de mettre en situation des équipes d'intervention de l'Institut afin de mieux coordonner la mise en œuvre des moyens métrologiques de terrain et de tester ces moyens en milieu contaminé. Cet exercice a également été l'occasion d'échanger avec l'Agence fédérale de contrôle nucléaire belge et l'Office fédéral de la santé publique suisse, invités à y assister.

Par ailleurs, en mai 2015, l'IRSN a participé à deux ateliers. Le premier, sous la forme d'un exercice «sur table», visait, une réflexion partagée par de nombreux acteurs (MARN, SDIS 37, CMIR 45, IRSN, ARS, InVS, Croix-Rouge) sur l'évacuation avant rejet de la population située dans un rayon de 5 km autour d'une centrale nucléaire: l'objectif était de proposer un ordre de priorité d'évacuation des personnes, ainsi que des consignes à la population et de réaliser une carte de la zone évacuée. Le

second atelier avait pour objectifs de tester et de valider sur le terrain le schéma théorique des centres de regroupement et de décontamination prévus par le plan national de réponse à un accident nucléaire ou radiologique majeur: dans ce cadre, l'IRSN testait la capacité de ses moyens mobiles à effectuer des mesures de contamination interne par anthroporadiométrie.

COORDINATION ET FIABILITÉ DES MESURES

En situation de crise nucléaire, les mesures aéroradiométriques constituent un moyen particulièrement rapide et fiable de diagnostic de l'ampleur des retombées radioactives et, ainsi, d'aide à la décision en matière de protection des populations.

En juin 2015, un exercice européen d'intercomparaison de mesures aéroportées a été réalisé en Allemagne, à proximité de la frontière tchèque; y ont participé, outre l'IRSN, des équipes de l'Allemagne, de la République tchèque et de la Suisse. L'exercice avait pour objectifs de tester la coordination entre organismes de pays différents et de vérifier la concordance des résultats obtenus par les systèmes de mesure mis en œuvre par chaque organisme.

EMERGENCY AND POST-ACCIDENT PREPAREDNESS AND RESPONSE

IRSN provides support to public authorities in case of incident or accident, and puts forward recommendations to the safety authorities on technical, health and medical actions to protect population and environment in the area concerned, and to bring the facility under control. For IRSN's teams, preparedness is tested mainly through participation in national and international exercises. IRSN is involved in preparing French policy on managing the post-accident phase of a possible nuclear accident. Within this context, it works on analyzing feedback from post-accident management of the Fukushima accident.

COORDINATION EXERCISES

In March 2015, IRSN's environmental radioactivity monitoring teams took part in a training session involving contamination by lanthanum-140 under controlled conditions

at the French defense procurement agency's site in Bourges in central France. The purpose of the exercise was to provide the teams with real-life training to better coordinate the use of metrological equipment in the field, and to test this equipment in a contaminated environment. The exercise was also an opportunity to exchange views with the Belgian Federal Agency for Nuclear Control and the Swiss Federal Office of Public Health, which were invited to attend. IRSN took part in two workshops in May 2015. The first consisted of a table-top exercise in which the many participants (MARN, SDIS 37, CMIR 45, IRSN, ARS, InVS, Red Cross) sought a consensus on pre-release evacuation of the population located within a radius of 5 km around a nuclear power plant. The aim was to propose evacuation priorities and instructions for the public, and to produce a map of the evacuated area. The aim of the second workshop was to test and validate on the ground the theoretical plan of assembly and decontamination centers provided for in the

National Response Plan for Major Nuclear or Radiological Accidents. For this purpose, IRSN checked the ability of its mobile units to perform whole-body radiation counts for internal contamination measurements.

MEASUREMENT COORDINATION AND RELIABILITY

Aerial measurements are a particularly fast and reliable method of gauging the scale of radioactive fallout in the wake of a nuclear emergency and are thus a useful decision-making aid for implementing actions to protect the population.

In June 2015, a European exercise was organized in Germany, close to the Czech border, to perform aerial measurements intercomparison. IRSN took part, together with German, Czech and Swiss teams. The exercise tested coordination between organizations in the different countries, and checked that the measurement systems used by each organization produced similar results.

LA PAROLE À...



Faouzia Fekiri,
*chef du bureau d'analyse
et de gestion des risques,
Direction générale
de la sécurité civile et
de la gestion des crises*

In the words of...
Faouzia Fekiri,
Head of Risk Analysis and
Management, Directorate-
General for Civil Protection
and Emergency Response

« La Direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises (DGSCGC) anime et coordonne les services chargés de la préparation et de la mise en œuvre des dispositions touchant à la protection des populations face au risque nucléaire.

Au niveau national, le ministre de l'intérieur préside le Centre interministériel de crise (CIC), dont la mise en œuvre et la coordination sont assurées par la DGSCGC. À ce niveau, la DGSCGC attend de l'IRSN un appui technique permettant aux décideurs de comprendre l'événement ainsi que la portée de ses enjeux. Par ailleurs, et en complément de la communication opérationnelle portée par les pouvoirs publics, le rôle pédagogique assuré par l'IRSN en faveur des populations serait d'une importance de premier ordre.

Sur les territoires, le préfet de département assure la fonction de directeur des opérations de secours. Si l'événement nécessite la mobilisation de plusieurs préfetures, c'est le préfet de zone de défense et de sécurité, qui assure la coordination interdépartementale.

L'IRSN réalise, dans le cadre d'une convention pluriannuelle, des missions d'expertise ainsi que des études techniques spécifiques au profit de la DGSCGC. L'Institut participe également à la scénarisation des exercices nationaux et à l'appui technique des pouvoirs publics et des autorités de sûreté dans le cadre de ces exercices, mais également dans le cas d'événement réel. La présence de l'IRSN sur le terrain, aux côtés des pouvoirs publics, est régulièrement saluée.

Par ailleurs, l'appui technique de l'Institut au profit des pouvoirs publics ainsi que son rôle pédagogique vis-à-vis de la population ont été mis en évidence, avec succès, lors de l'accident de Fukushima. »

“The French Directorate-General for Civil Protection and Emergency Response (DGSCGC) heads and coordinates the departments in charge of preparing and implementing measures to protect the public against the nuclear risk.

At the national level, the Minister of the Interior chairs the Interministerial Emergency Response Group (CIC), which is activated and coordinated by DGSCGC. At this level, DGSCGC looks to IRSN for technical support to help decision-makers fully understand the event and all its implications. IRSN also plays an essential educational role with regard to the public, as a complement to the operational communication aspect, which is the responsibility of the public authorities. At the local level, the Prefects of each department direct emergency operations. If the event calls for several prefectures to be mobilized, then the Prefect of the defense and security zone coordinates action between departments.

IRSN conducts assessments and special technical studies for DGSCGC under a multiyear agreement. It also takes part in preparing scenarios for national exercises and provides the public authorities and safety authorities with technical support, not only for the purpose of these exercises, but also during real events. IRSN is regularly commended for its presence in the field alongside the public authorities.

The effectiveness of its technical support for the authorities and its educational role regarding the population particularly stood out following the Fukushima accident.”

AMÉLIORATION DES OUTILS DE CARTOGRAPHIE POUR LE SUPPORT AUX POUVOIRS PUBLICS

En situation d'urgence comme en situation postaccidentelle, les cartographies élaborées au centre technique de crise de l'IRSN sont utilisées par les pouvoirs publics pour disposer d'une projection de la situation radiologique et décider des dispositions de protection des populations. À cet égard, des représentants préfectoraux en charge de la protection civile dans leur département ont fait part de leurs attentes dans ce domaine, conduisant l'IRSN à engager des développements pour améliorer ses produits cartographiques. En effet, ces derniers doivent être transmis sous une forme aussi exploitable que possible (facilité d'accès, contenu, lisibilité) et dans un délai compatible avec la prise de décision des pouvoirs publics.

PILOTAGE DU PROJET FASTNET

Dans le cadre du programme européen de financement de la recherche Horizon 2020, l'IRSN pilote le projet FASTNET (*FAST Nuclear Emergency Tool*), retenu par la Commission européenne et qui vise à améliorer les méthodes et les outils de prédiction des rejets à l'atmosphère en cas d'accident qui affecterait un réacteur de puissance en Europe. Le projet a pour but de développer des outils d'analyse opérationnels dédiés à la crise, principalement des logiciels d'évaluation rapide du terme source visant à couvrir tous types d'accidents graves. Ce projet, qui a commencé en octobre 2015 pour une durée de quatre ans, mobilise 18 partenaires européens, l'US-NRC, le CNSC canadien, le SEC-NRS russe ainsi que l'AIEA en tant que tierce partie.

RETOUR D'EXPÉRIENCE DE LA GESTION POSTACCIDENTELLE DES DÉCHETS RÉSULTANT DE L'ACCIDENT DE FUKUSHIMA

Depuis l'accident survenu en mars 2011 à la centrale de Fukushima-Daiichi, au Japon, l'IRSN a étudié l'expérience japonaise acquise, notamment en termes d'actions de décontamination dans les zones où la population n'avait pas été évacuée, actions qui ont produit un volume important de déchets contaminés par du césium. En juin 2015, l'IRSN a établi un bilan de la mise en œuvre de ces actions et de la gestion des déchets associés, dont les principes avaient été définis par le gouvernement japonais dans un ensemble de lois, de décrets et de guides, décidés après l'accident. L'IRSN a présenté ses recommandations quant à l'opportunité de faire évoluer la doctrine française de gestion de la phase postaccidentelle dans le cadre du Codirpa, sur la base de ce retour d'expérience. Parmi celles-ci, l'IRSN a souligné la nécessité de renforcer le caractère opérationnel de cette doctrine à travers, notamment, la mise en œuvre, après l'accident, d'actions de décontamination prioritaires visant à créer les conditions de réassurance de la population, par l'identification de solutions techniques de gestion des déchets et l'anticipation d'approches qui permettraient, le moment venu, d'associer pleinement la population aux décisions à prendre. ■

IMPROVED MAPPING TOOLS AND PRODUCTS TO SUPPORT THE PUBLIC AUTHORITIES

Whether for emergencies or post-accident situations, the maps produced at IRSN's emergency response center are used by public authorities to obtain a projection of the radiological situation, and decide on action to be taken to protect the population. The Prefecture representatives responsible for civil protection have expressed their requirements in this area, prompting IRSN to initiate work on improving its mapping products. These must be transmitted in a format that is as user-friendly as possible (in terms of accessibility, content, legibility), and within a period of time compatible with decision-making by public authorities.

FASTNET PROJECT LEADERSHIP

The FAST Nuclear Emergency Tool - or FASTNET - project, led by IRSN and selected by the European Commission as part of Horizon


2020, the European research funding program, is aimed at improving methods and tools for forecasting atmospheric release that would result from an accident affecting a European nuclear power reactor. The purpose of FASTNET is to develop operational analysis tools specially designed for emergency response. This mainly concerns software applications used to make rapid assessments of the source term, with the goal of covering all types of severe accidents. The four-year project began in October 2015 and involves 18 European partners, together with the US NRC, CNSC (Canada), SEC NRS (Russia), and the IAEA as a third party.

FEEDBACK ON WASTE POST-ACCIDENT MANAGEMENT RESULTING FROM THE FUKUSHIMA ACCIDENT

Since the accident at Japan's Fukushima-Daiichi nuclear power plant in March 2011, IRSN has been studying experience acquired by the Japanese, especially in the decontamination of

areas where the population was not evacuated, an operation that generated large volumes of cesium-contaminated waste. In June 2015 IRSN drew up a report on the implementation of this decontamination work and on the management of the related waste. Operations led by the Japanese people on the field have been based on laws, decrees and guidelines issued in the wake of the accident by government. Drawing on this information, IRSN made recommendations as to whether French post-accident management policy should be reviewed as part of the activities of CODIRPA, based on this feedback. In its recommendations, IRSN particularly stressed the need to reinforce the operational aspects of this policy. This would include giving priority after the accident to decontamination measures to reassure the population, to identify technical solutions for waste management, and thinking ahead to ways of fully involving the population in decision-making when the time comes. ■

EFFICIENCE



L'IRSN PARTICIPE À LA PRÉVENTION DES RISQUES NUCLÉAIRES ET RADIOLOGIQUES, À LEUR DÉTECTION ET À LA LIMITATION DE LEURS ÉVENTUELS EFFETS, POUR PROTÉGER LA POPULATION ET L'ENVIRONNEMENT.

RENFORCEMENT DU PILOTAGE ÉCONOMIQUE ET FINANCIER P. 82 / IMMOBILIER P. 83 / SÉCURITÉ INFORMATIQUE P. 84 / QUALITÉ ET RESPONSABILITÉ SOCIÉTALE DE L'ENTREPRISE P. 85 / RESSOURCES HUMAINES P. 86 / ORGANIGRAMME P. 88 / CONSEIL D'ADMINISTRATION P. 90 / COMITÉ D'ORIENTATION AUPRÈS DE LA DIRECTION DE L'EXPERTISE NUCLÉAIRE DE DÉFENSE – CODEND P. 91 / CONSEIL SCIENTIFIQUE P. 91 / COMMISSION D'ÉTHIQUE ET DE DÉONTOLOGIE P. 92 / COMITÉ D'ORIENTATION DE LA RECHERCHE EN SÛRETÉ NUCLÉAIRE ET EN RADIOPROTECTION – COR P. 92 / GLOSSAIRE P. 94

EFFICIENCY

IRSN CONTRIBUTES TO PREVENTING AND DETECTING NUCLEAR AND RADIOLOGICAL RISKS AS WELL AS LIMITING THEIR EFFECTS IN ORDER TO PROTECT PEOPLE AND THE ENVIRONMENT.

Improved economic and financial management p. 82 / Property p. 83 / Computer security p. 84 / Quality and corporate social responsibility p. 85 / Human resources p. 86 / Organization chart p. 88 / Board of Directors p. 90 / Steering committee for the nuclear defense expertise division - Codend p. 91 / Scientific council p. 91 / Ethics commission composition p. 92 / Nuclear safety and radiation protection research policy committee - COR p. 92 / Glossary p. 94

Renforcement du pilotage économique et financier

Dans un contexte général de baisse des dépenses publiques et de croissance des besoins en expertise et en recherche, l'IRSN a poursuivi, en 2015, le renforcement de son dispositif de pilotage économique et financier afin de conforter l'efficacité de son action et d'optimiser l'utilisation des moyens dont il dispose.

UNE MEILLEURE UTILISATION DES MOYENS

L'IRSN a poursuivi, en 2015, un travail destiné à améliorer l'adéquation entre les prévisions budgétaires et la réalisation des projets.

Le décalage en septembre des révisions budgétaires auparavant réalisées avant l'été a permis de disposer d'une vision plus fine du niveau de réalisation des projets inscrits dans le budget, ce qui a abouti à un exercice budgétaire ajusté, plus proche de la réalité, avec une meilleure adéquation entre les prévisions budgétaires et les dépenses effectives.

En parallèle, à l'occasion de l'élaboration du budget, une plus grande attention a été portée au niveau de maturité des projets nécessitant un investissement, l'objectif étant de ne sélectionner que les projets dont la réalisation est quasi certaine dans l'exercice considéré. Cette démarche d'efficacité engagée en 2014 a démontré des résultats tangibles dès 2015, en augmentant significativement le taux de consommation budgétaire et en aboutissant à une meilleure réaffectation des moyens.

La même démarche a concerné les mouvements de personnel et les prévisions de recrutement permettant d'atteindre, en fin d'année, une situation de plein emploi.

MISE EN ŒUVRE DE LA GESTION BUDGÉTAIRE ET COMPTABLE PUBLIQUE

Le décret GBCP (gestion budgétaire et comptable publique), applicable pour les opérateurs de l'État au 1^{er} janvier 2016, a pour principaux objectifs l'amélioration de la qualité financière et comptable, le renforcement de la culture de pilotage, l'amélioration de l'efficacité de la gestion et la rénovation des processus et de l'organisation.

Dans cet objectif, les équipes de gestion se sont mobilisées depuis juin 2014 afin d'assurer la mise en place d'une nouvelle comptabilité budgétaire calquée sur les mouvements de trésorerie et la mise en œuvre d'une programmation pluriannuelle qui fait l'objet de revues régulières, plusieurs fois par an.

Tous les outils de gestion ont été adaptés pour garantir dans les meilleures conditions la mise en œuvre de cette réforme. ■

IMPROVED ECONOMIC AND FINANCIAL MANAGEMENT

Against a backdrop of widespread public spending cuts and a growing need for expert assessments and research, IRSN continued its effort in 2015 to improve its economic and financial management to make its action more efficient and to optimize the use of available resources.

BETTER USE OF RESOURCES

In 2015, IRSN continued its effort to close the gap between budget forecasts and the actual cost of projects.

Budget revisions, which were previously scheduled before the summer, were postponed until September. This provided a more detailed view

of the progress made by projects in the budget and, consequently, a better-adjusted budget year that reflects reality more accurately, with budget forecasts more in line with actual expenditure. At the same time, closer attention was paid during budget preparation to the level of maturity of projects requiring investments. The aim was to select only those projects that were almost certain to be performed during the year in question. This efficiency initiative, which began in 2014, produced tangible results as of 2015. It led to a significant increase in the percentage of the budget used and better redistribution of resources.

The same initiative concerned staff movement and recruitment forecasts, resulting in full employment at the end of the year.

IMPLEMENTATION OF THE DECREE ON BUDGET MANAGEMENT AND PUBLIC ACCOUNTING

The main purposes of the decree on budget management and public accounting, applicable to state-run organizations as of January 1, 2016 are to boost quality in the field of finance and accounting, strengthen the management culture, improve management efficiency, and renovate processes and organization.

In June 2014, management teams began work setting up a new budgetary accounting system based on cash flows and implementing a multiyear program that is reviewed several times per year. All the management tools have been adapted to ensure that this reform is carried out under the best possible conditions. ■

Immobilier

Le schéma pluriannuel de stratégie immobilière (SPSI) développé par l'Institut constitue l'un des instruments d'amélioration de son efficacité. Ses principaux objectifs sont de regrouper les équipes, de moderniser les infrastructures et d'améliorer leurs performances énergétiques. Au cours de l'année 2015, les deux opérations majeures du schéma immobilier pluriannuel de l'Institut ont avancé dans leur phase opérationnelle.

UN NOUVEAU BÂTIMENT À FONTENAY-AUX-ROSES

Le nouveau bâtiment en cours de construction sur le site de Fontenay-aux-Roses (Hauts-de-Seine) abritera le Centre technique de crise (CTC), un centre de conférences de 250 places, le simulateur d'observation du fonctionnement incidentel et accidentel (SOFIA), le cœur informatique sécurisé de l'IRSN et des laboratoires.

Ce bâtiment est construit dans le cadre d'un contrat de location avec option d'achat (CLOA) par la société de projet PPP Prisme, constituée par deux filiales de VINCI Construction France. Cette formule permet de confier la conception, la construction, l'entretien et le financement à une entreprise tierce en échange d'un loyer, à compter de la mise à disposition du bâtiment, soit pendant 22 ans. Au terme de cette période, l'État pourra devenir propriétaire du bâtiment pour un euro symbolique. Avec cette formule, l'Institut est en mesure de se doter d'un bâtiment

nécessaire à sa mission tout en respectant la loi de 2010 sur le financement des EPIC, qui ne permet pas d'effectuer des emprunts sur une période excédant une année.

La première phase de l'opération, la création de la nouvelle entrée du site, a été livrée le 29 juin 2015 concomitamment au lancement de la seconde phase de construction du futur ouvrage, dont la livraison est programmée dans le courant du premier trimestre 2017.

LIVRAISON DU BÂTIMENT DU VÉSINET

La construction de cet ouvrage, dans le cadre de la loi relative à la maîtrise d'ouvrage publique, s'est poursuivie tout au long de l'année 2015, conformément aux prévisions. Ce bâtiment, destiné à accueillir le laboratoire de dosimétrie de l'IRSN et le laboratoire d'analyses médicales radiotoxicologiques, a été achevé en fin d'année. ■

FOCUS

Fermeture des sites d'Agen et de La Seyne-sur-Mer

Après une validation par le conseil d'administration de l'IRSN du 18 juin 2015, et suite à une recommandation de la Cour des comptes, l'Institut a lancé le projet de fermeture des deux sites d'Agen (Lot-et-Garonne) et de La Seyne-sur-Mer (Var). Les activités seront transférées respectivement vers les sites d'Avignon (Vaucluse) et de Cadarache (Bouches-du-Rhône).

Closure of the Agen and La Seyne-sur-Mer sites

The plans to close IRSN's Agen and La Seyne-sur-Mer sites, recommended by the Cour des Comptes, went ahead following validation by the Board on June 18, 2015. Business will be transferred to Avignon and Cadarache respectively.

PROPERTY

The Multiyear Property Master Plan (SPSI) is one of the tools developed by IRSN to enhance efficiency. Its main goals are to centralize human resources, modernize infrastructure, and make buildings more energy efficient. The two major operations under the plan made progress in their operational phase in 2015.

NEW BUILDING IN FONTENAY-AUX-ROSES

The new building under construction on the Fontenay-aux-Roses site will house the Emergency Response Center, a 250-seat lecture theater, the SOFIA emergency operation observation simulator, the IRSN secure IT hub and laboratories.

The building is being constructed under a lease-purchase agreement by PPP PRISME, a company composed of two subsidiaries of VINCI Construction France, and set up specifically for the project. This method ensures that design, construction, maintenance and funding are entrusted to a third-party contractor in exchange for rent payments, starting on the building delivery date for a 22-year term. At the end of this period, the French government may purchase the building for the symbolic sum of one euro. This approach allows IRSN to obtain a building suited to its role, while complying with the French Act of 2010 on the funding of industrial and commercial public undertakings, which are not permitted to take out loans for a

term exceeding one year.

The first phase of the operation - the construction of the new site entrance - was delivered on June 29, 2015. At the same time, the second construction phase was begun for the new building, which is scheduled for delivery during the first quarter of 2017.

DELIVERY OF THE LE VÉSINET BUILDING

Construction work on this building progressed according to plan throughout 2015 under the law on public works ownership. The building, designed to house the IRSN dosimetry laboratory and the radiotoxicological medical analysis laboratory, was completed at the end of the year. ■

Sécurité informatique

Garantir un bon niveau de disponibilité de ses ressources informatiques dans un contexte d'accroissement de la cybercriminalité et de la sophistication des attaques, tel est l'enjeu des actions menées en 2015 par l'Institut en matière de renforcement de la sécurité de ses systèmes d'information.

SÉCURITÉ DES SYSTÈMES D'INFORMATION

L'IRSN a engagé en 2015 la démarche d'homologation de ses systèmes d'information (SI), au titre des différentes réglementations en vigueur (instruction générale interministérielle 1300 et 901, Référentiel général de sécurité (RGS). Les travaux visant à cartographier les SI et à mener les analyses des risques se sont poursuivis, conjointement avec les maîtrises d'ouvrage et les directions des unités.

Enfin, s'inscrivant dans un principe de défense en profondeur appliqué à la sécurité des SI, l'Institut a entrepris la mise en œuvre d'un dispositif de détection de situation anormale ayant pour objectif de détecter une fuite d'informations ou des événements susceptibles de mener à un dysfonctionnement, qu'il s'agisse de malveillance ou d'erreur humaine.

MISE EN ŒUVRE DU PROJET EXTERNA

Dans le cadre de sa démarche d'amélioration continue et de gestion des risques, l'IRSN a achevé en 2015 la première phase de son projet EXTERNA relatif à la sécurisation d'une partie du système informatique de l'Institut. Cette phase comprenait d'une part l'hébergement, l'exploitation et l'administration de certaines applications telles que le RNM (Réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement) et le NRD (Niveaux de référence diagnostiques) sur des serveurs virtuels d'un *data center* mutualisé, d'autre part l'hébergement d'environ 400 serveurs de l'Institut et des applications résidentes dans un second *data center* disposant d'installations sécurisées, connecté, via une boucle optique dédiée, aux sites IRSN de Fontenay-aux-Roses et du Vésinet.

Ces derniers sont, ainsi, hébergés et exploités par l'Institut depuis septembre 2015 dans une partie dédiée à l'IRSN du *data center* de la société Bull aux Clayes-sous-Bois (Yvelines). Les applications RNM et NRD sont quant à elles hébergées et exploitées par la société Bull depuis janvier 2015 dans son *data center* d'Angers (Maine-et-Loire). ■

COMPUTER SECURITY

In 2015, IRSN took steps to reinforce security on its information systems to ensure optimum availability of its IT resources, at a time of growing cybercrime and increasingly sophisticated cyberattacks.

INFORMATION SYSTEM SECURITY

IRSN launched an initiative in 2015 to have its information systems approved, in line with the various French regulations in force, including general interministerial instruction 1300 and 901, and the general security reference framework (RGS). Work on mapping out information systems and analyzing risks continued, in collaboration with project

owners and unit managers. Lastly, applying the defense-in-depth principle to information system security, IRSN worked on the implementation of a system designed to detect abnormal situations. The purpose of the system is to detect data leaks or events liable to cause a malfunction, whether as a result of malicious acts or human errors.

IMPLEMENTATION OF THE EXTERNA PROJECT

In 2015, IRSN completed the first phase of EXTERNA, a project aimed at securing part of its IT system. The project is part of its continuous improvement and risk management initiative. The first phase included hosting, operating and

administering a number of applications, such as the national environmental radioactivity measurement network (RNM) and the diagnostic reference levels (DRL) on the virtual servers of a shared data center. It also covered hosting IRSN's 400 or so servers and resident applications in a second data center, equipped with secure facilities and connected to the IRSN Fontenay-aux-Roses and Le Vésinet sites via a dedicated fiber-optic loop.

Since September 2015, these applications have been hosted and used by IRSN in a part of the Bull data center in Clayes-sous-Bois specially reserved for IRSN. The RNM and DRL applications have been hosted and run by Bull since January 2015 at its data center in Angers. ■

Qualité et responsabilité sociétale de l'entreprise

Conformément à ses engagements dans son contrat d'objectifs et de performance, l'IRSN a poursuivi, en 2015, ses actions destinées à améliorer la prise en compte dans ses politiques des critères de responsabilité environnementale et de développement durable. L'Institut a également conforté son dispositif de maîtrise des risques en l'intégrant dans son système de gestion par la qualité.

RESTRUCTURATION DE LA GESTION DES RISQUES

L'IRSN s'est engagé, dans le contrat d'objectifs et de performance (COP) 2014-2018, à poursuivre et conforter son dispositif de maîtrise des risques et, pour ce faire, a procédé, en 2015, à une profonde révision de la cartographie des principaux risques auxquels il est exposé. De plus, l'organisation relative à la gestion des risques a été progressivement affinée en prenant compte, notamment, de l'évolution de la norme ISO 9001 dans sa version 2015, laquelle met davantage l'accent sur la maîtrise des risques.

Les travaux et réflexions ont abouti à l'identification de huit risques majeurs et au rattachement de ces risques aux différents macroprocessus du système de management par la qualité. Les responsables de la ligne d'action « qualité » intègrent, dorénavant, la gestion des risques majeurs dans le pilotage de leurs macroprocessus et l'organisation a été complétée avec la désignation pour chacun des risques d'un administrateur de risque chargé du pilotage et du suivi des plans d'action.

Enfin, un plan de management a été élaboré pour chacun des risques et les notes d'organisation ont été mises à jour. L'ensemble de ce travail a été présenté au conseil d'administration en octobre 2015.

DÉVELOPPEMENT DURABLE :

BILAN DES ACTIONS ENGAGÉES DEPUIS 2010

L'IRSN a publié en 2015 son premier rapport de responsabilité sociétale de l'entreprise (RSE) et établi son deuxième bilan des émissions de gaz à effet de serre. Ces deux documents recensent les actions engagées par l'Institut dans ce domaine et en évaluent l'efficacité en termes d'atteinte des cibles définies par l'État et de celles que l'IRSN s'est lui-même fixées.

L'Institut a réduit ses émissions dues aux déplacements en France de 224 tonnes équivalents dioxyde de carbone (teCO₂) entre 2013 et 2014 en privilégiant le train plutôt que l'avion et en organisant, chaque fois que possible, des réunions en visioconférence. Il a par ailleurs mis en place, sur le site de Fontenay-aux-Roses (Hauts-de-Seine), un plan de déplacement d'entreprise, mis à disposition des salariés des vélos à assistance électrique (en 2014, ce mode de transport a permis d'éviter l'émission de 1,8 teCO₂) et enfin, en 2015, il a développé de manière significative sur ce site son parc de véhicules électriques.

L'Institut a également réduit de 30 % ses consommations de papier et amélioré le tri des déchets. Enfin, la construction de deux bâtiments de haute qualité environnementale (HQE), l'un sur le site du Vésinet (Yvelines) et l'autre sur le site de Fontenay-aux-Roses, a été engagée au cours de cette période. ■

QUALITY AND CORPORATE SOCIAL RESPONSIBILITY

In 2015, IRSN continued its action to ensure that its policies give greater consideration to environmental responsibility and sustainable development criteria, in line with its commitments under the target performance contract. It also consolidated risk management by incorporating it in its quality management system.

REORGANIZATION OF RISK MANAGEMENT

In its 2014-2018 performance target agreement, IRSN undertook to continue and consolidate its risk control organization. In 2015, in line with this commitment, it extensively revised risk maps for the main risks to which it is exposed. In addition, risk management organization was gradually refined, in particular to take into account changes introduced in the 2015 update of ISO 9001, which gives greater emphasis to risk control.

As a result of this work, eight major risks were identified and linked to the various macroprocesses of the quality management system. Managers in charge of "quality" actions are now responsible for managing major risks involved in the supervision of their macroprocesses. In addition, a risk administrator, responsible for the supervision and follow-up of action plans, is now appointed for each risk.

Lastly, a management plan was created for each risk and the organization procedures updated. All this work was presented to the Board in October 2015.

SUSTAINABLE DEVELOPMENT: PROGRESS REPORT ON ACTION SINCE 2010

In 2015, IRSN published its first corporate social responsibility (CSR) report and completed its second report on greenhouse gas emissions. These two documents give an account of the

action undertaken by IRSN in this area, and assess its effectiveness measured against the targets defined by the French government and by IRSN itself.

Between 2013 and 2014, IRSN reduced its emissions relating to travel within France by 224 metric tons of carbon dioxide equivalent (MtCO₂e). It achieved this by giving preference to rail rather than air travel and by organizing videoconference meetings whenever possible. It also set up a company travel plan at its Fontenay-aux-Roses site, made electric bikes available to its employees (in 2014, this mode of transport avoided 1.8 MtCO₂e of emissions) and, in 2015, significantly increased its fleet of electric vehicles. In addition, IRSN reduced paper consumption by 30% and improved waste recycling. Lastly, construction work began on two buildings in accordance with high-quality environmental standards, one at Le Vésinet, the other at Fontenay-aux-Roses. ■

Ressources humaines

En 2015, l'accord d'entreprise et des accords majeurs ont été révisés, modifiant structurellement le corpus conventionnel de l'IRSN. Parallèlement, l'Université interne se déploie et s'inscrit au cœur de la politique de gestion des compétences de l'Institut par la transmission des connaissances et des savoir-faire spécifiques de l'IRSN.

SIGNATURE DES ACCORDS D'ENTREPRISE

Les négociations menées entre l'IRSN et les représentants des trois organisations syndicales représentatives ont abouti à la signature d'un nouveau dispositif conventionnel, qui a été mis en place fin 2015. Ce résultat traduit la qualité du dialogue social au sein de l'Institut.

La structure du nouveau dispositif repose sur un accord global – l'accord d'entreprise relatif aux conditions générales d'emploi au sein de l'Institut –, complété par des accords thématiques. Ceux qui ont été signés en 2015 concernent l'aménagement du temps de travail, le système de rémunération des salariés non-cadres, la gestion prévisionnelle des emplois et des compétences, le télétravail, l'emploi de personnes en situation de handicap et l'égalité entre les hommes et les femmes.

Ce nouveau dispositif permet d'offrir une meilleure lisibilité et une prise en compte plus facile des évolutions réglementaires et législatives.

DÉPLOIEMENT DE L'UNIVERSITÉ INTERNE

Ouverte à tous les salariés, l'Université interne permet, par la construction de formations, la transmission des connaissances et des savoir-faire, en incluant les aspects métiers et ceux relatifs à la culture et aux méthodes de travail spécifiques de l'Institut.

L'Université interne est un lieu de partage d'expérience et d'échange. Elle a également pour mission d'accompagner les parcours professionnels.

Après le développement de modules visant à acquérir un socle de culture et de connaissances communes, le déploiement de l'Université interne a été poursuivi en 2015 afin de couvrir tous les domaines techniques de l'Institut. Ainsi, deux nouvelles écoles sont en cours de conception: l'une est dédiée au «fonctionnement et aux outils de l'Institut» avec des modules de formation «support» adaptés aux postes de travail (HSE/radio-protection, achat, qualité, outils informatiques, etc.); l'autre porte sur «la stratégie et le management de l'Institut», avec l'élaboration d'une première session pilote, consacrée à «la politique et la gouvernance de l'Institut». Pour répondre aux attentes des salariés confirmés désireux d'approfondir ou d'évoluer vers de nouvelles thématiques techniques, l'accent a été mis sur le développement progressif de modules spécialisés.

En 2015, l'École de la crise a organisé 20 sessions de formation à destination des équipiers de crise et six sessions de sensibilisation à la gestion de crise pour le personnel de l'Institut.

L'École de l'expertise, structurée en plusieurs niveaux, a organisé en 2015 plusieurs sessions de formation, dont deux pour l'introduction à l'expertise, une pour la démarche générale

HUMAN RESOURCES

In 2015, the company-wide agreement and other major agreements were revised, bringing about structural changes to IRSN's body of agreements. The year also saw the continued development of the internal university, which lies at the heart of IRSN's skills management policy, based on the dissemination of its specific knowledge and expertise.

COMPANY AGREEMENTS SIGNED

Negotiations between IRSN and representatives of the three trade unions led to the signing of a new set of agreements that was put in place at the end of 2015. This result reflects the quality of industrial relations within the Institute.

The structure of the new set of agreements consists of a general agreement - a company-wide agreement on general working conditions within the organization - plus a number of other agreements on specific topics. The agreements signed in 2015 concern working hours, non-executive staff pay, strategic workforce planning, teleworking, the employment of staff with disabilities, and gender equality.

The new agreements are clearer and make

it easier to take into account regulatory and legislative changes.

INTERNAL UNIVERSITY - LATEST NEWS

The internal university is open to all IRSN staff. It proposes training courses to pass on knowledge and expertise, including aspects relating to business areas and to IRSN's specific culture and working methods. The internal university provides an opportunity for sharing experience and exchanging information. It is also there to support careers.

Following the development of modules aimed at providing a core culture and shared knowledge, the internal university continued to grow in 2015 to cover all of IRSN's technical fields. Within this context, two new modules are being designed: one on "operation and tools at IRSN", with "support" training modules specially adapted for each position within the organization (radiation protection, purchasing, quality, computer tools, etc.); the other on "strategy and management at IRSN", with the creation of an initial pilot session on "policy and governance at IRSN". In response to the requirements of experienced staff who wish to make further progress in their field or move on to new technical disciplines, the focus has been on

gradually developing specialized modules.

In 2015, the emergency response module organized twenty training sessions for emergency response teams and six emergency response awareness sessions for IRSN staff in general.

Also in 2015, a number of training sessions were organized within the assessment module, which is divided into several levels. These included two introductory courses on assessment, one general course on risk management assessment, and two specialist courses (on criticality and containment risks). A pilot session was also organized for a new training module intended to reinforce common core knowledge in assessment activities.

Lastly, training sessions were set up for IRSN teaching staff, with the help of a company specialized in teaching and training. In 2015, some 60 employees attended these sessions to learn how to design training courses and choose interactive and participative teaching methods. This support initiative ensures standard use of teaching tools and methods for all training courses throughout the different modules. Full details of the internal university will be available through a special portal in early 2016. ■

LA PAROLE À...



Patricia de la Morlais,
directrice des ressources
humaines

In the words of...
Patricia de la Morlais
Human Resources Director

«La refonte complète du dispositif conventionnel de l'IRSN menée à terme en 2015 visait un double objectif: il s'agissait à la fois de simplifier et de donner davantage de souplesse à des dispositifs signés depuis 2003 qui avaient été largement amendés au fur et à mesure des évolutions législatives. Le nouveau dispositif par thème permet dorénavant de tenir compte plus facilement des exigences du Code du travail, notamment en matière de négociations sur des grandes thématiques prévues par la loi. Il permet également d'assurer une équité à tous les salariés, quel que soit leur statut, et de tenir compte des réalités de travail constatées au sein de l'Institut, par exemple en matière de temps de travail. Ainsi, l'accord spécifique signé dans ce domaine garantit les principes de conciliation entre la vie privée et la vie professionnelle, grâce à une gestion individualisée des horaires de travail quotidien. Le nouveau dispositif conventionnel a été élaboré grâce à un dialogue constructif avec les organisations syndicales et contribue au maintien d'un climat de travail de qualité au sein de l'Institut.»

"The complete revision of the IRSN convention that was completed in 2015 had a dual objective: to simplify and also give more flexibility to the provisions signed since 2003 and which had been widely amended as legislation evolved. Henceforth, the new system by themes makes it possible to take the requirements of the French Labour Code into account more easily, in particular with regard to negotiations on the main themes provided for by law. It also ensures equity for all staff members - regardless of their status - and consideration of the realities of work observed within the Institute, for example concerning working hours. The specific agreement signed in this field thus guarantees the principles of reconciliation between private and professional life, thanks to the individualised management of daily working hours. The new convention was drawn up thanks to constructive dialogue with the trade unions, and contributes to a quality working environment within the Institute."

d'évaluation de la maîtrise des risques et deux sur des sujets spécialisés (risques de criticité et confinement). Une session pilote a également été organisée pour un nouveau module de formation venant compléter le socle commun de connaissances dans l'expertise.

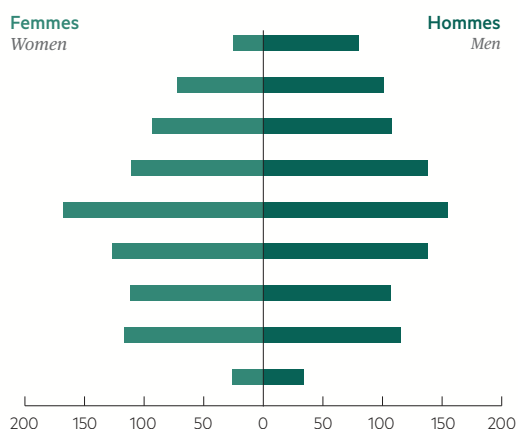
Enfin, des sessions de formation du corps enseignant de l'IRSN sont mises en place avec l'appui d'une société spécialisée dans le domaine de la formation et de la pédagogie. En 2015, environ

60 salariés ont participé à la formation des formateurs pour apprendre à concevoir des formations et à choisir les méthodes pédagogiques interactives et participatives. Cet accompagnement permet un déploiement homogène des outils et des méthodes pédagogiques pour tous les modules de formation quelles que soient les écoles.

L'ensemble des informations relatives à l'Université interne sera accessible début 2016 via un portail dédié. ■

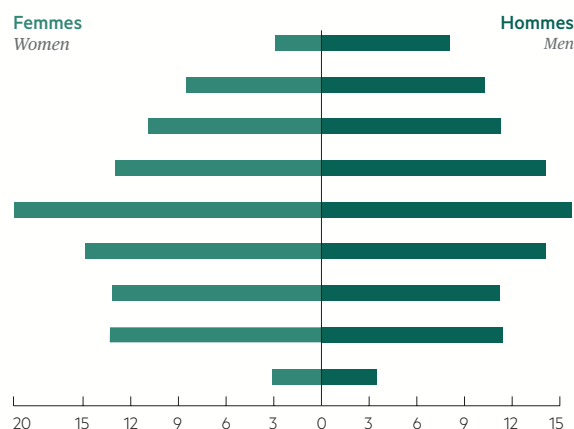
Répartition hommes/femmes par tranche d'âge (en effectifs par sexe)

Distribution of men/women by age group
(numbers by gender)



Répartition hommes/femmes par tranche d'âge (en % par sexe)

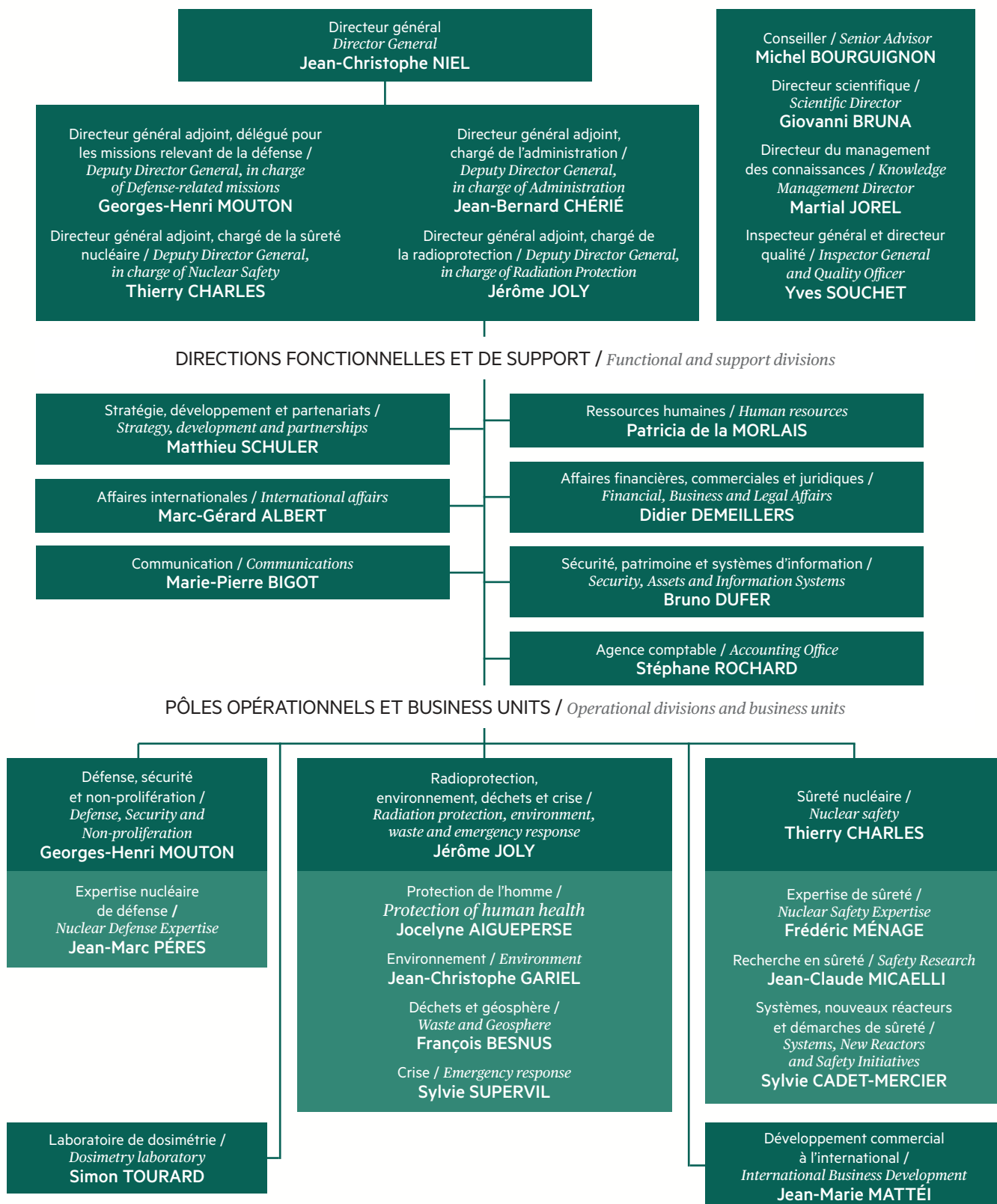
Distribution of men/women by age group
(as % by gender)



Organigramme

(AU 30 AVRIL 2016)

Organization chart (AS OF APRIL 30, 2016)



COMITÉ DE DIRECTION (AU 30 AVRIL 2016)

EXECUTIVE COMMITTEE (AS OF APRIL 30, 2016)

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.



MEMBRES DU COMITÉ DE DIRECTION / Executive Committee members:

Jocelyne AIGUEPERSE (1) / Marc-Gérard ALBERT (2) / François BESNUS (3) / Marie-Pierre BIGOT (4) / Giovanni BRUNA (5) / Sylvie CADET-MERCIER (6) / Thierry CHARLES (7) / Jean-Bernard CHÉRIÉ (8) / Michel CHOUHA* (9) / Patricia de la MORLAIS (10) / Didier DEMEILLERS (11) / Bruno DUFER (12) / Jean-Christophe GARIEL (13) / Jérôme JOLY (14) / Martial JOREL (15) / Didier LOUVAT** (16) / Jean-Marie MATTÉI (17) / Frédéric MÉNAGE (18) / Jean-Claude MICAELLI (19) / Georges-Henri MOUTON (20) / Jean-Christophe NIEL (21) / Jean-Marc PÉRÈS (22) / Stéphane ROCHARD (23) / Matthieu SCHULER (24) / Yves SOUCHET (25) / Sylvie SUPERVIL (26) / Simon TOURARD (27)

* Riskaudit – ** ENSTTI

COMITÉ D'ÉTAT-MAJOR

SENIOR MANAGEMENT COMMITTEE

JEAN-CHRISTOPHE NIEL

Directeur général / *Director General*

GEORGES-HENRI MOUTON

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*

YVES SOUCHET

Inspecteur général et directeur qualité / *Inspector General and Quality Director*

Conseil d'administration (au 1^{er} avril 2016)

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 budgets rectificatifs, les comptes de chaque exercice et l'affectation des résultats.

UN DÉPUTÉ (en attente de nomination).

UN SÉNATEUR

Michel BERTSON, sénateur et membre de l'Office parlementaire des choix scientifiques et technologiques.

DIX REPRÉSENTANTS DE L'ÉTAT

Norbert FARGÈRE, ingénieur général pour la sécurité nucléaire de la Direction générale de l'armement, représentant le ministre de la défense. **Laurent TAPADINHAS**, directeur adjoint à la Commissaire générale au développement durable, représentant le ministre chargé de l'environnement. **Joëlle CARMES**, 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. **Aurélien LOUIS**, sous-directeur de l'industrie nucléaire à la Direction générale de l'énergie et du climat, représentant le ministre chargé de l'énergie. **Frédéric RAVEL**, directeur 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. **Faouzia FEKIRI**, chef du bureau d'analyse et de gestion des risques de la Direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises, représentant le ministre chargé de la sécurité civile. **Frédéric TÉZÉ**, adjoint, sous-direction des conditions de travail, santé et sécurité, Direction générale du travail, représentant le ministre chargé du travail. **Jean-Baptiste MINATO**, chef du bureau énergie, participations, industrie et innovation à la Direction du budget, représentant le ministre chargé du budget. **Bernard DUPRAZ**, délégué à la sûreté nucléaire et à la radioprotection pour les activités et installations intéressant la défense. **Pierre-Franck CHEVET**, président de l'Autorité de sûreté nucléaire.

CINQ PERSONNALITÉS QUALIFIÉES

Jean-Claude DELALONDE, président de l'Association nationale des commissions et comités locaux d'information, sur proposition du ministre chargé de l'environnement. **Bruno DUVERT**, général de brigade aérienne, sur proposition du ministre de la défense. **Dominique LE GULUDEC**, présidente du conseil d'administration de l'IRSN, professeur de médecine, chef de département de médecine nucléaire à l'hôpital Bichat de Paris, sur proposition du ministre chargé de la santé. **Agnès SMITH**, professeur à l'école nationale des céramiques industrielles de Limoges, sur proposition du ministre chargé de la recherche. Personnalité qualifiée en attente de nomination, sur proposition du ministre chargé de l'énergie.

HUIT REPRÉSENTANTS DU PERSONNEL

Mireille ARNAUD, CGT. **Nicolas BRISSON**, CGT. **François DUCAMP**, CGT. **Marie-Paule ENILORAC-PRIGENT**, CFE-CGC. **Thierry FLEURY**, CFDT. **François JEFFROY**, CFDT. **Olivier KAYSER**, CFE-CGC. **Christophe SERRES**, CFDT.

PERSONNALITÉS PRÉSENTES DE DROIT OU ASSOCIÉES

Bernard ABATE, contrôleur budgétaire. **Philippe BOURACHOT**, secrétaire du comité d'entreprise. **Marc MORTUREUX**, directeur général de la prévention des risques et commissaire du Gouvernement. **Georges-Henri MOUTON**, directeur général adjoint, délégué pour les missions relevant de la défense. **Jacques REPUSSARD**, directeur général, puis à partir du 22 avril **Jean-Christophe NIEL**, directeur général. **Stéphane ROCHARD**, agent comptable.

BOARD OF DIRECTORS (as of April 1st, 2016)

MISSIONS
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.

A MEMBER OF PARLIAMENT
(nomination pending)

A SENATOR
Michel Berson, Senator and member of the French Parliamentary Office for the Evaluation of Scientific and Technological Choices

TEN GOVERNMENT REPRESENTATIVES
Norbert FARGÈRE, Nuclear Safety Inspector for DGA, the French defense procurement agency, representing the Minister of Defense. **Laurent TAPADINHAS**, Director of Research and Innovation, representing the Minister of the Environment. **Joëlle CARMES**, Deputy Director of Environmental and Food Risk Prevention at the French Directorate-General for Health. **Aurélien LOUIS**, Deputy Director for

the Nuclear Industry, Directorate-General for Energy and Climate, representing the Minister of Industry. **Frédéric RAVEL**, Scientific Director of the Energy, Sustainable Development, Chemistry and Process Department of the Directorate General for Research and Innovation, representing the Minister of Research. **Faouzia FEKIRI**, Head of the Risk Resilience Assessment Office of the Directorate General for Civil Protection and Emergency Response, representing the Minister of Civil Protection. **Frédéric TÉZÉ**, Deputy, Subdirectorate for Working Conditions, Health and Safety, Directorate-General for Labor, representing the Minister of Labor. **Jean-Baptiste MINATO**, Head of the Energy, Profitsharing, Industry and Innovation office at the Budget Directorate, representing the Minister of the Budget. **Bernard DUPRAZ**, Representative in charge of Nuclear Safety and Radiation Protection for Defense-related Activities and Facilities. **Pierre-Franck CHEVET**, Head of the Nuclear Safety and Radiation Protection Mission.

FIVE ADVISORY MEMBERS

Jean-Claude DELALONDE, Chairman of the National Association of Local Information Commissions and Committees, nominated by the Minister of the Environment. **Bruno DUVERT**, Air Force Brigadier General, nominated by the

Minister of Defense. **Dominique LE GULUDEC**, Chairperson of the IRSN Board of Directors, Professor of Medicine, Head of the Nuclear Medicine Department of Bichat Hospital in Paris, nominated by the Minister of Health. **Agnès SMITH**, Professor at the Ecole nationale des céramiques industrielles de Limoges, nominated by the Minister of Research. Advisory member yet to be nominated by the Minister of Energy.

EIGHT STAFF REPRESENTATIVES
Mireille ARNAUD, CGT. **Nicolas BRISSON**, CGT. **François DUCAMP**, CGT. **Marie-Paule ENILORAC-PRIGENT**, CFE-CGC. **Thierry FLEURY**, CFDT. **François JEFFROY**, CFDT. **Olivier KAYSER**, CFE-CGC. **Christophe SERRES**, CFDT.

EX OFFICIO OR ASSOCIATE MEMBERS
Bernard ABATE, Budget Comptroller. **Philippe BOURACHOT**, Works Committee Secretary. **Marc Mortureux**, Director General of Risk Prevention and Government Commissioner. **Georges-Henri MOUTON**, Deputy Director General, in charge of Defense-related missions. **Jacques REPUSSARD**, Director General; as of April 22, **Jean-Christophe NIEL**, Director General. **Stéphane ROCHARD**, Accounting Officer.

Comité d'orientation auprès de la direction de l'expertise nucléaire de défense – CODEND (au 1^{er} avril 2016)

MISSIONS

Le comité d'orientation examine le programme d'activité de la Direction de l'expertise nucléaire de défense (DEND) 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.

Bernard DUPRAZ, président du CODEND, délégué à la sûreté nucléaire et à la radioprotection pour les activités et installations intéressant la défense. **Pierre de VILLIERS**, général d'armée, représentant le chef d'état-major des Armées. **Éric SCHERER**, contre-amiral, Inspection des armements nucléaires. **Norbert FARGÈRE**, ingénieur général de l'armement, représentant le délégué général de l'armement. **Frank BARRERA**, colonel, représentant le secrétaire général pour l'administration du ministère de la défense. **Jean-Baptiste MINATO**, représentant le directeur du budget. **Chloé BAUDREUX**, représentant le directeur des affaires stratégiques, de sécurité et du désarmement du ministère des affaires étrangères et

européennes. **Christian DUFOUR**, 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. **Christophe QUINTIN**, 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'environnement, de l'énergie et de la mer. **Serge POULARD**, personnalité qualifiée nommée par le ministre chargé de l'industrie.

Conseil scientifique (au 1^{er} avril 2016)

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.

Pierre TOULHOAT, directeur général du Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM), président du conseil scientifique. **Jean-Christophe AMABILE**, médecin en chef, spécialiste radioprotection au service de protection radiologique des armées (SPRA). **Hugues DELORME**, professeur spécialiste en neutronique à l'École des applications militaires de l'énergie atomique (EAMEA). **Patsy-Ann THOMPSON**, directrice de l'évaluation et de la protection de l'environnement à la Commission de sûreté nucléaire du Canada (CCSN), sur proposition du ministre chargé de l'environnement. **Frank HARDEMAN**, directeur en charge de la radioprotection-environnement-santé au centre d'étude belge de l'énergie nucléaire (SCK-CEN).

Jean-Paul MOATTI, professeur des universités. **Guy FRIJA**, Professeur des universités. **Denis VEYNANTE**, directeur de recherche au Centre national de la recherche scientifique (CNRS). **Éric ANDRIEU**, professeur à l'Institut national polytechnique de Toulouse. **Bernard BONIN**, directeur scientifique adjoint de la direction de l'énergie nucléaire du Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), sur proposition du ministre chargé de la recherche. **Denis GAMBINI**, médecin praticien, chercheur à l'hôpital Hôtel-Dieu de Paris, sur proposition du ministre chargé du travail. **Didier BAPTISTE**, directeur scientifique de l'Institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles (INRS).

STEERING COMMITTEE FOR THE NUCLEAR DEFENSE EXPERTISE DIVISION - CODEND (as of April 1st, 2016)

MISSIONS

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, CODEND Chairman, Representative in charge of Nuclear Safety and Radiation Protection for Defense related Activities and Facilities. **Pierre de VILLIERS**, General, representative of the Armed Forces Chief of Staff. **Éric SCHERER**, Rear-Admiral, Nuclear Weapons Inspector. **Norbert FARGÈRE**, Engineer General for Armaments, representing the DGA, the French defense procurement agency. **Frank BARRERA** Colonel, representing the administrative Secretary General of the Ministry of Defense. **Jean-Baptiste MINATO**, Representing the Budget Director. **Chloé BAUDREUX**, Representing the Director of Strategic Affairs, Security and Disarmament at the Ministry of Foreign and European Affairs. **Christian DUFOUR**, Deputy

Head of the Economic and Nuclear Infrastructure Security Department, representing the High Civil Servant for Defense and Security of the Ministry of the Economy, Finance, and Industry. **Christophe QUINTIN**, Head of the Department of Defense, Security and Economic Intelligence, representing the High Civil Servant for Defense and Security at the Ministry of Ecology, Sustainable Development, and Energy. **Serge POULARD**, Advisory member, appointed by the Minister of Industry.

SCIENTIFIC COUNCIL (as of April 1st, 2016)

MISSIONS

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.

Pierre TOULHOAT, Deputy CEO of the French Geological Survey (BRGM), IRSN Scientific Council Chairman. **Jean-Christophe AMABILE**, Chief Medical Officer, radiation protection specialist at the Armed Forces

Radiation Protection Department (SPRA). **Hugues DELORME**, Professor specialized in neutron physics at the School of Military Applications of Atomic Energy (EAMEA). **Patsy-Ann THOMPSON**, Director of Environmental and Radiation Protection and Assessments at the Canadian Nuclear Safety Commission, nominated by the Minister of the Environment. **Frank HARDEMAN**, Director in charge of Radiation Protection-Environment-Health at the Belgian Nuclear Research Center (SCK-CEN). **Jean-Paul MOATTI**, University professor. **Guy FRIJA**, University professor. **Denis VEYNANTE**, Research Director at the French National Center for Scientific Research (CNRS). **Éric ANDRIEU**, Professor at the Toulouse National Polytechnic Institute (INP). **Bernard BONIN**, Deputy Scientific Director of the CEA Nuclear Energy Division, nominated by the Minister of Research. **Denis GAMBINI**, Medical practitioner, researcher at the Occupational Health Department at the Hôtel-Dieu hospital in Paris, nominated by the Minister of Labor. **Didier BAPTISTE**, Scientific Director at the French National Institute for Occupational Health and Safety Research (INRS).

Commission d'éthique et de déontologie (au 1^{er} avril 2016)

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.

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. **Agnès BUZYN**, médecin et professeur d'hématologie, présidente du collège de la Haute autorité de santé (HAS). Depuis le 23 mars 2015, **Marc CLÉMENT**, rapporteur public à la Cour administrative d'appel de Lyon, membre de l'Autorité environnementale du Conseil général de l'environnement et du développement durable. **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, membre de l'Autorité environnementale et coordinateur du collège Recherche et technologie du Conseil général de l'environnement et du développement durable. **Frédéric WORMS**, professeur de philosophie à l'École normale supérieure, directeur du Centre international d'étude de la philosophie française contemporaine (composante de la République des savoirs, USR 3608 ENS/Collège de France/CNRS), membre du Comité consultatif national d'éthique (CCNE).

Comité d'orientation de la recherche en sûreté nucléaire et en radioprotection – COR (au 1^{er} avril 2016)

MISSIONS

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

POUVOIRS PUBLICS

Représentants des ministères de tutelle: **Bruno GILLET**, chargé de mission, Direction générale de la recherche et de l'innovation, représentant le ministère chargé de la recherche. Représentant de la direction générale de la santé, représentant le ministère chargé

de la santé. **Lionel MOULIN**, chef de la mission risques environnement et santé, service de la recherche, Direction de la recherche et de l'innovation, représentant le ministère de l'environnement de l'énergie et de la mer.

ETHICS COMMISSION COMPOSITION (as of April 1st, 2016)

MISSIONS

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, 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. **Agnès BUZYN**, Doctor and professor of hematology, Chairperson, National Authority for Health (HAS). Since March 23, 2015, **Marc CLÉMENT**, Public reporter to the Administrative Appeal Court in Lyon, member of the Environmental Authority of the General Council for the

Environment and Sustainable Development. **Éric VINDIMIAN**, 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, member of the Environmental Authority and Coordinator of the Research and Technology Commission of the General Council for the Environment and Sustainable Development. **Frédéric WORMS**, Professor of Philosophy at the Ecole Normale Supérieure, Director of the Centre international d'étude de la Philosophie française contemporaine (part of the République des savoirs, USR 3608 ENS/Collège de France/CNRS), Member of the French National Ethics Advisory Committee (CCNE).

NUCLEAR SAFETY AND RADIATION PROTECTION RESEARCH POLICY COMMITTEE – COR (as of April 1st, 2016)

MISSIONS

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.

PUBLIC AUTHORITIES

Supervisory ministry representatives: **Bruno GILLET**, Task Officer, Directorate-General for Research and Innovation, representing the Ministry of Research. Representative of the Directorate-General for Health, representative of the Ministry of Health. **Lionel MOULIN**, Head of the Environmental Risks and Health Mission, Research Department, Directorate for Research and Innovation, representing the Ministry of Environment, Energy, and the Sea.

Jean-François CAU, inspecteur délégué de la sécurité nucléaire, Délégation générale pour l'armement, représentant le ministère de la défense. **Christophe POUSSARD**, chargé de mission au bureau politique publique et tutelle, direction générale de l'énergie et du climat, représentant le ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer. Représentant le ministère chargé du travail: **Thierry LAHAYE**, chargé des questions relatives à la protection des travailleurs contre les risques physiques, Direction générale du travail. Représentant l'Autorité de sûreté nucléaire: **Jean-Christophe NIEL**, directeur général.

ENTREPRISES ET ASSOCIATIONS PROFESSIONNELLES

Noël CAMARCAT, délégué recherche et développement nucléaire, Direction production ingénierie, EDF. **Bernard LE GUEN**, EDF, représentant la SFRP. **Bertrand de l'ÉPINOIS**, directeur des normes de sûreté, représentant Areva. **Jean-Jacques MAZERON**, chef du service de radiothérapie-oncologie, hôpital Pitié-Salpêtrière, représentant la SFRO. **Soraya THABET**, directrice de la maîtrise des risques, Andra.

SALARIÉS DU SECTEUR NUCLÉAIRE

Représentants des organisations syndicales nationales représentatives: **Jean-Paul CRESSY**, FCE-CFDT. **Martine DOZOL**, FO. **Claire ÉTINEAU**, CFTC. **Jaques DELAY**, CFE-CGC. **Clément CHAVANT**, CGT.

ÉLUS

Représentants de l'OPECST: **François COMMEINHES**, sénateur de l'Hérault. **Denis BAUPIN**, député de Paris. Représentante des commissions locales d'information (Cli): **Monique SENÉ**, vice-présidente de l'Anccli. Représentants de communes accueillant une installation nucléaire, proposés par l'Association des maires de France: en cours de nomination. **Bertrand RINGOT**, maire de Gravelines.

ASSOCIATIONS

David BOILLEY, président d'Acro. **Jean-Paul LACOTE**, France nature environnement. **Simon SCHRAUB**, administrateur de la Ligue nationale contre le cancer.

PERSONNALITÉS QUALIFIÉES

Jean-Claude DELALONDE, président de l'Anccli. **Marie-Pierre COMETS**, présidente du Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire. **Dominique LE GULUDEC**, présidente du conseil d'administration de l'IRSN, présidente des qualités du COR.

ORGANISMES DE RECHERCHE

Daniel FAGRET, directeur général délégué à la stratégie, 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). **François GAUCHÉ**, directeur de l'énergie nucléaire, CEA. **Cyrille THIEFFRY**, chargé de mission pour la radioprotection et les affaires nucléaires, IN2P3, représentant le CNRS.

PERSONNALITÉS ÉTRANGÈRES

Christophe BADIE, département des évaluations environnementales, *Public Health England*, Royaume-Uni. **Ted LAZO**, NEA (*Nuclear Energy Agency*), OCDE. **George YADIGAROGU**, professeur émérite d'ingénierie nucléaire à l'Institut fédéral suisse de technologie (ETH), Suisse.

PERSONNALITÉS PRÉSENTES DE DROIT

Yves BRÉCHET, Haut Commissaire à l'énergie atomique. **Marc MORTUREUX**, Commissaire du Gouvernement, représenté par **Benoît BETTINELLI**, chef de la mission de sûreté nucléaire et de radioprotection, ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer. **Pierre TOULHOAT**, président du conseil scientifique de l'IRSN, directeur scientifique à l'Ineris. **Jacques REPUSSARD**, directeur général de l'IRSN.

Jean-François CAU, Nuclear Safety Inspector, DGA (French defense procurement Agency). Christophe POUSSARD, Task Officer at the Policy and Supervisory Office, Directorate-General for Energy and Climate, representing the Ministry of Industry. Representing the Ministry of Labor: Thierry LAHAYE, in charge of matters relating to the protection of workers against physical hazards, Directorate General for Labor. Representative of French Nuclear Safety Authority: Jean-Christophe NIEL, Director General.

COMPANIES AND PROFESSIONAL ASSOCIATIONS

Noël CAMARCAT, Nuclear Research and Development Officer, Generation and Engineering Branch, EDF. Bernard LE GUEN, Director of Risk Control, Andra. Bertrand de l'ÉPINOIS, Safety Standards Director, representing Areva. Jean-Jacques MAZERON, Head of the Radiotherapy-Oncology Department, Pitié-Salpêtrière Hospital, SFRP representative. Soraya THABET, Director of Risk Control, Andra.

EMPLOYEES IN THE NUCLEAR SECTOR

Representatives of national labor unions: Jean-Paul CRESSY, FCE-CFDT. Martine DOZOL,

FO. Claire ÉTINEAU, CFTC. Jaques DELAY, CFECCG. Clément CHAVANT, CGT

ELECTED REPRESENTATIVES

OPECST representatives: François COMMEINHES, Senator for Hérault. Denis BAUPIN, Member of Parliament for Paris. Representative of the Local Information Commissions (Cli): Monique SENÉ, Vice-President of Anccli. Representatives of municipalities hosting a nuclear facility, proposed by the association of French Mayors: nomination pending. Bertrand RINGOT, Mayor of Gravelines.

ASSOCIATIONS

David BOILLEY, President of Acro. Jean-Paul LACOTE, France Nature Environnement. Simon SCHRAUB, Director of the Ligue Nationale Contre le Cancer.

ADVISORY MEMBERS

Jean-Claude DELALONDE, President of ANCCLI. Marie-Pierre COMETS, President of the High Committee for Transparency and Information on Nuclear Safety. Dominique LE GULUDEC, Chairperson of the IRSN Board of Directors, ex-officio Chairperson of the Nuclear Safety and Radiation Protection Research Policy Committee.

RESEARCH ORGANIZATIONS

Daniel FAGRET, Deputy Director General for Strategy - Inserm. Paristech representative (nomination pending), representative of the French Conference of University Presidents (CPU). François GAUCHÉ, Director of Nuclear Energy, CEA. Cyrille THIEFFRY, Task Officer for Radiation Protection and Nuclear Affairs, IN2P3, CNRS representative.

FOREIGN MEMBERS

Christophe BADIE, Environmental Assessments Department, Public Health England, United Kingdom. Ted LAZO, NEA, OECD. George YADIGAROGU, Professor of Nuclear Engineering at the Swiss Federal Institute of Technology.

EX OFFICIO MEMBERS

Yves BRÉCHET, Atomic Energy High Commissioner. Marc MORTUREUX, Government Commissioner, represented by Benoit BETTINELLI, Head of the Nuclear Safety and Radiation Protection Mission, Ministry of Ecology, Sustainable Development and Energy. Pierre TOULHOAT, IRSN Scientific Council Chairman, Scientific Director at INERIS. Jacques REPUSSARD, Director-General of IRSN.

A

- ADEME** Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie.
- AEN** Agence pour l'énergie nucléaire de l'OCDE.
- AIEA** Agence internationale de l'énergie atomique.
- ALLIANCE** *European Radioecology Alliance* - Alliance européenne en radioécologie.
- 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.
- ASN** Autorité de sûreté nucléaire.
- ASND** Autorité de sûreté nucléaire défense.
- 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.
- ATMO** Franche-Comté Réseau de surveillance pour la mesure, l'analyse et le contrôle de la qualité de l'air en Franche-Comté.

B

- Bel V** Filiale de l'Agence fédérale de contrôle nucléaire belge.
- BSAF** *Benchmark Study if the Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station* - Projet mené sous l'égide de l'AEN/OCDE.

C

- CABRI** Réacteur d'essais du CEA utilisé par l'IRSN pour des expériences concernant la sûreté du combustible.
- CIGÉO** Projet de centre de stockage réversible profond de déchets radioactifs en Meuse/Haute-Marne.
- CIPR** Commission internationale de protection radiologique.
- CLADS** *Collaborative Laboratories for Advanced Decommissioning Science* - Mis en place par l'agence japonaise de l'énergie atomique.
- CLI** Commission locale d'information.
- CLIS** Commission locale d'information et de suivi/devenue CSS Commission de suivi des sites.
- CONCERT** *European Concerted Program on Radiation Protection Research*.
- COR** Comité d'orientation de la recherche en sûreté nucléaire et en radioprotection.
- CRITICITÉ (RISQUES DE)** Risques associés aux réactions en chaîne non maîtrisées dans des matériaux fissiles.
- CSNC** *Canadian Nuclear Safety Commission* - Commission canadienne de sûreté nucléaire.

D

- DGEC** Direction générale de l'énergie et du climat.
- 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 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).

A

- ADEME** *French Environment and Energy Management Agency*.
- ALLIANCE** *European Radioecology Alliance*.
- 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*.
- ATMO** *Franche-Comté Monitoring network for measuring, analyzing and controlling air quality in the Franche-Comté region of eastern France*.

B

- Bel V** *Subsidiary of the Belgian Federal Agency for Nuclear Control*.
- BSAF** *Benchmark Study if the Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station* - Project carried out under the aegis of the OECD/NEA.

C

- CABRI** *CEA test reactor used by IRSN to study nuclear fuel safety*.
- CIGÉO** *Project for a repository in the Meuse/Haute-Marne for the reversible geological disposal of radioactive waste*.
- CLADS** *Collaborative Laboratories for Advanced Decommissioning Science* - Set up by the Japanese Atomic Energy Agency.
- CLI** *Local Information Commission*.
- CLIS** *Local information and oversight committee/now known as CSS, site oversight committee*.
- CONCERT** *European Concerted Program on Radiation Protection Research*.
- COR** *Nuclear Safety and Radiation Protection Research Policy Committee*.
- CRITICALITY (RISKS)** *Risks associated with uncontrolled fission phenomena in fissile materials*.
- CSNC** *Canadian Nuclear Safety Commission*.

D

- DGEC** *Directorate-General for Energy and Climate*.
- DSND** *Representative in charge of Nuclear Safety and Radiation Protection for Defense-related Activities and Facilities*.
- DoE/NSA** *Department of Energy/National Nuclear Security Administration*.
- DOSIMETRY** *Assessment or measurement of the dose of radiation (radioactivity) absorbed by a substance or an individual*.
- DRL** *Diagnostic Reference Levels*.
- DROM-COM** *French overseas departments, regions and communities*.

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.

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.

EURADOS *European Radiation Dosimetry Group*.

EURATOM Communauté européenne de l'énergie atomique.

ESARDA *European safeguards research and development association*.

G

GAMMA (SYMBOLE γ) Rayonnement électromagnétique, très pénétrant mais peu ionisant, émis lors de la désintégration de radionucléides. Des écrans de béton ou de plomb permettent de s'en protéger.

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

ICEDA Installation de conditionnement et d'entreposage d'EDF.

IFFO-RME Institut français des formateurs risques majeurs et protection de l'environnement.

INB Installation nucléaire de base.

INBS Installation nucléaire de base secrète.

INSA Institut national des sciences appliquées.

ITER *International Thermonuclear Experimental Reactor* – Programme de recherche international destiné à démontrer la viabilité de la fusion comme nouvelle source énergétique.

M

MEEM Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer

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

NERIS Plate-forme de recherche axée sur la préparation et la réaction aux situations d'urgence et la gestion de situations postaccidentelles.

NRD Niveaux de référence diagnostiques.

E

ECS *Complementary safety assessments*.

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.

ENSTTI *European Nuclear Safety Training and Tutoring Institute*.

EPR *European Pressurised water Reactor*.

ETSON *European Technical Safety Organizations Network*.

EURADOS *European Radiation Dosimetry Group*.

EURATOM *European Atomic Energy Community*.

ESARDA *European safeguards research and development association*.

G

GAMMA (SYMBOLE γ) Electromagnetic radiation with high penetration but low ionization, emitted during the transformation of radionuclides. Protection is provided by concrete or lead screens.

H

HFDS *High Civil Servant for Defense and Security* – Ministry of Energy, the authority in charge of nuclear material protection and control in France.

HILW-LL *High level and intermediate level long-lived waste*.

I

IAEA *International Atomic Energy Agency*.

ICEDA *EDF Activated Waste Conditioning and Storage Facility*.

ICRP *International Commission on Radiological Protection*.

IFFO-RME *French Institute for Major Risk and Environmental Protection Trainers*.

INB *Basic nuclear installation*.

INBS *Secret basic nuclear*.

INSA *French National Institute of Applied Science*.

ITER *International Thermonuclear Experimental Reactor* – An international program set up to demonstrate the viability of nuclear fusion as a new source of energy.

M

MEEM *Ministry of Environment, Energy, and the Sea*.

MELODI *Multidisciplinary European Low Dose Initiative* 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 *OECD Nuclear Energy Agency*.

NERIS *Research platform focusing on emergency preparedness and response and the management of post-accident situations*.

NSC *Chinese Nuclear Safety Center*.

NURESAFE *Nuclear Reactor Safety Simulation Platform* – European project.

NSC Nuclear Safety Center - Autorité de sûreté nucléaire chinoise.

NURESAFE Nuclear Reactor Safety Simulation Platform – Projet européen.

O

OCDE Organisation de coopération et de développement économiques.

ODOBA Observatoire de la durabilité des ouvrages en béton armé

OPERRA Open Project for the European Radiation Research Area.

P

PASSAM Passive and Active Systems on Severe Accident source term Mitigation – Projet européen.

PCR Personne compétente en radioprotection.

PRINCESS Project for IRSN Neutron physics and Criticality Experimental data Supporting Safety.

R

RADIOÉLÉMENT Élément radioactif naturel ou artificiel.

RADIONUCLÉIDE Isotope radioactif d'un élément.

RES Réacteur d'essais du CEA.

RNR-Na Réacteur à neutrons rapides refroidi au sodium.

S

SAREF Safety Research Opportunities Post-Fukushima - Programme de l'OCDE.

SISERI Système d'information de surveillance des expositions aux rayonnements ionisants.

SITEX Sustainable network for independent technical expertise of radioactive waste disposal – interactions and implementation - Projet européen.

SNETP Sustainable Nuclear Energy Technology Platform – Plate-forme européenne dédiée aux technologies nucléaires.

T

TECV Loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte.

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.

TSN Loi du 13 juin 2006 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire.

TSO Technical Safety Organization – Organisme technique de sûreté.

U

US-NRC United States Nuclear Regulatory Commission.

V

VTT Centre de recherche technique de Finlande.

O

OCDE Organization for Economic Co-operation and Development.

ODOBA Observatory of the durability of reinforced concrete structures.

OPERRA Open Project for the European Radiation Research Area.

P

PASSAM Passive and Active Systems on Severe Accident source term Mitigation – European project.

PCR Radiation protection specialist.

PRINCESS Project for IRSN Neutron Physics and Criticality Experimental Data Supporting Safety.

R

RADIOÉLÉMENT Natural or artificial radioactive element.

RADIONUCLIDE Radioactive isotope of an element.

RES CEA test reactor.

S

SAREF Safety Research Opportunities Post-Fukushima – OECD program.

SFR Sodium-cooled Fast Reactor.

SISERI Information system for occupational dosimetry registration.

SITEX Sustainable network for independent technical expertise of radioactive waste disposal – interactions and implementation – European project.

SNETP Sustainable Nuclear Energy Technology Platform – A European platform devoted to nuclear technology.

T

TECV French Act on energy transition for green growth.

TÉLÉRAY French national automatic gamma air monitoring network. It also emits a warning in the event of unusually high ambient dose rates.

TSN French act relative to Transparency and Security in the Nuclear Field.

TSO Technical Safety Organization.

U

US-NRC United States Nuclear Regulatory Commission.

V

VTT Technical Research Center of Finland.

COORDONNÉES DES SITES / Sites details

SIÈGE SOCIAL / 31, avenue de la Division Leclerc / BP 17 – 92262 Fontenay-aux-Roses Cedex / Tél.: +33 (0)1 58 35 88 88

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

LE VÉSINET / 31, rue de l'Écluse / BP 40035 – 78116 Le Vésinet Cedex / Tél.: +33 (0)1 30 15 52 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

CRÉDITS PHOTO / Photo credits

Couverture: Getty Images – Antoine Devouard/IRSN: pages 6, 8, 10, 89 – Jean-Marie Huron/Signatures/IRSN: page 17 – DR: pages 19, 20, 47, 61, 67, 73, 79 – Stéphanie Jayet/IRSN: page 31 – Laurent Zylberman/Graphix-Images/IRSN: page 81 – Olivier Seignette/Mikaël Lafontan/IRSN: page 87 – Luc Benevello/IRSN: page 89 – Olivier Seignette/Mikaël Lafontan/IRSN: page 89.

« L'ANNÉE 2015 EN IMAGES » / “2015, THE YEAR IN IMAGES”

Thierry Borredon/Signatures/IRSN: pages I et XI (Grand accélérateur national d'ions lourds, Caen) – IRSN: pages II, V, VIII et XII – Aurélien Morissard/IP3 Press/MaxPPP: page II – Laurent Zylberman/Graphix-Images/IRSN: pages II, V, XI et XII, page XIII (Simulateur SOFIA, IRSN), pages XIII, XIV et XV, page XV (Hôpital de la Pitié-Salpêtrière, Paris) – DR: pages II, VI, VII et IX – Jean-Marc Bonzom/IRSN: page III – DCNS: page III – Matthieu Colin/EDF: page III (Centrale nucléaire du Tricastin) – Olivier Seignette/Mikaël Lafontan/IRSN: page IV (Institut Laue Langevin, Grenoble) – Antoine Devouard/IRSN: pages IV et XIV – Arnaud Bouissou/MEDDE/IRSN: page IV (Laboratoire des traitements des échantillons, IRSN) – David Claval/IRSN: page V (Laboratoire d'études radioécologiques en milieu continental et marin, IRSN) – Jean-Marie Huron/Signatures/IRSN: page VI (Laboratoire expérimentation environnement et chimie, IRSN) – Guillaume Bression/Fabien Recoquillé/IRSN: page VI Laurent Zylberman/Graphix-Images/ENSTTI: page VII – William Le Saux/IRSN: page VII – Aleth Delattre/IRSN: page VIII – Grégoire Maisonneuve/IRSN: pages VIII et X – Michel Labelle/Signatures/IRSN: page IX (Laboratoire de physique et de métrologie des aérosols, IRSN) – OPCW: page IX – Noak/Le bar Floréal/IRSN: page X – Benjamin Miesse/Vertigo: page XI – Stéphanie Jayet/EDF: page XII (Centrale nucléaire du Tricastin) – Emmanuel Riche/Odyssée/V360/KD: page XII – Gérald Bouchez/IRSN: page XIII – Romain Baltz/IRSN: page XIV (Réacteur de recherche Cabri, CEA Cadarache) – Alexis Morin/EDF: page XV (EPR de Flamanville).

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 / Marie-Pierre BIGOT / Yves BRISSET / Giovanni BRUNA / Sylvie CHARRON / Stéphanie CLAVELLE / Patrice DESCHAMPS / Aleth DELATTRE / Didier DEMEILLERS / Patrick LALOI / Stéphane LORTHIOIR / Pascale MONTI / François ROLLINGER / Véronique ROUYER / Christine THARAUD – **Rédaction / Written by:** IRSN, avec le concours de / *with support from* Camille JAUNET (La Clé des mots). **Iconographie / iconography:** Charlotte PASCAL-HEUZÉ – **Conception graphique et réalisation / Graphic design and production:** meanings – **Traduction / translation:** Provence traduction – **Impression / printed by:** Stipa.

Le présent rapport a été approuvé par le conseil d'administration de l'IRSN du 25 février 2016.
This Annual Report was approved by the IRSN Board of Directors on February 25, 2016.



Rapport d'activité imprimé sur du papier issu de sources responsables.

© IRSN
N° ISSN 2493-593X



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