



**IRSN**

INSTITUT  
DE RADIOPROTECTION  
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

# FAIRE AVANCER LA SÛRETÉ NUCLÉAIRE

*ENHANCING NUCLEAR SAFETY*

**RAPPORT ANNUEL 2014**

*ANNUAL REPORT 2014*



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

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

## ENHANCING NUCLEAR SAFETY IN FRANCE AND INTERNATIONALLY

*IRSN, a public entity with industrial and commercial activities, was set up under Article 5 of French Act No. 2001-398 of May 9, 2001, enacted through Order No. 2002-254 of February 22, 2002. This Order was amended on April 7, 2007. The Institute is placed under the joint authority of the Ministries of Defense, Environment, Industry, Research, and Health. It is the nation's public service expert in nuclear and radiation risks, and its activities cover all the related scientific and technical issues. Its areas of specialization include the environment and radiological emergency response, human radiation protection in both a medical and professional capacity, and in both normal and postaccident situations, the prevention of major accidents, nuclear reactor safety, as well as safety in nuclear plants and laboratories, transport and waste treatment, and nuclear defense and security expertise. IRSN interacts with all parties concerned by these risks (public authorities, in particular nuclear safety and security authorities, local authorities, companies, research organizations, stakeholders' associations, etc.) to contribute to public policy issues relating to nuclear safety, human and environmental protection against ionizing radiation, and the protection of nuclear materials, facilities, and transport against the risk of malicious acts.*

## RESSOURCES HUMAINES

**1 748<sup>(1)</sup>**

collaborateurs, parmi lesquels de nombreux spécialistes, ingénieurs, médecins, agronomes, vétérinaires, techniciens, experts et chercheurs, dont 41 docteurs d'État ou personnes habilitées à diriger des recherches. L'IRSN accueille également les activités de :

**66,5<sup>(2)</sup> doctorants et 19,5<sup>(2)</sup> post-doctorants.**

### Human resources

*1,748<sup>(1)</sup> employees, including many specialists, such as engineers, doctors, agronomists, veterinarians, technicians, experts and researchers, with 41 doctors or persons qualified to direct research. IRSN is also the place of work of:*

*66.5<sup>(2)</sup> doctorate students and 19.5<sup>(2)</sup> post-doctorate students.*

## BUDGET

**291 M€**

ont été dépensés en 2014 dont :

- 40,5 % du budget (hors projets immobilier et Feurs) consacrés à la recherche;**
- 52,8 % du budget (hors projets immobilier et Feurs) consacrés à l'appui technique et aux missions d'intérêt public.**

### Budget

*291 €M spent by IRSN in 2014:*

- 40.5% of budget devoted to research excluding property projects and Feurs;*
- 52.8% of budget allocated to technical support and public service missions excluding property projects and Feurs.*

<sup>(1)</sup> Cet effectif est constitué de 1 624 contrats à durée indéterminée et de 124 contrats à durée déterminée (il inclut 75 mises à disposition et n'inclut pas 21 détachements). / This workforce consists of 1,624 persons on permanent contracts and 124 on fixed-term contracts (including 75 persons assigned to other organizations, but excluding 21 temporary assignments).

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

# SOMMAIRE

*CONTENTS*

## PERSPECTIVES *Outlook*

### AVANT-PROPOS

Dominique Le Guludec 6  
Jacques Repussard 8  
Michel Brière 11  
Activité en chiffres 12

*Foreword by Dominique Le Guludec 6  
Foreword by Jacques Repussard 8  
Foreword by Michel Brière 11  
Activity: key figures 12*

## STRATÉGIE *Strategy*

Avancées et principales actions conduites en 2014 18  
Management des connaissances 28  
Information et communication 30

*Progress and main activities in 2014 18  
Knowledge management 28  
Information and communication 30*

## L'ANNÉE 2014 EN IMAGES 32

*2014, the year in images 32*

## ACTIVITÉS *Activities*

### SÛRETÉ 36

Sûreté des réacteurs: le retour d'expérience 38  
Du démantèlement des anciens réacteurs à la conception des futurs réacteurs 40  
La sûreté des laboratoires et des usines 44  
Sûreté et risques induits par des infrastructures proches des installations nucléaires 46  
Vieillissement des réacteurs 47  
Combustible: recherches sur la corrosion et les déformations 48  
Des recherches et des expertises pour mieux appréhender les situations accidentielles 50  
Séismes: recherches et expertises 52  
À propos de la défense 53  
Stockage géologique de déchets radioactifs 56

### SAFETY 36

*Reactor safety: operating experience feedback 38  
From decommissioning old reactors to designing those of the future 40  
Safety of laboratories and plants 44  
Safety regarding risks due to infrastructure near nuclear facilities 46  
Reactor aging 47  
Fuel: research on corrosion and deformation 48  
Research and assessments for improved understanding of accident situations 40  
Earthquakes: research and assessments 52  
About defense 53  
Geological disposal of radioactive waste 56*

### SÉCURITÉ NUCLÉAIRE ET NON-PROLIFÉRATION 58

Sécurité 59  
Interdiction des armements chimiques 63  
Non-prolifération nucléaire 64

NUCLEAR SECURITY AND NONPROLIFERATION 58  
Security 59  
Chemical weapons ban 63  
Nuclear nonproliferation 64

### RADIOPROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET DE L'HOMME 66

Surveillance et mesure de l'environnement 68  
Radon 72  
Radioprotection des travailleurs 74  
Effets des expositions chroniques à de faibles doses 76  
Structuration européenne de la radioprotection 78  
Protection dans le domaine médical 81

RADIATION PROTECTION – ENVIRONMENT AND HUMAN HEALTH 66  
*Environmental monitoring and measurements 68  
Radon 72  
Radiation protection in the workplace 74  
Effects of chronic low-dose exposure 76  
Organization of radiation protection at the European level 78  
Protection in healthcare 81*

### CRISE ET SITUATIONS POSTACCIDENTELLES 84

Préparation aux situations de crise et postaccidentelles 86  
Outils de crise 88

EMERGENCY AND POST-ACCIDENT SITUATIONS 84  
*Emergency and accident preparedness and response 86  
Emergency response tools 88*

## EFFICIENCE *Efficiency*

Programme immobilier:  
concrétisation des projets de construction 92  
Hygiène, sécurité, responsabilité sociétale 94  
Ressources humaines 96  
Organigramme 100  
Conseil d'administration 102  
Comité d'orientation auprès de la direction de l'expertise nucléaire de défense – CODEND 103  
Conseil scientifique 103  
Commission d'éthique et de déontologie 104  
Comité d'orientation de la recherche en sûreté nucléaire et en radioprotection – COR 104

*Real estate program:  
construction projects get started 92  
Hygiene, safety, social responsibility 94  
Human resources 96  
Organization chart 100  
Board of directors 102  
Steering committee for the nuclear defense expertise Division – CODEND 103  
Scientific council 103  
Ethics commission composition 104  
Nuclear safety and radiation protection Research policy committee – COR 104*

## GLOSSAIRE 106 GLOSSARY 106



# PERSPECTIVES

AVANT-PROPOS DE DOMINIQUE LE GULUDEC,  
PRÉSIDENTE DU CONSEIL D'ADMINISTRATION P. 6 /  
AVANT-PROPOS DE JACQUES REPASSARD, DIRECTEUR  
GÉNÉRAL P. 8 / AVANT-PROPOS DE MICHEL BRIÈRE,  
DIRECTEUR GÉNÉRAL ADJOINT, DÉLÉGUÉ POUR LES  
MISSIONS RELEVANT DE LA DÉFENSE P. 11 / ACTIVITÉ  
EN CHIFFRES P. 12

## OUTLOOK

*Foreword by Dominique Le Guludec, Chairperson p. 6 / Foreword by Jacques Repussard, Director General p. 8 / Foreword by Michel Brière, Deputy Director General, in charge of Defense-related missions p. 11 / Activity: key figures p. 12*





**“ L’année 2014 a été déterminante pour l’Institut, son évolution et sa place dans le système de sûreté nucléaire national. ”**

**Dominique Le Guludec,  
Présidente du conseil d’administration  
Chairperson**

L’année 2014 a été déterminante pour l’Institut, son évolution et sa place dans le système de sûreté nucléaire national. Au-delà de la légitimité scientifique et technique qu’il s’est forgée au long cours, et dont la Cour des comptes a formulé le constat à l’occasion de son dernier contrôle, l’IRSN a gagné en stature dans le paysage politique, institutionnel et budgétaire. L’intégralité de ses missions au service de la politique de maîtrise des risques nucléaires et radiologiques est désormais pleinement perçue, au-delà de son rôle d’appui aux pouvoirs publics et aux autorités de sûreté. En effet, le rôle d’un acteur dont la valeur ajoutée principale est la connaissance scientifique et technique ne saurait se résumer au seul stade où il la mobilise, à savoir l’expertise : ce serait oublier toute la richesse des étapes de sa génèse, par la recherche et le retour d’expérience, sa collecte par les surveillances radiologiques, ou son partage, avec la société civile et plus largement les parties prenantes. Des positions claires sont venues marquer cette nouvelle étape : dans les champs de la loi, avec les travaux préparatoires au projet de loi transition énergétique pour une croissance verte ; au travers des moyens financiers, avec la décision gouvernementale pour le budget 2015 et le triennal ; et enfin dans la formalisation des attentes de l’État avec la signature du contrat d’objectifs et de performance 2014-2018.

C’est donc fort d’une reconnaissance élargie que l’Institut peut poursuivre avec confiance les chantiers de gouvernance importants qu’il a entamés en 2014 : révision de son décret constitutif, refonte de la gouvernance de la recherche, soutenue par une nouvelle mandature du comité d’orientation de la recherche et le renouvellement du conseil scientifique, et surtout mise en chantier d’une formalisation de sa stratégie scientifique, qu’il ne manquera pas de mener à maturité avec ces mêmes instances. Ce travail vient soutenir et enrichir celui qui est mené au quotidien grâce à l’engagement de nos équipes, dont ce rapport annuel témoigne tant par le texte que par l’image.

*“The year 2014 was a decisive one for the IRSN, its development and its position within the French nuclear safety system”. In addition to the scientific and technical legitimacy it has acquired over the years, and which was recognized by the Cour des Comptes (the French government accountability office) during its last audit, the Institute has grown in stature in political, institutional and budgetary terms. While its role as a support organization for public and safety authorities has long been established, all its other activities relating to nuclear and radiological risk control policy are now also fully recognized. It is clear that the role of an organization whose chief added value is scientific and technical knowledge cannot be defined merely in terms of the actual application of the knowledge - in IRSN’s case, during assessments. That would be overlooking all the stages that went before to build up the knowledge in question: research, analysis of operating experience feedback and radiological monitoring data, then sharing it with civil society and stakeholders in general. This new stage in the Institute’s development is underpinned by concrete provisions: in legal terms, with preparatory work on the energy transition bill for green growth; in financial terms, with the government decision for the 2015 budget and the three-year period; and lastly, the concretization of government expectations with the signing of the Performance Target Agreement for 2014-2018.*

*This broader recognition allows the Institute to look to the future with confidence regarding continued progress in the governance initiatives begun in 2014: revision of the decree under which IRSN was established, overhaul of research governance, backed by a new term of office of the Nuclear Safety and Radiation Protection Research Policy Committee and the renewal of the Scientific Council and, more importantly, the start of an initiative to formalize scientific strategy that the Institute will bring to completion through the same bodies. This work supports and adds to the daily tasks of our highly committed teams, which this report describes in words and images.*

Ces chantiers contribuent à consolider l’Institut, pour faire face aux évolutions de son environnement, de son capital humain, aux enjeux qu’il porte, sans oublier ceux qu’il apporte. En effet, l’IRSN a devant lui nombre d’échéances externes opérationnelles découlant de projets industriels ou d’évolutions réglementaires. Mais pour continuer à tenir son rôle d’aiguillon du dispositif, il doit surtout conserver sa capacité à identifier les défis pour la connaissance et la maîtrise des risques, et les porter avec courage et conviction sur la scène technique, politique et sociétale. Enfin, l’Institut doit compter parmi ses enjeux la préservation et la bonne gestion des ressources tant humaines que financières qui lui sont confiées, en sachant y faire preuve de la même rigueur que celle qu’il consacre aux volets scientifiques et techniques de ses métiers. Je veillerai à ce que le conseil d’administration soit catalyseur et garant de ces avancées, évaluateur de leur efficacité, en s’appuyant sur la diversité des instances de gouvernance dont l’IRSN s’est doté et en leur faisant jouer pleinement leur rôle.

C'est en agissant sur tous les leviers pertinents, par la gouvernance, l'organisation interne, le capital humain et celui des connaissances, par l'ancrage et la place – jamais définitivement acquise – dans les réseaux R&D, la crédibilité auprès des clients, et la proximité avec tous les acteurs des risques, que l'IRSN pourra œuvrer à accroître sa propre résilience, et, partant, celle du dispositif de gouvernance des risques nucléaires et radiologiques. ●

*The above activities strengthen the Institute and help it adapt to changes in its environment and human capital and tackle, not only the challenges assigned to it, but also those it generates. IRSN's agenda includes many upcoming dates relating to external operations to do with industrial projects or regulatory changes. However, if it is to continue to spur initiatives in the system, it must preserve its ability to identify issues that challenge knowledge and risk control, and bring them into the technical, political, and social arena with courage and conviction. Lastly, the Institute must take care to preserve and efficiently manage the human and financial resources entrusted to it, applying the same rigor in this area as it does in the scientific and technical aspects of its work. I will ensure that the Board of Directors drives and guarantees progress in these areas, assessing the effectiveness of the action taken with the help of the Institute's many governance bodies, which will be encouraged to exercise their full responsibilities.*  
*Governance, internal organization, human capital, knowledge, putting down roots and occupying a place in R&D networks - a place that should never be taken for granted - ensuring customer credibility, and remaining accessible to all organizations and stakeholders dealing with risks: these are all areas in which IRSN can apply leverage, wherever appropriate, to forge its own strength and, in so doing, work towards stronger governance in the field of nuclear and radiological risks. ●*



**“ 2014 aura été pour l’Institut une année marquée par une prise de conscience politique et sociétale forte de l’importance stratégique du maintien pérenne d’une expertise scientifique publique et indépendante en matière de sûreté nucléaire. ”**

**Jacques Repussard,**  
**Directeur général**  
*Director general*

En contraste avec l’année 2013 marquée par un début de réduction progressive des financements publics de l’IRSN, 2014 aura été pour l’Institut une année marquée par une prise de conscience politique et sociétale forte de l’importance stratégique du maintien pérenne d’une expertise scientifique publique et indépendante en matière de sûreté nucléaire. Cette prise de conscience s’est traduite à plusieurs niveaux et a entraîné plusieurs conséquences importantes pour l’avenir de l’IRSN et de la sûreté nucléaire :

– Au niveau opérationnel, elle a encouragé l’optimisation de l’articulation, essentielle au bon déroulement des procédures réglementaires, entre l’Autorité de sûreté nucléaire (ASN) et l’Institut. Les missions des deux organismes sont différentes mais complémentaires, le bon fonctionnement de chacun et de leurs interfaces conditionnant l’administration correcte et le progrès de la sûreté nucléaire et de la radioprotection. Ainsi est né en 2014 le concept de « système dual » pour décrire en deux mots seulement cet ensemble fonctionnel unique dans l’organisation du pays en matière de gestion des risques : d’une part une autorité administrative indépendante, chargée d’assurer le respect d’objectifs de sûreté ambitieux définis par une réglementation qui confie à l’exploitant nucléaire la charge de proposer les choix technologiques et organisationnels qu’il retient pour atteindre ces objectifs; d’autre part un organisme public d’expertise et de recherche capable de juger, à travers un processus d’expertise contradictoire, indépendante et transparente, du caractère optimal des moyens ainsi proposés au regard des risques tels qu’appréciés et de l’état de l’art des connaissances et des techniques. L’IRSN dispose pour cela de compétences scientifiques étendues et de moyens de recherche et d’études significatifs, lui permettant d’évaluer les risques et d’être capable de contribuer à faire avancer l’état de l’art en matière de sécurité nucléaire au sens large.

– Au niveau politique, les travaux d’élaboration de la loi de transition énergétique ont conduit à compléter les dispositions existantes en matière de sûreté nucléaire. Ainsi, sous réserve de l’adoption finale du texte par le parlement, un nouvel article de loi définira les missions de l’IRSN, en réaffirmant ainsi le rôle clé de la recherche et en lui faisant obligation de transparence dans les avis qu’il rend en réponse aux saisines de l’ASN. Ces dispositions préciseront aussi l’articulation entre l’ASN, autorité administrative indépendante, et l’Institut, opérateur de l’État à statut d’établissement public dont les missions vont bien au-delà de l’appui technique à l’ASN : les

*In contrast to 2013, which saw the start of a gradual decline in IRSN public funding, “2014 was a year of keen political and social awareness of the strategic need to guarantee a public, independent, and sustainable source of scientific expertise in nuclear safety”.*

*This awareness was reflected in several ways and had a number of major consequences for the future of IRSN and nuclear safety:*

*- In operational terms, it stimulated efforts to optimize coordination between the safety authority and IRSN, something which is key to the smooth running of regulatory procedures. The missions carried out by these two organizations are different, yet complementary; efficient administration and progress in nuclear safety and radiation protection depend on the correct functioning of each organization and of the interfaces between them. It is within this context that the concept of the “dual system” emerged in 2014. These two words describe the unique functional system set up in France to manage risks. It consists of: an independent administrative authority that is responsible for ensuring compliance with ambitious safety objectives, defined in regulations under which the nuclear licensee must propose technological and organizational methods for meeting the objectives in question; and a public research and assessment organization that, based on an independent and transparent assessment process involving several parties, determines whether the methods proposed by the licensee to meet the safety objectives are optimum in view of the risks found during assessments and the current state of knowledge and technology. For this purpose, IRSN possesses a wide range of scientific expertise and research facilities that enable it to assess risks and contribute to the state of the art in nuclear security in the widest sense of the term.*

*- In the political sphere, existing provisions relating to nuclear safety were improved following work on the energy transition act. Subject to approval by Parliament, a new piece of legislation will define IRSN’s missions, restating its key role as a research organization, and calling for transparency in the reports the Institute submits at ASN’s request. The new provisions will also lay down the rules*

surveillances radiologiques environnementales et sanitaires, les pratiques médicales faisant appel aux rayonnements ionisants, la contribution au dispositif de gestion d'une éventuelle situation d'urgence nucléaire ou radiologique, la sûreté des installations nucléaires intéressant la défense, la sécurité des installations et matières nucléaires au regard des actes de malveillance, notamment à l'occasion du transport de ces dernières, sont des domaines dans lesquels l'IRSN déploie des missions de service public, d'appui et de concours aux autorités compétentes.

– Au niveau financier, dans la logique de ce qui précède, une stabilisation des ressources de nature publique a été arbitrée par le Premier ministre. Le rééquilibrage de la charge de ce financement vers les entreprises du secteur nucléaire s'est poursuivi dans la perspective du budget 2015, allégeant ainsi la charge supportée par le budget général de l'État. Compte tenu de l'accroissement continu du poids des expertises attendues de l'IRSN par l'ASN et ses autres donneurs d'ordres, l'Institut a mis en œuvre depuis plusieurs années, et poursuivi en 2014, un programme d'efficience et de productivité touchant l'ensemble de ses activités, lui permettant de maintenir un programme de recherche et d'études. Il a également maintenu un niveau d'investissement dans ses laboratoires, son patrimoine immobilier et ses moyens d'intervention sur le terrain suffisant pour assurer de manière pérenne une capacité d'expertise de niveau mondial, à l'état de l'art et indépendante.

– Au niveau du dialogue de l'IRSN avec les «parties prenantes» de la sûreté nucléaire, 2014 a apporté des preuves supplémentaires, s'il en était besoin, de l'importance de la vigilance de la société vis-à-vis des risques nucléaires et radiologiques. Ce dialogue technique permet de contribuer à ce que ces risques ne soient ni surestimés ni sous-évalués, mais que leur gestion soit assurée de manière appropriée au regard des enjeux, et de manière transparente, en prenant en compte les attentes de la société. En particulier, la contribution remarquée de l'IRSN au débat public sur le projet Cigéo a mis en évidence l'intérêt de ces processus, issus à la fois de la «charte d'ouverture à la société» adoptée par l'IRSN en 2009 et des accords de coopération renouvelés en 2014 avec l'Anccli, association nationale des Commissions locales d'information présentes sur les différents sites nucléaires.

– Enfin, le troisième contrat d'objectifs et de performance de l'IRSN, signé par les ministres compétents en décembre 2014, vient consolider les logiques ci-dessus et tracer les voies de performance de l'Institut pour les prochaines années, face à une série d'enjeux particulièrement importants: modernisation des installations nucléaires suite aux enseignements tirés de l'accident de Fukushima, analyse des conditions d'une éventuelle prolongation de la durée d'exploitation au-delà de 40 ans des réacteurs EDF, instruction du projet de stockage géologique des déchets radioactifs les plus dangereux, et du processus complexe de mise en service du nouveau réacteur électronucléaire de type EPR.

Le présent rapport annuel propose, en complément des informations disponibles sur les sites du portail Internet de l'Institut et des rapports périodiques que l'Institut publie pour rendre compte de ses différentes missions de service public, une synthèse des principaux résultats de l'IRSN pour l'année 2014, illustrés par des cas concrets, des interviews et des images. Ces résultats, ce sont d'abord ceux de toutes les équipes de l'IRSN, que je remercie ici pour leur engagement et leur fidélité aux valeurs clés de l'Institut, celles qui lui garantissent le mieux sa pérennité au service de la société dans son ensemble: Connaissance, Indépendance et Proximité.

Sur les bases ainsi acquises, l'IRSN doit se préparer, grâce à ses programmes d'études et de recherches, à appuyer les politiques publiques au regard des cinq enjeux suivants qui vont marquer les années à venir:

- Veiller au maintien d'un niveau de sûreté à l'état de l'art des réacteurs électronucléaires et des autres installations nucléaires en service jusqu'à

*governing coordination between ASN, an independent administrative authority, and IRSN, an industrial and commercial public undertaking, whose missions go well beyond providing ASN with technical support. Monitoring the effects of radiation on the environment and health, medical practices involving ionizing radiation, contributing to nuclear or radiological emergency response, safety at defense-related nuclear facilities, and protecting nuclear facilities and materials against malicious acts, especially during the transportation of these materials, are all areas in which IRSN fulfills a public service mission, providing the relevant authorities with support and assistance.*

*- Turning to financial matters, the Prime Minister validated an initiative to stabilize public resources, in line with the above. Looking ahead to the budget for 2015, the move to restore balance in funding for businesses in the nuclear sector was continued in order to lighten the burden on the French general budget. The workload represented by IRSN's assessment activities for ASN and other organizations has grown constantly in recent years. To deal with this situation, the Institute set up an efficiency and productivity program a few years ago covering all its activities. The program was continued in 2014. It enables the Institute to maintain its research and study programs, and ensure a level of investment in its laboratories, property, and field operation resources that is commensurate with sustaining a world-class, state-of-the-art, and independent capacity for expertise.*

*- Regarding dialogue between IRSN and "stakeholders" in the field of nuclear safety, the year 2014 provided further evidence - if any was needed - of how important it is for society to remain alert to nuclear and radiological risks. Exchange of technical data helps the public to avoid over- or underestimating these risks, and to ensure that they are managed in a way that is adapted to the issues and perfectly transparent, taking into account the expectations of society. In particular, IRSN's significant contribution to the public debate on the CIGEO geological waste repository project highlighted the utility of the above processes, which stem from the Institute's Charter on Openness to Society, adopted in 2009, and cooperation agreements with the national association of local information commissions and committees (ANCCLI) for various nuclear sites, which were renewed in 2014.*

*- Lastly, the third Performance Target Agreement, signed by the relevant ministers in December 2014, recently consolidated the approach described above, setting out the Institute's performance targets for the coming years. A number of particularly important tasks must be tackled, such as modernizing nuclear facilities based on feedback from the Fukushima accident, examining the possibility of extending the service life of EDF reactors beyond 40 years, examining the project for geological disposal of the most hazardous radioactive waste, and the complex process of commissioning an EPR-type nuclear power reactor.*

*This annual report provides an overview of the Institute's main achievements in 2014 and includes concrete examples, interviews and illustrations. It complements the information already available on IRSN's websites and in the periodic reports that the Institute publishes on its public service missions. The credit for these results is shared by all IRSN's teams, and I would like to take this opportunity to thank them all for their commitment and loyalty to the Institute's core values - Knowledge, Independence, and Accessibility - which are the guarantee of its long-term future at the service of society as a whole. Building on these foundations, IRSN must prepare itself to support public policy, through its study and research programs, with regard to five main challenges in the coming years:*

la fin de leur exploitation, en prenant en compte l'ensemble des éléments du retour d'expérience, le progrès des connaissances sur les aléas environnementaux, les facteurs de risques d'origine humaine, et enfin le vieillissement des installations.

- Organiser la déconstruction de sites nucléaires dans des conditions techniques et économiques optimales au regard des risques radiologiques, ce qui nécessitera d'associer en amont la société civile à la conception de stratégies appropriées, notamment en matière de gestion des matériaux issus de ces chantiers.
- Faire avancer la sûreté nucléaire pour les nouveaux concepts technologiques qui prendront la relève du parc d'installations actuellement en service: réacteurs à eau pressurisée, réacteurs dits de 4<sup>e</sup> génération, réacteurs de fusion. Cela concerne également les installations associées du cycle du combustible, y compris pour la gestion des déchets présentant des risques radiologiques.
- Développer une capacité de gestion de crise nucléaire au niveau européen, fondée non pas sur le développement d'une autorité supranationale en la matière, mais sur la convergence des concepts et outils techniques de gestion de crise dont la disparité actuelle fait peser une menace sur l'efficience de processus qui devraient être menés de front dans plusieurs pays.
- Approfondir la maîtrise des risques radiologiques associés à certains protocoles médicaux. Il est souvent oublié que la principale source d'exposition des Français aux rayonnements ionisants autres que naturels est, et de loin, d'origine médicale. Elle est bien entendu largement justifiée par le bénéfice de santé qui en résulte, ce qui ne veut pas dire que les risques soient toujours négligeables, ou qu'il n'est pas utile de chercher à les réduire autant que raisonnablement possible. Des progrès sont souhaitables dans les domaines de la radiologie interventionnelle, des effets secondaires des radiothérapies, et des CT Scans pour les enfants notamment.

Les connaissances scientifiques nécessaires pour gérer au mieux ces grands dossiers de maîtrise des risques nucléaires et radiologiques ne sont pas toutes disponibles, et leur développement impose une plus grande intégration des efforts de recherche, notamment au niveau européen, en raison de la complexité des questions qui restent aujourd'hui posées. C'est en particulier le cas pour ce qui concerne la compréhension des effets biologiques et éventuellement sanitaires (l'un n'entraînant pas nécessairement l'autre) des «faibles doses» de rayonnements ionisants. Des avancées dans ce domaine crucial dépendra la capacité à affecter les ressources économiques et de contrôle aux risques avérés, dans le secteur nucléaire mais aussi médical. C'est aussi le cas pour les phénomènes qui peuvent générer la fusion du cœur d'un réacteur et ceux qui sont consécutifs à un tel accident. De leur compréhension détaillée dépend la conception de dispositifs capables d'éviter de tels accidents majeurs, ou d'en réduire fortement les conséquences ultimes. C'est encore le cas pour tout ce qui concerne la compréhension des risques liés aux hommes et à leurs modes d'organisation, dont on trouve systématiquement la trace, à des degrés divers, dans l'analyse ex post de tous les accidents majeurs.

L'IRSN ne cherche bien sûr pas à affronter seul ces grandes problématiques scientifiques qui conditionnent largement l'avenir de l'industrie nucléaire. Mais les moyens expérimentaux dont il dispose, la pluridisciplinarité et l'excellence de ses équipes d'experts et de chercheurs en font un organisme capable d'influer sur les stratégies de recherche en France et en Europe, voire au niveau mondial, et je l'espère capable de prendre toute sa part, au sein de vastes projets de recherche transnationaux, dans les découvertes scientifiques qui jalonnent le progrès des connaissances autour des grands enjeux évoqués ci-dessus. C'est tout le sens de la stratégie scientifique de l'Institut. ●

*- Ensuring state-of-the-art safety for nuclear power reactors and other nuclear facilities until they are decommissioned, drawing on operating experience feedback, fresh knowledge of environmental hazards and human risk factors, and facility ageing;*

*- Organizing the deconstruction of nuclear sites under the best possible technical and economic conditions in view of the radiological risks, which implies that civil society should be involved in defining suitable strategies, at the earliest possible stage, especially for managing decommissioning waste;*

*- Driving progress in nuclear safety for the new technological concepts, such as Generation IV pressurized-water reactors and fusion reactors, that will take over from facilities currently in service. Other fuel cycle facilities are also concerned, including for the management of waste posing radiological risks.*

*- Developing a pan-European nuclear emergency response capability, not by setting up a supranational authority, but by bringing together and harmonizing emergency response concepts and technical tools, as current disparities in this area could undermine the efficiency of processes that might have to be carried out in several countries at the same time.*

*- Working towards more effective control of radiological risks associated with certain medical protocols. In France, medical exposure to ionizing radiation far outweighs exposure in other contexts - apart from exposure to natural radiation: this point is often overlooked. Although the risks involved are largely justified by the resulting health benefits, they are not necessarily negligible in all cases and no effort should be spared to reduce them as far as reasonably possible. Progress must be made in several areas, especially interventional radiology, the side effects of radiation therapy, and CT scans for children.*

*Not all the scientific knowledge required to tackle these major issues in nuclear and radiological risk control is available, and the complexity of the questions still to be answered calls for more integrated research, especially at the European level, if further progress is to be made. This is particularly true for understanding the biological effects, and possibly the impact on health (one does not necessarily imply the other) of low-dose ionizing radiation. Progress in this crucial area will depend on the ability to assign economic and monitoring resources to proven risks, in both the nuclear and medical sectors. This is also the case regarding phenomena that can lead to reactor core melt and those ensuing from core melt accidents. It is only through an in-depth understanding of these phenomena that it will be possible to design systems to avoid such severe accidents, or significantly mitigate their eventual impact.*

*A thorough grasp of the various risks relating to human and organizational factors is just as crucial, as these factors are routinely found to varying degrees in all analyses of major accidents.*

*These major scientific issues will have a considerable impact on the future of the nuclear industry, and IRSN does not intend to take them on single-handedly. Nonetheless, with its experimental facilities and resources, and outstanding interdisciplinary teams of experts and researchers, it is an organization that can influence French, European, and even global research strategies; I believe it has an important to play in vast transnational research projects, seeking scientific breakthroughs that will push back the frontiers of knowledge in the key areas discussed above. This is central to the Institute's scientific strategy. ●*



**“La protection des matières, des installations et des transports fait actuellement l'objet d'un renforcement inédit.”**

**Michel Brière,**  
**Directeur général adjoint,**  
**délégué pour les missions**  
**relevant de la défense**  
*Deputy Director General, in charge  
of Defense-related missions*

Les événements qui se sont produits en France et dans le monde depuis quelques mois nous rappellent que la malveillance peut prendre des formes diverses, surprenantes parce que intelligentes, et potentiellement très dangereuses. Dans le secteur des activités nucléaires civiles, la protection des matières, des installations et des transports fait actuellement l'objet d'un renforcement inédit, dans le cadre d'une réglementation placée sous le contrôle du ministre chargé de l'énergie et totalement refondue en 2011. Le Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité (HFDS) de ce ministère dispose de l'appui technique de l'IRSN pour préparer la réglementation, en contrôler l'application et évaluer l'efficacité des mesures de sécurité proposées par les opérateurs. Il s'agit pour l'État de s'assurer notamment que, face aux menaces définies et grâce aux couches de protection successives mises en place par l'opérateur, complétées si nécessaire par la force publique, les fonctions nominales de sûreté d'une installation ou d'un transport, ultimes remparts avant l'accident, ne seront jamais mises en échec. Ces travaux, qui exigent le respect de règles strictes de confidentialité, et qui mettent par ailleurs en jeu de nombreuses compétences de l'Institut, sont menés par sa direction de l'expertise nucléaire de défense.

Les autres missions confiées à cette direction, tout aussi importantes, visent également à s'assurer de l'application des dispositions du code de la défense par les opérateurs nucléaires :

- l'évaluation de sûreté des installations et activités intéressant la défense (armées et industrie), en appui au délégué des ministres de la défense et de l'industrie pour le contrôle de la sûreté nucléaire. Rappelons à cet égard que la défense est un exploitant nucléaire très important en France.
- l'appui aux autorités nationales pour le contrôle de l'application en France des accords internationaux de non-prolifération des armes nucléaires et chimiques, notamment en accompagnant pour le compte de l'État les nombreuses inspections internationales auxquelles notre industrie est soumise.

Les principales activités menées par la direction de l'expertise nucléaire de défense en 2014 sont décrites dans les chapitres «Sûreté – à propos de la défense», «Sécurité nucléaire et non-prolifération» de ce rapport. Au sein de l'Institut, plus de 120 experts travaillent sur ces sujets. ●

*“The protection of materials, facilities and transportation is currently under unprecedented reinforcement”*

*In the area of civil nuclear activities, the protection of materials, facilities and transportation is currently under unprecedented reinforcement, as part of new regulations placed under the supervision of the Minister of Energy, after a comprehensive reform made in 2011. The High Civil Servant for Defense and Security from the Ministry of Energy receives technical support from IRSN to prepare these regulations, verify their application and evaluate the efficiency of security measures proposed by licensees. It is up to the State to ensure that, in the face of defined threats, and through successive layers of protection implemented by each licensee, supported as necessary by public security forces, the nominal safety functions of a facility or means of transportation, the last line of defense before an accident, will never be thwarted.*

*This work, requiring compliance with strict confidentiality rules, calls on many of the Institute's areas of expertise and is conducted by its Nuclear Defense Expertise Division. The other equally important missions entrusted to this Division also aim to ensure that nuclear licensees apply the provisions of the defense code.*

*- Safety assessments of defense-related facilities and activities (armed forces and industry) support nuclear safety control efforts led by the representative of the Ministries of Defense and Industry. It is important to remember that the defense sector is a major nuclear operator in France.*

*- The Division supports national authorities responsible for verifying application of international treaties on the non-proliferation of nuclear and chemical weapons, particularly by participating in the numerous international inspections that must be carried out within French industry, on behalf of the State.*

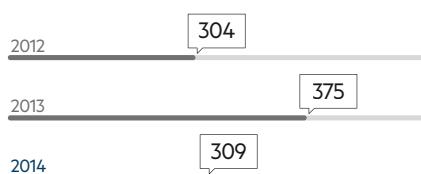
*The main activities conducted by the Nuclear Defense Expertise Division in 2014 are described in the chapters Safety - about Defense, Nuclear Security and Nonproliferation in this report. Over 120 experts within the Institute work in these fields. ●*

# 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.*

## RECHERCHE

Research



# 40,5 %

DU BUDGET hors projets immobilier et Feurs CONSACRÉS À LA RECHERCHE (40,4% en 2013).  
*Budget devoted to research excluding property projects and Feurs (40.4% in 2013).*



pays concernés par ces accords (41 en 2013).  
*countries involved in these agreements (41 in 2013).*



## 65

PROJETS  
INTERNATIONAUX  
(66 EN 2013).  
*International projects (66 in 2013).*

## 175

REPRÉSENTANTS DE  
L'IRSN PARTICIPANT  
À DES GROUPES  
INTERNATIONAUX  
(181 EN 2013).  
*IRSN participants in international working groups (181 in 2013).*

## 209

publications  
répertoriées dans le  
*JCR (Journal Citation Reports)* (208 en 2013).  
*publications in Journal Citation Reports (208 in 2013).*

## 21

thèses soutenues  
(28 en 2013).  
*dissertations defended (28 in 2013).*

## 430

communications  
scientifiques  
dans des congrès  
(base de données  
Minerve) (310 en 2013).  
*scientific lectures at conferences (310 in 2013).*

## APPUI TECHNIQUE AUX POUVOIRS PUBLICS ET AUX AUTORITÉS

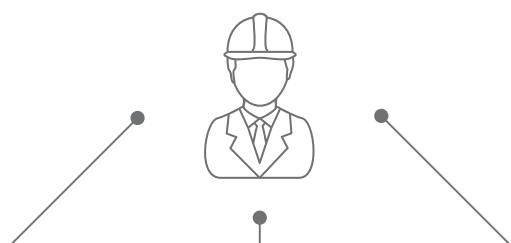
Technical support for public authorities



# 52,8 %

du budget (hors projets immobilier et Feurs) consacrés à l'appui technique et aux missions d'intérêt public (50,6 % en 2013).

of budget devoted to technical support and public service missions excluding property projects and Feurs (50.6% in 2013).



### 588

avis et rapports techniques à l'Autorité de sûreté nucléaire (559 en 2013).  
technical notices and reports to ASN (559 in 2013).

### 79

avis techniques à l'Autorité de sûreté nucléaire de défense (78 en 2013).  
technical notices to the nuclear defense safety authority (78 in 2013).

### 324

avis techniques à l'Autorité de sécurité nucléaire (327 en 2013).  
technical notices to High Civil Servant for Defense and Security (327 in 2013).

## BUDGET ET RÉPARTITION

Budget breakdown

# 278 M€

de recettes (307 M€ en 2013).

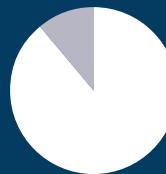
278 €M revenue (307 €M in 2013).

# 291 M€

de dépenses dont 28 €M d'investissement en équipements (295 €M dont 29 €M en 2013).

291 €M revenue including 28 €M for equipment investment (295 €M including 29 €M in 2013).

### DÉPENSES DE FONCTIONNEMENT ET D'INVESTISSEMENT / Operating and investment expenditure



- 89,9% Fonctionnement / Operating expenses
- 11,1% Investissement / Investment

### ORIGINE DU FINANCEMENT TOTAL / Total funding



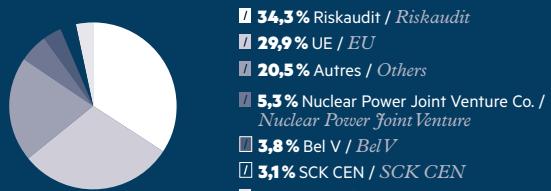
- 63,3% Subvention du programme LOLF 190 / Budget Act 190 grant
- 19 % Contribution exploitants / Operators' contribution
- 16,4 % Autres ressources d'origine française ou étrangère (hors LOLF) / Other French or foreign funds (aside from Budget Act)
- 1,2% Subvention du programme LOLF 212 / Budget Act 212 grant

### ORIGINE DU FINANCEMENT FRANÇAIS (HORS LOLF) / French funds (aside from budget act)



- 59,1% Autres / Others
- 14 % État / State
- 12,8% EDF / EDF
- 7,3 % CEA / CEA
- 3,4 % Areva / Areva

### ORIGINE DU FINANCEMENT ÉTRANGER / Foreign funds

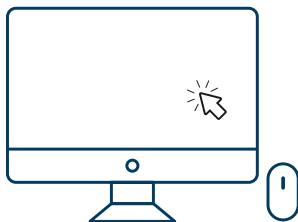


- 34,3% Riskaudit / Riskaudit
- 29,9% UE / EU
- 20,5 % Autres / Others
- 5,3 % Nuclear Power Joint Venture Co. / Nuclear Power Joint Venture
- 3,8% Bel V / Bel V
- 3,1% SCK CEN / SCK CEN
- 3,1% GRS / GRS

Le rapport financier 2014 de l'IRSN est disponible sur le site [www.irsn.fr](http://www.irsn.fr)  
IRSN financial report 2014 is available on the website [www.irsn.fr](http://www.irsn.fr)

## DIFFUSION DES CONNAISSANCES

*Dissemination of knowledge*



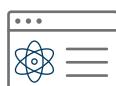
# 2 677 201

PAGES CONSULTÉES SUR LE SITE INTERNET  
DE L'IRSN (2 711 113 en 2013).

*Visits to the IRSN website (2,711,113en 2013).*



**107** avis et rapports publiés  
sur le site Internet de l'IRSN (84 en 2013).  
*notices and reports published on the IRSN website (84 in 2013).*



**180 513** pages consultées dans la  
rubrique «La recherche» du site Internet de l'IRSN  
(171 853 en 2013).  
*pages consulted in the "Research" section  
of the IRSN website (171,853 in 2013).*



**38** sollicitations adressées à l'IRSN par les  
Commissions locales d'information (35 en 2013).  
*requests for IRSN action received from local  
information commissions (35 in 2013).*



**1** ouvrage publié par l'IRSN (3 en 2013).  
*IRSN publication (3 in 2013).*



**11** interventions de l'IRSN dans les Commissions  
locales d'information (17 en 2013).  
*IRSN operations at local information  
commissions (17 in 2013).*



**164** élèves provenant d'établissements français  
et étrangers ont participé aux rencontres lycéennes  
de la radioprotection qui se sont déroulées au CERN  
à Genève du 31 mars au 2 avril 2014. (110 en 2013).  
*students from French and foreign schools took part  
in the radiation protection workshops in schools  
initiative organized at the CERN in Geneva between  
March 31 and April 2, 2014 (110 in 2013).*

## PRESTATIONS

*Service contracts*

# 35,3 M€

DE CHIFFRE D'AFFAIRES  
(35,7 en 2013).

*€M revenue (35.7 in 2013).*

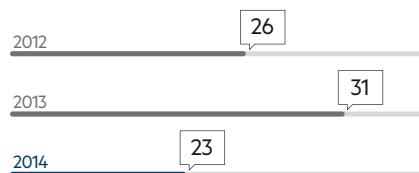
# 25 217

CLIENTS  
(25 427 en 2013).

*customers (25,427 in 2013).*

## PATRIMOINE INTELLECTUEL

*Intellectual property*



### BREVETS FRANÇAIS EN VIGUEUR

(dont 4 en copropriété avec le CEA).

*French patents in force*

*(including 4 co-owned with CEA).*



# 23

### LOGICIELS ET BASES DE DONNÉES

DÉPOSÉS À L'AGENCE

POUR LA PROTECTION DES PROGRAMMES (APP)  
(DONT 8 EN COPROPRIÉTÉ AVEC LE CEA)

(21 en 2013).

*software applications and databases placed with  
the software protection agency APP  
(including 8 co-owned with CEA)  
(21 in 2013).*



# 35

BREVETS EN VIGUEUR  
À L'ÉTRANGER

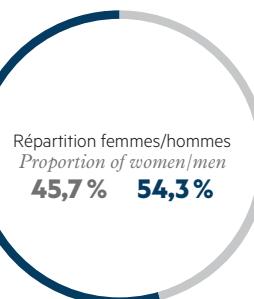
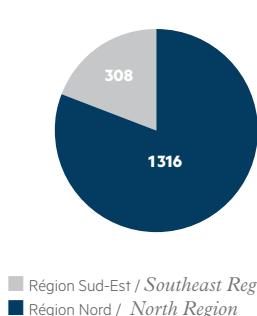
(41 en 2013).

*patents in force abroad (41 in 2013).*

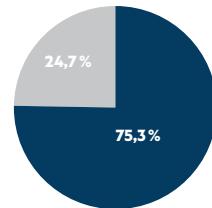
## RESSOURCES HUMAINES

Human resources

Répartition des effectifs en contrat à durée indéterminée /  
Distribution of employees on permanent contracts



Répartition cadres/non-cadres  
Proportion executive/non-executive staff



## ÂGE MOYEN

Average age



**42,8**

ans pour les femmes.  
years for women.



**44,2**

ans pour les hommes.  
years for men.

## FORMATION

Training

**2 223**

heures d'enseignement dispensées à l'extérieur  
(universités, écoles d'ingénieurs, INSTN, etc.) (2 396 en 2013).  
hours of teaching given outside the Institute  
(universities, engineering schools, INSTN, etc.) (2,396 in 2013).

**850<sup>(1)</sup>**

heures d'enseignement dispensées à l'ENSTI France.  
hours of teaching given at ENSTI France.

**49<sup>(1)</sup>**

heures de formation dispensées à l'ENSTI France  
au cours des 52,5 sessions en sûreté nucléaire.  
hours of training given in at ENSTI France  
in 52.5 training sessions on nuclear safety.

(1) Formation: les nouvelles modalités de déploiement de l'action de formation de l'IRSN (via l'ENSTI au bénéfice de l'Université interne, etc.) conduisent à faire évoluer le recueil des données relatives à ce domaine. Les chiffres 2014 ne peuvent, de ce fait, être comparés aux années précédentes et leur mode de présentation est amené à évoluer pour prendre en compte ces évolutions.

Training: in view of the new training procedures implemented by IRSN (via ENSTI for the Internal University, etc.), data in this area will need to be updated. As a result, figures for 2014 cannot be compared with those of previous years, and their layout to take these changes into account.

**38 623**

heures de formation dispensées pour le maintien  
des compétences des personnels de l'Institut  
(40 847 en 2013).

hours of training given to maintain the skill levels of  
engineers and experts (40,847 in 2013).

**1,31 M€**

alloués au frais pédagogiques  
€M spent on training



## IMPLANTATIONS

Locations





# STRATÉGIE

AVANCÉES ET PRINCIPALES ACTIONS  
CONDUITES EN 2014 P. 18 / MANAGEMENT  
DES CONNAISSANCES P. 28 / INFORMA-  
TION ET COMMUNICATION P. 30

*STRATEGY*

*Progress and main activities in 2014 p. 18 / Knowledge management p. 28 /  
Information and communication p. 30*

## AVANCÉES ET PRINCIPALES ACTIONS CONDUITES EN 2014

Avec l'élaboration du contrat d'objectifs et de performance signé en 2014 avec ses tutelles, l'IRSN réaffirme ses orientations stratégiques pour la période 2014-2018 et ses principaux enjeux opérationnels. Le contrat confirme également la façon dont l'Institut entend incarner son rôle d'organisme technique de sûreté (TSO), tant sur les scènes internationales que nationale, scènes sur lesquelles il joue un rôle majeur pour faire avancer la sûreté nucléaire.

### RECHERCHE, EXPERTISE, OUVERTURE À LA SOCIÉTÉ: TROIS AXES STRATÉGIQUES POUR FAIRE PROGRESSER LA SÛRETÉ NUCLÉAIRE DANS LE MONDE

Porté par cette conviction que la sûreté doit progresser dans une dynamique internationale, l'IRSN poursuit son action de prise en compte des leçons de l'accident de Fukushima. Qu'il s'agisse de recherche, d'expertise ou d'ouverture à la société, l'Institut a développé plusieurs actions avec ses homologues européens et japonais, pour satisfaire à des exigences de sûreté «post-Fukushima».

Au niveau européen, l'IRSN poursuit sa forte implication dans le développement et l'animation du réseau ETSON. Ce réseau européen des organismes techniques de sûreté (TSO) constitue une structure de travail coopératif en matière de recherche et d'évaluation de sûreté, mais aussi de production de documents présentant des visions et des pratiques communes. Il a été créé en 2006 sous l'impulsion de l'Institut et de ses homologues allemand et belge, dans l'objectif de contribuer au renforcement de la sûreté nucléaire en Europe et dans le monde. En 2014, les TSO, et notamment l'IRSN, ont participé aux travaux de révision de la directive européenne en matière de sûreté des installations nucléaires. Le texte révisé de cette directive a été approuvé le 8 juillet 2014 par le Conseil de l'Union européenne. En renforçant l'harmonisation des exigences en matière de sûreté nucléaire et en promouvant une forte culture de la sûreté en Europe, la directive encourage la position et les objectifs poursuivis par les TSO membres d'ETSON. Parmi ces dispositions, la plus importante aux yeux de l'IRSN est la fixation, dans un texte qui s'impose aux États membres, d'un objectif plus exigeant pour la prévention et la maîtrise des conséquences d'un éventuel accident (article 8 bis).

En France, la politique de transition énergétique pour la croissance verte et l'élaboration d'un projet de loi sur ce sujet ont été l'occasion pour l'IRSN de proposer, conjointement avec l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), de mieux expliciter le dispositif de contrôle de la sûreté nucléaire, tel qu'il résulte de la loi du 13 juin 2006 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire (loi TSN) et des textes ayant créé l'IRSN (loi de 2001 et décret de 2002). S'agissant du nucléaire civil, ce dispositif repose sur deux composantes : une autorité administrative indépendante – l'ASN, d'une part, et un expert public des risques nucléaires et radiologiques, l'IRSN –, d'autre part. Huit ans après la promulgation de la loi TSN, l'IRSN et l'ASN considèrent que ce dispositif «dual» a fait la preuve de son

**PROGRESS AND MAIN ACTIVITIES IN 2014**  
*IRSN reasserted its strategy for 2014-2018, together with its main operational issues, in the performance target agreement signed with its supervisory ministries in 2014. The contract also confirms how the Institute intends to fulfill its role as a technical safety organization (TSO) in both the national and international arenas, where it does much to enhance nuclear safety.*

**RESEARCH, ASSESSMENT, OPENNESS TO SOCIETY: THREE LINES OF STRATEGY FOR ENHANCING GLOBAL NUCLEAR SAFETY**  
*Convinced that safety will only improve through a concerted international effort, IRSN continues to analyze feedback from the accident at Fukushima. In all its strategic areas - research, assessment, and openness to society - it has developed several initiatives with its counterparts in Europe and Japan to meet "post-Fukushima" safety requirements.*

*In Europe, IRSN continues be closely involved in developing and coordinating the European Technical Safety Organisations Network (ETSON), which provides a framework within which TSOs can work together in the fields of safety assessment and research, and produce documents illustrating shared views and practices. ETSON was set up in 2006 at the initiative of IRSN and its German and Belgian counterparts to further the cause of nuclear safety in Europe and the rest of the world. In 2014, IRSN, together with the other TSOs, contributed to the amendment of the European directive on the safety of nuclear installations. The amended version of the directive was approved by the Council of the European Union on July 8, 2014. The directive provides for closer harmonization of nuclear safety requirements, and promotes a strong safety culture in Europe, in line with the position and goals promoted by ETSON members. From IRSN's point of view, the most important improvement brought about by the amendment is that it sets Member States a tougher objective regarding the prevention of accidents and, should one occur, mitigation of its consequences (Article 8a).*

*In connection with the French government's policy on*

efficacité mais qu'il pourrait être conforté dans le cadre législatif et ses modalités de financement aménagées, y compris en termes de recherche.

Le dispositif de contrôle de la sûreté nucléaire des activités, des installations et des transports intéressant la défense, ainsi que le dispositif de protection et de contrôle des matières nucléaires civiles, de leurs transports et de leurs installations sont également fondés sur un système articulant autorité et appui technique de l'IRSN pour les deux autorités concernées, respectivement :

- le Délégué à la sûreté nucléaire et à la radioprotection pour les activités et installations intéressant la défense (DSND), placé auprès du ministre de la défense et du ministre chargé de l'industrie;
- le Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité du ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie.

## UNE PLACE ACQUISE DANS LA RECHERCHE EUROPÉENNE ET NATIONALE

Expert public mandaté par l'État pour mener des recherches en sûreté et en radioprotection, l'IRSN a vocation à porter au niveau européen la stratégie nationale de recherche dans ces domaines. En jouant un rôle actif dans l'animation de la recherche européenne, l'Institut conforte la démarche des TSO, qui se doivent

*energy transition for green growth, and the preparation of a bill on this topic, IRSN and the French Nuclear Safety Authority (ASN) recommended further clarification of the regulatory system for nuclear safety control set out in the Act of June 13, 2006 relative to transparency and security in the nuclear field (TSN), and the legislation instituting IRSN (Act of 2001 and decree of 2002). For civil nuclear facilities, these measures are supported by two bodies: ASN, an independent administrative authority; and IRSN, the public expert on nuclear and radiological risks. Eight years after the TSN Act was passed, IRSN and ASN believe that while this system has proved its effectiveness, there is some room for legislative improvement and adjustments to funding, including with regard to research. IRSN provides technical support for the two authorities concerned with the control of the nuclear safety of defense-related activities, facilities, and transportation, and for the protection and control of civil nuclear materials (including their transportation and facilities using or storing them) within a similar system combining authority and technical support, namely:*

- *the 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;*
- *the High Civil Servant for Defense and Security of the Ministry of Ecology, Sustainable Development and Energy, for the security of nuclear materials and installations.*

## FOCUS

### Un nouveau contrat d'objectifs et de performance

Signé le 5 décembre 2014, le contrat d'objectifs et de performance (COP) donne le cap de l'action de l'IRSN pour la période 2014-2018. Il précise les engagements de l'Institut à l'égard de l'État selon trois axes stratégiques de progrès :

- une politique de recherche et d'excellence scientifique de niveau mondial;
- une expertise efficiente et des savoir-faire pour prévenir les risques nucléaires et radiologiques;
- une politique d'ouverture et de transparence au service d'une société vigilante aux risques.

Ces trois axes sont déclinés en objectifs opérationnels précisant les attentes de l'État dans les différents champs de compétence de l'Institut.

L'IRSN réaffirme également, au travers du COP, son engagement dans un pilotage efficient qui prend en compte à la fois les politiques de modernisation de l'État, le management des compétences, renforcé par celui des connaissances scientifiques et techniques, ainsi qu'une gestion financière performante. Un suivi des engagements de ce contrat sera présenté chaque année aux ministères de tutelle.

### *A new performance target agreement*

*The performance target agreement signed with the relevant French authorities on December 5, 2014, steers IRSN's activity for 2014-2018. It sets out commitments made by the Institute according to three strategic areas of improvement:*

- a policy of world-class research and scientific excellence;*
- nuclear and radiological risk prevention built on an efficient assessment system and expertise;*
- openness and transparency for a risk-aware society.*

*These three areas serve as the basis for defining operational targets that specify government expectations in IRSN's various fields of activity. In the performance target agreement, IRSN also reasserts its commitment to an efficient management system that takes into account national modernization policies and the need to maintain and improve skills, by building on progress in scientific and technical knowledge, and ensures high-performance financial management. Progress in these areas will be reported to the supervisory ministries every year.*

d'être moteurs dans le développement des connaissances tant pour leur expertise propre que pour la maîtrise des risques par l'ensemble des acteurs. Cela leur confère une place particulière dans la définition des orientations de recherche à moyen et à long termes. La présence de l'Institut dans les réseaux d'excellence et de recherche européens se développe dans les structures coopératives de recherche, plates-formes ou associations, telles que NUGENIA, SNETP, MELODI/OPERRA ou encore l'Alliance en radioécologie, dans lesquelles l'Institut joue un rôle important. Ces coopérations se concrétisent via l'actualisation d'agendas stratégiques de recherche puis par la réponse aux appels à projets européens. Avec l'année 2014 a débuté la mise en œuvre d'Horizon 2020, le huitième programme-cadre de financement de la recherche et de l'innovation de l'Union européenne, couvrant la période 2014-2020. Ce programme marque une forte évolution dans les modalités de financement de la recherche à l'échelle européenne et constitue une étape significative dans la construction de l'espace européen de la recherche. En effet, il prévoit la refonte de la gouvernance de la recherche européenne, en incitant, notamment, les acteurs de

#### A PLACE IN EUROPEAN AND NATIONAL RESEARCH

*As a public expert organisation, IRSN has been assigned the task of carrying out research on safety and radiation protection by the French government. In this capacity, it represents national research strategy in these fields at the European level. Through its leading role in European research coordination, it supports the initiatives of TSOs, whose mission is to expand knowledge, both to build up their own expertise and contribute to risk control by all the other organizations. In this respect, TSOs have a particularly important role to play in defining medium- and long-term research priorities. IRSN involvement in European networks of excellence and research organizations is built on cooperative research structures, platforms or associations, such as NUGENIA, SNETP, MELODI/OPERRA, and the European Radioecology Alliance, in which it plays an active role. This cooperation serves to update strategic agendas and respond to European calls for projects. The year 2014 marked the beginning of Horizon 2020, the name of the European Union's eighth framework program for research and innovation funding, covering the period from 2014 to 2020. The program represents a*

## FOCUS

### Renouvellement des membres du Comité d'orientation de la recherche

Concernant la recherche, le Comité d'orientation de la recherche (COR), instance consultative créée en 2009, constituée de représentants de l'ensemble des parties prenantes – pouvoirs publics, organismes de recherche, industriels et société civile, – il rend des avis sur l'orientation des travaux de recherche de l'Institut. En 2014, le COR a débuté un nouveau cycle de réunions après le renouvellement de ses membres. Il a créé deux groupes de travail intitulés « Recherches sur les accidents graves » et « Société civile dans la recherche ». Le premier est mandaté pour identifier les problématiques qui doivent être investiguées afin d'orienter les travaux dans le domaine des accidents graves en fonction des questionnements des différentes parties prenantes, examiner ces problématiques au regard de l'état des connaissances ainsi que lister et prioriser les sujets importants en matière de R&D dans ce domaine, et plus particulièrement les problématiques qui doivent être portées par l'IRSN. Le second a pour mission d'identifier les bonnes pratiques existantes de dialogue entre les acteurs de la société et les organismes de recherche. Il proposera au COR des thématiques prioritaires et formulera des recommandations méthodologiques pour favoriser l'implication de la société civile dans les différentes phases de la recherche.

Deux avis du COR ont également été publiés en 2014 concernant les recherches de l'IRSN sur les déchets de moyenne et haute activités à vie longue et l'agenda stratégique du réseau de recherche STAR en radioécologie.

### New members for the Research Policy Committee

The Research Policy Committee (COR) is an advisory body set up in 2009 to give an opinion on IRSN research activities orientation. Its members are representatives of all nuclear stakeholders - public authorities, research organizations, industry, and civil society. In 2014, it initiated a new round of meetings after changing its members. It set up two working groups - one devoted to research on severe accidents, the other on the role of civil society in research. The task of the first group is to identify issues that need to be explored to guide research on severe accidents, based on questions from the different stakeholders. Then to examine these issues in light of available knowledge, and list and prioritize important R&D topics in this area, with a special emphasis on issues of direct concern to IRSN. The second group will identify existing best practices allowing dialogue between society and research organizations. It will propose priority topics to the committee, and make recommendations on ways of fostering the involvement of civil society in the different stages of research.

The committee also issued two opinions in 2014: one on IRSN research into high-level and intermediate-level long-lived waste, and another on the strategic agenda of the radioecology research network, STAR.

la recherche – publics et privés – à intervenir plus en amont des projets, dès la stratégie. Il s'agit, en effet, de contribuer à la définition des priorités de recherche puis à la sélection et à la programmation des projets, pour aller jusqu'à la gestion éventuelle de leur mise en œuvre.

## Horizon 2020

Dans le cadre d'Horizon 2020 pour Euratom, le premier appel à projets a été clos en septembre 2014. Il couvrait, en particulier, les domaines relatifs aux systèmes nucléaires, à la gestion des déchets radioactifs, à la gestion de crise et à la radioprotection. L'évolution de la gouvernance a particulièrement été notable dans le domaine de la radioprotection et des déchets, où les projets attendus devaient contribuer à l'intégration des programmes de R&D en Europe.

Ainsi, dans le domaine des déchets, l'IRSN a, d'une part, piloté la constitution du projet SITEX II (*Sustainable network for Independent Technical EXPertise for radioactive waste disposal*) pour approfondir les travaux entre TSO, autorités et parties prenantes et, d'autre part, apporté sa contribution au projet JOPRAD de préfiguration d'une programmation conjointe qui réunirait les opérateurs et les acteurs de SITEX II.

Dans le domaine de la radioprotection, le projet CONCERT (*European joint programme for the integration of radiation protection research*) est un dispositif de programmation conjointe, dit « EJP » (*European Joint Programme*) pour lequel l'IRSN est l'un des organismes désignés par les autorités françaises en tant que responsable de programme. Ce dispositif sera mandaté pour lancer, dans les années à venir, les appels à projets cofinancés par la Commission européenne.

Dans les autres domaines, l'IRSN a piloté ou contribué à des projets scientifiques ciblés concernant le renforcement de la sûreté des installations en lien avec les leçons tirées de l'accident de Fukushima. Parmi les thèmes proposés, on peut retenir le développement d'outils de gestion de crise pour anticiper et évaluer les rejets pouvant découler d'un accident grave, la détermination de la capacité de rétention du corium dans la cuve en cas d'accident de fusion du cœur, la gestion des risques d'explosion d'hydrogène et l'extension des systèmes passifs.

L'un des éléments de la stratégie scientifique de l'IRSN réside dans la pertinence de ses partenariats avec des laboratoires académiques apportant une forte valeur ajoutée aux problématiques finalisées abordées par l'IRSN. La présence active de l'IRSN au sein de l'Alliance nationale de coordination de la recherche pour l'énergie (Ancre), de l'Alliance nationale de recherche pour l'environnement (AllEnvi) et de l'Alliance nationale pour les sciences de la vie et de la santé (Aviesan), contribue à inscrire notre stratégie partenariale dans ce réseau d'acteurs.

## Une politique de partenariat active

Par ailleurs, l'IRSN est fortement impliqué, en France, dans le défi NEEDS (Nucléaire: énergie, environnement, déchets, société) du CNRS. Ce programme multidisciplinaire sur le nucléaire est soutenu par sept partenaires – académiques, industriels et organismes de

*significant change in European research funding procedures and makes a significant step towards the construction of the European Research Area. It reshapes European research governance, in particular by encouraging stakeholders in both public and private research to become involved further ahead of projects - including contributions to strategic steps. That means helping to define research priorities, then to select and program projects, and, where relevant, manage their implementation.*

## Horizon 2020

*The first call for projects as part of Horizon 2020 for Euratom ended in September 2014. It focused on topics relating to nuclear systems, radioactive waste management, emergency response, and radiation protection.*

*The change in governance was particularly clear in the fields of radiation protection and waste, where projects were expected to help integrate R&D programs in Europe. Regarding waste, IRSN coordinated a project proposal called SITEX II (*Sustainable network for Independent Technical EXPertise for radioactive waste disposal*), aimed at furthering joint work by TSOs, authorities, and stakeholders, and contributed to a project called JOPRAD, which will pave the way for joint programming involving licensees and SITEX II teams.*

*Concerning radiation protection, CONCERT (*European joint program for the integration of radiation protection research*) is a European Joint Program (EJP) for which IRSN was among the organizations designated as program owner by the French authorities. Over the coming years, CONCERT will be used to launch calls for projects co-funded by the European Commission.*

*In other areas, IRSN has coordinated or contributed to targeted scientific projects to enhance the safety of facilities, drawing on feedback from the Fukushima accident.*

*Proposed topics include developing emergency response tools to forecast and assess releases due to severe accidents, finding ways of retaining corium inside the reactor vessel in the event of a core melt accident, managing hydrogen explosion risks, and extending passive systems.*

*A key factor in IRSN's scientific strategy is its choice of relevant partnerships with university laboratories that provide academic knowledge for IRSN's own scientific challenges.*

*This partnership strategy is reflected in its active involvement in the National Alliance for Energy Research Coordination (ANCRE), the National Alliance for Environmental Research (AllEnvi), and the National Alliance for Life and Health Sciences (AVIESAN).*

## An active partnership policy

*IRSN is also closely involved in NEEDS (Nuclear: energy, environment, waste, society), a French research program led by CNRS. This interdisciplinary nuclear program is*

recherche. L’Institut pilote, avec le CNRS, le projet environnement et en cofinance quatre autres. Ce projet fédérateur vise, par des appels d’offres sur des thèmes de recherche concernant la radioactivité dans l’environnement, à constituer, au niveau national, une communauté scientifique. En 2014, 13 projets de recherche auxquels participe l’IRSN ont été retenus.

En parallèle, des actions de recherche dans le domaine de la sûreté et de la radioprotection sont menées, depuis de nombreuses années, par l’IRSN en collaboration avec le CEA et EDF dans le cadre d’un accord-cadre. L’arrivée à échéance de cet accord de collaboration à la fin de l’année 2013 et la mise en place, selon la volonté du Gouvernement, d’un institut de recherche conjoint entre le CEA, Areva et EDF dans le domaine des réacteurs nucléaires de puissance, ont conduit l’IRSN à repenser le cadre collaboratif avec les industriels du nucléaire dans le domaine de la sûreté et de la radioprotection. Cette réflexion a abouti, en premier lieu, en 2014 à la mise en place d’une instance de réflexion « moyen et long termes », regroupant le CEA, l’IRSN, Areva et EDF. Cette instance de réflexion a vocation à identifier, au-delà des programmes de recherche déjà lancés, les axes de recherche à explorer dans le futur et, potentiellement, les moyens expérimentaux à y associer. Il a également vocation à dégager des positions communes pour alimenter les documents stratégiques de recherche élaborés aux plans national et européen. Enfin, cette instance doit permettre de favoriser la cohérence des réponses aux appels à projets émis par les agences de financement française et européenne. L’IRSN a piloté, au cours de l’année 2014, l’élaboration d’un accord-cadre de collaboration quadripartite IRSN-CEA-EDF-Areva, lequel héberge contractuellement les projets de recherche menés en collaboration par ces partenaires dans le domaine de la sûreté des installations nucléaires (y compris les installations du cycle du combustible et les réacteurs du futur) et dans le domaine des effets de l’exploitation de ces installations sur l’homme et l’environnement. Une attention particulière a été portée à la gestion des interfaces entre cet accord-cadre et les accords de consortium établis dans le cadre de projets soutenus par des agences de financement, en termes de droits de propriété, de droits d’usage des résultats et de publication des travaux.

### UNE EXPERTISE RECONNUE AU SERVICE DE LA PRÉVENTION DES RISQUES NUCLÉAIRES ET RADILOGIQUES

En termes de gouvernance, les conditions de l’appui technique de l’IRSN aux autorités et aux pouvoirs publics sont déclinées dans des conventions pluriannuelles. En 2014, l’IRSN a renouvelé ses conventions avec la Direction générale du travail, en appui aux politiques publiques dans le domaine de la radioprotection des travailleurs, et avec la Direction générale de l’énergie et du climat, pour ce qui concerne l’établissement de données comptables liées aux matières nucléaires et l’assistance dans la mise en œuvre des engagements internationaux de la France, au titre de la convention OSPAR. Enfin, l’IRSN a préparé le renouvellement de la convention avec le délégué à la sûreté nucléaire et à la radioprotection pour les activités et installations intéressant la défense, définissant les

*supported by seven partners among universities, industry, and research organizations. It leads the environmental project with CNRS and jointly funds four more.*

*The program seeks to build a national scientific community through calls for projects on research topics relating to environmental radioactivity. In 2014, IRSN was involved in 13 of the projects selected.*

*For many years, IRSN has collaborated with CEA and EDF under a framework agreement concerning research on safety and radiation protection. At the end of 2013, this agreement expired, and a joint research institute involving IRSN, CEA, Areva, and EDF was set up, at the government’s request, in the field of nuclear power reactors. This led the Institute to rethink the framework for collaboration with the nuclear industry on safety and radiation protection. As a result of this, a “medium- and long-term” think tank was set up, bringing together CEA, IRSN, Areva, and EDF in 2014. The aim of the think tank is to identify avenues of research for the future - and, potentially, the related experimental resources - to complement existing research programs. Another of its tasks is to find common ground as a basis for national and European research strategy documents. Lastly, it must favor a consistent response to calls for projects issued by French and European funding agencies. During the year 2014, IRSN coordinated the preparation of a four-party framework agreement with CEA, EDF and Areva. The agreement sets out the contractual conditions governing joint research projects among the four partners in the fields of nuclear facility safety (including nuclear fuel cycle facilities and future reactors), and the effects of these facilities on people and the environment. Special attention was paid to managing interfaces between this framework agreement and consortium agreements signed under projects backed by funding agencies, in terms of property rights, rights to use results and to make them available for the public.*

### WIDELY ACKNOWLEDGED EXPERTISE IN NUCLEAR AND RADIOLOGICAL RISK PREVENTION

*The technical support that IRSN provides to the safety authorities and other public authorities is governed by multi-year contracts. In 2014, IRSN renewed its technical support agreements with the Directorate-General for Labor in support of public policy on occupational radiation protection, and with the Directorate-General for Energy and Climate for the provision of nuclear material accountancy data and assistance in applying French international commitments under the OSPAR convention. Lastly, it prepared the renewal of its technical support agreement with the Representative in charge of Nuclear Safety and Radiation Protection for Defense-related Activities and Facilities, on those activities.*

*Regarding its main activity, assessment, IRSN submitted more than 1,000 notices to the safety authorities and other*

modalités de son appui technique portant sur ces mêmes activités. En matière d'expertise, mission première de l'Institut, plus de 1000 avis ont été transmis aux autorités et pouvoirs publics de l'IRSN. À cet égard, les actions liées au renforcement de la robustesse des installations existantes à la suite de l'accident de Fukushima ont à nouveau mobilisé les équipes concernées. Ainsi, l'Institut a-t-il instruit, en 2014, les premiers dossiers techniques présentés par les exploitants en réponse aux prescriptions de l'ASN demandant la mise en place pour leurs installations d'un «noyau dur» de dispositions matérielles et organisationnelles robustes. Celles-ci doivent, dans les situations extrêmes étudiées dans le cadre des évaluations complémentaires de sûreté (ECS), par exemple, de prévenir la fusion du cœur ou en limiter la progression et, dans le cas d'une fusion partielle ou totale du cœur, limiter les rejets radioactifs massifs.

Parmi les principales actions identifiées conjointement par l'ASN et l'IRSN, et outre le suivi au quotidien de la sûreté de l'exploitation des installations, il faut retenir le début de l'instruction de la mise en service de l'installation d'entreposage de déchets ICEDA, l'examen des principes de sûreté de la future installation DIADEM, l'analyse du bilan des troisièmes visites décennales des réacteurs de 1300 MWe, la poursuite de l'analyse du réexamen de sûreté de l'usine UP3, l'instruction de la mise à l'arrêt définitif du réacteur Phénix et l'examen des orientations proposées par l'Andra pour la réalisation des ouvrages de fermeture du projet Cigéo – centre industriel de stockage géologique.

En matière de sécurité, c'est-à-dire pour la protection des matières nucléaires, de leurs installations et de leur transport contre la malveillance, l'IRSN apporte son appui et son concours au ministère chargé de l'énergie pour que les opérateurs nucléaires appliquent le renforcement des mesures de prévention prescrites en 2011. Il s'agit d'une priorité, pour notre pays, confronté depuis quelques années à des menaces accrues, notamment dans le domaine du sabotage, dont il faut se prémunir eu égard aux risques pour la population

*public authorities. Once again, the Institute's teams were involved in efforts to strengthen existing facilities following the accident at Fukushima.*

*In 2014, IRSN examined the first technical safety cases submitted by licensees, in response to ASN's call for a "hardened safety core" of robust physical and organizational measures to be implemented at their facilities. Under the extreme conditions studied for complementary safety assessments (or stress tests), these measures must prevent core melt or restrict its progress and, in the case of partial or total core melt, limit radioactive release.*

*ASN and IRSN carried out a number of joint actions in 2014, in addition to routine monitoring of facility operating safety. Highlights included the start of work on examining the license application for the commissioning of the waste storage facility, ICEDA; examination of safety principles at the future DIADEM facility; analysis of the report on the third ten-yearly inspections of 1,300 MWe reactors; continuation of analysis work on the UP3 plant safety review; preparation of the final shutdown of the Phenix reactor; and examination of the solutions proposed by Andra for the construction of the closure structures in the CIGEO project for a deep geological repository for radioactive waste.*

*Regarding security - a term which refers to the protection of nuclear materials, the facilities where they are used or stored, and their transportation, against malicious acts - IRSN provides the Ministry of Energy with support and assistance to help ensure that nuclear licensees implement the reinforced preventive measures stipulated in 2011. This is a priority for France, which has faced growing threats in recent years, particularly acts of sabotage against which measures must be taken to protect the population and the environment. IRSN contributes to efforts in this area by analyzing the sensitivity of facilities and assessing*

## FOCUS

### Contribution à la transposition de la directive européenne «radioprotection»

L'année 2014 a également vu l'engagement, dans le domaine de la radioprotection, des travaux de transposition de la directive européenne 2013/59/Euratom. Adoptée le 5 décembre 2013 par le Conseil de l'Union européenne, elle fixe les normes de base en radioprotection et abroge les directives 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom et 2003/122/Euratom. Afin de transposer en droit français les nouvelles orientations de cette directive, un comité de transposition a été constitué en 2014 ainsi que des groupes de travail. Fort de son expérience de terrain et de sa connaissance des risques en situation réelle, l'IRSN contribue à ses travaux.

### Contribution to the transposition of the European Directive on radiation protection

The year 2014 also saw work begin on the implementation of Council Directive 2013/59/Euratom. The directive was voted by the Council of the European Union on December 5, 2013. It lays down basic safety standards for protection against radiation, and repeals directives 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom, and 2003/122/Euratom. A transposition committee and a number of working groups were set up in 2014 to incorporate the new requirements of this directive in French law and regulation. IRSN contributes to this work, drawing on its experience in the field and its knowledge of the risks under real conditions.

et l'environnement. La contribution de l'Institut pour l'analyse de la sensibilité des installations et pour l'évaluation de leur vulnérabilité permet aux autorités d'exercer leurs responsabilités de contrôle vis-à-vis des opérateurs pour l'atteinte des objectifs de prévention, notamment aux stades de l'autorisation, de la modification, ou de la révision décennale des installations.

Au titre de sa contribution aux référentiels techniques, l'IRSN a participé, dans le cadre des travaux du réseau européen ETSON, à l'élaboration d'un nouveau guide *Analyse des phénomènes transitoires et des accidents de dimensionnement* pour contribuer à la diffusion des meilleures pratiques en matière d'évaluation de sûreté nucléaire.

#### Coopération internationale en situation de crise

L'IRSN a signé, le 26 juin 2014, un accord de mise à disposition de ses compétences en matière de gestion des situations d'urgence à l'Agence française d'expertise technique internationale (AFETI). Cet organisme, chargé de promouvoir l'assistance technique et l'expertise françaises à l'international, a mis en place un consortium de partenaires pour développer une approche commune dans les domaines de la non-prolifération et de la lutte contre le terrorisme NRBC (nucléaire, radiologique, biologique et chimique), étendue, à la demande des États, aux risques naturels ou industriels. Avec cet accord, l'IRSN pourra apporter sa capacité d'expertise dans le domaine de la sécurité nucléaire et de la gestion des situations

*their vulnerability. This enables the authorities to exercise regulatory control over licensees to ensure that prevention requirements are met, notably during the licensing process, changes, or ten-yearly overhauls of facilities.*

*Regarding technical reference bases, the Institute contributed to a new guide published by ETSON entitled *Transients and Design Basis Accident Analyses*. The purpose of the guide is to disseminate best practices in nuclear safety assessment.*

#### International cooperation in crisis situation

*On June 26, 2014, IRSN signed an agreement with the recently created Agence Française d'Expertise Technique Internationale (French Agency for International Technical Assessment [AFETI]) offering the benefit of its emergency response management skills. AFETI promotes French technical assistance and assessment capabilities in the international arena. To this end, it has set up a consortium of partners to develop a joint approach to nonproliferation and the prevention of terrorist use of CBRN (chemical, biological, radiological, and nuclear) weapons. At the request of certain governments, its work has been extended to natural and industrial hazards. The agreement enables IRSN to contribute its assessment capabilities in nuclear*

## FOCUS

### Le système français de sûreté nucléaire évalué par une mission de l'AIEA

Du 17 au 28 novembre 2014, la France a accueilli, à sa demande, une mission AIEA de revue par les pairs de type « *Integrated Regulatory Review Service* » (IRRS). Largement préparée depuis un an par l'ASN avec l'appui de l'IRSN et en lien avec les services concernés du ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie, cette mission a été réalisée par une équipe de 22 experts d'autorités de sûreté provenant de 17 États membres de l'AIEA.

À l'occasion de divers échanges avec les membres de la mission, l'IRSN a pu expliciter les modalités de son appui technique à l'ASN tout en soulignant les synergies déployées avec les autres composantes des pouvoirs publics et autorités compétentes par exemple en matière de sécurité nucléaire, de gestion de crise nucléaire ou radiologique ou bien encore de radioprotection des travailleurs.

À l'issue de cette mission, qui a porté sur l'ensemble du système français de contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection ainsi que sur sa mise en œuvre, l'équipe d'experts a, noté l'efficacité de l'appui technique qu'apporte l'Institut à l'ASN.

### IAEA assessment of the french nuclear safety system

*At IAEA's request, France underwent an Integrated Regulatory Review Service (IRRS) peer review on November 17-28, 2014. ASN, with support from IRSN and in liaison with the relevant departments of the Ministry of Ecology, Sustainable Development, and Energy, prepared the review during the previous year. The review was performed by a team of 22 experts from the safety authorities of 17 IAEA Member States.*

*During discussions with mission members, IRSN explained how it delivers technical support to ASN, while drawing attention to synergies with other public bodies and authorities involved in various specialized areas, such as nuclear security, nuclear or radiological emergency response, and occupational radiation protection.*

*The mission covered every aspect, including implementation, of the French system for controlling nuclear safety and radiation protection. The experts in the review team found that IRSN provided ASN with effective technical support.*

d'urgence en réponse à des appels d'offres de la Direction générale du développement et de la coopération (EuropeAid) de la Commission européenne.

## AGIR POUR FAIRE AVANCER LA SÛRETÉ, LA SÉCURITÉ ET LA RADIOPROTECTION DANS LE MONDE

Partager les connaissances et participer au développement des connaissances les plus actuelles en sûreté nucléaire et radioprotection, les mobiliser dans un cadre contractuel, promouvoir l'importance de la fonction d'expertise: l'IRSN agit pour faire avancer la sûreté, diffuser la culture de sûreté et faire reconnaître le rôle des TSO dans la maîtrise des risques nucléaires et radiologiques. Ainsi, l'Institut a largement contribué, avec ses homologues d'ETSON, au succès de la troisième conférence de l'AIEA dédiée au rôle des TSO pour faire progresser la sûreté et la sécurité nucléaire. Cette conférence a rassemblé à Pékin, du 27 au 31 octobre 2014, plus de 300 participants venus d'une quarantaine de pays. Outre leur participation à la préparation du programme technique de la conférence, les membres d'ETSON ont partagé leurs expériences et leurs activités au travers de multiples présentations et publications. Cette conférence a confirmé le rôle clé, pour la sûreté nucléaire, de l'expertise portée par les TSO, et notamment par l'IRSN. Elle a souligné les composantes essentielles du travail des TSO, telles que les activités de recherche.

### Une place reconnue pour l'ENSTTI

La place de l'Institut européen de formation et de tutorat en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection (ENSTTI) y a également été reconnue. Cet institut, créé en 2011 par l'IRSN, Bel V (Belgique) et LEI (Lituanie), a pour mission de dispenser, en Europe et dans le monde, des formations en sûreté et en sécurité nucléaires ainsi qu'en radioprotection, et d'harmoniser les référentiels de compétences sous-jacents. L'ENSTTI a vocation à devenir un organisme de référence pour la définition et la réalisation de programmes de formation permanente en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection à vocation européenne – notamment dans le cadre de programmes de la Commission européenne. Par ailleurs, l'ENSTTI a pris en charge, en 2014, l'organisation et la gestion des formations à destination des professionnels assurées, en France, par des experts de l'IRSN. En 2014, l'ENSTTI a organisé 105 sessions de formation qui ont rassemblé 1 250 stagiaires avec l'appui de 267 formateurs-experts de l'IRSN et d'autres organismes de sûreté européens.

Enfin, l'IRSN apporte un appui à ses partenaires étrangers et assure des prestations dans le domaine de la sûreté nucléaire, de la radioprotection et de la sécurité. Il participe, par l'intermédiaire de Riskaudit, coentreprise qu'il a créée en 1992 avec son homologue GRS, à des projets européens d'assistance au bénéfice d'autorités de sûreté, pour contribuer à améliorer la sûreté et à renforcer les capacités de ses partenaires. Étant l'un des principaux organismes d'expertise en sûreté, sécurité et radioprotection dans le monde, l'IRSN, au travers de sa *business unit* Développement commercial à l'international, a développé des activités en termes de modélisation de savoir-faire dans le cadre de prestations afin de répondre à la croissance des demandes internationales. Cette contribution aux activités nucléaires à l'étranger présente divers avantages. En aidant à renforcer la sûreté,

*safety and emergency response management to respond to calls for proposals by the European Commission Directorate-General for International Cooperation and Development (EuropeAid).*

### ENHANCING SAFETY, SECURITY, AND RADIATION PROTECTION IN THE WORLD

*IRSN works to enhance safety, foster a safety culture, and promote recognition of the role of TSOs in nuclear and radiological risk management. To this end, it shares knowledge and contributes to the development of the latest knowledge in nuclear safety and radiation protection, provides a contractual framework for putting this knowledge to use, and highlights the importance of assessments.*

*Along with its ETSON counterparts, the Institute contributed to the success of the third IAEA conference on the role played by TSOs in enhancing nuclear safety and security. More than 300 people from forty countries attended the conference held in Beijing on October 27-31, 2014. In addition to their participation in preparing the technical agenda of the conference, ETSON members shared their experience and activities through a variety of publications and presentations. The conference confirmed that the expertise of TSOs, including IRSN played a vital role played a vital role in nuclear safety. It highlighted the most important aspects of TSO activities, such as research.*

### A stronger position for ENSTTI

*The role of the European Nuclear Safety Training and Tutoring Institute (ENSTTI) was also recognized at the conference. ENSTTI was created by IRSN, BelV (Belgium), and LEI (Lithuania) to offer training in nuclear safety and security, and radiation protection across Europe and the rest of the world, and to develop a common reference basis for skills. It is set to become a reference organization in defining and carrying out vocational training schemes in the field of nuclear safety and radiation protection within a European context, and more especially for the purposes of European Commission programs. In 2014, ENSTTI organized and managed training courses for professionals in the nuclear industry. In France, these courses were taught by IRSN experts. That year, it organized 105 training sessions attended by 1,250 trainees, and involving 267 expert instructors from IRSN and other European safety organizations.*

*Lastly, IRSN offers support to its foreign partners and provides services in the field of nuclear safety, radiation protection, and security. It is also involved in European projects to assist the safety authorities via Riskaudit, the joint venture it set up with its counterpart GRS in 1992. These projects, which are funded by the European Commission, seeks to enhance safety and strengthen partners' capabilities. As one of the leading safety, security and radiation protection organizations in the world, IRSN, with its International Business Development business unit, has developed its business through "know-how models" to meet growing international demand. This contribution to the nuclear sector around the world has several advantages. By working to enhance safety, security, and radiation protection in foreign countries, it promotes best safety practices worldwide and, at the same time, "consolidates" the skills of its own experts. IRSN's action in this area also helps to disseminate French practices, transfer its expertise, and capture additional revenue.*

*Services in 2014 included assessments for Riskaudit in Ukraine, Armenia, Mexico, Vietnam, and Belarus. Assistance was also provided for authorities and licensees in China and the United Kingdom, and for French companies*

la sécurité ou la radioprotection dans des pays étrangers, elle participe à la promotion, dans le monde, de pratiques de sûreté de haut niveau et à «consolider», en interne, la compétence des experts. Enfin, elle permet de diffuser les pratiques françaises, de valoriser les compétences de l’Institut, tout en lui apportant des financements complémentaires.

Les prestations réalisées en 2014 ont, notamment, concerné des expertises pour le compte de Riskaudit en Ukraine, en Arménie, au Mexique, Vietnam, Belarus, etc. Par ailleurs, une assistance a été fournie à des autorités et à des exploitants en Chine ainsi qu’au Royaume-Uni et pour le compte d’industriels français dans le cadre de leurs activités à l’export. De plus, afin de pouvoir contribuer à la mise en œuvre des exigences émises par la Communauté européenne au travers de sa directive établissant un cadre communautaire pour la sûreté nucléaire des installations nucléaires, l’Institut travaille sur la comparaison des référentiels de sûreté français, américains, russes, chinois, anglais et finlandais.

### L’IRSN, UN EXPERT AU SERVICE DE LA VIGILANCE CITOYENNE

«Alors que la demande de transparence sur le nucléaire s'accroît, l'IRSN a engagé, depuis plus de 10 ans, une politique volontariste en matière d'ouverture à la société et de nombreux acteurs considèrent que le changement est sensible. Cette ouverture s'inscrit au cœur des missions de recherche et d'expertise qui lui sont confiées dans les domaines de la sûreté nucléaire et de la radioprotection. L’Institut considère, en effet, que la vigilance qu'exerce la société est une composante essentielle de la maîtrise des risques.» Tel est le message global porté par le bilan 2011-2014 de la Charte d’ouverture à la société que l’IRSN a réalisé en 2014. Élaboré à partir d’entretiens avec une vingtaine de personnalités représentatives de la diversité des acteurs impliqués dans ces actions, ce bilan reprend les deux priorités fixées par l’Institut fin 2011: le développement de l’ouverture à la société autour des dossiers de sûreté et le développement de la proximité avec les territoires au-delà des installations nucléaires et de leur proximité immédiate.

Que ce soit en matière de transparence, de partage des connaissances ou d’accompagnement de la société, le bilan confirme des avancées dans les actions menées par l’Institut, marquées, notamment, par un partenariat de plus de 10 ans avec l’Anccli et les Cli. La publication sur son site Internet d’un nombre toujours plus grand d’avis que l’IRSN transmet aux autorités en est une illustration. Le bilan atteste également le développement de la capacité d’inter-

*to support their export business. Furthermore, IRSN worked on comparisons of French, American, Russian, Chinese, British, and Finnish safety bases, to contribute to the implementation of the EC directive that provides a community framework for the nuclear safety of nuclear installations.*

### IRSN WORKS TO SUPPORT VIGILANCE AMONG CITIZENS

*During a period of growing demand for transparency in the nuclear sector, IRSN has implemented a proactive policy of openness to society for more than ten years. Many believe that this has brought about a definite change. Openness is central to the research and assessment work assigned to the Institute in the fields of nuclear safety and radiation protection, and in IRSN’s view, vigilance among citizens is an essential part of risk management. The two paragraphs above reflect the general report for 2011-2014 in the Charter on Openness to Society that IRSN completed in 2014. Based on interviews with twenty persons representing the diversity of stakeholders in this action, the report takes up the two priorities defined by the Institute at the end of 2011, namely to open up more to society on safety issues, and to work more closely with local authorities and other stakeholders on topics other than nuclear facilities and their immediate vicinity.*

*The report confirms progress in the Institute’s activities, in terms of transparency, knowledge sharing, and supporting stakeholders in civil society. A major example of this is its 10-year-old partnership with ANCCLI and local information commissions. Another illustration is that the public can consult on IRSN’s website an ever-increasing number of notices submitted to the authorities.*

*The report also reflects the growing capacity of civil society to tackle complex issues. For example, the public debate organized on the CIGEO project for a deep geological*

pellation par les acteurs de la société sur des sujets complexes. Par exemple, le débat public mené sur le projet Cigéo de centre industriel de stockage géologique des déchets radioactifs, auquel l'Institut a participé, s'est terminé en février 2014 par une conférence de citoyens. Ces différents échanges ont permis de mettre en évidence l'attente d'éléments complémentaires préalablement à la prise de décision de mise en œuvre du projet. À la suite du débat public, l'Andra, porteuse du projet Cigéo, a annoncé une modification du calendrier de ce projet, qui comprend désormais « une phase industrielle pilote ». Cela illustre l'importance d'une démarche d'ouverture à la société qui facilite l'émergence d'une expertise citoyenne sur des sujets majeurs.

### **Engagement de démarches pluralistes**

Si les questions relatives à la santé des populations et à l'état de l'environnement autour des installations nucléaires occupent une place prépondérante dans les actions d'ouverture à la société, elles ne sont, cependant, pas les seuls sujets que les experts de l'Institut souhaitent partager avec les citoyens. Ainsi, les populations exposées au radon ou à des rayonnements à proximité d'anciens sites miniers font l'objet d'actions de sensibilisation aux risques encourus. Par exemple, la démarche pluraliste engagée en Franche-Comté depuis plusieurs années vise à impliquer les acteurs locaux concernés pour renforcer la prévention des risques liés au radon dans l'habitat privé. Elle a, par exemple, abouti, en 2014, à la prise en compte de la problématique radon dans la politique locale de rénovation de l'habitat du Pays des Vosges-Saônoises.

L'institut mène une démarche similaire dans les régions où ont été exploitées des mines d'uranium. Ainsi, un groupe pluraliste de suivi a été mis en place pour accompagner le constat radiologique minier engagé sur le bassin versant de la Dordogne. Cette démarche pluraliste a abouti, à l'automne 2014, au partage des résultats et à la définition du mode de restitution le plus accessible possible.

Enfin, l'IRSN participe à l'initiative de dialogue engagé par la CIPR pour la réhabilitation des conditions de vie dans la préfecture de Fukushima avec des habitants de la région. En mars et octobre 2014, l'IRSN a organisé avec le CEPN des séminaires de travail avec les acteurs locaux japonais pour partager leurs témoignages avec les experts de l'Institut. De ces échanges sur des situations vécues, l'IRSN nourrit sa réflexion sur la préparation des experts au dialogue avec la société en situation postaccidentelle. ●

*repository for radioactive waste, in which IRSN took part, ended in February 2014 with a citizens' panel. These various exchanges of views made it possible to consider additional expectations before the final decision to go ahead with the project. Following the debate, Andra, the organization leading the CIGEO project, announced a change to the project schedule, which now provides for an "industrial pilot phase". This shows how the initiative to open up to society gives citizens a better grasp of major issues, thus illustrating its importance.*

### **Pluralistic approaches initiated**

*Although issues of public health and environment around nuclear facilities are foremost on the agenda concerning openness to society, they are not the only topics that IRSN experts wish to share with citizens. For example, public exposure to radon or to radiation near former mining sites is targeted by campaigns to share awareness of the risks. On this subject, the joint initiative that began in the region of Franche-Comté in eastern France several years ago, seeks to involve local stakeholders in efforts to improve radon prevention measures in private housing. In 2014, the initiative led to the radon problem being incorporated in the local housing improvement policy in the Pays des Vosges Saônoises area.*

*IRSN takes similar initiatives in regions that were formerly the site of uranium mines. For example, a joint monitoring group was set up for the radiological survey of former mining sites in the Dordogne river drainage basin. In autumn 2014, as an outcome of this initiative, survey results were shared and the most accessible presentation means defined.*

*Lastly, IRSN is involved in the ICRP initiative for dialogue on the rehabilitation of living conditions after the Fukushima accident with the local population. In March and October 2014, IRSN and CEPN organized working meetings where local stakeholders in Japan could share their experiences with the Institute's experts. Sharing real-life experience in this way helps IRSN to prepare experts to communicate with society in post-accident situations. ●*

## MANAGEMENT DES CONNAISSANCES

**Capitaliser, transmettre et valoriser les savoir-faire et les connaissances scientifiques et techniques détenues au sein de l'IRSN pour contribuer au maintien et à l'évolution des compétences nécessaires, telle est la vocation des actions engagées par l'Institut en matière de management des connaissances. L'année 2014 a été marquée par le déploiement d'actions pilotes dans ce domaine.**

### CAPITALISER, TRANSMETTRE ET VALORISER

#### Analyse stratégique des connaissances

C'est dans les domaines d'activité liés à la sûreté des réacteurs du parc électronucléaire qu'une première expérience pilote d'analyse stratégique des connaissances a été menée. Ses conclusions ont été étudiées en 2014 lors d'un séminaire interne qui a abouti à l'élaboration d'un plan d'action à moyen terme. Celui-ci prévoit la réalisation d'un diagnostic du référentiel des connaissances sur le périmètre d'activité relatif à la sûreté des réacteurs à eau sous pression : état des lieux des informations et connaissances disponibles ; identification des besoins en termes de métiers, de contenus et de partage des connaissances.

Cette démarche d'analyse stratégique ayant démontré sa pertinence, un travail similaire a été engagé, dans l'année, pour les domaines d'activité de l'IRSN relatifs à l'environnement.

#### Capitalisation des connaissances

Les travaux débutés en 2013 en matière de capitalisation des connaissances ont été achevés en 2014, avec la réalisation de quatre premiers recueils de connaissances dans le domaine de la sûreté des réacteurs.

Ces ouvrages restituent les contenus d'interviews croisées de « sachants » intervenant dans des domaines d'activité identifiés comme critiques, du fait du faible nombre de personnes disposant des connaissances nécessaires ou de leur prochain départ. De nouvelles interviews de « sachants » ont débuté en 2014 dans les domaines de la radioprotection, de l'environnement et de la prévention des risques de criticité.

#### Déploiement du tutorat

Destiné à accompagner les prises de fonction dans l'un des métiers de l'Institut, le programme de tutorat a pour objectif de faciliter l'intégration et l'acquisition des savoir-faire nécessaires. En 2014, les travaux réalisés ont abouti à la rédaction de deux guides : l'un destiné aux tuteurs, l'autre aux tutorés. Ces deux documents pratiques précisent les responsabilités et le rôle des différents intervenants dans le dispositif. Ils seront mis en application dans le courant de l'année 2015.

#### DÉPLOIEMENT DE L'UNIVERSITÉ INTERNE

2014 a vu la concrétisation de nouveaux modules de formation au sein de l'Université interne et la stabilisation d'une organisation dédiée. Ce projet d'Université interne, destiné à la fois aux nouveaux arrivants et aux personnels en poste, s'est enrichi avec la mise en œuvre des premières sessions de l'école de la crise. Un

#### KNOWLEDGE MANAGEMENT

*The action undertaken by IRSN in the field of knowledge management is aimed at building, disseminating and transferring its scientific and technical expertise and knowledge, to help maintain and improve skills. The year 2014 saw a number of pilot initiatives in this area.*

#### BUILD, DISSEMINATE, TRANSFER

##### *Strategic analysis of knowledge*

*An initial pilot experiment on strategic analysis of knowledge was conducted in fields of activity relating to nuclear power reactor safety. Its conclusions were studied in 2014 during an internal work meeting. The outcome was the preparation of a medium-term action plan. This provides for a diagnosis of the knowledge reference base on PWR safety, including an inventory of available data and knowledge, and the identification of needs in terms of business areas, content, and knowledge sharing. Given the positive outcome of this strategic analysis initiative, similar action was taken during the year in IRSN's environment-related activities.*

#### *Building knowledge*

*The work started in this area in 2013 was completed in 2014. The result was the compilation of the first four knowledge compendiums on reactor safety. These contain joint interviews with "knowers" in various fields of activity considered as critical, either because there is a shortage of people with the necessary knowledge in these areas, or because they are about to retire. More interviews of this type began in 2014 in the fields of radiation protection, the environment, and criticality risk prevention.*

#### *Rollout of the tutoring program*

*The tutoring program is intended for people taking up a position at the Institute. Its aim is to help them become part of the organization and acquire the necessary expertise. The year 2014 saw the publication of two guides, one for tutors, the other for tutees. These two practical documents set out the duties and role of the different parties involved in the program, and will come into use in 2015.*

#### *INTERNAL UNIVERSITY ROLLOUT*

*IRSN's internal university launched some new training modules in 2014 and put the finishing touches to its dedicated organizational structure. The internal university,*

recensement des formations envisagées dans le cadre de l'école « support » a également été effectué. Un travail a, notamment, été mené sur la formation des formateurs, selon une méthode pédagogique privilégiant l'approche participative.

En parallèle, dans le cadre de la structuration de l'école de l'expertise, l'Institut a entamé le développement d'une approche intégrée, couvrant l'ensemble des risques nucléaires causés par les sollicitations d'origine technologique, environnementale, humaine involontaire ou malveillante. Cette approche vise à fournir une méthodologie d'expertise cohérente et coordonnée et à optimiser l'instruction des dossiers reçus concomitamment dans les domaines de la sûreté, de la radioprotection et de la protection contre les actes de malveillance. Elle est l'occasion, pour l'Institut, de rapprocher des domaines d'expertise dont les cultures peuvent différer. ●

*which is intended both for newcomers and existing staff, has begun the first training courses in its emergency response module. It also carried out a survey of training courses planned for the support module. Work was also carried out on instructor training favoring an active learning method.*

*At the same time, IRSN began developing an integrated approach as part of its work on organizing the assessment module. This approach covers all the nuclear risks relating to technology, the environment, and human errors or malicious acts. Its aim is to provide a consistent, coordinated assessment methodology, and to optimize the examination of documents received at the same time concerning safety, radiation protection, and protection against malicious acts. This was an opportunity for the Institute to bring together assessment teams whose cultures might vary. ●*

## “ LA PAROLE À...



**Marie-Christine Robé**  
*Conseiller scientifique de la Direction des ressources humaines de l'IRSN*

« L'objectif de l'Université interne est à la fois de pérenniser et de sécuriser le dispositif de transmission des savoirs tout en proposant un socle de culture commune à l'ensemble des collaborateurs de l'Institut. Ainsi, elle contribue à la construction des parcours professionnels de l'Institut. Sa force réside, notamment, dans l'adaptation des contenus pour répondre aux besoins spécifiques de l'IRSN ainsi que dans la méthode pédagogique utilisée. Sur ces deux points, les retours exprimés par les participants sont vraiment positifs. Nous avons organisé 11 sessions en 2014, toutes écoles confondues, qui ont concerné 161 participants. Au total, plus de 40 intervenants IRSN mobilisés dans l'Université interne contribuent à la transmission et au partage des connaissances. »

*In the words of... Marie-Christine Robé  
Scientific advisor in the IRSN human resources division*

*“The internal university seeks to guarantee a solid and lasting system of knowledge transmission and, at the same time, provide a core culture shared by all IRSN personnel. In this way, it helps to build careers within the Institute. Its main strength lies in the fact that it adapts content to the specific requirements of IRSN, and in the teaching method employed. The feedback from trainees on both these points has been really positive. Counting all modules, we organized 11 sessions in 2014 attended by 161 trainees. In all, more than 40 IRSN experts contribute to the transmission and sharing of knowledge through the internal university.”*

## INFORMATION ET COMMUNICATION

Transparente et pédagogique, la politique de l'IRSN en matière de communication et les supports qu'il élabore visent un double objectif: mettre l'information à la disposition du public et lui permettre de comprendre les enjeux associés aux activités nucléaires et aux rayonnements ionisants.

### UNE INFORMATION ACCESSIBLE ET PÉDAGOGIQUE

Avec plus d'un million de consultations, le site Internet de l'Institut est le principal vecteur d'information vers le public. Il rend compte de l'actualité à travers des informations «sur mesure». En 2014, ce site a évolué et offre, désormais, aux internautes une meilleure ergonomie de navigation. En coordination avec l'ASN, la publication des avis qui lui sont transmis a été amplifiée, avec la mise en ligne de 77 nouveaux avis. L'Institut a renforcé sa présence sur les réseaux sociaux, et particulièrement sur Twitter, où le nombre de personnes suivant les comptes thématiques de l'IRSN @surenucleaire et @radioprotection a fortement progressé.

En parallèle, l'IRSN est resté mobilisé tout au long de l'année 2014 pour répondre aux questions des médias et du public. Deux sujets ont marqué l'actualité: les suites de l'accident de Fukushima (Japon) et les actions d'évaluation et d'expertise de la sûreté des réacteurs en France.

Enfin, le magazine *Repères* a proposé de nombreuses informations sur l'actualité du nucléaire. En 2014, il a axé ses dossiers sur le vieillissement des centrales, la gestion d'une crise nucléaire, la protection du cristallin de certains travailleurs et la radiologie interventionnelle. 2014 a vu le lancement d'une newsletter et d'une version numérique offrant une information plus complète, avec des contenus spécifiques – vidéos, diaporamas, photos, pages supplémentaires et enregistrements audio.

### INFORMATION DU GRAND PUBLIC

La démarche pédagogique de l'IRSN se traduit aussi par la réalisation d'expositions qui expliquent de façon attractive les enjeux associés à l'utilisation des rayonnements ionisants. Ainsi, l'exposition IRSN/ASN sur les risques nucléaires a été déployée, sous sa forme pilote, dans 13 lycées, à l'occasion d'un exercice de crise sur le site de Chooz (Charleville-Mézières – Ardennes). Elle a aussi été présentée dans de grandes manifestations comme les Assises nationales des risques technologiques ou encore le Salon des maires. De nouveaux modules et des animations multimédias ont été mis en forme en fin d'année pour compléter l'exposition pilote.

De même, l'exposition Gafforisk, développée avec l'IFFO-RME, a été présentée dans 22 collèges.

En parallèle, une action a été menée dans certains départements où la présence de radon dans l'habitat peut poser question : un dossier, conçu en partenariat avec l'IFFO-RME, a été diffusé à 700 élèves, et 100 élèves de Vichy (Allier) ont pu mesurer l'activité du radon chez eux et analyser collectivement les résultats.

**INFORMATION AND COMMUNICATION**  
*IRSN's communication policy and the media it develops are both transparent and educational and serve two goals: to inform the public, and explain and clarify issues relating to the nuclear sector and ionizing radiation.*

### ACCESSIBLE AND INSTRUCTIVE INFORMATION

*With more than 1 million visits, IRSN's website is its main tool for public information. It gives details of the latest events through "customized" information. The website was overhauled in 2014, and now offers users improved browsing facilities. In coordination with ASN, the publication of notices submitted to it was stepped up, with 77 new notices put online. Lastly, IRSN increased its exposure on the social networks, especially Twitter, where the number of followers of the Institute's themed accounts @surenucleaire and @radioprotection saw a sharp rise. Throughout 2014, IRSN remained available to answer questions from the media and the public. The news was dominated by two subjects: the aftermath of the Fukushima accident in Japan, and safety assessments of nuclear reactors in France. Lastly, many nuclear news articles could be found in IRSN's quarterly publication Repères. Special reports in 2014 focused on aging power plants, nuclear emergency management, crystalline lens protection for certain workers, and interventional radiology. A newsletter was also launched in 2014, together with an online version with fuller information and additional features, including videos, slide shows and audio recordings.*

**INFORMATION FOR THE GENERAL PUBLIC**  
*The educational ambitions of IRSN can be seen in the exhibitions it organizes to explain issues concerning ionizing radiation in an entertaining way. A pilot version of the IRSN/ASN exhibition on nuclear risks was shown in 13 high schools, at the same time as an emergency response exercise on the Chooz nuclear power site in Charleville-Mézières in northeastern France. It was also shown at major events, such as the Assises nationales des risques technologiques (National Conference on Technology Hazards) or the Salon des maires (Mayors' Forum). New modules and multimedia features were developed at the end of year to complete the pilot exhibition.*

*Similarly, the Gafforisk exhibition, developed in partnership with IFFO-RME, was shown in 22 schools. Meanwhile, an initiative was launched in some parts of France where radon in housing can be a concern. Documentation on this subject was prepared in partnership with IFFO-RME and distributed to 700 students, while 100 students in Vichy in central France were asked to measure radon in their homes, then analyze the results together.*

## **BAROMÈTRE IRSN 2014: UN REGARD DES CITOYENS SUR LES RISQUES, ET EN PARTICULIER LA SÛRETÉ NUCLÉAIRE**

L'édition 2014 du Baromètre IRSN sur la perception des risques et de la sécurité montre que la crise économique et le chômage préoccupent avant tout les Français; cela n'efface pourtant pas leurs inquiétudes en matière d'environnement et de risques industriels. Bien que les risques nucléaires ne fassent pas partie des préoccupations majeures des Français, leurs craintes relatives aux conséquences d'un éventuel accident nucléaire sont fortes: craintes d'autant plus vives qu'elles se nourrissent de la mémoire des accidents de Fukushima-Daiichi (Japon) et de Tchernobyl (Ukraine). La sûreté des installations nucléaires est donc un enjeu prioritaire au sujet duquel les Français expriment une certaine défiance quant à l'efficacité de l'action menée. Enfin, les attentes en matière de transparence sont clairement exprimées, avec une demande d'accès aux rapports des experts et la volonté de participer à la maîtrise des risques, notamment à travers la mise en place de structures pluralistes. ●

## **IRSN BAROMETER 2014: PUBLIC PERCEPTION OF RISKS, IN PARTICULAR CONCERNING NUCLEAR SAFETY**

*The IRSN Barometer 2014 on the perception of risks, safety and security shows that although the economic crisis and unemployment are the chief concerns of the French population, environmental and industrial risks are by no means forgotten. While nuclear risks are not among their major concerns, the French do express strong fears about the impact of a nuclear accident. These are heightened by memories of the Fukushima-Daiichi and Chernobyl disasters, respectively in Japan and Ukraine, which are still fresh in people's minds. Nuclear facility safety is therefore a priority issue, and the French population expresses a certain feeling of distrust as to how effective the measures taken in this area are. Lastly, transparency is high on the list of priorities, with public demand for access to expert reports, and a desire for involvement in risk management, in particular through the creation of bodies representing various stakeholders. ●*

## **FOCUS**

### **Partage d'expérience à l'international**

Fort de son expérience en matière d'information, notamment en situation de crise, l'IRSN mène des actions de partage d'expérience à l'international.

Ainsi, l'Institut participe au groupe de réflexion «Communication et concertation avec les parties prenantes» de l'*Asian Nuclear Safety Network*. L'Institut partage auprès de ce réseau de pays asiatiques son expertise et son retour d'expérience concernant tous les aspects de la communication et de l'information du public.

Dans la même démarche, l'IRSN contribue au projet européen EAGLE, qui vise à améliorer l'éducation, la formation et la communication auprès des citoyens de l'Union européenne sur les risques associés aux rayonnements ionisants. L'Institut participe aussi aux échanges autour des différentes cultures de risque afin d'élaborer un ensemble cohérent de pratiques communes pour les pays membres.

En matière de communication de crise, un séminaire d'échanges a été organisé, du 15 au 17 septembre, avec l'autorité de sûreté des Émirats arabes unis, au cours duquel les trois membres de la délégation émiratie ont observé un exercice de crise. De même, les 15 et 16 octobre, l'IRSN a présenté son expérience en matière de communication de crise sur le risque nucléaire aux membres de la future autorité de sûreté marocaine.

### **Sharing experience internationally**

*Drawing on its public information experience, especially in emergencies, IRSN works to share its experience around the world.*

*Within this context, it is involved in the activities of the Asian Nuclear Safety Network think tank on “consulting and communicating with stakeholders”. Through this network of Asian countries, the Institute shares its expertise and operating experience feedback on every aspect of public information and communication.*

*As part of the same initiative, IRSN contributes to the European project, EAGLE, which is aimed at improving education, training and communication for EU citizens on the subject of ionizing radiation risks. It also takes part in discussions on various risk cultures to standardize practices among Member States.*

*An exchange meeting was organized on September 15-17 on emergency communication with the United Arab Emirates safety authority. It provided an opportunity for the three members of the Emirati delegation to observe an emergency response exercise.*

*Similarly, on October 15-16, IRSN presented its experience in emergency communication on nuclear risks to members of the future Moroccan safety authority.*

# L'ANNÉE 2014 EN IMAGES

*2014, THE YEAR IN IMAGES*



## RAPPORT ANNUEL IRSN

*IRSN ANNUAL REPORT*



## AMORAD

Le projet AMORAD, financé par l'ANR, vise à mieux comprendre et à modéliser l'évolution de la contamination par le césium à moyen et long termes dans les milieux forestiers et son transfert vers les milieux aquatiques.

### AMORAD

*AMORAD, a project funded by ANR, seeks to improve understanding and modeling of medium- and long-term changes in cesium contamination of forests, and the transfer of this radioelement to water.*

## TOURNEMIRE

Des portes ouvertes ont été organisées à Tournemire le 21 septembre 2014 afin de présenter les travaux de l'IRSN en lien avec le stockage géologique profond de déchets radioactifs.

### TOURNEMIRE

*The Tournemire underground rock laboratory opened its doors to the public on September 21, 2014 to present IRSN's activities in connection with the deep geological repository for radioactive waste.*



## COP

Dominique Le Guludec, présidente du conseil d'administration, et Jacques Repussard, directeur général de l'IRSN, ont signé, le 5 décembre 2014, le contrat d'objectifs et de performance (COP) entre l'État et l'Institut pour la période 2014-2018. Celui-ci précise les engagements de l'Institut selon trois axes stratégiques de progrès: politique de recherche et d'excellence scientifique; expertise et savoir-faire pour prévenir les risques nucléaires et radiologiques; ouverture et transparence au service de la société.

*PERFORMANCE TARGET AGREEMENT  
On December 5, 2014, Dominique Le Guludec, IRSN's Chairperson, and Jacques Repussard, its Director-General, signed the Performance Target Agreement between the government and IRSN for the period 2014-2018. The latest agreement sets out the Institute's commitments to improvement in three strategic areas: research and scientific excellence, expertise and know-how in nuclear and radiological risk control, and openness and transparency at the service of society.*



## FACTEURS ORGANISATIONNELS ET HUMAINS

À la demande de l'ASN, l'IRSN a publié un rapport consacré aux études des risques encourus par les patients traités par radiothérapie. Celles-ci doivent être menées par les services de radiothérapie conformément à une réglementation récente en matière de gestion des risques. Pour aider les services dans la mise en œuvre de cette obligation réglementaire, l'IRSN propose des pistes de travail afin d'améliorer l'accompagnement des unités de radiothérapie, réduire la complexité des études de risques et améliorer leur caractère opérationnel.

### ORGANIZATIONAL AND HUMAN FACTORS

*At ASN's request, IRSN published a report on the studies of risks to radiation therapy patients. These studies must now be carried out by radiation therapy departments further to a new regulation on risk management. To help radiation therapy departments comply with this regulation, IRSN proposes working methods aimed at improving support for radiation therapy units, and making risk studies less complex and more effectively implemented.*





## MÉTROLOGIE

Dans le cadre de sa mission de surveillance de la radioactivité de l'environnement, l'IRSN réalise la mesure du tritium dans l'eau. Pour mesurer des niveaux d'activité très faibles, l'institut est équipé d'un compteur à scintillation liquide ALOKA LSC-LB7, unique en Europe. Ce compteur de bas niveau permet d'atteindre des activités cinq fois plus faibles (de l'ordre de 0,2 Bq/L) que les compteurs classiques.

### METROLOGY

*As part of its environmental radioactivity monitoring activity, IRSN measures tritium levels in water. In order to measure very low levels of activity, it has acquired an ALOKA LSC-LB7 liquid scintillation counter, the only one of its kind in Europe. This low-level counter can detect activity levels five times lower (around 0.2 Bq/L) than conventional counters.*



## RÉSEAU TÉLÉRAY

Fin 2014, le réseau Téléray comptait plus de 400 sondes de nouvelle génération, plus fiables et plus précises, réparties sur l'ensemble des départements français, y compris les Drom-Com, et, de manière plus dense, à proximité des installations nucléaires.

### TELERAY NETWORK

*At the end of 2014, the Teleray ambient dose rate monitoring network comprised more than 400 new-generation monitors, which offer improved reliability and accuracy. The monitors cover all of France, including the overseas departments, regions and communities, with a denser concentration close to nuclear facilities.*

## PRÉPARATION À LA CRISE

Un exercice de crise a rassemblé en avril 2014, au sein du CTC de l'IRSN, une trentaine de personnes des autorités compétentes belges et françaises et leurs appuis techniques respectifs, Bel V pour la Belgique et IRSN pour la France, ainsi que le transporteur français TN International. La particularité de cet exercice sur un transport de matières radioactives était d'impliquer deux pays limitrophes et de tester les relations entre ces pays.

### EMERGENCY RESPONSE EXERCICES

*An emergency exercise was organized at IRSN's Emergency Response Center in April 2014, involving thirty participants from the relevant Belgian and French authorities and their respective technical support organizations, namely Bel V for Belgium and IRSN for France. The French transport company, TN International, also took part. The exercise was unique in that it involved two bordering countries – Belgium and France – to test how they worked together.*





## EXERCICES DE CRISE

L'IRSN organise et participe à des exercices de crise destinés à préparer les acteurs du dispositif national de crise (pouvoirs publics, autorités, exploitants, IRSN, etc.) pour être en mesure d'intervenir rapidement et tester l'efficacité de l'organisation, des moyens engagés et de la communication, y compris pour des situations postaccidentnelles.

### EMERGENCY RESPONSE EXERCISES

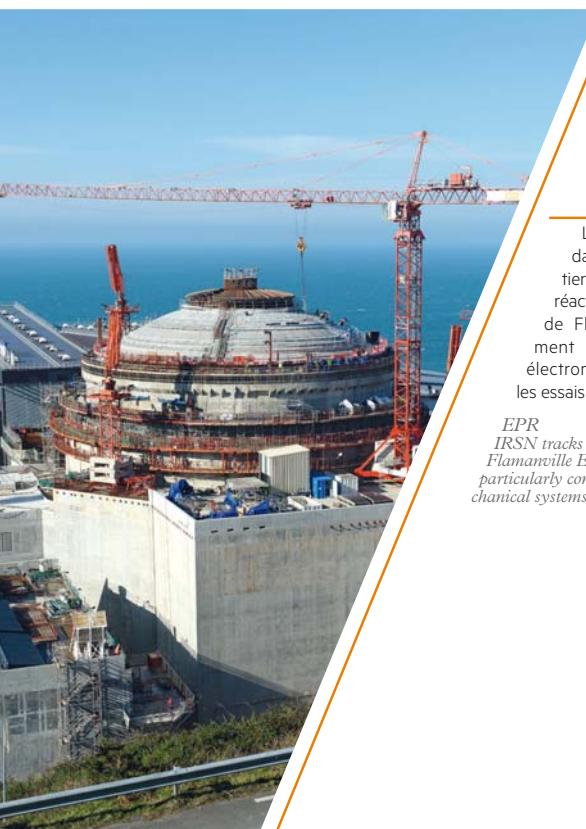
IRSN organizes and takes part in emergency response exercises to prepare national emergency response teams (including the authorities, licensees, and IRSN itself) to ensure a rapid response. The exercises also test organizational efficiency, resources deployed and communication, including in post-accident situations.

## DOSIMÉTRIE

Parmi les dosimètres développés par l'IRSN afin de mesurer l'exposition des travailleurs aux rayonnements ionisants, le dosimètre cristallin Dosiris utilise la technologie de dosimétrie par thermoluminescence (TLD). Il est destiné aux professionnels du monde médical, nucléaire ou de la recherche concernés par un risque d'exposition du cristallin.

### DOSIMETRY

IRSN has developed various dosimeters to measure occupational exposure to ionizing radiation. One of these, the Dosiris dosimeter monitors the exposure of the crystalline lens using thermoluminescent dosimetry (TLD) technology. It is designed for use by medical and nuclear professionals and researchers concerned by this risk of crystalline lens exposure.



## EPR

L'IRSN est impliqué dans le suivi du chantier de construction du réacteur EPR sur le site de Flamanville, notamment sur les montages électromécaniques et sur les essais de démarrage.

### EPR

IRSN tracks progress at the Flamanville EPR construction site, particularly concerning electromechanical systems and startup tests.

## NON-PROLIFÉRATION CHIMIQUE

L'unité laboratoire mobile de l'IRSN est utilisée lors de certaines inspections en accompagnement des inspecteurs de l'OIAC.

### CHEMICAL NON-PROLIFERATION

IRSN's mobile laboratory is used during certain OPCW inspections.



## BILAN CHARTE

Le bilan 2011-2014 de la Charte d'ouverture à la société de l'IRSN confirme les avancées dans les actions menées par l'Institut, tant en matière de transparence, de partage des connaissances que d'accompagnement des acteurs de la société.

### CHARTER REPORT

*The 2011-2014 report on the IRSN Charter on Openness to Society confirms the progress accomplished in the Institute's initiatives in a number of areas, including transparency, knowledge sharing, and support for social stakeholders.*



## 核安全与核安保技术支持机构国际会议 International Conference on Challenges Faced by Technical and Scientific Support Organizations (TSOs) in Enhancing Nuclear Safety and Security Strengthening Cooperation and Improving Capabilities

October 27–31, 2014 Beijing



### AIEA

L'IRSN a largement été impliqué dans la troisième conférence de l'AIEA dédiée au rôle des TSO pour faire progresser la sûreté et la sécurité nucléaires. Cette conférence a rassemblé à Pékin, du 27 au 31 octobre 2014, plus de 300 participants venus d'une quarantaine de pays. Elle a confirmé le rôle clé, pour la sûreté nucléaire, de l'expertise portée par les TSO et notamment par l'IRSN.

### IAEA

*IRSN was closely involved in the third IAEA conference on the role played by TSOs in enhancing nuclear safety and security. More than 300 people from forty countries attended the conference held in Beijing on October 27–31, 2014. The conference confirmed that the expertise of TSOs, and of IRSN in particular, plays a vital role in nuclear safety.*

## FEURS

En 2014, plus de 126 tonnes de déchets contaminés représentant un volume de 405 m<sup>3</sup> ont été évacués par l'IRSN dans le cadre des travaux d'assainissement du site de Feurs (Loire), contaminé en 2010 par un incident qui avait entraîné la dispersion d'une source radioactive de cobalt 60 utilisée en radiologie industrielle.

### FEURS

*In 2014, IRSN removed more than 126 metric tons of contaminated waste representing a volume of 405 cubic meters, during cleanup work at an industrial site in Feurs, in central France. The site was contaminated following an incident in 2010 that led to the dispersal of a cobalt-60 radioactive source used in industrial radiology.*





## STOCKAGE

Le programme SEALEX mené dans la station expérimentale de Tournemire consiste à évaluer l'efficacité et la robustesse des scellements du stockage constitué de noyaux argileux. Les ouvrages de scellement doivent permettre de minimiser les transferts de fluides et d'assurer l'étanchéité du stockage à long terme.

### DISPOSAL

*The SEALEX program at the Tournemire underground rock laboratory assesses the effectiveness and robustness of disposal seals made of clay cores. Seals must minimize fluid transfer and ensure tightness any leakage from the repository at long term.*



## ACCIDENTS GRAVES

Après la qualification de l'installation PEARL (Programme expérimental analytique sur le renouage de lits de débris), le premier essai effectué à la pression atmosphérique, a été réalisé avec succès en novembre 2014. Ce programme permet à l'IRSN d'étudier, à une échelle représentative, les conditions dans lesquelles un cœur de réacteur fortement endommagé du fait de son dénouement peut à nouveau être refroidi par injection d'eau sans générer d'autres risques.

### SEVERE ACCIDENTS

*Following qualification of the PEARL facility, the first test at atmospheric pressure of the experimental program on debris bed reflooding was successfully performed in November 2014. This program enables IRSN to study, at a representative scale, the conditions under which a reactor core that has been severely damaged due to uncovering can be cooled by water injection, without inducing other risks.*



## ENSTTI

En 2014, l'ENSTTI a organisé plus de 100 sessions de formation qui ont rassemblé 1250 stagiaires de tous les continents. Ces formations ont été dispensées par plus de 250 experts en analyse de sûreté et sécurité et en radioprotection, issus de TSO européens.

### ENSTTI

*In 2014, ENSTTI organized more than 100 training sessions attended by 1,250 trainees from all over the world. These sessions are led by 250 experts coming from European TSOs, and specialized in safety and security analysis and in radiation protection.*



## ANR

Parmi les projets de recherche portés par l'IRSN et sélectionnés par l'Agence nationale de la recherche (ANR) dans le cadre de son appel à projets du programme Recherches partenariales et innovation biomédicale (RPIB), le programme ANTHOS a été retenu et a débuté en février 2014. Il vise à améliorer l'efficacité de la thérapie cellulaire utilisant les cellules stromales mésenchymateuses pour traiter les séquelles sévères après une radiothérapie pelvienne.

### ANR

*Anthos was among the research projects led by IRSN and selected by ANR, the National Research Agency, as part of its call for proposals for RPIB, a partnership research and biomedical innovation program. Anthos was kicked off in February 2014. Its goal is to work towards more effective cell therapy through the use of mesenchymal stromal cells to treat the severe after-effects of pelvic radiation therapy.*



## DÉCHETS

Les opérations de reprise et de conditionnement de déchets anciens sur des installations d'entreposage du CEA et d'Areva ont fait l'objet d'analyses de la part de l'IRSN afin d'étudier les dispositions de sûreté retenues par les exploitants pour effectuer ces opérations particulièrement complexes.

### WASTE

*IRSN analyzed legacy waste recovery and conditioning operations at CEA and Areva storage facilities to study the safety provisions made by licensees for these particularly complex tasks.*



## TERMINAL MÉTHANIER

L'IRSN a évalué le risque induit par la construction d'un terminal méthanier à quelques kilomètres de la centrale nucléaire de Gravelines et les dispositions proposées par EDF pour le maîtriser.

### LNG TERMINAL

*IRSN assessed the risk induced by the construction of an LNG terminal a few kilometers away from the Gravelines nuclear power plant, and examined the measures proposed by EDF in view of this risk.*

## MOYENS MOBILES

Le dispositif Marcassin permet de réaliser en temps réel la caractérisation par spectrométrie gamma de surfaces de quelques centaines de mètres carrés à quelques hectares. Il utilise un spectromètre au germanium couplé à un GPS, le tout intégré sur un porteur de type Quad permettant d'effectuer les mesures en se déplaçant. Ainsi, il est possible d'établir des cartographies précises de l'activité et/ou de la contamination d'un site.

### MOBILE EQUIPMENT

*The Marcassin system uses gamma spectrometry for real-time characterization of areas ranging in size from a few hundred square meters to several hectares. For this purpose, it includes a germanium spectrometer coupled to a GPS. The system is installed on a quad that takes measurements as it moves, accurately mapping out radioactivity and/or contamination on the site.*



## DÉFENSE

L'IRSN apporte son appui technique pour le contrôle des conditions de mise en service du premier sous-marin nucléaire d'attaque de type BARRACUDA: le «Suffren».

### DEFENSE

*IRSN provides technical support to control the conditions for commissioning Suffren, the first nuclear-powered attack submarine in the BARRACUDA program.*

## RÉACTEURS DU FUTUR

Pour se préparer à évaluer la sûreté des réacteurs de 4<sup>e</sup> génération, l'IRSN a finalisé la stratégie des recherches qu'il compte mener en support à l'expertise de réacteurs à neutrons rapides refroidis au sodium.

### FUTURE REACTORS

*In preparation for the Generation IV reactor safety review, IRSN put the finishing touches to the research strategy it plans to implement to help with the assessment of the sodium-cooled fast reactor.*



## 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. Ce bilan a fait état d'un effectif total de 371 781 travailleurs suivis avec une dose individuelle moyenne stable en 2013 par rapport aux années précédentes.

### WORKERS

*IRSN is responsible for pooling all data for monitoring occupational exposure to ionizing radiation in France. In this context, it produces an annual inventory of occupational exposure according to the main sectors of activity. In 2013, the annual average individual dose remained steady compared with previous years, based on a total of 371,781 workers monitored.*





## PRÉLÈVEMENTS

En 2014, plus de 9 000 échantillons de l'environnement ont été prélevés pour des mesures radiologiques dans le cadre de la mission de surveillance de l'environnement de l'Institut.

### SAMPLING

*In 2014, more than 9,000 environmental samples were collected for radiological measurements as part of IRSN's environmental radioactivity monitoring activity.*



## ETSON

L'IRSN est fortement impliqué dans le développement et l'animation du réseau ETSON, réseau européen des organismes techniques de sûreté (TSO). Crée en 2006 afin de contribuer au renforcement de la sûreté nucléaire en Europe et dans le monde, ETSON constitue une structure de travail coopératif en matière de recherche et d'évaluation de sûreté, mais aussi de production de documents présentant des visions et des pratiques communes.

### ETSON

*IRSN is closely involved in developing and coordinating ETSON, the European Technical Safety Organisations Network. Set up in 2006 to promote nuclear safety in Europe and throughout the world, ETSON provides a cooperative working environment not only for research and safety assessment, but also for publishing documents on shared views and practices.*



## RECHERCHE DANS LE DOMAINÉ MÉDICAL

Au sein du programme ROSIRIS, l'IRSN développe des approches expérimentales pluridisciplinaires, combinant les compétences de radiobiologie, radiopathologie et dosimétrie physique. Le but est de mieux comprendre les mécanismes cellulaires et tissulaires à l'origine des effets secondaires des radiothérapies.

### MEDICAL RESEARCH

*As part of its work in the ROSIRIS program, IRSN develops experimental approaches that combine expertise in several fields, including radiobiology, radiopathology, and physical dosimetry. The goal is to gain insight into the cell and tissue mechanisms behind the side effects of radiation therapy.*



## RADIOPROTECTION DES PATIENTS

Avec la publication en 2014 de deux rapports, l'un sur l'exposition de la population française ayant bénéficié d'actes d'imagerie médicale réalisés en 2012 (ExPRI) et l'autre sur les niveaux de référence diagnostiques (NRD), l'IRSN a actualisé les connaissances relatives à l'exposition médicale et contribue ainsi à l'amélioration de la radioprotection des patients.

### RADIATION PROTECTION OF PATIENTS

In 2014, IRSN published two reports that give fresh data on medical exposure, thus helping to provide patients with better radiation protection. The first, the ExPRI report, addresses the exposure of people who underwent medical imaging procedures in 2012, while the second is on diagnostic reference levels (DRLs).

## PLATES-FORMES EUROPÉENNES

L'IRSN est impliqué dans le développement et l'animation de nombreux réseaux d'excellence et de recherche européens et dans leur structuration en plates-formes ou associations : NUGENIA, SNETP, MELODI/OPERRA ou l'Alliance en radioécologie. Ces coopérations s'inscrivent dans les objectifs nationaux et européens de mutualisation des moyens et d'efficience de la recherche au service d'une expertise sans cesse améliorée.

**EUROPEAN RESEARCH PLATFORMS**  
IRSN is involved in developing and coordinating many European networks of excellence and research organizations, and in forming platforms and associations such as: NUGENIA, SNETP, MELODI/OPERRA, and the European Radioecology Alliance. This cooperation is in line with both French and European ambitions to pool and streamline research resources to drive progress in the field of assessment.



## RADON

L'installation BACCARA (banc de calibrage du radon) de l'IRSN est dédiée aux études sur la métrologie du radon, du thoron et de leurs descendants. Directement raccordée à un étalon primaire de radon, elle permet l'étalonnage des instruments de mesure de l'activité volumique du radon 222 dans l'air.

**RADON**  
IRSN's BACCARA test bench is used in studies involving the metrology of radon, thoron and their decay products. Directly connected to a primary standard of radon, it is designed for calibrating instruments used to measure the activity concentration of radon-222 in the air.



## LOI SUR LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

À l'occasion du débat parlementaire sur la transition énergétique pour la croissance verte, l'IRSN a proposé, conjointement avec l'ASN, de mieux expliciter le dispositif de contrôle de la sûreté nucléaire, qui repose, pour le nucléaire civil, sur deux composantes: une autorité administrative indépendante, l'ASN, et un expert public des risques nucléaires et radiologiques, l'IRSN.

### ENERGY TRANSITION LAW

*During the parliamentary debate on energy transition for green growth, IRSN and the French Nuclear Safety Authority (ASN) recommended further clarification of the measures for nuclear safety control. For civil nuclear facilities, these measures are supported by two bodies: ASN, an independent administrative authority; and IRSN, the public expert on nuclear and radiological risks.*



## INFORMATION DU PUBLIC

Déclinées sur de multiples supports, les actions de communication de l'IRSN visent un double objectif: mettre l'information à la disposition du public et lui permettre de comprendre les enjeux associés aux activités nucléaires et aux rayonnements ionisants.

### PUBLIC INFORMATION

*IRSN's communication action makes use of various media and serves two goals: to inform the public, and explain and clarify issues relating to the nuclear sector and ionizing radiation.*

## SÛRETÉ NUCLÉAIRE

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 SAFETY

*IRSN implements a multidisciplinary approach for conducting safety assessments of nuclear facilities at every stage of their life, from construction 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.*





## RECHERCHE EXPLORATOIRE

Dans le domaine de la recherche exploratoire, un télescope à muons a été installé dans la station expérimentale de Tournemire afin de tester sa capacité à localiser des hétérogénéités au sein de la roche argileuse par le procédé dit «d'analyse par atténuation du flux de muons.»

### EXPLORATORY RESEARCH

*In the field of exploratory research, a muon telescope was installed at the Tournemire underground rock laboratory to test its ability to locate heterogeneities in argillaceous rock using a process known as muon flux attenuation analysis.*



## SITES MINIERS

L'institut mène une démarche pluraliste avec les acteurs locaux concernés dans le cadre de sa surveillance des anciens sites miniers d'uranium (photo: lac de Feyt). Ainsi, un groupe de suivi a été mis en place pour accompagner la réalisation du constat radiologique minier engagé sur le bassin versant de la Dordogne. Cette concertation a permis de prendre en compte les connaissances et les préoccupations des élus, des associations et des habitants des territoires concernés. Elle a abouti, à l'automne 2014, au partage des résultats et à la définition du mode de restitution le plus accessible possible.

### MINING SITES

*The Institute is involved in various initiatives in cooperation with local stakeholders, concerning the monitoring of former uranium mining sites (photo: Lake Feyt). For example, a monitoring group was set up in support of the radiological survey of former mining sites in the Dordogne river drainage basin. This cooperation allowed elected representatives, associations and the local population to share knowledge and express their concerns. In autumn 2014, as an outcome of this initiative, survey results were shared and the most accessible presentation means defined.*

## RADIOÉCOLOGIE

L'IRSN participe activement aux collaborations européennes dans le domaine de la recherche en radioécologie: réseau d'excellence européen STAR, projet de recherche COMET ou encore Alliance européenne en radioécologie, destinée à coordonner au niveau européen les recherches en matière de radioécologie.

### RADIOECOLOGY

*IRSN is actively involved in European collaborative research in the field of radioecology. Examples include STAR, a European network of excellence, the COMET research project, and the European Radioecology Alliance, which coordinates European radioecology research.*





## SURVEILLANCE DE L'ENVIRONNEMENT

L'IRSN contribue à la surveillance radiologique de l'environnement sur l'ensemble du territoire avec plus de 450 points où sont prélevés des échantillons d'eau, de sol, des échantillons biologiques ou alimentaires.

### ENVIRONMENTAL MONITORING

IRSN is involved in monitoring environmental radioactivity, with more than 450 sampling points located all over France, where samples of water, soil, biological species or food are taken.



## VIEILLISSEMENT

L'IRSN a réalisé en 2014 dans son irradiateur EPICUR à Cadarache (Bouches-du-Rhône) une première campagne d'essais visant à étudier la résistance de joints en silicone aux contraintes thermiques et de pression rencontrées lors de l'exploitation des réacteurs d'EDF. Ces joints équipent les tampons d'accès des matériels dont l'étanchéité doit être maintenue en situation accidentelle, afin d'assurer le confinement des réacteurs.

### AGING

In 2014, IRSN performed an initial test campaign at its EPICUR irradiation facility at Cadarache, in the south of France. The purpose of the tests was to study the resistance of silicone seals to thermal and pressure loads encountered under EDF reactor operating conditions. The seals in question are fitted on the equipment hatches, which must remain perfectly leaktight in accident situations for reactor containment purposes.

## MIRCOM

La pose de la première pierre du chantier pour l'installation du microfaisceau MIRCOM a eu lieu en septembre 2014 à Cadarache. Cette nouvelle installation, dont la mise en service est prévue début 2016, s'inscrit notamment dans le cadre de la recherche en radiobiologie sur la compréhension des mécanismes induits par les rayonnements ionisants sur la cellule.

### MIRCOM

*The groundbreaking ceremony for the MIRCOM microbeam facility was held at Cadarache in September 2014. This new facility, scheduled for commissioning early in 2016, is part of a radiobiological research initiative to understand the mechanisms induced in cells by ionizing radiation.*



## SÉCURITÉ

L'IRSN apporte son appui technique lors d'inspections dédiées au contrôle des dispositifs de protection physique des installations.

### SECURITY

*IRSN provides technical support during inspections carried out to audit the physical protection measures implemented at facilities.*

## CONSTAT RADIOLOGIQUE

En novembre 2014, l'IRSN a présenté aux parties prenantes le bilan du « constat radiologique vallée du Rhône », qu'il a réalisé de 2009 à 2013. Cette rencontre a permis un dialogue autour de la stratégie de surveillance radiologique de l'environnement de la vallée du Rhône avec l'ensemble des participants (représentants de l'État, élus locaux et territoriaux, membres des Cli, d'associations locales ou nationales, ASN, gendarmerie nationale, universitaires et directeurs d'établissement scolaire, etc.).

### RADIOLOGICAL SURVEY

*In November 2014, IRSN submitted to stakeholders the findings of the Rhone valley radiological survey it carried out between 2009 and 2013. The meeting provided an opportunity to discuss the strategy for environmental radiation monitoring in the Rhone valley with all parties concerned (government representatives, local and regional elected representatives, CLI members, local and national associations, ASN, the Gendarmerie, academics and school principals, etc.).*





## INSTALLATIONS EXPÉRIMENTALES

Pour mener à bien ses programmes de recherche, l'IRSN utilise des installations expérimentales. Par exemple, le réacteur de recherche CABRI est utilisé par l'Institut dans le cadre du programme international CABRI-CIP (Cabri International Program). Ce programme étudie la tenue des crayons de combustible lors d'un accident d'éjection de barres de commande dans un réacteur à eau sous pression. Piloté par l'IRSN, ce projet regroupe 15 organismes de 12 pays sous l'égide de l'AEN.

### EXPERIMENTAL FACILITIES

IRSN makes use of a number of experimental facilities to carry out its research programs. It uses the CABRI research reactor, for example, as part of the CABRI-CIP international program that studies how fuel rods respond to a control rod ejection accident in a pressurized water reactor. This IRSN-led program brings together 15 organizations from 12 countries, under the aegis of the NEA.

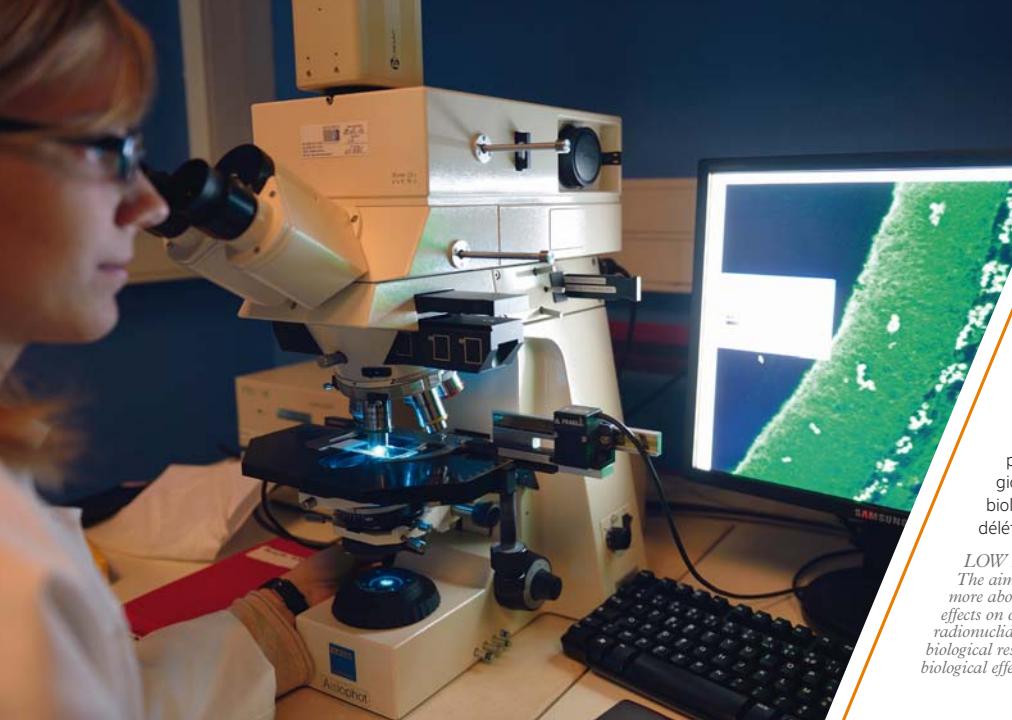


## EXPERTISE

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 2014, plus de 1000 avis de l'IRSN ont été transmis aux autorités de sûreté. L'Institut évalue aussi les dossiers transmis par les exploitants d'installations nucléaires aux différentes autorités compétentes et 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 nuclear facilities relating to safety and radiation protection to assist the safety authorities in their work. In 2014, IRSN submitted more than 1,000 notices to the safety authorities. In particular, it assesses the documentation submitted by the operators of nuclear facilities to the relevant authorities and the findings of these assessments are submitted to the ASN advisory committees and the DSND technical safety commissions.



## FAIBLES DOSES

Le programme Envirhom-Santé de l'IRSN a pour objectif de mieux connaître la nature et l'importance des effets biologiques sur les organismes suite à l'exposition chronique à de faibles doses de radionucléides, de déterminer à partir de quel(s) seuil(s) ces réponses biologiques apparaissent et de préciser si les effets biologiques observés conduisent à des effets délétères patents.

### LOW DOSES

*The aim of the Envirhom-Santé program is to learn more about the nature and extent of the biological effects on organisms of chronic exposure to low doses of radionuclides, determine the threshold(s) at which these biological responses appear, and determine whether the biological effects observed have obvious harmful effects.*

## MANAGEMENT DES CONNAISSANCES

Les actions engagées par l'IRSN en matière de management des connaissances ont pour objectif de capitaliser, transmettre et valoriser les savoir-faire et les connaissances scientifiques et techniques détenues au sein de l'Institut, pour contribuer au maintien et à l'évolution des compétences nécessaires à l'exercice de ses missions.

### KNOWLEDGE MANAGEMENT

*The action undertaken by IRSN in the field of knowledge management is aimed at building, disseminating and transferring its scientific and technical expertise and knowledge, to help maintain and improve the skills it requires to accomplish its tasks.*



## TRANSPORT DE MATIÈRES NUCLÉAIRES

En 2014, l'IRSN a traité 1318 accords d'exécutions de transport et a suivi 807 transports nationaux.

### TRANSPORT OF NUCLEAR MATERIALS

*In 2014, IRSN approved 1,318 transport requests, and monitored 807 domestic shipments.*





## RETOUR D'EXPÉRIENCE

Chaque semaine, les réunions interservices « Rex INB » de l'IRSN rassemblent des experts aux compétences complémentaires qui étudient tout dysfonctionnement ou incident survenant en France sur une installation nucléaire de base (INB) et pouvant affecter sa sûreté. L'analyse par l'IRSN de ces événements et des actions correctives mises en œuvre par l'exploitant contribue à l'enrichissement de la base de connaissances de l'institut et font l'objet de bilans périodiques à destination des exploitants et du public.

### OPERATING EXPERIENCE FEEDBACK

Every week, IRSN holds interdepartmental meetings to analyze operating experience feedback from regulated nuclear facilities. The meetings are attended by experts from various backgrounds who, drawing on their complementary expertise, study any malfunctions or incidents that occur at a regulated nuclear facility and may affect its safety. IRSN analysis of these events and the corrective action taken by the licensee are entered into the Institute's knowledge base and are the subject of periodic reports for licensees and the public.



## PROTECTION CONTRE LES ACTES DE MALVEILLANCE

En novembre 2014, l'IRSN a préparé et animé un exercice de protection et d'évaluation de la sécurité (EPEES) dans une centrale EDF, en novembre 2014. Outre 200 personnes et 15 entités impliquées, l'IRSN a déployé 20 évaluateurs sur le terrain afin de disposer d'un retour d'expérience.

### PROTECTION AGAINST MALICIOUS ACTS

In November 2014, IRSN prepared and coordinated a protection and security assessment exercise (EPEES) at an EDF plant. The exercise involved more than 200 people from 15 units, while IRSN deployed a team of 20 assessors on the ground to obtain feedback for analysis.

## PRISME 2

En 2014, l'IRSN a analysé les essais de la seconde campagne du projet international PRISME 2, réalisés dans son installation DIVA. Ces essais se sont intéressés à la propagation d'un incendie sur cinq chemins de câbles situés dans un local fermé et ventilé mécaniquement. Leur analyse aidera, en particulier, à mieux évaluer la tenue de la sectorisation d'une installation (portes et clapets coupe-feu).

### PRISME 2

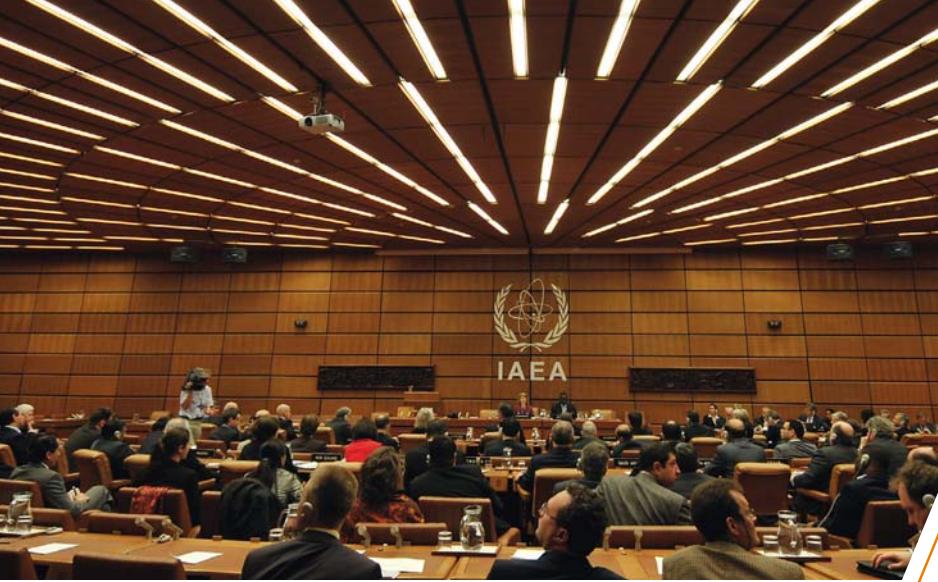
In 2014, IRSN analyzed test results from the second campaign conducted as part of the PRISME 2 international project at its DIVA facility. The tests focused on the spread of fire in five cable support systems in a closed room equipped with a forced ventilation system. Analysis will be particularly useful in improving assessments of facility compartmentation performance (doors and fire dampers).



## 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.

**NUCLEAR NON-PROLIFERATION**  
IRSN contributes to combat the proliferation of nuclear weapons and to implement international measures for the verification (known as safeguards) in France.



## OUVERTURE À LA SOCIÉTÉ

Dans le cadre de ses actions d'ouverture à la société, l'IRSN participe avec des habitants de la région à l'initiative de dialogue engagé par la CIPR pour la réhabilitation des conditions de vie dans la préfecture de Fukushima. En mars et octobre 2014, l'IRSN a organisé avec le CEPN des séminaires de travail au cours desquels les acteurs locaux japonais ont partagé leurs témoignages avec les experts de l'Institut. De ces échanges sur des situations vécues, l'IRSN nourrit sa réflexion sur la préparation des experts au dialogue avec la société en situation postaccidentelle.

**OPENNESS TO SOCIETY**  
*In connection with its policy of opening up to society, IRSN is involved in the ICRP initiative for dialogue with the local population on the rehabilitation of living conditions after the Fukushima accident. In March and October 2014, IRSN and CEPN organized working meetings where local stakeholders in Japan could share their experiences with the Institute's experts. Sharing real-life experience in this way helps IRSN to prepare experts to communicate with society in post-accident situations.*



## COMBUSTIBLE

Les recherches menées par l'IRSN 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 à l'Institut de se doter des compétences et des outils nécessaires à l'expertise du comportement du cœur des réacteurs nucléaires en exploitation.

**FUEL**  
*Fuel research conducted at IRSN is aimed at learning more about phenomena that could affect fuel during use. It provides the Institute with the skills and tools needed to assess the behavior of reactor core in the current reactor fleet.*

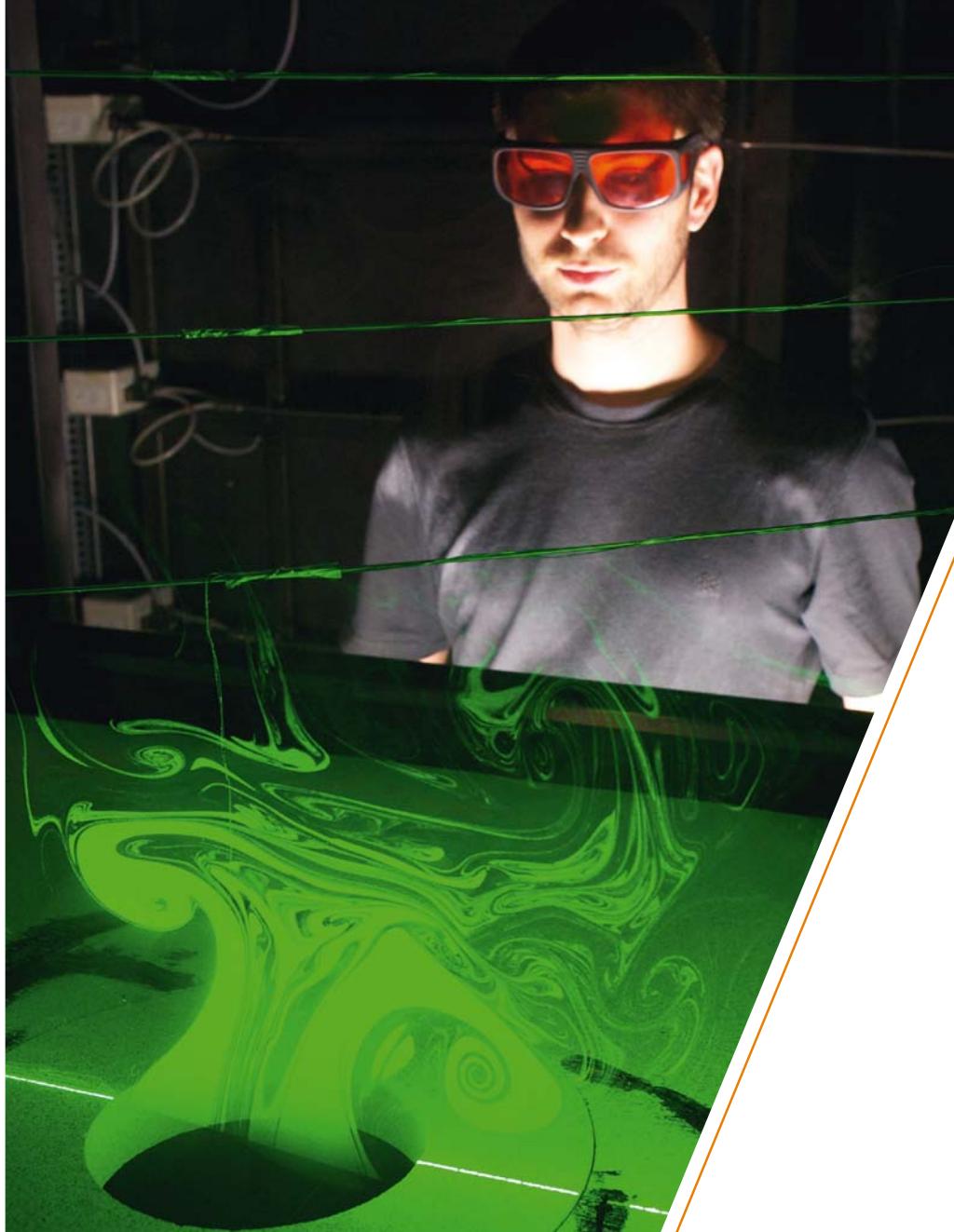


## INNOVATION

Parmi les développements innovants effectués au sein de l'IRSN, le dispositif d'essai STYX permet d'étudier les écoulements verticaux de fumée au travers d'une trémie lors d'un incendie.

### INNOVATION

IRSN carries out development work to drive innovation. One example of this is the STYX test system that is used to study vertical streams of smoke through an opening during a fire.



## IMMOBILIER

Parmi les instruments d'amélioration de l'efficience de l'IRSN, le schéma pluriannuel de stratégie immobilière de l'Institut permettra le regroupement des équipes, la modernisation des infrastructures et l'amélioration de leurs performances énergétiques. Dans ce cadre ont démarré en 2014 les travaux associés à la construction de nouveaux bâtiments sur les sites du Vésinet et de Fontenay-aux-Roses.

### PROPERTY

The Multiyear Property Master Plan, or SPSI, is one of the tools used by IRSN to enhance efficiency. Its main goals are to centralize human resources, modernize infrastructure, and make buildings more energy efficient. Construction work on new buildings at the Le Vésinet and Fontenay-aux-Roses sites began in 2014 within this context.

# IRSN



Tous les rapports et documents cités dans ce supplément sont consultables  
sur le site Internet de l'IRSN: [www.irsn.fr](http://www.irsn.fr)

*All the reports and documents quoted in this supplement can be consulted  
on the IRSN website: [www.irsn.fr](http://www.irsn.fr)*

**PLUS DE 1700 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 1,700 people working to improve nuclear safety and radiological protection in France and the world, focusing on the industrial, scientific, regulatory and social aspects.*



# ACTIVITÉS

SÛRETÉ P.36 / À PROPOS DE LA DÉFENSE  
P. 53 / SÉCURITÉ NUCLÉAIRE ET NON-  
PROLIFÉRATION P. 58 / RADIOPRO-  
TECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET DE  
L'HOMME P. 66 / CRISE ET SITUATIONS  
POSTACCIDENTELLES P.84

## *ACTIVITIES*

*Safety p. 36 / About defense p. 53 / Nuclear security and nonproliferation  
p. 58 / Radiation protection – environment and human health p. 66 /  
Emergency and post-accident situations p. 84*



# SÛRETÉ

**Expert public chargé d'évaluer les risques nucléaires et radiologiques, l'IRSN appuie les autorités et les pouvoirs publics pour faire progresser la sûreté nucléaire et la radioprotection. 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 – à une politique de recherche au meilleur niveau. Cette double mission de l'IRSN a été réaffirmée dans le nouveau 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 sur le retour d'expérience des événements survenus et sur les résultats des recherches 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 et s'appuient, pour nombre d'entre eux, sur des collaborations internationales.**

## SAFETY

*As the public body responsible for assessing nuclear and radiological risks, IRSN supports the government and public authorities in their efforts to enhance nuclear safety and radiation protection. For this purpose, it combines its constantly developing expertise in safety and radiation protection – from facility design to decommissioning – with a top level research policy. IRSN's dual role has been reconfirmed in the new performance target agreement with the French government for the 2014–2018 period. To achieve these goals, IRSN relies on operating experience feedback from past events, and on research results in areas such as aging, severe accidents, earthquakes or fuel behavior. This work concerns all civil and defense-related nuclear facilities and, in many cases, is based on international collaboration.*

10 technical reviews performed to support ASN Advisory Committee meetings regarding safety. 8 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). 588 technical notices and reports submitted to ASN (excluding defense-related activities). 79 technical notices submitted to the DSND.

### Reports:

- The IRSN viewpoint on safety and radiation protection issues in French nuclear power plants in 2013.
- Safety in the transport of radioactive substances for civil use on French territory in 2012 and 2013.
- How and why to manage operating feedback. Guidelines for learning lessons from events.

**588** AVIS ET RAPPORTS  
TECHNIQUES TRANSMIS À L'ASN  
HORS ACTIVITÉS INTÉRESSANT LA  
DÉFENSE.

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

**79** AVIS  
TECHNIQUES TRANSMIS  
AU DSND.



**8** rapports de l'IRSN en support  
des réunions des commissions  
techniques de sûreté placées  
auprès du DSND.



- Le point de vue de l'IRSN sur la sûreté et la radioprotection du parc électronucléaire français en 2013.
- Sûreté des transports de substances radioactives à usage civil sur le territoire français en 2012 et 2013.
- Faire du Rex aujourd'hui. Pourquoi ? Comment ? – Repères pour un retour d'expérience événementiel source d'apprentissages.

## **RISQUES DE CRITICITÉ: LES PREMIÈRES COLLABORATIONS DU PROJET PRINCESS**

Dans le cadre du projet de partenariat international PRINCESS (*PRoject for IRSN Neutron physics and Criticality Experimental data for Supporting Safety*), l'IRSN met en œuvre une stratégie de collaboration en vue de poursuivre des recherches expérimentales assurées, jusqu'à présent, dans le laboratoire de criticité du CEA à Valduc (Côte-d'Or), dont le démantèlement se prépare. L'institut prend, dorénavant, une part active aux programmes expérimentaux du Department of Energy (DoE, États-Unis) et est associé au projet de remise en service de l'installation japonaise Stacy et à la conception des programmes envisagés; il a, par ailleurs, engagé une collaboration avec le centre de recherche SCK (Belgique).

## **ACCIDENT DE FUKUSHIMA: RECHERCHE SUR LES CONSÉQUENCES SOCIALES ET POLITIQUES DE L'ACCIDENT**

L'IRSN a élaboré un projet de recherche sur les conséquences sociales et politiques de l'accident de Fukushima (Japon). Ce projet, baptisé *Shinrai* (confiance, en japonais), vise à comprendre les mécanismes de perte de confiance des citoyens japonais envers leurs autorités et leurs experts, ainsi que d'émergence d'experts citoyens dans le contexte postaccidentel. Le projet sera mené en partenariat avec l'Institut d'études politiques de Paris et l'université Tokyo Institute of Technology.

## **NOUVEAU COLIS DE TRANSPORT TN G3: ANALYSE DES ESSAIS DE CHUTE**

En 2014, l'IRSN a expertisé le programme d'essais réglementaires de chute du nouveau modèle de colis TN G3, destiné au transport d'assemblages combustibles irradiés dans les réacteurs de puissance. Le programme d'essais de chute est une étape importante du processus de certification; il définit les conditions de réalisation des essais, par exemple les orientations de chute des spécimens utilisés. Ces conditions doivent être telles que les résultats obtenus permettent de déterminer les dégradations maximales subies par le colis dans toutes les conditions accidentelles à envisager. En conclusion de son expertise, l'IRSN a estimé que le programme présenté par le requérant était globalement satisfaisant, moyennant quelques adaptations et compléments.

## **JOURNÉE PORTES OUVERTES À LA STATION EXPÉRIMENTALE DE TOURNEMIRE**

Dans le cadre des Journées du patrimoine, la station expérimentale de Tournemire (Aveyron) a, une nouvelle fois, ouvert ses portes au public, le 21 septembre 2014. Cette année, près de 1000 personnes ont ainsi pu visiter les installations souterraines et participer à des ateliers leur permettant de comprendre les recherches menées par l'IRSN sur le stockage géologique des déchets radioactifs, en soutien à sa mission d'expertise.

### **CRITICALITY RISKS: COLLABORATION BEGINS ON THE PRINCESS PROJECT**

*As part of the Project for IRSN Neutron physics and Criticality Experimental data for Supporting Safety (PRINCESS), IRSN implements a collaboration strategy to pursue the experimental research that until now had been provided by the CEA's criticality laboratory in Valduc in eastern France, which is about to be decommissioned. The Institute will now take an active part in US Department of Energy (DoE) experimental programs and is involved in the project to restart the Japanese Stacy facility and in the design of its future programs. It is also committed to collaboration with the SCK research center in Belgium.*

### **FUKUSHIMA ACCIDENT: RESEARCH INTO THE SOCIAL AND POLITICAL CONSEQUENCES OF THE ACCIDENT**

*IRSN has developed a research program into the social and political consequences of the Fukushima accident in Japan. The project, called *Shinrai* (Japanese for "confidence"), is aimed at understanding the mechanisms behind Japanese citizens' loss of confidence in their authorities and experts, and the emergence of citizen experts in the post-accident context. The project will be carried out in partnership with Sciences Po (Paris), the Tokyo Institute of Technology.*

### **NEW TN G3 TRANSPORT PACKAGES: ANALYSIS OF DROP TESTS**

*In 2014, IRSN assessed the regulatory drop test program for the so-called TN G3 new package design. This package is designed for the transport of irradiated fuel assemblies from nuclear power plants. The drop test program is an important step in the certification process. It defines the planned test conditions, such as the orientation of the specimens used. These conditions should be such that the test provide sufficient data to determine the maximum damages to the package in any regulatory accident condition. IRSN concluded that the program presented by the applicant was generally satisfactory, subject to a few modifications and complements.*

### **OPEN DAY AT THE TOURNEMIRE UNDERGROUND ROCK LABORATORY**

*On September 21, 2014, as part of the Heritage Open Days, Tournemire underground rock laboratory in southern France once again opened its doors to the public. This year, nearly 1,000 people visited the underground facilities and participated in workshops to learn more about the research IRSN carries out on the geological disposal of radioactive waste, as part of its assessment mission.*

## SÛRETÉ DES RÉACTEURS: LE RETOUR D'EXPÉRIENCE

Fondé sur l'analyse de tous les événements survenus – de l'écart de conformité à l'accident –, à l'échelle nationale et internationale, le retour d'expérience (Rex) est un élément clé de l'amélioration de la sûreté des installations nucléaires. Si l'analyse première du Rex est avant tout de la responsabilité de l'exploitant, l'IRSN mène, de son côté, une analyse des événements déclarés en France et des actions correctives mises en œuvre par l'exploitant. Il en tire également des analyses d'ensemble pour dégager des enseignements génériques transverses; il contribue, ainsi, à l'enrichissement de sa base de connaissances.

### L'AMÉLIORATION DE LA DISPONIBILITÉ DES STATIONS DE POMPAGE DES RÉACTEURS NUCLÉAIRES

L'IRSN a analysé les améliorations proposées par EDF pour accroître la disponibilité des stations de pompage des centrales nucléaires. Ces stations prélèvent, dans un fleuve ou la mer, l'eau qui alimente les circuits successifs de refroidissement de l'installation. Ces stations de pompage doivent fournir de l'eau en quantité et en qualité suffisantes en routine et en situation accidentelle, et jouent un rôle essentiel pour la sûreté.

Or, plusieurs phénomènes naturels survenus en France ont affecté leur fonctionnement en 2009: le tarissement de l'alimentation en eau brute du réacteur n° 4 de la centrale de Cruas (Ardèche), du fait de l'accumulation de végétaux charriés par le fleuve dans la station de pompage, et une baisse significative du niveau d'eau dans la station de pompage de la centrale de Chooz (Ardennes), induite par l'obstruction partielle d'une grille par la glace. EDF a alors proposé des évolutions de la surveillance et de la protection des stations de pompage. L'IRSN les a expertisées dans le cadre de l'examen du retour d'expérience d'exploitation des réacteurs d'EDF pour la période 2009-2011; cette expertise a été présentée au groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires le 13 février 2014. L'examen par l'IRSN des dispositions proposées par EDF a conduit à recommander de compléter la démonstration relative à la disponibilité des équipements des stations de pompage en considérant le cumul d'agressions susceptibles de les menacer. Ces travaux, confortés par les conclusions du groupe permanent, ont donné lieu à des demandes de l'ASN et des engagements d'EDF.

### ÉVALUATION DU CONTRÔLE INTERNE D'EDF DANS LES CENTRALES NUCLÉAIRES DU VAL DE LOIRE

À la demande de l'ASN, l'IRSN a examiné la qualité et l'efficacité du contrôle interne, appelé « filière indépendante de sûreté » (FIS), assuré dans les centrales nucléaires d'EDF du Val de Loire.

Dans l'organisation d'EDF, une FIS est chargée d'analyser les dysfonctionnements, les écarts et les événements relatifs à la sûreté d'exploitation des réacteurs. Ces analyses sont faites indépendamment de celles menées par les unités chargées de la conduite et de la maintenance des réacteurs. Lorsque ces deux analyses aboutissent à des conclusions différentes, un arbitrage est rendu par la direction de la centrale, qui statue sur la position à retenir. À l'issue d'inspections réalisées en 2012 et 2013 dans des centrales du Val de Loire, l'ASN avait estimé que les FIS ne bénéficiaient pas d'une écoute et d'un appui suffisants des instances décisionnelles des centrales correspondantes. Pour approfondir le sujet, l'ASN a demandé l'avis de l'IRSN

### REACTOR SAFETY: OPERATING EXPERIENCE FEEDBACK

*The analysis of operating experience feedback is a key tool for improving the safety of nuclear facilities. It involves analyzing all events that have occurred – from compliance gaps to accidents – at national and international scales. While initial analysis of operating experience feedback is primarily the licensee's responsibility, IRSN analyzes events reported in France, and the corrective action taken by licensees. It also performs overall analyses to draw generic cross-industry lessons, thereby contributing to the enhancement of its knowledge base.*

**IMPROVEMENTS TO THE AVAILABILITY OF NUCLEAR REACTOR PUMPING STATIONS**  
*IRSN analyzed the improvements proposed by EDF to increase the availability of pumping stations at nuclear power plants. The pumping stations draw river or sea water to supply the successive cooling systems at facilities. They must supply water of adequate quantity and quality under normal and accident conditions and play an essential role in safety. In 2009 in France, several natural phenomena occurred that affected their operation: the drying up of raw water supply of reactor 4 at the Cruas nuclear power plant in southern France, due to the accumulation of vegetal matter carried into the pumping station from the river, and a significant drop in the water level in the pumping station of the Chooz plant in northeastern France, caused by partial obstruction of a grating by ice. EDF therefore proposed changes to the monitoring and protection of pumping stations. IRSN assessed these changes as part of its examination of operating experience feedback on EDF reactors for the 2009-2011 period; the assessment was presented to the Advisory Committee for Reactors on February 13, 2014. IRSN examination of the EDF's proposals led to the recommendation that the demonstration of the availability of pumping station equipment be supplemented by taking into consideration combinations of the hazards that they might face. This work was supported by the conclusions of the Committee, which led to ASN requests and EDF commitments.*

**ASSESSMENT OF EDF'S INTERNAL AUDIT IN THE VAL DE LOIRE NUCLEAR POWER PLANTS**  
*At the request of ASN, IRSN examined the quality and effectiveness of the internal audit referred to as the “independent safety review” (FIS in French) in place at EDF's Val de Loire power plants. Within EDF's organizational structure, this type of review must analyze malfunctions, deviations and events related to the safety of*

sur les évaluations des événements concernant la sûreté réalisées par la FIS de chacun des quatre sites du Val de Loire (Belleville-sur-Loire, Chinon, Dampierre-en-Burly et Saint-Laurent-des-Eaux) et sur les arbitrages rendus par les directions de ces centrales. À l'issue de son instruction, l'IRSN a notamment identifié que, lors des arbitrages, la direction de chacune des centrales nucléaires du Val de Loire, à l'exception notable de la direction de Belleville-sur-Loire en 2012, s'était prononcée presque systématiquement en faveur de la position des équipes de conduite et de maintenance. Or, l'examen des arbitrages a conduit l'IRSN à estimer que les décisions de la direction de ne pas suivre une position de la FIS reposaient trop souvent sur un argumentaire peu développé, minimisant parfois les actions inappropriées à l'origine de l'écart ou réfutant l'analyse de la FIS pour des motifs que l'IRSN n'a pas estimés pertinents (conséquences potentielles ignorées, interprétation erronée du référentiel d'exploitation, etc.). De plus, le manque de valorisation, par les équipes dirigeantes, des analyses réalisées par la FIS sur des événements qu'elle juge significatifs pour la sûreté est de nature à la décrédibiliser aux yeux des équipes chargées de l'exploitation et de la maintenance des réacteurs. Selon l'avis de l'IRSN, ce positionnement de la direction des centrales diminue donc l'efficacité du partage et de l'exploitation du retour d'expérience, y compris au niveau national. En conclusion, l'IRSN a estimé nécessaire qu'EDF mette en œuvre un plan d'action permettant de remédier à la situation constatée. ●

reactor operation. The analyses are performed independently of those performed by the units responsible for reactor operation and maintenance. When the two analyses lead to different conclusions, arbitration is provided by the plant managers, who decide on the position to be adopted. Following the reviews performed in 2012 and 2013 at the Val de Loire plants, ASN considered that the decision-making bodies of the plants concerned did not pay enough attention or give enough support to these reviews. To take this further, ASN asked IRSN for an opinion on the assessments of safety-related events performed by the FIS team on each of the four Val de Loire sites (Belleville-sur-Loire, Chinon, Dampierre-en-Burly and Saint-Laurent-des-Eaux) and on the arbitration by plant managers. Following its examination, IRSN noted that management arbitration on each of the Val de Loire nuclear power plants almost always ruled in favor of the operation and maintenance teams, with the notable exception of the Belleville-sur-Loire management in 2012. Examination of these arbitrations led IRSN to conclude that management decisions not to follow an FIS position were often insufficiently justified, sometimes minimizing the inappropriate actions that led to the deviation, or rejecting the FIS analysis for reasons that IRSN did not consider relevant (potential consequences ignored, incorrect interpretation of the operating reference manual, etc.). Furthermore, the lack of value attributed by the management teams to FIS analyses of events that it considered significant for safety was liable to discredit the FIS in the eyes of the teams responsible for reactor operation and maintenance. IRSN considers that this position taken by plant management therefore reduces the effectiveness of the sharing and use of operating experience feedback, including at a national level. In conclusion, IRSN considers it necessary that EDF implement an action plan to remedy this situation. ●

## “ LA PAROLE À...



**Dominique Boutin**

Membre de la Cli de Chinon et pilote du groupe permanent de l'Ancli « Mise à l'arrêt définitif/démantèlement »

« Les enjeux associés au démantèlement des installations nucléaires sont multiples et complexes. Pour en faciliter la compréhension, une journée lui a été dédiée en juin 2014, dans un de ces dialogues IRSN/Anccli devenus usuels. Dans ce cadre, l'IRSN, bien impliqué, apparaît l'instrument pédagogique idéal permettant de faire le point sur le contexte réglementaire, les enjeux de sûreté et de radioprotection, ainsi que des filières déchets associées. De son côté, le Ciden a apporté le témoignage de l'opérateur vis-à-vis de la pratique et des enjeux d'entreprise. Lors des échanges entre les parties prenantes, des questions ont ouvert largement le débat au-delà des aspects techniques : rejets, sous-traitance... À ma question à propos de sa place dans cette problématique, l'Ancli a répondu par la création d'un groupe permanent en son sein, qui regroupe aujourd'hui 30 membres des quatre collèges. Dès les premiers échanges fructueux, les problématiques se multiplient (protection des intervenants, économie des territoires, etc.), ce qui montre que cette opération implique largement les acteurs locaux et les professionnels. La production d'un livre blanc apparaît un objectif vertueux pour regrouper les positions de l'Association. »

### *In the words of... Dominique Boutin*

*Member of the Chinon Local Information Commission and Coordinator of the ANCCLI “Final Shutdown and Decommissioning” Advisory Committee*

*“There are many complex issues associated with the decommissioning of nuclear facilities. To help people understand the issues, a day was dedicated to decommissioning in June 2014, during one of the now regular meetings between IRSN and the French National Association of Local Information Commissions and Committees (ANCCLI). IRSN is heavily involved and seems to be well placed to present the current regulatory context, issues relating to safety and radiological protection, and the associated waste management solutions. CIDEN, on the other hand, contributed its plant management experience, covering practical and corporate considerations. During discussions with stakeholders, questions went beyond the technical aspects to cover a wide range of topics, including releases and the role of subcontractors, etc. When I asked about ANCCLI's role in this issue, it responded by setting up an Advisory Committee, which now includes 30 members from across its four boards. Right from the outset, discussions have addressed a growing number of issues (staff protection, regional economy, etc.), proving that local stakeholders and professionals are very engaged around this operation. The plan to draw up a White Paper seems a worthy objective to bring together ANCCLI's positions.”*

# DU DÉMANTÈLEMENT DES ANCIENS RÉACTEURS À LA CONCEPTION DES FUTURS RÉACTEURS

Qu'il s'agisse du démantèlement d'anciennes installations ou de la création de nouvelles installations, l'IRSN met en œuvre une approche pluridisciplinaire lui permettant d'évaluer la sûreté des installations nucléaires à toutes les étapes de leur existence sur la base des dossiers transmis par les exploitants. L'Institut développe, à cet effet, des outils spécifiques d'appréciation des risques. Il 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.

## DE NOUVELLES ÉTAPES POUR LE DÉMANTÈLEMENT DE PHÉNIX

Le 12 novembre 2014, l'IRSN a présenté au groupe permanent d'experts son évaluation conjointe du réexamen de sûreté de la centrale Phénix, aujourd'hui à l'arrêt, réalisé par le CEA et des dispositions de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement de cette centrale retenues par le CEA. Cette évaluation a, en particulier, porté sur les unités qui seront créées pour le traitement du sodium et d'objets sodés. En conclusion, l'IRSN a estimé que les dispositions de sûreté présentées étaient globalement convenables, au stade actuel de leur définition, compte tenu des engagements pris par le CEA. En particulier, dans les conditions préconisées par l'IRSN, le CEA s'est engagé à renforcer les dispositions pour se prémunir du risque d'incendie lors des différentes opérations qui seront menées.

## EPR FLAMANVILLE 3: PRÉPARER L'ANALYSE DU DOSSIER DE SÛRETÉ DE LA DEMANDE DE MISE EN SERVICE

Sur le site de Flamanville (Manche), le chantier de construction du réacteur EPR a vu l'installation de gros composants du circuit primaire dans le bâtiment du réacteur, dont la cuve et les générateurs de vapeur. Le soudage des boucles primaires a débuté. L'IRSN est impliqué dans le suivi du chantier, avec une participation importante aux inspections menées par l'ASN. Il suit particulièrement les essais d'endurance ou de qualification réalisés sur des équipements ne bénéficiant pas d'un retour d'expérience en France comme, par exemple, les soupapes de protection du circuit primaire.

## Session de formation sur le simulateur SOFIA en support à l'analyse

En parallèle du suivi de la construction, l'IRSN se prépare à examiner le rapport de sûreté et les règles générales d'exploitation qui accompagneront la demande d'autorisation de mise en service du réacteur EPR de Flamanville 3. À cette fin, en mars 2014, une trentaine d'ingénieurs de l'IRSN et de l'ASN ont suivi une formation d'une semaine au cours de laquelle sont intervenus les spécialistes de différents domaines impliqués dans l'expertise de ce réacteur. Le simulateur SOFIA en configuration EPR, développé par l'IRSN en collaboration avec Areva, a permis d'illustrer le comportement du réacteur dans des situations accidentielles présentées dans le rapport de sûreté.

**FROM DECOMMISSIONING OLD REACTORS  
TO DESIGNING THOSE OF THE FUTURE**  
IRSN adopts a multi-disciplinary approach based on the use of documentation submitted by licensees to assess the safety of nuclear facilities throughout their lifetime, whether for decommissioning old facilities or building new ones. For this, IRSN has developed specific risk assessment tools. 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.

**NEW STEPS FOR PHENIX DECOMMISSIONING**  
On November 12, 2014, IRSN presented to the Advisory Committee its assessment of both the CEA safety review of the Phenix nuclear power plant (now shut down) and the provisions for final shutdown and decommissioning of this plant adopted by CEA. In particular, this assessment covered the units that will be built for the treatment of sodium and sodium-bearing objects. In conclusion, IRSN considers that the safety provisions presented are generally acceptable, at the current stage of their specification, given the commitments made by CEA. In particular, under the conditions recommended by IRSN, CEA is committed to enhancing provisions to prevent fire risks during the various operations to be performed.

**EPR FLAMANVILLE 3: PREPARING FOR THE  
ASSESSMENT OF THE SAFETY ANALYSIS FILE  
TO COMMISSIONING**  
On the EPR construction site at Flamanville in Normandy, large reactor coolant system (RCS) components, including the vessel and the steam generators, have been installed in the reactor building. Reactor coolant loop welding has begun. IRSN is closely involved in inspections performed by ASN on site work. In particular, it ensures the follow-up of endurance and qualification tests performed on equipments where no French operating experience feedback is available, such as RCS safety valves.

**Training session on the SOFIA simulator to support its analysis**

As well as monitoring construction work, IRSN is preparing to examine the safety analysis report and general operating rules that will form part of the Flamanville 3 EPR operating license application. In March 2014, around 30 IRSN and ASN engineers undertook a week's training for this purpose, with contributions from specialists in

## **Examen de la conception détaillée**

L'IRSN a, par ailleurs, poursuivi l'examen de la conception détaillée de l'installation et des études supports de la démonstration de sûreté. Il a ainsi examiné la conception détaillée de la distribution électrique, des groupes électrogènes principaux et des groupes électrogènes de secours ; à ce sujet, il a recommandé qu'EDF étudie des dispositions de conception complémentaires pour améliorer la sûreté de l'installation en cas de perte totale et durable des sources électriques, qui pourrait conduire à la perte totale du refroidissement des assemblages combustibles usés présents dans la piscine de désactivation de ces assemblages. L'IRSN s'est, de plus, prononcé sur la pertinence des profils de pression et de température dans l'enceinte de confinement retenus par EDF pour la qualification des équipements aux conditions accidentielles ainsi que sur la méthode d'évaluation des doses reçues par les équipements dans les conditions d'un accident grave.

L'IRSN a présenté les conclusions de ses analyses au groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires qui s'est réuni, →

*various areas relating to the assessment of this reactor. The SOFIA simulator in EPR configuration, developed jointly by IRSN and Areva, was used to illustrate reactor behavior under the accident conditions presented in the safety analysis report.*

### **Assessment of detailed design**

*IRSN also continued its assessment of detailed plant design and studies for the safety demonstration. Within this context, it examined the detailed design of the power distribution system, the main diesel generators and the emergency diesel generators. The Institute recommended that EDF study additional design provisions to improve safety in the event of long-term total loss of electrical power sources, which could lead to total loss of cooling for the fuel assemblies in the spent fuel pool. Furthermore, IRSN issued its opinion on the temperature and pressure profiles for the containment building adopted by EDF for the qualification of equipment under accident conditions, and on the method for assessing the doses to equipment under severe accident conditions. It presented the conclusions of its analyses to the Advisory Committee for Reactors, which met in January 2014 to examine the Level 1 Probabilistic Safety Analyses for →*

## **“ LA PAROLE À...**



**Luc Lafanechère**

*Délégué technique au département  
ingénierie études, EDF-Ciden*

« Nous avons engagé une collaboration avec l'IRSN en matière de R&D autour des dispositifs de protection contre les particules métalliques incandescentes produites par les découpes à chaud. Cette problématique est récurrente dans les chantiers de démantèlement d'installations nucléaires. Cette collaboration permet, au travers de thèses, à la fois de progresser dans la connaissance théorique mais aussi d'obtenir des résultats d'essais menés dans des conditions proches de la réalité. Nous aboutissons ainsi à un socle commun de données expérimentales. Pour le Ciden, l'intérêt est de disposer de résultats directement applicables dans nos installations. En contrepartie, nous contribuons à la définition des essais en apportant notre expérience d'industriel et notre connaissance du terrain. Après une première thèse soutenue en 2014 sur la caractérisation et l'impact de particules incandescentes sur les systèmes de filtration, une seconde thèse a débuté pour étudier et adapter la performance des confinements de chantiers aux enjeux radiologiques. »

### *In the words of... Luc Lafanechère*

*Technical Representative at the Design & Engineering Department, EDF-CIDEN*

*“We have been working with IRSN on R&D for systems to protect against the incandescent metal particles produced by hot cutting. This issue is recurrent on nuclear decommissioning sites. This partnership has been helping to advance theoretical knowledge through PhD-level research, and has also been generating results from tests carried out in life-like conditions, creating a common database of experimental data. For CIDEN, the interest lies in having results that can be directly applied to our facilities. In return, we help design and define tests, drawing on our industrial experience and on-the-ground knowledge. A first PhD thesis was presented in 2014 on the characterization and impact of incandescent particles on filter systems, and now a second thesis project has been launched to study and adapt the performance of site containment systems with regard to radiological issues.”*

en janvier 2014, pour examiner les études probabilistes de sûreté de niveau 1 du réacteur EPR de Flamanville 3 puis, en avril, pour examiner les principes de classement de sûreté des structures, systèmes et composants de ce réacteur. Enfin, fin octobre 2014, EDF a transmis une version de travail du rapport de sûreté qu'il transmettra dans le cadre de la demande d'autorisation de mise en service du réacteur EPR de Flamanville 3. L'IRSN dispose désormais d'un ensemble de documents cohérents, en particulier du rapport de sûreté et des règles générales d'exploitation. En 2014, l'Institut a défini, pour chaque sujet important, l'approche qu'il compte appliquer pour l'instruction de la sûreté de l'installation.

#### **Analyse du programme des essais de démarrage**

L'IRSN examine le programme des essais de démarrage nécessaires à la mise en service de l'installation. Ces essais constituent, en effet, une étape essentielle, car ils visent en particulier à s'assurer de la conformité de l'installation aux exigences de sûreté et des performances des systèmes. Ils doivent permettre de valider la conception et la réalisation de l'installation. Ces essais, ainsi que les critères à vérifier, sont définis dans des programmes de principe d'essais. En 2014, l'IRSN a notamment examiné les programmes de principe d'essais du système d'alimentation en eau de secours des générateurs de vapeur, du système de «borication» de sécurité ainsi que de certains systèmes de ventilation. Il a estimé que ces programmes devaient être complétés pour permettre de vérifier le respect des exigences de sûreté et a également défini l'organisation qu'il mettra en place pour le suivi de ces essais et de leurs résultats.

#### **L'IRSN SE PRÉPARE POUR L'EXPERTISE DES RÉACTEURS DE GÉNÉRATION IV**

L'examen par l'IRSN, en 2014, des systèmes nucléaires de génération IV étudiés par le forum Génération IV (GIF) a conclu à une maturité suffisante de la filière SFR (*Sodium-cooled Fast Reactor*) pour envisager la construction d'un réacteur d'ici 2040.

Par ailleurs, en matière de réacteurs de 4<sup>e</sup> génération, la R&D de l'IRSN porte essentiellement sur cette filière de réacteurs à neutrons rapides refroidis au sodium pour laquelle un niveau de sûreté au moins équivalent à celui des réacteurs de 3<sup>e</sup> génération est attendu. Il a finalisé la stratégie des recherches à mener en support à l'expertise de cette filière en tenant compte des enseignements de l'examen, en 2013, du document d'orientations de sûreté du projet ASTRID, développé par le CEA, par le groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires. Les principaux sujets que l'IRSN vise à approfondir sont le comportement accidentel du combustible lors des transitoires de réactivité, le comportement de l'installation en cas de fusion généralisée du cœur et les rejets associés (*via* le développement du logiciel ASTEC-Na), les feux de sodium et l'interaction énergétique combustible-sodium. Les collaborations envisageables aux niveaux national et international en appui de cette stratégie ont également été examinées.

#### **TRAVAUX D'EXPERTISE ET DE RECHERCHE SUR ITER**

Dans le cadre du suivi des dossiers liés à la construction de l'installation ITER de recherche sur la fusion nucléaire à Cadarache, l'IRSN

*the Flamanville 3 EPR, and then in April to examine the safety classification principles applicable to the reactor's structures, systems and components.*

*Finally, in late October 2014, EDF sent a working version of the safety analysis report, which will be part of the operating license application for the Flamanville 3 EPR. IRSN now has a consistent set of documents, in particular the safety analysis report and the general operating rules. In 2014, IRSN aimed to define the approach that it intends to apply to each area of importance for the plant safety assessment.*

#### ***Assessment of the startup test program***

*IRSN is assessing the program of startup tests required for commissioning the plant. The tests are an essential step, as their aim is to ensure that the plant meets system performance and safety and requirements. They must validate plant design and construction. The tests, as well as the criteria to be verified, are specified in standard commissioning programs. In particular, in 2014, IRSN examined the standard commissioning programs for the steam generator emergency feedwater system, the emergency boration system and some ventilation systems. IRSN considered that these programs should be supplemented to check for compliance with safety requirements. It also specified the organizational structure that it will implement to follow up these tests and their results.*

#### ***IRSN prepares to assess Generation IV reactors***

*In 2014, IRSN's review of the Generation IV nuclear systems studied by the Generation IV International Forum (GIF) concluded that the Sodium-cooled Fast Reactor (SFR) system is sufficiently mature to consider construction of a reactor by 2040.*

*Furthermore, IRSN R&D on Generation IV reactors is mainly focused on the SFR system, for which the level of safety expected is at least the same of Generation III reactors.*

*IRSN has completed the research strategy planned to support the assessment of this system, taking into account lessons from the assessment (by the Advisory Committee for Reactors in 2013) of the safety orientations document for the ASTRID project, developed by CEA. IRSN aims to perform in-depth analysis on the behavior of fuel during reactivity transients, the plant behavior in the event of generalized core melt and the associated releases (*via* development of the ASTEC-Na code), the sodium fires and the thermal sodium-fuel interaction. Possible national and international collaborations to support this strategy were also examined.*

#### ***Assessment and research work on ITER***

*As part of the monitoring of documentation concerning construction of the ITER nuclear fusion research facility*

a procédé à l'expertise du supportage du dispositif de fusion par confinement magnétique dit «tokamak» (en vue de l'autorisation du coulage du béton de la zone du radier assurant le supportage du «tokamak»). Compte tenu des remarques formulées par l'IRSN, ITER Organization a abandonné l'option de supportage par poteaux métalliques au profit d'un supportage par béton armé raidi par 18 voiles radiaux. Cette option a été jugée plus robuste par l'IRSN au regard des phénomènes spécifiques à cette installation qui pourraient résulter des instabilités du plasma ou du dysfonctionnement des aimants supraconducteurs. Parallèlement, l'IRSN a poursuivi ses travaux de recherche en préparation des expertises à venir. Les efforts de R&D ont principalement porté sur les risques d'explosion de poussières, avec des essais de remise en suspension à très basse pression, sur le fonctionnement des systèmes de détritiation en situation accidentelle et sur l'évaluation des rejets de tritium et de beryllium en cas de perte du confinement. ●

*in Cadarache, IRSN assessed the support structure for the magnetic confinement fusion device, or tokamak, with a view to authorizing concrete pouring on the basemat area that supports the tokamak. After taking IRSN comments into account, the ITER Organization abandoned the option of steel column support structures in favor of a reinforced concrete “crown” stiffened by 18 radial walls. IRSN considers this option to be more robust with regard to the phenomena specific to this facility, which could result from plasma instabilities or malfunction of the superconducting magnets. At the same time, the Institute continued its research work in preparation for future assessments. R&D work mainly focused on dust explosion risks, with very low pressure resuspension tests, the operation of detritiation systems under accident conditions, and the assessment of tritium and beryllium releases in the event of loss of containment. ●*

## “LA PAROLE À...



**Jean-Pierre Van Dorsselaere**  
Expert IRSN  
*Coordinateur du réseau SARNET à l'IRSN*

«À l'origine de la création du réseau d'excellence SARNET, en 2004, il y a la volonté de la Commission européenne (CE) et des partenaires européens de renforcer les collaborations de recherche sur les accidents majeurs de réacteurs nucléaires dans la continuité du grand programme expérimental PHÉBUS PF. Il s'agissait de poursuivre de manière coordonnée l'amélioration des connaissances, de mieux exploiter les capacités respectives de recherche et de favoriser le partage et la pérennisation des acquis, avec des financements de la CE dans le cadre des 6<sup>e</sup> et 7<sup>e</sup> PCRD jusqu'en 2013. L'IRSN coordonne ce réseau depuis sa création. Aujourd'hui, SARNET rassemble plus d'une quarantaine d'organismes publics et privés, européens et au-delà de l'Europe. Les priorités de recherche ont été définies et périodiquement actualisées. Par exemple, avant même l'accident de Fukushima, une priorité élevée avait été identifiée autour de la question du refroidissement d'un cœur de réacteur fortement dégradé : cela a, notamment, conduit l'IRSN à investir dans la construction de l'installation expérimentale PEARL. Afin de pérenniser ses activités, SARNET a été intégré en 2013 à l'association NUGENIA, chargée de développer, au niveau européen, des projets de recherche communs sur les réacteurs de 2<sup>e</sup> et de 3<sup>e</sup> générations tout en gardant son identité et ses missions. Le défi majeur pour les années à venir sera de maintenir la dynamique et les échanges au sein de ce réseau, indépendamment des financements de la CE.»

*In the words of...  
Jean-Pierre Van Dorsselaere  
IRSN expert, SARNET Coordinator at IRSN*

*“SARNET is a European network of excellence created in 2004 at the initiative of the European Commission (EC) and European partners to strengthen partnerships for research into severe accidents in nuclear reactors, following on from the PHÉBUS Fission Products experimental program. The aim was to continue this coordinated drive to improve knowledge, better utilize respective research capability and promote knowledge sharing and durability, with EC funding under the 6<sup>th</sup> and 7<sup>th</sup> Framework Program until 2013. IRSN has coordinated this network since it was set up. SARNET now comprises around forty public and private bodies, both in Europe and further afield. Research priorities have been specified and are periodically reviewed. For example, even prior to the Fukushima accident, the issue of how to cool a severely damaged reactor core had been identified as a high priority, leading, for instance, to the IRSN investment in the construction of the PEARL experimental facility. In order to keep its activities going, in 2013 SARNET joined the NUGENIA association, which is responsible for developing joint research projects into Generation II and Generation III reactors across Europe, but retained its identity and tasks. The major challenge in the coming years will be to maintain the network's dynamism and discussions without EC funding.”*

## LA SÛRETÉ DES LABORATOIRES ET DES USINES

Parce qu'elles présentent des risques pour l'environnement et les populations, les installations du cycle du combustible font l'objet d'expertises par l'IRSN. La mise en service de nouvelles unités de l'usine Georges-Besse II (Drôme/Vaucluse) et la reprise des déchets anciens sur différents sites sont particulièrement illustratives des travaux prévus par l'Institut en 2014 sur ces installations.

### USINE GEORGES-BESSE II: MISE EN SERVICE DE L'USINE NORD ET DE L'ATELIER REC II

L'usine Georges-Besse II d'enrichissement de l'uranium par ultra-centrifugation assure le remplacement de l'usine d'enrichissement par diffusion gazeuse d'Eurodif, à l'arrêt depuis 2012, en réduisant de façon importante les quantités d'hexafluorure d'uranium (UF6) liquide et gazeux présentes dans les circuits du procédé. L'unité Sud d'enrichissement de cette usine a atteint sa capacité nominale de production (quatre millions d'UTS) en janvier 2014. L'unité Nord, dont la première cascade a été mise en service en mars 2013, poursuit sa montée en puissance et devrait atteindre sa capacité nominale de production (trois millions d'UTS) au second semestre 2015. Par ailleurs, fin 2013, l'IRSN a achevé l'examen des dispositions de sûreté retenues pour l'atelier support REC II. Cet atelier, qui constitue un troisième sous-ensemble de l'usine Georges-Besse II, est destiné à la réalisation des opérations d'échantillonnage et de contrôle des matières ainsi que de réception de l'UF6 à enrichir et d'expédition de l'UF6 enrichi. En novembre 2013, après avoir examiné, notamment, la conformité de l'atelier à ses exigences de conception et les règles générales d'exploitation, l'IRSN a considéré que les dispositions retenues pour la mise en exploitation de l'atelier REC II étaient satisfaisantes. Sur la base de cette expertise et d'inspections réalisées en 2014, avec l'appui de l'IRSN, pour suivre notamment les résultats des premiers essais, l'Autorité de sûreté nucléaire a autorisé la mise en service de cet atelier en octobre 2014. Les essais de démarrage devraient se poursuivre jusqu'à l'été 2015.

### REPRISE ET CONDITIONNEMENT DE DÉCHETS ANCIENS PRÉSENTS SUR DIFFÉRENTS SITES CEA ET AREVA II

Des volumes importants de déchets radioactifs de moyenne et de haute activités sont entreposés dans des installations nucléaires en attendant la mise en service d'installations de stockage pérennes (telles que Cigéo). Les entreposages les plus anciens n'étant plus considérés comme satisfaisants du point de vue de la sûreté, le CEA et Areva ont mis en place des projets de reprise de ces déchets en vue de les entreposer, après reconditionnement, dans de nouvelles installations.

**SAFETY OF LABORATORIES AND PLANTS**  
Fuel cycle facilities are subject to IRSN assessments as they pose risks to the public and the environment. The commissioning of new units on the George-Besse II plant in southern France and the recovery of legacy waste across various sites are good illustrations of IRSN work planned on such facilities in 2014.

**GEORGES-BESSE II PLANT: COMMISSIONING OF THE NORTH UNIT AND THE REC II SUPPORT FACILITY**  
The Georges-Besse II centrifuge uranium enrichment plant replaces the Eurodif gaseous diffusion plant, which was shut down in 2012, and significantly reduces the quantities of liquid and gaseous uranium hexafluoride (UF6) in the process systems. The South enrichment unit at this plant reached its nominal production capacity (4 million SWUs) in January 2014. The North unit, whose first cascade was commissioned in March 2013, is gradually increasing its production and should reach nominal production capacity (3 million SWUs) in the second half of 2015. In late 2013, IRSN completed its examination of the safety provisions adopted for the REC II support facility. This facility, which is the third sub-unit at the Georges-Besse II plant, will perform sampling and inspection operations on materials, will receive the uranium hexafluoride to be enriched and will ship the enriched UF6. In November 2013, IRSN observed that the provisions adopted for commissioning the REC II support facility were satisfactory, in particular after examining facility compliance with its design requirements and general operating rules. In October 2014, ASN authorized commissioning of the facility, based on this assessment and inspections performed in 2014 with IRSN support, in particular to monitor initial test results. Startup tests are expected to continue until summer 2015.

**RECOVERY AND CONDITIONING OF LEGACY WASTE ON CEA AND AREVA SITES**  
Significant volumes of intermediate- and high-level radioactive waste are stored on nuclear facilities, awaiting

Depuis plusieurs années, ces actions font l'objet d'expertises de l'IRSN tenant compte, d'une part, des incertitudes sur l'état et les caractéristiques des déchets concernés, d'autre part de leurs conditions d'entreposage actuelles.

### **Examen des dossiers du CEA**

En 2014, l'IRSN a examiné les orientations de sûreté retenues par le CEA pour reconditionner les déchets solides contenus dans les fosses du parc d'entreposage de déchets radioactifs du centre de Cadarache (Bouches-du-Rhône). Les opérations correspondantes, prévues sur une quinzaine d'années, concernent environ 300 m<sup>3</sup> de déchets. Après instruction, l'IRSN n'a pas mis en évidence de point rédhibitoire dans les orientations retenues par le CEA, tout en soulignant que les risques d'exposition des intervenants aux rayonnements ionisants devraient faire l'objet d'une attention particulière du fait des débits de dose estimés. L'IRSN a également examiné le projet de reprise d'effluents organiques entreposés dans une installation du centre de Saclay (Essonne) présenté par le CEA. Il a estimé satisfaisantes les dispositions de sûreté définies actuellement pour ce projet.

### **Analyse des dispositions prévues sur des sites Areva**

De la même façon, sur le site de La Hague (Manche), Areva a engagé des programmes de reprise de déchets provenant des traitements réalisés dans l'usine UP2-400, aujourd'hui en cours de démantèlement. L'IRSN a examiné les dispositions de sûreté retenues par Areva pour la conception et la mise en place des installations de reprise des déchets du silo HAO (déchets solides issus des traitements de cisaillage et de dissolution de combustibles de réacteurs à eau légère). L'IRSN a estimé ces dispositions globalement satisfaisantes et formulé des recommandations relatives à l'étanchéité du cuvelage de la cellule de reprise et aux opérations de manutention.

L'IRSN a également entrepris l'examen des options de sûreté retenues par Areva pour les opérations de reprise des déchets du silo 130 (composés, notamment, des parties en graphite et en magnésium de combustibles «uranium naturel-graphite-gaz» et de déchets issus de l'exploitation des installations).

Enfin, la sûreté des opérations de séchage et de reconditionnement de boues provenant du traitement d'effluents (environ 9 300 m<sup>3</sup>) a été examinée par l'IRSN. L'instruction de l'Institut a, notamment, porté sur les risques liés à la réactivité chimique des boues et sur les risques d'explosion. L'IRSN a estimé que les éléments présentés étaient convenables mais que les analyses de risques devraient être approfondies dans le cadre des dossiers transmis pour la mise en service du procédé retenu.

Globalement, les différents sujets relatifs à la reprise et au conditionnement des déchets anciens sur le site de La Hague ne présentent pas de lacune majeure à ce stade amont de leur définition. ●

*the commissioning of final disposal facilities (such as CIGEO). As the safety of the oldest storage facilities are no longer considered satisfactory, CEA and Areva have implemented projects to recover this waste and to store it in new facilities after reconditioning.*

*For several years, this activity has been subject to IRSN assessments taking into account uncertainties regarding the state and characteristics of the waste involved, and also current storage conditions.*

*In 2014, IRSN examined the safety guidelines adopted by the CEA for the reconditioning of the solid waste contained in the pits of the radioactive waste storage area at the Cadarache center in southern France. The reconditioning, which is expected to take around 15 years, involves some 300 m<sup>3</sup> of waste. After examination, IRSN did not find any disqualifying points in the guidelines adopted by the CEA, but stressed that special attention should be paid to the risk of operator exposure to ionizing radiation given the estimated dose rates. IRSN also examined the CEA project to recover organic effluents stored in a facility at the Saclay center in the Paris region. It considered that the safety provisions currently specified for this project are satisfactory. Similarly, on the La Hague site in Normandy, Areva has undertaken programs to recover waste from processing performed in the UP2-400 plant, which is currently being dismantled. IRSN examined the safety provisions adopted by Areva for the design and implementation of waste recovery facilities for the HAO silo (solid waste from shearing and dissolution processes on fuel assemblies from light-water reactors). It considered the provisions to be generally acceptable and issued recommendations regarding the leaktightness of the intermediate storage compartment liner and handling operations.*

*IRSN also examined Areva's safety options for recovery operations of waste in Silo 130, which is composed largely of graphite and magnesium parts from natural uranium-graphite-gas fuels, and facility operating waste.*

*Finally, IRSN examined the safety of drying and reconditioning operations for approximately 9,300 m<sup>3</sup> of sludge from effluent treatment. The examination particularly focused on the risks associated with the chemical reactivity of sludge and explosion risks. The Institute considered that the details presented were acceptable but that more detailed risk analyses should be included in the files submitted for the commissioning of the selected process.*

*Overall, no serious gaps were observed in the data presented in connection with the recovery and reconditioning of legacy waste on the La Hague site at this early stage of specification. ●*

# SÛRETÉ ET RISQUES INDUITS PAR DES INFRASTRUCTURES PROCHES DES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES

La proximité entre installations nucléaires et aménagements ou sites industriels peut entraîner des risques spécifiques pour l'installation nucléaire. À ce titre, des évaluations ciblées sont réalisées par l'Institut afin d'apprecier la validité des dispositions définies par les exploitants pour maîtriser ces risques.

## RISQUES ASSOCIÉS AU PROJET DE GAZODUC ERIDAN

Entre décembre 2012 et mai 2014, l'IRSN a transmis, à l'ASN et à l'ASND, les résultats d'expertises relatives à l'impact d'un projet de gazoduc dénommé Eridan, dont le tracé prévoit un passage à proximité des installations nucléaires des sites de Marcoule (Gard) et du Tricastin (Drôme/Vaucluse). Ce gazoduc de la société GRTgaz, dont les canalisations auront un diamètre de 1,2 mètre, transportera du méthane à une pression de 80 bars. Du fait des exigences de conception, de fabrication et de contrôle retenues pour ce type de canalisation (implantation souterraine, épaisseur d'acier, etc.) et du retour d'expérience acquis, la prise en compte d'un scénario de rupture franche n'est pas requise par la réglementation. Cependant, la sûreté des installations nucléaires s'appuie sur une démarche dite «de défense en profondeur», qui requiert l'analyse de scénarios accidentels, même de très faible probabilité. Aussi, le scénario de rupture franche a été considéré au droit des installations nucléaires, les phénomènes redoutés étant la formation d'un cratère lié à la fuite du gaz sous pression, la création d'une onde de pression ainsi que des effets thermiques en cas d'inflammation du gaz. Dans son premier avis, l'IRSN a estimé que le tracé retenu pouvait conduire, pour le site de Marcoule, à des agressions supérieures à celles considérées actuellement dans le rapport de sûreté. Les évolutions récentes du tracé envisagé en 2013 pour ce gazoduc l'éloignent du site de Marcoule et prévoient un passage sous le canal de Donzère-Mondragon (Drôme), à proximité du site du Tricastin. Les études menées par l'exploitant GRTgaz en tenant compte de ces évolutions l'amènent à conclure que les démonstrations de sûreté des installations nucléaires des sites précités ne sont plus mises en cause. Après examen des études transmises, l'IRSN a confirmé cette conclusion. ●

## SAFETY REGARDING RISKS DUE TO INFRASTRUCTURE NEAR NUCLEAR FACILITIES

The proximity of nuclear facilities to industrial sites or developments can present specific risks for the nuclear facility. For this reason, IRSN has performed targeted assessments of the validity of the provisions made by operators to manage these risks.

## RISKS ASSOCIATED WITH THE ERIDAN GAS PIPELINE PROJECT

Between December 2012 and May 2014, IRSN sent ASN and the French Nuclear Safety Authority for Defense-related Facilities and Activities (ASND) the results of its assessments concerning the consequences on the safety of the ERIDAN gas pipeline project, which is planned to pass close to the nuclear facilities on the Marcoule and Tricastin sites in southern France. This GRTgaz pipeline will transport methane at a pressure of 80 bar in pipes 1.2 m in diameter. In view of the design, production and inspection requirements adopted for this type of pipeline (underground installation, steel thickness, etc.) and operating experience feedback, regulations do not require the clean break scenario to be considered. The safety of nuclear facilities, however, is based on the defense-in-depth approach, which requires analysis of accident scenarios even if the probability of occurrence is very low. For this reason, the scenario of a clean break next to the nuclear facilities was considered, where the initiating events would be the formation of a crater associated with high-pressure gas leakage, the generation of a pressure wave, and thermal effects in the event of gas combustion. In its initial opinion, IRSN considered that, for the Marcoule site, the proposed route of the pipeline could lead to hazards greater than those currently considered in the safety analysis report. In 2013, changes to the proposed route of the pipeline took it further from the Marcoule site and planned for it to pass under the Donzère-Mondragon canal near the Tricastin site. Studies performed by the operator (GRTgaz) taking these changes into account led to the conclusion that the safety demonstrations of the nuclear facilities on the above sites are no longer contested. IRSN confirmed this conclusion. ●

# VIEILLISSEMENT DES RÉACTEURS

Pour être en mesure d'examiner dans de bonnes conditions les demandes de prolongation de fonctionnement des centrales nucléaires, notamment en disposant des connaissances nécessaires, l'IRSN mène des recherches destinées à mieux comprendre les phénomènes liés au vieillissement. Il étudie, en particulier, le comportement de matériaux et de composants essentiels au maintien en bon état des barrières de confinement et fortement sollicités lors de l'exploitation du réacteur.

## VIEILLISSEMENT DES JOINTS DE SILICONE

Le tampon d'accès des matériels (TAM) constitue un point singulier des enceintes de confinement des réacteurs d'EDF, dont l'étanchéité doit être maintenue en situation accidentelle. Les joints en silicone, dont le tampon est équipé, contribuent à cette étanchéité. Ils peuvent être dégradés par les contraintes thermiques et les contraintes de pression qui s'exercent sur eux ainsi que par l'effet des rayonnements. Compte tenu de leur importance, l'IRSN a engagé un programme expérimental dédié à l'étude de ces joints. Le premier semestre 2014 a été consacré à la mise au point de l'instrumentation et des équipements spécifiques permettant de reproduire de façon représentative les conditions de sollicitation des joints dans l'irradiateur EPICUR, à Cadarache (Bouches-du-Rhône), et à plus grande échelle dans l'irradiateur IRMA, à Saclay (Essonne), puis à la réalisation des tests de qualification de l'instrumentation et des équipements spécifiques. Au cours du second semestre 2014, une première campagne de quatre essais a été réalisée dans l'irradiateur EPICUR. Les essais dans l'installation IRMA seront engagés en 2015 dès le renouvellement de ses sources radioactives de haute activité. Les enseignements de ces essais seront utilisés pour l'expertise du confinement des réacteurs.

## RISQUES ASSOCIÉS À LA FATIGUE THERMIQUE

Les tronçons de tuyauterie importants pour la sûreté, où peuvent se développer des phénomènes de fatigue thermique, doivent faire l'objet de contrôles réguliers, en complément des calculs menés pour prédire leur endommagement. En effet, dans certaines zones de mélange de fluides froid et chaud, des fissures peuvent se développer sous l'effet de différences de température importantes. En 1998, une fuite du circuit de refroidissement à l'arrêt (RRA) du réacteur n°1 de la centrale de Civaux (Vienne) est survenue pour cette raison. EDF a alors lancé un programme d'expertises, d'études et de recherches sur la fatigue thermique, qui a permis de mieux comprendre les phénomènes thermohydrauliques locaux, grâce à de nombreux essais sur maquettes et à des simulations numériques, et d'améliorer le recensement des zones sensibles. Des travaux de recherche réalisés par l'IRSN ont néanmoins mis en évidence la difficulté de prédire les cas où la fatigue thermique conduit à des endommagements. En s'appuyant sur ces travaux, l'IRSN a examiné les conclusions du programme de surveillance des zones sensibles élaboré par EDF. Dans son avis transmis à l'ASN en 2014, l'IRSN est resté réservé quant à une évaluation du risque de fissuration des tronçons des zones concernées uniquement fondée sur des calculs d'endommagement cumulé. Il a préconisé de privilégier des contrôles *in situ* dont la périodicité sera fondée sur des durées de fonctionnement à forts écarts de température. EDF a récemment amendé sa démarche pour prendre en compte cette position. ●

## REACTOR AGING

*IRSN research in this field is aimed at learning more about aging phenomena and obtaining all the necessary data for examining applications for nuclear plant lifetime extension under good conditions. It focuses in particular on the behavior of materials and components that are essential for maintaining the integrity of containment barriers and that are subject to significant loads during reactor operation.*

## AGING IN SILICONE SEALS

*The equipment hatch is a specific feature in the containment of EDF reactors and its leaktightness must be guaranteed under accident conditions. The silicone seals of the hatch play a part in this. They can be deteriorated by thermal and pressure loads involved in plant operation and by radiation effect. In view of their importance, IRSN has launched an experimental program to study these seals. The first half of 2014 was dedicated to developing instrumentation and special equipment to obtain representative simulations of seal load conditions in the EPICUR irradiation facility at Cadarache in southern France and, on a larger scale, in the IRMA irradiation facility at Saclay near Paris. This work was followed by qualification tests for instrumentation and special equipment. During the second half of 2014, an initial campaign of four tests was performed in the EPICUR irradiation facility. Tests in the IRMA facility will only be performed in 2015 once its high-activity radioactive sources have been renewed. The results of these tests will be used for reactor containment assessments.*

## RISKS RELATED TO THERMAL FATIGUE

*Safety-related pipe sections in which thermal fatigue phenomena can develop must undergo regular inspection to supplement the calculations performed to predict damage. In certain zones where hot and cold fluids mix, cracks can develop due to the effect of significant temperature differences. In 1998, this phenomenon led to leakage in the Residual Heat Removal System (RHRS) of Reactor 1 at the Civaux nuclear power plant in western France. EDF therefore launched a program of assessments, studies and research on thermal fatigue, which improved understanding of local thermal-hydraulic phenomena through numerous tests on physical models and computer simulations, and led to a better inventory of sensitive areas. IRSN research, however, has highlighted the difficulty of predicting cases where thermal fatigue leads to damage. Drawing on this work, IRSN examined the conclusions of the monitoring program for sensitive areas implemented by EDF. In the notice it submitted to ASN in 2014, IRSN expressed reservations as to the effectiveness of assessing cracking risk in piping sections in the areas concerned, based solely on calculations of cumulative damage. It recommended that preference be given to *in-situ* inspections, at a frequency based on periods of operation with large temperature differences. EDF recently amended its approach to take this position into account. ●*

# COMBUSTIBLE: RECHERCHES SUR LA CORROSION ET LES DÉFORMATIONS

**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 et des outils nécessaires à l'expertise du comportement des cœurs des réacteurs nucléaires en exploitation.**

## CORROSION DES GAINES DES CRAYONS DE COMBUSTIBLE

Les gaines des crayons de combustible des réacteurs constituent la première «barrière» de confinement des produits de fission. Au cours de leur séjour dans le réacteur, ces gaines s'oxydent et se fragilisent. Pour les crayons dont les gaines sont en zircaloy 4, il existe, à partir d'un certain niveau d'irradiation, un risque de décollement localisé de la couche d'oxyde formée à sa surface. Ce phénomène, appelé «desquamation», fragilise localement la gaine qui pourrait perdre son étanchéité en cas d'accident d'éjection d'une grappe de commande. L'effet de la desquamation sur la tenue du combustible a été mis en évidence, notamment lors des essais effectués dans le cadre du programme de recherche international CABRI REP-Na mené par l'IRSN réalisés dans le réacteur CABRI du CEA. De plus, en cas de rupture de la gaine d'un crayon combustible, des fragments de combustible chauds pourraient être éjectés dans l'eau du circuit primaire et conduire à des phénomènes énergétiques importants mettant en péril le refroidissement du cœur; ces phénomènes d'interaction feront l'objet de recherches, notamment dans la boucle expérimentale en eau du réacteur CABRI.

### L'état du parc français

En 2013, EDF a mené des campagnes de mesure de la corrosion des gaines en zircaloy 4 de combustibles irradiés; les résultats ont montré des corrosions supérieures aux prévisions. Dès lors, des gaines desquamées étaient susceptibles de se trouver en place dans de nombreux réacteurs du parc en exploitation. L'IRSN a considéré qu'EDF devait se prémunir du risque de rupture de gaine lié à la desquamation et que, à cette fin, des restrictions d'exploitation des réacteurs concernés devaient être mises en œuvre en attendant le remplacement des assemblages combustibles par d'autres, dont les gaines sont réalisées dans un autre matériau. Ces restrictions consistent à:

- piloter les réacteurs de façon à réduire le risque de rupture de gaine en cas d'accident d'éjection d'une grappe de commande;
- réduire la durée de séjour dans le réacteur des assemblages combustibles à gaine en zircaloy 4 afin de réduire les épaisseurs d'oxyde.

### Le renouvellement des matériaux de gainage: une voie de sortie

Parallèlement, EDF a prévu de remplacer le zircaloy 4 des gaines de crayons de combustible par de nouveaux matériaux moins

## FUEL: RESEARCH ON CORROSION AND DEFORMATION

*Fuel research is aimed at learning more about phenomena that could affect fuel during use. It provides IRSN with the skills and tools needed to assess the behavior of reactor cores in the current reactor fleet.*

### CORROSION OF FUEL ROD CLADDING

*The cladding of reactor fuel rods is the first containment barrier for fission products. During its time in the reactor, this cladding oxidizes and becomes weaker. In the case of fuels rods with Zircaloy-4 cladding, there is a risk - above a certain level of irradiation - of the oxide layer that forms on the cladding surface peeling off in places. This phenomenon, called spalling, weakens the cladding in these localized areas and could lead to loss of leaktightness in the event of a control rod ejection accident. The effect of spalling on fuel strength has been demonstrated, in particular during tests performed on the CEA CABRI reactor, as part of the CABRI REP-Na international research program led by IRSN. Furthermore, in the event of fuel rod cladding failure, fragments of hot fuel could be ejected into the RCS water and lead to significant high-energy phenomena that could jeopardize core cooling; these interaction phenomena are the subject of research, in particular on the experimental water loop in the CABRI reactor.*

### Current state of the French reactor fleet

*In 2013, EDF performed corrosion measurement campaigns on the Zircaloy-4 cladding of irradiated fuels; the results showed corrosion greater than predicted. Consequently, cladding spalling may be observed in many reactors currently in operation. IRSN considered that EDF should guard against the risk of cladding failure associated with spalling and that operating restrictions should be applied to the reactors concerned until the fuel assemblies are replaced by others with cladding made from a different material. These restrictions include:*

- *operating the reactors in such a way as to reduce the risk of cladding failure in the event of a control rod ejection accident;*
- *reducing the residence time in the reactor for fuel assemblies with Zircaloy-4 cladding, to reduce oxide layer thicknesses.*

sensibles à la corrosion. Le remplacement devrait être achevé à l'horizon 2020 pour l'ensemble du parc d'EDF; les dossiers correspondants font actuellement l'objet d'instructions techniques de la part de l'IRSN.

## DÉFORMATION EXCESSIVE DU CŒUR DU RÉACTEUR DE NOGENT 2

L'IRSN évalue régulièrement les résultats de la surveillance en exploitation des assemblages combustibles afin d'identifier ceux ayant un comportement non envisagé à la conception. En particulier, certains assemblages présentent des déformations latérales inhabituellement élevées. En effet, les assemblages combustibles, d'une hauteur d'environ quatre mètres, peuvent se déformer latéralement sous l'effet des chargements hydrauliques et mécaniques, de l'irradiation et de la température. L'IRSN s'est prononcé à plusieurs reprises sur des modifications matérielles définies par EDF pour améliorer le comportement des assemblages combustibles soumis à ces sollicitations. Mais le phénomène de déformation latérale des assemblages est complexe, mal compris en France comme à l'étranger, en particulier du fait qu'aucune mesure de déformation *in situ* n'est possible dans une cuve de réacteur.

### Des conséquences possibles pour la sûreté des réacteurs

Les temps de chute des grappes de commande et leur insertion complète sont des éléments importants pour la sûreté. EDF doit donc faire des essais pour vérifier périodiquement le respect des hypothèses retenues dans les études de sûreté. Si les déformations sont importantes, elles peuvent ralentir la chute des grappes de commande du réacteur, voire empêcher leur chute complète.

### Le cas particulier du réacteur n° 2 de la centrale de Nogent-sur-Seine

Le comportement analysé en 2012 du combustible du réacteur n° 2 de la centrale de Nogent-sur-Seine (Aube) avait conduit l'IRSN à recommander un suivi renforcé des temps de chute des grappes de commande. En 2014, certains temps mesurés ont atteint ou dépassé les seuils d'alerte fixés dans une décision de l'ASN. L'influence de cette situation particulière sur le déroulement de tous les accidents traités dans la démonstration de sûreté a fait l'objet d'une analyse de l'IRSN, qui l'a conduit à recommander des dispositions spécifiques d'exploitation.

EDF a décidé d'arrêter le réacteur n° 2 de Nogent-sur-Seine trois mois avant la date prévue et choisi de revenir à une exploitation classique du combustible. En effet, le réacteur n° 2 était le seul autorisé à irradier des assemblages combustibles jusqu'à des valeurs élevées (taux de combustion maximal : 62 GWj/tU). ●

## RENEWAL OF CLADDING MATERIALS: AWAY OUT

*At the same time, EDF plans to replace the Zircaloy-4 in fuel rod cladding with new materials that are less sensitive to corrosion. This replacement should be completed throughout the EDF reactor fleet by 2020; the corresponding files are currently under technical examination by IRSN.*

## EXCESSIVE DEFORMATION OF THE NOGENT 2 REACTOR CORE

*IRSN regularly assesses the results of in-service monitoring of fuel assemblies to identify those that show behavior not foreseen in design. In particular, some assemblies exhibit an unusually high degree of lateral deformation. Fuel assemblies, which are approximately 4 meters long, can deform laterally due to hydraulic and mechanical loads, irradiation and temperature. On several occasions, IRSN has given its opinion on the material modifications specified by EDF to improve the behavior of fuel assemblies subject to these loads. However, the phenomenon of lateral deformation of assemblies is complex and poorly understood, both in France and internationally, largely because in-situ measurement of deformation inside a reactor vessel is not possible.*

### Possible impact on reactor safety

*Control rod drop time and full insertion are safety-related issues. EDF must therefore perform tests to check compliance periodically with the assumptions adopted in safety studies. Large deformations could slow control rod drop into the reactor or prevent full insertion.*

### The specific case of Reactor 2 at the Nogent-sur-Seine nuclear power plant

*In 2012, analysis of the behavior of the fuel in Reactor 2 at the Nogent-sur-Seine nuclear power plant in eastern France led IRSN to recommend enhanced monitoring of control rod drop times. In 2014, certain times measured reached or exceeded the alert thresholds set by an ASN decision. The impact of this particular situation on the event sequence for all accidents covered in the safety demonstration underwent IRSN analysis and led to specific operating provisions being recommended.*

*EDF decided to shut down Reactor 2 at Nogent-sur-Seine three months before the planned date and chose to return to standard fuel operation. Prior to this, Reactor 2 had been the only reactor authorized to irradiate fuel assemblies to high values (maximum burnup: 62 GWd/tU). ●*

# DES RECHERCHES ET DES EXPERTISES POUR MIEUX APPRÉHENDER LES SITUATIONS ACCIDENTELLES

**Les études et recherches menées par l'IRSN dans le domaine des accidents concernent la connaissance des phénomènes. Celle-ci permet d'apprécier l'opportunité et l'intérêt de dispositions ayant pour but de réduire la probabilité ou les conséquences de tels accidents. Elle permet également le développement d'outils scientifiquement étayés pour évaluer les risques de rejet de matières radioactives dans l'environnement.**

## RECHERCHE SUR LES ACCIDENTS DE FUSION DU CŒUR

En novembre 2014, l'IRSN a inauguré l'installation PEARL (Programme expérimental analytique sur le renouage de lits de débris). La réalisation de cette installation expérimentale, située à Cadarache (Bouches-du-Rhône), a bénéficié du soutien de la Commission européenne via le réseau SARNEC. Elle va permettre à l'IRSN d'étudier, à une échelle représentative, les conditions dans lesquelles un cœur de réacteur fortement endommagé du fait de son dénouage peut à nouveau être refroidi par injection d'eau sans générer d'autres risques, comme l'accroissement important de la pression dans l'enceinte et la production d'hydrogène. Les essais de qualification de l'installation ont été menés à leur terme et ont démontré le caractère opérationnel des différents systèmes dont, notamment, le chauffage par induction du lit de débris simulé par des billes d'acier, l'instrumentation et le contrôle commande, en situation normale et en situation incidentelle. Après la qualification de l'installation, le premier essai du programme expérimental, effectué à la pression atmosphérique, a été réalisé avec succès en novembre 2014. Plusieurs campagnes expérimentales sont planifiées jusqu'en 2019, avec le soutien d'EDF. Les résultats obtenus serviront, notamment, à valider le logiciel ASTEC (*Accident Source Term Evaluation Code*), développé par l'Institut et son homologue allemand GRS.

## SYNTÈSE SUR LES DISPOSITIFS D'ÉVENTAGE ET DE FILTRATION DES ENCEINTES DE CONFINEMENT

L'accident de Fukushima a conduit un grand nombre de pays à étudier plus avant la possibilité d'équiper les enceintes de confinement de leurs réacteurs nucléaires de systèmes d'éventage et de filtration. Ces systèmes doivent permettre, lors d'un accident avec fusion du cœur, d'éviter des rejets non filtrés d'éléments radioactifs dans l'environnement du fait d'une montée en pression excessive dans l'enceinte de confinement. Il en a résulté de nombreuses initiatives de recherche, visant à améliorer la robustesse et l'efficacité des systèmes existants, tels que ceux mis en place sur les réacteurs d'EDF, avec une focalisation sur la capacité de la filtration des éléments radioactifs dont le rejet en grandes quantités dans l'environnement pourrait avoir des conséquences très importantes à court terme (iode et ruthénium).

Dans ce domaine, l'IRSN a coordonné, dans le cadre de l'OCDE et du réseau des organismes techniques de sûreté (ETSON), la rédaction de rapports de synthèse et a été invité à en présenter les conclusions lors de la *Regulatory Information Conference* (RIC) 2014 à Washington (États-Unis). Par ailleurs, les travaux de l'Institut sur

## RESEARCH AND ASSESSMENTS FOR IMPROVED UNDERSTANDING OF ACCIDENT SITUATIONS

*Accident studies and research performed by IRSN focus on improving knowledge of phenomena. This knowledge helps to assess the appropriateness and benefits of action taken to reduce the probability or mitigate the impact of accidents. It also allows the development of scientifically validated tools for assessing the risk of radioactive materials being released to the environment.*

## RESEARCH ON CORE MELT ACCIDENTS

*In November 2014, IRSN inaugurated the PEARL facility for the analytical experimental program on debris bed reflooding. This experimental facility located in Cadarache in southern France, was built with support from the EU via the SARNEC network. It will enable IRSN to study, at a representative scale, the conditions under which a reactor core that has been severely damaged due to uncovering can be cooled by water injection, without inducing other risks such as a significant increase in containment pressure and hydrogen production. Qualification tests for the facility were completed and demonstrated the operability of the various systems, including induction heating of the debris bed simulated by steel balls, and I&C systems, under normal and abnormal conditions. Following qualification of the facility, the initial experimental test program at atmospheric pressure was successfully performed in November 2014. Several experiment campaigns are planned up to 2019, they will be backed by EDF. In particular, the results obtained will serve to validate the Accident Source Term Evaluation Code (ASTEC), developed by IRSN and its German counterpart GRS.*

## SUMMARY REPORT ON CONTAINMENT VENTING AND FILTRATION DEVICES

*The Fukushima accident led many countries to give further consideration to the possibility of equipping the containment buildings of their nuclear reactors with venting and filtration systems. During core melt accidents, these systems should prevent the unfiltered release of radioactive materials to the environment due to an excessive increase in containment pressure. This situation has brought about numerous research initiatives aimed at improving the robustness and effectiveness of existing systems, such as those installed on EDF reactors. The focus is on developing the capacity of filters to trap radioactive elements whose large-scale release to the environment could have very significant short-term consequences (iodine and ruthenium). Within this context,*

le sujet ont été poursuivis dans le cadre de deux programmes de recherche – programme européen PASSAM et projet ANR-RSNR MIRE – dont il assure la coordination. Ces deux programmes visent à améliorer l'efficacité des systèmes de piégeage ou de filtration des rejets radioactifs.

### **PROJET MITHYGÈNE: AMÉLIORER LA CONNAISSANCE DES PHÉNOMÈNES ASSOCIÉS AU RISQUE D'EXPLOSION DE L'HYDROGÈNE**

Le projet MITHYGÈNE, lancé en octobre 2013, est l'un des sept projets pilotés par l'IRSN retenus dans l'appel à projets « Recherche en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection (RSNR) » du programme « Investissements d'avenir ».

Ce projet vise à améliorer les connaissances relatives au risque d'explosion d'hydrogène et à sa gestion lors d'un accident de fusion du cœur d'un réacteur nucléaire à eau. Outre l'IRSN, sont impliqués trois autres organismes de recherche (le CEA, le CNRS, l'institut de recherche allemand de Jülich) et quatre industriels (Elta, EDF, Areva, Air liquide). En 2014, le CNRS a engagé, dans le cadre de ce programme, le dimensionnement d'une nouvelle installation expérimentale, dénommée « ENACCEF-2 ». Elle permettra d'étudier l'effet de la turbulence sur la combustion de l'hydrogène et d'améliorer ainsi les outils de calcul développés et utilisés par l'Institut dans ce domaine. Par ailleurs, une première campagne expérimentale, dédiée à l'effet du fonctionnement des recombinateurs mis en place dans les enceintes de confinement françaises sur la distribution d'hydrogène dans une telle enceinte de confinement, a été réalisée dans l'installation MISTRA du CEA. ●

*and under the aegis of the OECD and the European Technical Safety Organizations Network (ETSON), IRSN coordinated the preparation of summary reports and was invited to present the conclusions at the 2014 Regulatory Information Conference (RIC) in Washington D.C. (USA). The Institute's work in this area was continued in two research programs, namely the EU PASSAM project, and the ANR-RSNR MIRE project, which it coordinates. Both programs seek to improve the efficiency of systems for trapping or filtering radioactive releases.*

**MITHYGENE PROJECT: IMPROVED KNOWLEDGE OF PHENOMENA ASSOCIATED WITH THE RISK OF HYDROGEN EXPLOSION**  
*Launched in October 2013, the MITHYGENE project is one of seven IRSN-led projects adopted under the RSNR call for research proposals regarding nuclear safety and radiation protection. The call for proposals is part of the French future investments program.*

*The project is aimed at improving knowledge concerning the risk of hydrogen explosion and its management during a core-melt accident in a water-cooled reactor. Three research organizations other than IRSN are involved (CEA, CNRS and the Jülich Research Center in Germany) along with four industrial partners (Elta, EDF, Areva and Air liquide). In 2014, the design of a new experimental facility called ENACCEF-2 by CNRS started in the frame of this program. It will allow studying the effect of turbulence on hydrogen combustion, and thus improve the computing tools developed and used by IRSN in this field. Furthermore, an initial experimental campaign was performed at the CEA MISTRA facility to study how the operation of hydrogen recombiners installed in French containment buildings affected hydrogen distribution in these containments. ●*

## **FOCUS**

### **Rapport de l'IRSN sur le nouveau référentiel d'étude de l'accident de perte de réfrigérant primaire**

Les accidents de perte de réfrigérant primaire des réacteurs à eau sous pression sont étudiés, notamment, pour vérifier l'efficacité des systèmes de sauvegarde prévus pour assurer le refroidissement du cœur du réacteur dans un tel cas. Depuis la conception initiale des réacteurs à eau sous pression, leurs conditions d'exploitation, les combustibles utilisés et les connaissances sur le comportement du combustible ont évolué. Les modifications du référentiel d'étude de cet accident (par exemple, les tailles des brèches étudiées), dont le développement a commencé en 2007 en parallèle des réflexions menées aux États-Unis, ont été analysées par l'IRSN; le résultat de cette analyse a été présenté lors d'une réunion du groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires le 17 avril 2014. Cette analyse approfondie, tenant compte en particulier des résultats des programmes de recherche auxquels l'IRSN participe, a conclu à l'acceptabilité du nouveau référentiel d'étude. Celui-ci sera utilisé par EDF dans le cadre du réexamen de sûreté associé aux quatrièmes visites décennales des réacteurs de 900 MWe.

### **IRSN report on the new reference framework for the study of loss-of-coolant accidents**

*Loss-of-coolant accidents (LOCA) are studied in PWRs to check the effectiveness of safeguard systems designed to ensure reactor core cooling in these events. Since the earliest PWR designs, operating conditions, the fuel types and knowledge of fuel behavior have changed. IRSN has analyzed modifications (including the break sizes considered) made to the safety demonstration for the study of these accidents. Development of the new safety demonstration began in 2007, in parallel with similar work in the USA. The results of the analysis were presented at a meeting of the Advisory Committee for Reactors on April 17, 2014. This in-depth analysis, drawing in particular on the results of research programs in which IRSN is involved, concluded that the new safety demonstration is acceptable. This new safety demonstration will be used by EDF for the safety review associated with the fourth ten-year inspections of 900 MWe reactors.*

## SÉISMES: RECHERCHES ET EXPERTISES

Parmi les agressions d'origine naturelle, les séismes font l'objet de recherches qui permettent à l'IRSN, en approfondissant les connaissances sur leur propagation et leurs effets, de mieux apprécier les aléas sismiques pris en compte par les exploitants des différentes installations nucléaires.

### RÉÉVALUATION DES RISQUES SISMIQUES POUR LES RÉACTEURS DE 1300 MWe

Dans le cadre des réexamens de sûreté, les mouvements sismiques à considérer pour chaque site nucléaire sont réévalués afin de tenir compte des évolutions des connaissances. Cette démarche peut conduire à des réévaluations à la hausse ou à la baisse du séisme maximal historiquement vraisemblable (SMHV) de chaque site et du séisme majoré de sécurité (SMS) qui en résulte. L'IRSN a considéré que la réévaluation des séismes de référence réalisée par EDF dans le cadre du réexamen de sûreté associé aux troisièmes visites décennales des réacteurs de 1300 MWe était globalement satisfaisante, mais qu'elle devait être complétée par un éclairage probabiliste systématique. Celui-ci doit permettre de quantifier et d'explorer les incertitudes découlant de différentes hypothèses: zonage sismotectonique, choix des séismes de référence et des couples associés (magnitude, distance) et traitement des séismes mal connus. De plus, l'IRSN a estimé qu'il serait souhaitable qu'EDF poursuive l'acquisition de données géologiques et sismologiques.

#### L'état du parc français

Concernant le site de Golfech (Tarn-et-Garonne), l'IRSN a considéré que la révision du zonage sismotectonique présentée par EDF n'était pas satisfaisante, mais que l'éclairage probabiliste permettait de considérer comme acceptable le spectre retenu par EDF pour ce site. Concernant le site de Saint-Alban (Isère), l'IRSN a mis en évidence des insuffisances portant sur le zonage sismotectonique d'EDF et sur la prise en compte du séisme de la Tour-du-Pin (Isère). L'IRSN a estimé que, pour pallier ces insuffisances, EDF devait réviser la définition des SMHV en tenant compte des séismes de plus forte intensité supposés avoir lieu à deux kilomètres du site. Par ailleurs, l'IRSN a estimé que les arguments avancés par EDF pour écarter l'existence d'effets de site particuliers n'étaient pas convaincants et qu'EDF devait compléter son réseau de mesures en ajoutant des vélocimètres pour réaliser des mesures de l'amplification liée aux sédiments. Concernant les sites de Belleville-sur-Loire (Cher), Cattenom (Moselle), Flamanville (Manche), Nogent-sur-Seine (Aube), Paluel et Penly (Seine-Maritime), l'IRSN a considéré que les niveaux des spectres SMS retenus par EDF étaient acceptables dans la mesure où ils couvraient raisonnablement les incertitudes sur la définition des spectres SMHV. ●

### EARTHQUAKES: RESEARCH AND ASSESSMENTS

*Earthquakes are among the natural hazards that IRSN studies. Its research in the field is aimed at learning more about their propagation and effects and obtain a fuller grasp of the seismic hazards considered by licensees of nuclear facilities.*

### REASSESSMENT OF SEISMIC RISKS FOR 1,300 MWe REACTORS

*As part of safety reviews, the seismic movements to be considered for each nuclear site have been reassessed to take new knowledge into account. This approach may lead to a reassessment (upwards or downwards) of the maximum historically probable earthquake (MHPE) for each site and the resulting seismic margin earthquake (SME). It was IRSN's view that the reassessment of reference earthquakes performed by EDF in the safety review associated with the third ten-year inspection of 1,300 MWe reactors was generally satisfactory, but that it should be supplemented by a systematic probabilistic approach. This should quantify and explore the uncertainties associated with the various assumptions: seismotectonic zoning, selection of reference earthquakes and the associated couples (magnitude, distance) and improve knowledge of little understood earthquakes. The Institute also recommended that EDF continue acquisition of geological and seismological data.*

#### Current state of the French reactor fleet

*Regarding the Golfech site in southwestern France, IRSN considered that the revision of the seismotectonic zoning presented by EDF was inadequate, but that the probabilistic approach meant that the spectrum adopted by EDF for this site could be considered acceptable. With respect to the Saint-Alban site in southeastern France, it highlighted inadequacies regarding EDF's seismotectonic zoning and its consideration of the earthquake in the area of La Tour-de-Pin. The Institute considered that, in order to remedy these inadequacies, EDF should revise the MHPEs specified, taking into account the highest intensity assumed to have occurred within 2 km of the site. Lastly, it was IRSN's opinion that the arguments presented by EDF to discount the existence of site-specific effects were not convincing and that the company should supplement its measurement network by adding velocimeters to measure the amplification associated with sediments. With regard to the Belleville-sur-Loire, Cattenom, Flamanville, Nogent-sur-Seine, Paluel and Penly sites, the Institute considered that the SME spectra adopted by EDF were acceptable in that the made reasonable allowance for the uncertainties regarding the specified MHPE spectra. ●*

## À PROPOS DE LA DÉFENSE

Dans le domaine de la sûreté des installations et activités intéressant la défense, l'IRSN fournit des avis au Délégué à la sûreté nucléaire et à la radioprotection pour les activités et installations intéressant la défense (DSND) sur les dossiers établis par les différents exploitants (les armées, le CEA, Areva, la DGA) concernant la sûreté des installations nucléaires. Cette expertise est conduite pour toutes les phases de la vie de ces installations (conception, exploitation, transformations importantes, déclassement, démantèlement).

### MISE EN SERVICE DU SOUS-MARIN LE « SUFFREN »

Entre 2017 et 2030, les six sous-marins nucléaires d'attaque (SNA) de type « Rubis » de la Marine nationale actuellement en service seront progressivement remplacés par des navires construits dans le cadre du programme BARRACUDA. La mise en exploitation du réacteur du premier sous-marin de ce type, le « Suffren », est prévue en 2016. Le « Suffren » concrétise le savoir-faire acquis par la France en termes de technologies propres aux sous-marins à propulsion nucléaire depuis la construction de son premier sous-marin nucléaire « Le Redoutable », en 1967. La sûreté de ce nouveau réacteur sera assurée, aussi bien à la mer qu'en période d'entretien à quai ou en bassin, par un ensemble de systèmes embarqués et d'installations de soutien à terre. Dans ce contexte, l'IRSN a examiné, en 2014, la méthode utilisée par l'exploitant pour définir les exigences de sûreté relatives aux installations de soutien à terre qui seront utilisées pour l'accueil des nouveaux SNA et il a engagé l'examen du rapport provisoire de sûreté du « Suffren ». Pour son expertise, afin de mieux tenir compte des spécificités des réacteurs nucléaires embarqués, l'Institut a développé de nouveaux outils pour simuler leur comportement, notamment dans les domaines des phénomènes thermohydrauliques et des accidents graves.

### ANALYSE DU RETOUR D'EXPÉRIENCE DANS LA PROPULSION NAVALE

En 2014, l'IRSN a poursuivi l'examen des événements survenus dans les installations de la propulsion nucléaire afin de donner son avis sur la pertinence des actions correctives déployées par les exploitants concernés. S'il ne semble y avoir *a priori* rien de commun entre un fusible qui fond, un capteur de pression défaillant, un moteur qui tourne à l'envers, une fissure dans une soudure et une coupure d'électricité, les défaillances de ce type sont examinées en détail par les exploitants et l'IRSN dans le cadre du processus de retour d'expérience (Rex). Cette pratique répandue dans le domaine nucléaire, comme dans d'autres industries de haute technologie, vise à tirer profit de l'ensemble des connaissances acquises au cours de la vie des installations. Ainsi, pour la propulsion navale, le Rex consiste à analyser les événements impliquant la sûreté nucléaire survenus dans l'ensemble des chaufferies nucléaires (porte-avions « Charles-

### ABOUT DEFENSE

*IRSN assesses documentation submitted by Defense-related nuclear facility operators (the armed forces, CEA, Areva, DGA) concerning the safety of their facilities, and submits its findings to the Representative in charge of Nuclear Safety and Radiation Protection for Defense-related Activities and Facilities (DSND). This assessment is carried out for all phases in the life of these facilities (design, operation, major changes, decommissioning and dismantling).*

### COMMISSIONING OF THE SUBMARINE SUFFREN

*Between 2017 and 2030, the French navy's six Rubis-class nuclear-powered attack submarines (SSN) currently in service will be gradually replaced by vessels built under the BARRACUDA program. Commissioning of the reactor of the first submarine of this type, Suffren, is planned for 2016. Suffren is the fruit of French know-how acquired in nuclear-powered submarine technologies since the construction of the country's first nuclear-powered submarine, Redoutable, in 1967. The safety of this new reactor will be ensured, both at sea and during maintenance in dock or dry dock, by a set of on-board systems and onshore support facilities. In 2014, in this context, IRSN examined the method used by the*

de-Gaulle», sous-marins nucléaires d'attaque, sous-marins nucléaires lanceurs d'engins) et dans les installations à terre (ports de Toulon, de Brest, de l'Île Longue et de Cherbourg, réacteur de nouvelle génération, pile Azur, réacteur d'essais, etc.) pour en tirer des enseignements et mettre en œuvre des actions correctives.

L'examen du Rex par l'IRSN repose, notamment, sur celui des bilans d'exploitation des installations de la propulsion navale et se nourrit également du retour d'expérience des installations d'EDF, du CEA et d'Areva. Cet examen passe au crible les incidents ou événements connus, les enseignements tirés et les dispositions retenues pour éviter

*operator to specify the safety requirements to be considered for the onshore support facilities that will be used for the new SSNs, and started examination of the provisional safety analysis report for Suffren. IRSN has developed new simulation tools for its assessment that are better adapted to the specifics of on-board nuclear reactors. These tools simulate the behavior of these reactors, particularly with regard to thermal-hydraulic phenomena and severe accidents.*

**ANALYSIS OF OPERATING EXPERIENCE FEEDBACK IN NAVAL PROPULSION**  
*In 2014, IRSN continued its assessment of events occurred in nuclear propulsion facilities, in order to issue its opinion on*

## “LA PAROLE À...



**Pascal Mutin**

*Chef de l'installation individuelle 140  
du CEA/Valduc*

«Le processus de réexamen de sûreté est un exercice difficile qui, au-delà de l'amélioration de la sûreté et du programme de rénovation en résultant, contribue nécessairement à la fiabilisation de notre outil industriel. Si le réexamen de sûreté a pu aboutir en 2014 à la validation de notre plan d'amélioration par la Commission de sûreté, c'est tout d'abord parce que nous avons considéré cette réévaluation comme un projet à part entière, avec une organisation et des moyens humains et financiers dédiés. Nous avons alors défini une stratégie d'amélioration de la sûreté fondée sur une approche adaptée aux enjeux de sûreté. Cette stratégie, qui a fait l'objet d'une discussion très en amont du processus de réexamen, a été contractualisée par l'Autorité de sûreté nucléaire défense (ASND), ce qui a permis de disposer très tôt d'une vision partagée des objectifs de sûreté à atteindre. Afin de maîtriser en toute sûreté les actions d'amélioration, la planification des tâches a été établie de façon à minimiser leur impact sur nos activités de production. En tant qu'exploitant, qui reste le premier responsable de la sûreté de son installation, nous avons toujours veillé à montrer de façon proactive notre engagement à réaliser les travaux d'amélioration et à défendre nos choix techniques; cette démarche a permis, lors de l'instruction du dossier, d'installer une relation de confiance et un dialogue technique constructif avec l'ASND et l'IRSN, gage supplémentaire de la réussite du projet et du réexamen.»

*In the words of... Pascal Mutin*

*Manager of Facility 140 at CEA/Valduc site*

*“The safety review process is a difficult exercise, but it not only improves the safety of the resulting renovation program, it also helps make our industrial facilities more reliable. Our safety review was completed in 2014, following validation of our improvement plan by the Safety Commission, and its success was primarily because we considered this review to be a project in its own right, with its own organizational structure and dedicated human and financial resources. We drew up a safety improvement strategy based on a safety-focused approach. This strategy was discussed well before the review process and was validated in a contract with the French Nuclear Safety Authority for Defense-related Facilities and Activities (ASND), providing a shared view of the safety objectives very early on. In order to safely manage the improvement actions, tasks were planned in order to minimize their impact on our production activities. As licensee, we are primarily responsible for the safety of our facility and have always ensured that we are proactive in our commitment to performing improvement works and justifying our technical choices. This approach helped build a relationship of trust and constructive technical dialog with the ASND and IRSN throughout the review process, which is yet another reason for the success of the project and review.”*

le renouvellement de situations similaires, voire plus complexes, et ce dans l'objectif d'améliorer non seulement la sûreté des installations en service mais aussi la conception des futures installations. Les conclusions de l'examen par l'IRSN du Rex de l'année 2013 ont été présentées devant une commission de sûreté regroupant un panel d'experts et ont conduit le DSND à demander à l'exploitant de compléter ses plans d'action issus de sa propre analyse du Rex.

#### CONDITIONS DE MISE EN SERVICE DU RÉACTEUR D'ESSAIS RES

Le réacteur d'essais RES, dont la construction est en cours d'achèvement au centre CEA de Cadarache, est destiné, dans un premier temps, à la qualification du combustible et des matériels utilisés dans les navires, ainsi que des codes neutroniques utilisés dans les études de sûreté. Depuis plusieurs années, l'IRSN examine le référentiel de sûreté de ce réacteur établi par le CEA en vue de statuer sur sa mise en exploitation, programmée en 2016. En 2014, l'IRSN a, notamment, présenté à la Commission de sûreté des réacteurs son évaluation des dispositions retenues en termes de maîtrise des accidents avec fusion du cœur.

#### RÉEXAMEN DE SÛRETÉ DU LABORATOIRE DE L'INBS DE MARCOULE

Le laboratoire de Marcoule joue un rôle important en soutien des opérations de démantèlement en cours dans l'INBS de Marcoule, puisque des analyses chimiques, physicochimiques et radiochimiques, des études et des qualifications de procédés, des activités de traitement de déchets nucléaires y sont effectuées. À la suite de l'expertise par l'IRSN de son dossier de réexamen de sûreté, qui a été présenté à la Commission de sûreté des laboratoires, des usines et de la gestion des déchets, l'exploitant s'est engagé à réduire les quantités de matières radioactives dans l'installation et à améliorer la maîtrise des risques de dissémination de matières radioactives en situation accidentelle (séisme, incendie, etc.). ●

*the appropriateness of the corrective action implemented by the operators concerned.*

*While, at first sight, there does not seem to be anything in common between a fuse that melts, a failed pressure sensor, a motor that turns the wrong way, a crack in a weld or a power cut, such failures are to be examined in detail by operators and IRSN as part of their analysis of operating feedback. This practice is widespread in nuclear and other high-tech industries and aims to draw lessons from all knowledge acquired during the life of facilities. For naval nuclear propulsion, examination of operating experience feedback consists in analyzing nuclear safety-related events that occurred on all such nuclear steam supply systems (on the aircraft carrier Charles-de-Gaulle, nuclear-powered attack submarines and nuclear-powered ballistic missile submarines) and onshore facilities (Toulon, Brest, Île Longue and Cherbourg ports, the new-generation reactor, the Azur facility, test reactors, etc.) to draw lessons and take the necessary corrective action.*

*In particular, IRSN examination of operating feedback is based on facility operating reports and is also enriched by feedback from EDF, CEA and Areva facilities. This examination takes a close look at known incidents and events, lessons learned and provisions adopted to prevent the future occurrence of similar or more complex situations, with the aim of improving not only the safety of existing facilities but also the design of those to come.*

*The conclusions of IRSN's examination of 2013 operating experience feedback were submitted to a safety commission that brought together a panel of experts and led the DSND to request that the operator supplement the action plans issued following its own analysis of operating experience feedback.*

#### CONDITIONS FOR COMMISSIONING THE RES TEST REACTOR

*The RES test reactor, currently being completed at the CEA Cadarache Center, is initially destined for qualification of fuel and equipment used on naval nuclear reactors, and the neutronic codes used in the safety studies. For several years, IRSN has been examining the safety reference framework for this reactor prepared by CEA, with a view to deciding on its commissioning, which is planned for 2016. In particular, in 2014, IRSN presented the reactor safety commission with its examination of the provisions adopted regarding the management of core melt accidents.*

#### SAFETY REVIEW FOR THE MARCOULE LABORATORY

*The Marcoule laboratory plays an important role in supporting the decommissioning operations underway at the Marcoule regulated nuclear defense facility (INBS), as it performs chemical, physico-chemical and radio-chemical analyses, studies and qualifications of processes, and nuclear-waste processing activities. Following an IRSN assessment of its safety review file, which had been presented to the commission for the safety of laboratories, plants and waste management, the licensee committed to reducing the quantities of radioactive materials in the facility and to improving management of the risks of radioactive materials spreading under accident conditions (earthquake, fire, etc.). ●*

## STOCKAGE GÉOLOGIQUE DE DÉCHETS RADIOACTIFS

L'IRSN s'organise pour disposer des connaissances et des outils nécessaires pour l'analyse de la sûreté d'un stockage géologique profond de déchets radioactifs. Dans cet objectif, l'Institut mène des recherches dans le cadre de collaborations nationales et internationales et accompagne les parties prenantes dans l'acquisition de compétences et dans leur réflexion autour de ce projet.

### DE NOUVELLES ORIENTATIONS POUR LES PROGRAMMES EXPÉRIMENTAUX À TOURNEMIRE

Avec l'avancement du projet Cigéo de stockage géologique profond de déchets radioactifs porté par l'Andra, de nouvelles questions scientifiques ou techniques doivent être approfondies, notamment en relation avec la phase d'exploitation et de réversibilité du stockage. Cette phase nécessitera, en effet, une surveillance appropriée de paramètres clés traduisant le comportement du stockage, tels que, par exemple, l'évolution de l'extension de la zone endommagée après le creusement ou encore l'évolution de la température et des « conditions géochimiques » régnant dans les alvéoles. Pour l'IRSN, évaluer de manière indépendante le programme de surveillance qui sera déployé par l'Andra nécessite l'acquisition de connaissances sur les nouvelles technologies qui pourront être utilisées (nouvelles générations de capteurs à basse consommation d'énergie, transmissions sans fil à travers le milieu géologique, etc.) et leurs performances (précision, robustesse, durabilité, etc.) dans des conditions représentatives de celles qui régneront dans le stockage. Pour cela, de nouvelles expérimentations seront lancées à Tournemire (Aveyron) dès 2015. Deux d'entre elles s'inscrivent dans le cadre d'un projet déposé en 2014 en réponse à l'appel à projets européen Horizon 2020.

### OUVRAGES DE FERMETURE ENVISAGÉS POUR LE PROJET CIGÉO: L'IRSN REND SES CONCLUSIONS

Dans le cadre de l'examen du projet Cigéo de l'Andra, l'IRSN a, à la demande de l'ASN, examiné le bien-fondé des orientations proposées en vue d'assurer la sûreté des ouvrages de fermeture du futur stockage de déchets radioactifs en formation géologique profonde. L'Institut a présenté ses conclusions au groupe permanent d'experts pour les déchets en juillet 2014. Les divers ouvrages de fermeture – scellements des ouvrages débouchant à l'extérieur (dits « liaisons jour-fond ») ou des galeries, bouchons d'alvéoles – visent à s'opposer à la circulation de l'eau dans l'installation de stockage, à limiter les relâchements de substances radioactives et toxiques, et à retarder ou atténuer leur migration. Ils ont donc un rôle majeur à jouer pour la réalisation des performances attendues de l'installation de stockage. Dans ses conclusions, l'IRSN a estimé

### GEOLOGICAL DISPOSAL OF RADIOACTIVE WASTE

*IRSN must ensure that it has the knowledge and tools required to assess the safety of a deep geological repository for radioactive waste. To this end, it performs research in the context of national and international collaborations and works with stakeholders in order to facilitate competence building concerning this project as well as to foster discussions on the main issues raised.*

### NEW GUIDELINES FOR THE EXPERIMENTAL PROGRAMS AT TOURNEMIRE

*With the advancement of the CIGEO project for the deep geological disposal of radioactive waste led by Andra, new scientific and technical questions must be studied in depth, in particular with regard to the operational and reversibility phase of disposal. This phase will require appropriate monitoring of key parameters governing the behavior of the repository, such as the extension of the excavation damaged zone or the temperature and the geo-chemical conditions in the cells. For IRSN, independent assessment of the monitoring program that Andra will implement requires the acquisition of knowledge on the new technologies that could be used (new generations of low-power sensors, wireless signals through the geological medium, etc.) and their performance (precision, robustness, durability etc.) under conditions representative of those found in the repository. For this purpose, new experiments will be launched at Tournemire in southern France from 2015. Two of these are part of a project submitted in 2014 in response to the EU's Horizon 2020 call for proposals.*

### CLOSURE STRUCTURES PLANNED FOR THE CIGEO PROJECT: IRSN ISSUES ITS CONCLUSIONS

*As part of the examination of Andra's CIGEO project, IRSN, at the request of ASN, examined the main dispositions envisaged by the project leader to ensure the safety of the closure of the disposal of radioactive waste in deep geological formations. In July 2014, IRSN presented its conclusions to the Standing group of experts for waste safety about various closure options – seals for access shafts and drifts or disposal cell plugs – which aim to prevent*

que l'objectif d'imperméabilité fixé par l'Andra pour les scellements des «liaisons jour-fond» semblait atteignable, mais que seul un essai en grandeur réelle permettrait de le confirmer. L'Institut a observé, en outre, que la performance dans la durée des scellements des galeries étant principalement fonction de la perméabilité de la zone endommagée par le creusement des ouvrages, le progrès des savoir-faire technologiques qui permettraient de réduire cette perméabilité est un objectif de premier plan. Il a estimé, aussi, que des études et essais complémentaires restaient nécessaires pour maîtriser correctement l'analyse des perturbations auxquelles seront soumis les ouvrages de fermeture, du fait des sollicitations thermiques, hydrauliques, mécaniques et chimiques, ainsi que de la présence de gaz produits au cours de l'évolution du stockage. Enfin, s'agissant des capacités de réversibilité du stockage, l'IRSN a souligné que les opérations de retrait des colis de déchets deviendront significativement plus complexes dès lors que les ouvrages de fermeture auront été construits; une validation expérimentale de telles opérations sera également nécessaire. ●

*water ingress into the disposal facility, limit releases of radioactive and toxic materials, and delay or mitigate their migration. These play a major role in achieving the required performance of the disposal facility. In its conclusions, IRSN considered that the impermeability objective set by Andra for shafts seals seems achievable, but that only a full-scale test could confirm this. Furthermore, it noted that as the long-term performance of drift seals was mainly a function of the permeability of the excavation damaged zone, progress in technological know-how to reduce this permeability was a major objective. It also considered that additional studies and tests were still needed to correctly understand the disturbances to which the closure structures are subject, due to thermal, hydraulic, mechanical and chemical loads, and to the presence of gases produced over time in the repository. Finally, with regard to the reversibility of disposal, IRSN stressed that removal operations for waste packages would become significantly more complex once the seals are in place; experimental validation of such operations would also be necessary. ●*

---

## FOCUS

---

### Conférence de citoyens

En complément du débat public sur le projet Cigéo, au cours duquel l'IRSN a été invité à présenter à plusieurs reprises sa position sur divers aspects du projet, la Commission nationale du débat public (CNDP) a organisé une conférence de citoyens destinée à recueillir l'avis d'un panel de citoyens. Des experts de l'IRSN ont également été sollicités dans ce cadre pour participer au comité de pilotage de la conférence et pour faire part de leurs connaissances sur le sujet au cours des trois week-ends de formation, d'information et d'échanges organisés pour les membres du panel. Le président de la CNDP a présenté les conclusions qu'il a tirées du débat public et de la conférence de citoyens le 12 février 2014. Il a noté le souhait exprimé par le public de détendre le calendrier du projet, de prévoir une phase pilote pour apporter les démonstrations nécessaires. Le président de la CNDP a aussi recommandé de renforcer le pluralisme de l'expertise. Dans cette perspective, l'Institut s'est engagé à poursuivre sa politique d'ouverture en vue de faciliter une «expertise citoyenne».

### Citizens' panel

*In addition to the public debate on the CIGEO project, during which IRSN was invited on several occasions to present its position on various aspects of the project, the French National Public Debate Commission (CNDP) organized a citizens' panel to collect the opinion of a group of citizens. IRSN experts were also called on in this context to participate in the panel steering committee, and to share their knowledge of the subject over the three weekends of training, information and discussions organized for panel members. The president of the CNDP presented his conclusions from the public debate and citizens' panel on February 12, 2014. He noted the desire expressed by the public to extend the project calendar and to include a pilot phase to provide the necessary demonstrations. The president of the CNDP also recommended that the diversity of expert assessments be increased. To this end, IRSN has committed to pursuing its policy of openness with a view to facilitating a "citizen assessment".*

# SÉCURITÉ NUCLÉAIRE ET NON-PROLIFÉRATION

**En 2014, l'IRSN, conformément aux missions qui lui sont assignées, a apporté son appui et son concours aux autorités publiques chargées de contrôler l'application :**

- de la réglementation relative à la protection et au contrôle des matières nucléaires, de leurs installations et de leur transport;**
- de l'application des engagements internationaux pris par la France dans le domaine de la lutte contre la prolifération des armes de destruction massive (nucléaire et chimique).**

## NUCLEAR SECURITY AND NONPROLIFERATION

*In 2014, as part of its regulatory tasks, IRSN supported and assisted the public authorities responsible for ensuring the application of:*

- regulations on the protection and control of nuclear materials, nuclear facilities and nuclear material transport;*
- the international commitments made by France regarding the nonproliferation of nuclear and chemical weapons of mass destruction.*

*324 technical notices to the safety authority (High Civil Servant for Defense and Security of Ministry of Energy).  
213 national inspections relative to protection and control of materials. 66 technical checks on approved equipment for transportation of nuclear materials. 43 transport inspections. 3 national security-related exercises involving security. 98 technical notices sent to the nonproliferation authorities. 49 missions to escort inspections involving international nuclear material control. 11 missions to escort inspections involving the chemical weapons ban.*

**66** contrôles techniques des moyens agréés pour le transport de matières nucléaires.

**324 avis** techniques à l'Autorité de sécurité (HFDS MEDDE).

 **43** INSPECTIONS DE TRANSPORT.

  
**213** INSPECTIONS NATIONALES RELATIVES À LA PROTECTION ET AU CONTRÔLE DES MATIÈRES NUCLÉAIRES.

**3** exercices nationaux mettant en jeu la sécurité.  


**98 AVIS** techniques transmis aux autorités en charge de la **NON-PROLIFÉRATION**.

**49 MISSIONS D'ACCOMPAGNEMENT** des inspections internationales relatives au contrôle des matières nucléaires.

**11** missions d'accompagnement des inspections internationales relatives à l'interdiction des armes chimiques.

# 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 qui pourraient entraîner des conséquences pour la sûreté. Cette réglementation requiert, notamment, que les opérateurs justifient, par une étude, le niveau de protection atteint, la réponse apportée en situation d'agression ainsi que l'organisation prévue pour gérer celle-ci. L'évaluation par l'IRSN de telles études nécessite une approche pluridisciplinaire qui implique la contribution de ses experts en sûreté, en radioprotection et en protection contre les actes de malveillance.

## PROTECTION DES INSTALLATIONS CONTRE LES ACTES DE MALVEILLANCE

Après la révision de la réglementation survenue en 2011, les travaux de l'IRSN réalisés en appui de l'autorité de sécurité ont été menés selon deux approches complémentaires. La première vise à identifier, dès l'analyse préalable des dossiers fournis par les exploitants, les risques principaux afin de hiérarchiser les sujets à examiner. La seconde consiste à définir un schéma type d'instruction comprenant l'examen des stratégies de protection choisies par les opérateurs, l'analyse des objectifs de protection associés à chacune des zones de protection prévues, puis l'évaluation des mesures présentées pour atteindre ces objectifs.

En dehors de ces activités, l'IRSN a poursuivi l'expertise des documents « courants » relatifs à l'exploitation des installations, avec l'établissement de plus de 200 avis concernant, notamment, des demandes de modifications pouvant impacter le niveau de sécurité des matières ou des installations.

En support à l'expertise, l'IRSN a modernisé la base de données où sont enregistrés les événements significatifs pour la sécurité déclarés par les exploitants ou constatés par les inspecteurs.

Enfin, le réacteur EPR de Flamanville 3 a nécessité une action coordonnée entre les experts chargés de la prise en compte des actes de malveillance, de la sûreté de fonctionnement et du contrôle-commande, afin de préparer l'instruction du dossier d'autorisation en vue de la mise en service de ce nouveau réacteur nucléaire.

### Audit parlementaire sur la menace des drones

L'IRSN a participé, le 24 novembre 2014, à l'audition publique sur les drones et la sécurité des installations nucléaires organisée par l'OPECST à la suite d'un certain nombre de survols des centrales nucléaires. Le directeur général de l'Institut a présenté son analyse des risques provenant de ces survols, ainsi que son avis sur l'organisation nationale en matière de sécurité nucléaire.

## INSPECTIONS

L'IRSN a accompagné l'autorité de sécurité dans la démarche spécifique qu'elle a engagée en 2014 et qui lui permet de contrôler l'ensemble des mesures de protection grâce à la réalisation de plusieurs inspections successives d'un même établissement. Cette démarche vise à établir des constats d'écart avec les exigences de la nouvelle réglementation, dans l'attente de l'achèvement du processus de mise en conformité entrepris par les exploitants.

## SECURITY

*The publication in 2011, of the regulations on the protection and control of nuclear materials, nuclear facilities and nuclear material transport were extended to include malicious acts that could affect safety. In particular, these regulations require that licensees carry out a study to justify the guaranteed level of protection, the action taken to respond to an attack, and the organizational structure set up to manage it. In order to assess these studies, IRSN relies on contributions from its experts in various disciplines, namely nuclear safety, radiation protection, and physical protection against malicious acts.*

## PROTECTING FACILITIES AGAINST MALICIOUS ACTS

*Following the regulation review in 2011, IRSN carried out its security support activities according to two main priorities. The first of these concerned the development of new assessment methods to identify the main risks right from the preliminary analysis of licensee documents, and thereby prioritize the issues to be addressed. The second priority was to define a standard examination procedure covering the protection strategies adopted by licensees, the protection objectives for each protection area defined and, lastly, an analysis of the steps taken to reach these objectives.*

*Besides this work, IRSN continued to assess “routine” documents relating to facility operations, issuing more than 200 assessments concerning change requests liable to affect material or facility security levels.*

*To consolidate its work in this area, IRSN modernized the database in which significant security events declared by licensees or observed by inspectors are recorded.*

*Lastly, specialists in protection against malicious acts, operating safety, and instrumentation and control were called on to coordinate their work on the Flamanville 3 EPR, to prepare for the examination of the operating license application for this new nuclear reactor.*

### Parliamentary audit on the drone threat

*On November 24, 2014, IRSN took part in the public hearing on drones and the security of nuclear facilities. The hearing was organized by the French Parliamentary Office for the Evaluation of Scientific and Technological Choices (OPECST) after several reports of drones flying over nuclear power plants. IRSN's Director-General presented his views on the risks posed by this type of event, and gave his opinion on nuclear security measures in France.*

De plus, les experts de l'IRSN ont piloté, au titre du concours technique apporté à l'autorité de sécurité conformément à la convention passée entre le ministère chargé de l'énergie et l'IRSN, 74 inspections d'installations nucléaires concernant le contrôle du respect du référentiel d'autorisation. Ces inspections, inopinées ou annoncées, de jour ou de nuit, ont comporté des contrôles par sondages des dispositions de protection mises en œuvre par les exploitants, des mises en situation permettant d'en tester le caractère opérationnel, des tests physiques de dispositifs de sécurité, etc.

### **EXERCICES DE SÉCURITÉ CONCERNANT LES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES DE BASE (INB)**

En 2014, l'IRSN a préparé et animé deux exercices de sécurité au sein d'INB.

Le premier a concerné une suspicion de détournement de matières nucléaires dans un établissement d'Areva; il a nécessité quatre mois de préparation et a permis de tester l'organisation de l'exploitant pour dresser un inventaire des matières nucléaires présentes dans l'installation dans des délais très courts.

Le second, réalisé en novembre, a concerné l'agression d'une centrale d'EDF. Sa préparation par l'IRSN a duré près de huit mois et a été particulièrement complexe du fait de la demande de l'autorité de sécurité de tester, d'une part, la coordination sur le terrain des différents acteurs impliqués dans les procédures d'intervention, d'autre part, le fonctionnement de l'ensemble des postes de commandement de crise locaux. Pour la première fois dans un exercice de ce type, l'ASN et l'IRSN ont gréé leur organisation de crise afin que les autorités en charge de la gestion de la crise puissent disposer d'éléments techniques concernant l'état de la sûreté de l'installation en complément des avis des experts des forces de réponse des pouvoirs publics présents auprès de ces décideurs.

#### **Évaluation des exercices**

Afin de disposer des éléments pertinents du retour d'expérience de l'exercice réalisé en novembre 2014 qui a impliqué plus de 200 personnes et 15 entités, l'IRSN a déployé une organisation comportant plus de 20 évaluateurs sur le terrain, complétée par de nombreux contributeurs des différentes entités impliquées. Pour encadrer leur travail, l'IRSN a fourni un guide d'évaluation élaboré spécialement pour cet exercice.

#### **COMPTABILITÉ DES MATIÈRES NUCLÉAIRES**

L'IRSN assure la comptabilité nationale des matières nucléaires pour le compte de l'État. Dans ce cadre, il a traité 75 279 bordereaux de déclaration d'opérations sur les matières nucléaires représentant 194 762 lignes reçues de déclaration, pour la plupart par voie électronique, de la part des exploitants d'installations nucléaires soumises au régime d'autorisation défini à l'article L.1333-2 du code de la défense. Il a également reçu 452 fiches de déclaration, envoyées par les détenteurs de matières nucléaires soumis au régime de déclaration défini à l'article R.1333-9 du code de la défense. Le traitement de l'ensemble de ces déclarations a permis d'en examiner la cohérence au sens comptable du terme (*a minima*, à toute déclaration d'une expédition de matières nucléaires correspond une déclaration de réception de ces matières nucléaires

#### **INSPECTIONS**

*IRSN assisted the security authority in a special initiative launched in 2014. The initiative allows the authority to control all protective measures in place, by performing several consecutive inspections of a single facility. 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 74 nuclear facility inspections of compliance with the licensing basis. This work was carried out under the agreement between the Ministry of Energy and IRSN on technical support to be provided for the nuclear security authority. The inspections, whether scheduled or unannounced, and carried out by day or night, included spot checks on protective measures implemented by licensees, simulations to test operational readiness, and physical tests on security devices.*

#### **SECURITY EXERCISES AT REGULATED NUCLEAR FACILITIES (INB)**

*IRSN prepared and coordinated two security exercises at regulated nuclear facilities in 2014.*

*The first involved a case of suspected diversion of nuclear materials at an Areva plant, and required four months of preparation. It tested the licensee's procedures for making a full inventory of nuclear materials on site at very short notice.*

*The second, carried out in November, concerned an attack on an EDF nuclear power plant. It took IRSN nearly eight months to prepare, as its complexity was amplified by the request from the security authority to test both coordination of the teams involved in response on the ground, and the overall performance of local emergency response command centers. For the first time in this type of exercise, ASN and IRSN mobilized their emergency response teams to provide the authorities in charge of managing the emergency with technical data on the safety of the facility, to back up the opinions of the public response experts advising decision-makers.*

#### **Exercise assessment**

*IRSN deployed a team of 20 assessors on the ground, plus many contributors from the various units concerned, to gather relevant data for the analysis of feedback from the November 2014 exercise, which involved more than 200 people from 15 units. The Institute provided these teams with an assessment guide specially designed for the exercise.*

#### **NUCLEAR MATERIAL ACCOUNTANCY**

*IRSN is responsible for national nuclear material accountancy on behalf of the authorities. Within this context, it dealt with 75,279 declarations of operations involving nuclear materials. This amounted to a total of 194,762 lines of declaration received, for the most part in electronic format, from nuclear facility licensees subject to the licensing regime, defined in Article L. 1333-2 of the French Defense Code. It also received 452 declaration forms in 2014, sent by organizations possessing nuclear materials and subject to the declaration regime, defined in Article R. 1333-9 of the same code. Handling all these declarations was an opportunity to perform a consistency check in the accounting sense of the term (at least to ensure that for each declaration 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 at the national accountancy level. In 2014, 257 discrepancies were processed.*

identique en quantité et en qualité); les éventuelles incohérences (appelées « litiges ») sont traitées par la comptabilité nationale. En 2014, 257 litiges ont été traités.

## GESTION ET SUIVI DES TRANSPORTS

L'IRSN a traité, en 2014 :

- 47 demandes d'avis techniques relatifs à la protection physique des matières nucléaires en cours de transport; ces demandes ont concerné des plans de transport, des dossiers d'autorisation d'exercer une activité de transport, des demandes d'agrément de moyens de transport, ainsi que l'analyse du retour d'expérience des transports effectués;
- 1318 exécutions de transport sur 1423 demandes, et l'échelon opérationnel des transports (EOT) a suivi 807 transports nationaux. Aucun événement notable n'a été constaté.

**TRANSPORT MANAGEMENT AND MONITORING**  
*In 2014, IRSN processed:*

- 47 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 shipments;
- 1,318 transports requests approved for 1,423 demands, and IRSN Transport Operations (EOT) monitored 807 national shipments. No significant incident was reported.

## “ LA PAROLE À... ”



**Andrey Berlizov**  
Ingénieur système d'essais non destructifs  
de l'AIEA

« L'AIEA se félicite de l'expertise reconnue que lui apporte l'IRSN pour la conduite d'essais non destructifs sur des matières nucléaires ainsi que son appui très actif au plan international. Au titre de ses actions de soutien aux États membres dans le domaine de la durabilité et de la maintenance des codes utilisés pour l'évaluation des isotopes du plutonium et du taux d'enrichissement de l'uranium, l'Agence a encouragé la création d'un référentiel de spectres gamma pour un ensemble de matières contenant de l'uranium et du plutonium, de conditions de mesures et d'instrumentations. En collaboration avec la Commission européenne et le ministère américain de l'énergie (US DoE), l'IRSN développe actuellement cette base de données appelée à servir de plate-forme commune d'essais pour des utilisateurs comme l'AIEA et des développeurs de codes d'analyse isotopique. La mise au point d'une méthode d'essai et d'évaluation de la performance de ces codes ainsi que la création du programme informatique correspondant constituent d'autres contributions appréciables de l'Institut. Un exercice d'inter-comparaison dans le domaine de la spectrométrie gamma de moyenne résolution, organisé conjointement par l'AIEA et le groupe de travail de l'ESARDA dédié aux essais non destructifs, vise à repousser les limites d'applicabilité des codes existants. L'IRSN nous aide à préparer également cet exercice par l'acquisition de spectres de rayonnements gamma à partir d'échantillons de référence d'uranium et nous comptons sur la participation des experts de l'Institut à l'exercice proprement dit et à l'évaluation de ses résultats. »

*In the words of... Andrey Berlizov*  
Non-Destructive Assay (NDA) System Engineer  
International Atomic Energy Agency (IAEA)

*“The IAEA particularly appreciates the recognised expertise brought by IRSN in the non-destructive assay of nuclear material and its very supportive attitude on an international level. The Agency through its Member States support task on sustainability and maintenance of codes for plutonium isotopes and uranium enrichment has fostered the creation of a database of reference gamma-ray spectra for various uranium and plutonium bearing materials, different measurement conditions and using different instrumentations. Now, IRSN in collaboration with European Commission and the US DoE is developing such database, which will serve as a common testing platform for end-users, such as the IAEA, and developers of isotopic codes. Another valuable contribution of IRSN was the development of a methodology and creation of a respective software program for testing and evaluation of the performance of isotopic analysis codes. Extending the applicability limits of the existing codes is the aim of the medium resolution gamma-spectrometry intercomparison exercise, which is being jointly organised by the IAEA and ESARDA non-destructive assay working group. Here again, IRSN supports us in the preparation of the exercise by acquiring gamma-ray spectra from reference uranium samples. We also anticipate the IRSN experts to take part in the exercise itself and also contribute to the final evaluation of its results.”*

## MÉTROLOGIE DES MATIÈRES NUCLÉAIRES

L'IRSN contribue aux actions menées en soutien aux contrôles de l'AIEA, afin d'assurer la pérennité et la robustesse des logiciels dédiés à la détermination, par spectrométrie gamma, de la composition isotopique de l'uranium (en particulier, l'enrichissement en U235) et du plutonium.

En effet, afin d'assurer un contrôle performant des matières nucléaires, des logiciels sont développés et utilisés en vue de quantifier les masses d'uranium et de plutonium détenues dans les installations nucléaires à partir des rayonnements émis par leurs isotopes.

L'IRSN a présenté une synthèse des actions menées dans ce cadre lors d'un séminaire organisé du 6 au 8 mai 2014 au siège de l'AIEA, à Vienne (Autriche).

L'IRSN a également conseillé l'AIEA pour l'établissement d'une procédure de validation d'une nouvelle version d'un logiciel réduisant le temps nécessaire à cette validation tout en améliorant son efficacité et sa traçabilité.

### International

#### CONTRIBUTION AUX TRAVAUX DE L'AIEA

Le Comité des orientations sur la sécurité nucléaire (*Nuclear Security Guidance Committee* – NSGC) est un comité chargé de conseiller le directeur général adjoint de l'AIEA en charge de la division sûreté et sécurité sur le développement de la série des documents de l'AIEA relatifs à la sécurité. Créé en 2012, ce comité comprenait, à fin 2014, des représentants de 55 États membres. Il se réunit deux fois par an. L'IRSN participe à ces réunions en appui de l'autorité de sécurité française (le Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité – HFDS du MEDDE). Dans ce cadre, l'IRSN lui transmet des avis sur le contenu des documents de sécurité en cours de développement ou de révision (environ 40 documents) ainsi que sur les documents de la série des documents de l'AIEA relatifs à la sûreté qui présentent une interface avec la sécurité (environ 80 % des documents de cette série). Le positionnement et la gouvernance de ce comité font encore l'objet de discussions en interne et à l'AIEA.

#### TRAVAUX AVEC LE DoE/NNSA

Un accord-cadre signé en 2006 entre l'IRSN et le Département de l'énergie américain (DoE/NNSA) prévoit d'effectuer des travaux en commun et d'échanger des informations dans les domaines de la protection physique et des technologies des « garanties » sur les matières nucléaires. Ces travaux sont pilotés par un comité de coordination permanent (PCG), qui se réunit une fois par an [la septième réunion a eu lieu en septembre 2014 à Fontenay-aux-Roses (Hauts-de-Seine)]. Les principaux domaines d'activité concernent les techniques de mesure des matières nucléaires, l'étude des conséquences d'actes de malveillance dans le domaine des transports de matières nucléaires et les parades permettant d'en réduire les effets, ainsi que la sécurité à la conception des installations. Certains de ces travaux sont menés en liaison avec l'association Esarda (association européenne de R&D dans le domaine des garanties des matières nucléaires) ou avec l'AIEA. ●

## NUCLEAR MATERIAL METROLOGY

IRSN is involved in efforts to ensure the durability and robustness of software applications used by IAEA during its inspections to determine the isotopic composition of uranium (in particular enrichment with 235U) and plutonium using gamma spectrometry.

Software is developed and used to perform effective inspections of nuclear materials, by quantifying the mass of uranium and plutonium stored at nuclear facilities, based on the radiation emitted by the isotopes of these elements. IRSN presented a summary of this work during a conference organized at IAEA headquarters in Vienna, Austria on May 6-8, 2014.

It also advised IAEA on preparing a software validation procedure that would reduce validation time, while enhancing software performance and traceability.

### International

#### CONTRIBUTION TO IAEA ACTIVITIES

The Nuclear Security Guidance Committee (NSGC) advises the IAEA Deputy Director General of Nuclear Safety and Security on the development of the Nuclear Security Series publications. Established in 2012, the committee was composed of representatives from 55 Member States as of the end of 2014. It meets twice a year. IRSN attends these meetings as the support organization of the French security authority, i.e. the Ministry of Energy High Civil Servant for Defense and Security (HFDS). The Institute gives the committee its opinion on the content of security documents under development or review (currently about 40 documents), as well as on documents in the IAEA Nuclear Safety Series that also concern security (about 80% of the documents in the series). The positions and governance of the committee are discussed both internally and at IAEA.

#### COLLABORATION WITH DoE/NNSA

A framework agreement signed between IRSN and the U.S. Department of Energy National Nuclear Security Administration (DoE/NNSA) in 2006 provides for joint work and the exchange of information in the fields of physical protection and safeguard technology relating to nuclear material. This activity is managed by a Permanent Coordinating Group (PCG) that meets once a year. The seventh meeting took place in Fontenay-aux-Roses near Paris in September 2014. The main areas of activity concern techniques for measuring nuclear material, studying the impact of malicious acts in the field of nuclear material transport, and countermeasures to mitigate this impact, and the integration of security in facility design. Some of this work is carried out in collaboration with the European Safeguards Research and Development Association (ESARDA) and IAEA. ●

## INTERDICTION DES ARMEMENTS CHIMIQUES

Les 190 États parties à la Convention sur l'interdiction des armes chimiques (CIAC) se sont engagés à déclarer de façon juste et exhaustive les activités de leurs sites industriels chimiques. Pour permettre à la France d'honorer ses engagements, l'IRSN, en application de sa convention avec le ministère en charge de l'industrie, prépare et accompagne les inspections de l'Organisation pour l'interdiction des armes chimiques (OIAC).

### INDUSTRIELS VISÉS PAR LA CIAC

L'IRSN a poursuivi en 2014 ses actions de recensement et de sensibilisation des assujettis à la CIAC. Ainsi, de nouveaux secteurs d'activité, tels que la chimie verte ou les industriels utilisant des produits ignifugeants organophosphorés, ont été approchés par l'IRSN qui, afin de cibler au mieux les entités potentiellement concernées de ces secteurs, a exploité plusieurs canaux d'information (presse spécialisée, sources ouvertes). Par ailleurs, l'IRSN a mis en place des collaborations avec l'Agence nationale de sécurité du médicament (ANSM), le service des douanes et l'Union des industries chimiques (UIC). Le croisement des informations collectées s'est avéré fructueux, permettant à l'ANSM, aux douanes et à l'IRSN d'améliorer la qualité de leur suivi des industriels. Pour l'IRSN, c'est une vingtaine d'industriel supplémentaires qui feront pour la première fois une déclaration au titre de leurs activités réalisées en 2014.

### L'IRSN À LA TABLE DES NÉGOCIATIONS

En 2014, l'IRSN a participé à plusieurs reprises, en tant que représentant du ministère chargé de l'industrie dont il est l'appui technique pour l'application de la CIAC en France, à des négociations bilatérales avec le secrétariat technique de l'OIAC et à des négociations multilatérales (consultations au siège de l'OIAC à La Haye avec d'autres États parties et réunions avec nos proches alliés du QUAD). Ces discussions font l'objet d'un cadrage préalable avec le ministère en vue de valider la position française à défendre. L'IRSN veille à ce que les décisions adoptées lors des réunions bilatérales ou multilatérales soient correctement reprises dans les documents officiels de l'OIAC et soient appliquées. ●

### CHEMICAL WEAPONS BAN

*The 190 States Parties to the Chemical Weapons Convention (CWC) have undertaken to make a fair and exhaustive declaration of the activities of their industrial chemical sites. Under the terms of its agreement with the Ministry of Industry, IRSN prepares and escorts CWC inspections to allow France to honor its commitments.*

### INDUSTRIAL ORGANIZATIONS SUBJECT TO THE CWC

*IRSN continued its census of organizations subject to the CWC in 2014, together with its awareness campaign on this topic. Within this context, it contacted a number of new sectors of activity, such as green chemistry or firms using fire retardants and organophosphoric substances. In order to target the entities concerned as precisely as possible, the Institute used several information channels, including the specialized press and open sources. In addition, the Institute set up collaborations with the French National Drug Security Agency (ANSM), Customs, and the French Chemical Industries Association (UIC). This data crossing method proved effective and allowed ANSM, Customs and IRSN to improve the quality of their industrial sector monitoring. As a result of IRSN's work in this area, twenty more companies will file a declaration of their activities in 2014 for the first time.*

### IRSN AT THE NEGOTIATING TABLE

*As the Ministry of Industry representative and technical support organization for the implementation of the CWC in France, IRSN took part in bilateral negotiations with the Technical Secretariat of the OPCW, and in a number of multilateral negotiations, including talks at OPCW headquarters in The Hague with other States Parties, and meetings with close allies of France in the QUAD. The Ministry gives prior guidelines to clarify the official French position to be defended during such talks. IRSN ensures that the decisions made during bilateral and multilateral meetings are accurately reported in official OPCW documents, and implemented. ●*

## NON-PROLIFÉRATION NUCLÉAIRE

Le contrôle international des matières nucléaires connaît actuellement des évolutions importantes, visant notamment une efficience accrue des inspections. L'AIEA et Euratom cherchent, en particulier, à faire évoluer leurs méthodes afin d'affecter leurs moyens aux activités les plus pertinentes ainsi que de réduire le nombre et la durée des missions. Dans ce contexte, l'IRSN veille à ce que ces évolutions ne se fassent pas au détriment des intérêts de la France ou des industriels français. L'IRSN prépare, dans le cadre de sa mission d'appui technique du CTE, les déclarations françaises dues au titre des engagements internationaux pris par la France et accompagne un certain nombre d'inspections internationales.

### CONTRÔLE DES DÉCHETS PAR EURATOM

L'IRSN a accompagné la visite organisée par l'Andra à Bure (Meuse/Haute-Marne) le 11 février 2014, dont le but était de présenter à la Commission européenne le projet de Centre industriel de stockage géologique (Cigéo) de stockage de déchets radioactifs en couche géologique profonde. L'Andra a, notamment, détaillé l'inventaire des déchets qui seront stockés dans l'installation et leurs formes physiques et a présenté l'architecture générale du stockage souterrain ainsi que le calendrier de mise en service. Cette rencontre a permis de progresser sur la définition de l'approche de contrôle par Euratom de l'installation et des colis qui seront stockés, et d'amorcer un processus permettant d'intégrer très en amont (dès les phases de conception et de construction) les dispositions nécessaires aux futures vérifications afin de les optimiser en termes de coût et d'efficacité.

### « ACCÈS COMPLÉMENTAIRE » PAR L'AIEA

L'Institut a pris part à l'exercice national organisé les 28 et 29 avril 2014 sur le site de Cadarache (Bouches-du-Rhône), en vue de se préparer à un éventuel « accès complémentaire » de l'AIEA (inspections renforcées avec préavis de 24 heures). L'Institut a assuré :

- l'analyse des informations transmises par l'AIEA dans sa notification au regard des exigences de l'accord de garanties, en particulier l'emplacement visé par « l'accès complémentaire »;
- l'envoi immédiat d'une équipe sur le site visé par « l'accès complémentaire » pour préparer la vérification *in situ* avec l'exploitant et s'assurer de sa capacité à apporter les éléments nécessaires aux inspecteurs de l'AIEA;
- l'accompagnement de ces inspecteurs durant « l'accès complémentaire »;
- la rédaction d'un compte rendu à destination des autorités gouvernementales.

L'IRSN a tiré de nombreux enseignements de ce premier exercice complet sur site, conduisant à un renforcement et une meilleure adaptation de ses procédures.

### SYMPHOSIUM AIEA SUR LES « GARANTIES » 2014

L'IRSN a participé en octobre 2014 au symposium quadriennal de l'AIEA sur la mise en œuvre des mesures internationales de

### NUCLEAR NONPROLIFERATION

*International nuclear material control is undergoing some major changes, essentially aimed at enhancing inspection efficiency. 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. 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 support to the Euratom Technical Committee, the Institute prepares French declarations in accordance with the French Government's international commitments, and escorts a number of international inspections.*

### EURATOM WASTE CONTROL

*IRSN took part in the visit organized by Andra at Bure in the east of France on February 11, 2014. The aim of the visit was to show the European Commission the CIGEO project for a deep geological repository for radioactive waste. Andra listed the types and physical forms of waste that will be disposed of at the facility, described the overall layout of the underground facilities, and presented the commissioning schedule. The visit provided insight into how Euratom would control the repository and the waste packages placed there, and initiated a process to incorporate the measures required for future verifications at the earliest possible stage (right from design and construction) to ensure optimized cost and efficiency.*

### IAEA COMPLEMENTARY ACCESS

*IRSN took part in a national exercise organized at the Cadarache site in the south of France on April 28-29, 2014 to prepare for possible complementary access for IAEA (in other words, reinforced inspections at 24 hours' notice). As part of this exercise, it:*

- *analyzed the information sent by IAEA in its notification regarding requirements under the Safeguards Agreement, in particular, the site of the complementary access;*
- *immediately dispatched a team to the site concerned by the complementary access to prepare the onsite verification with the licensee, and ensure that it is able to provide IAEA inspectors with all the data they require;*
- *escorted the inspectors throughout the complementary access;*

vérification et de contrôle des matières nucléaires (« garanties ») en matière de non-prolifération. Celui-ci a réuni plus de 800 participants provenant de plus de 60 pays. En plus d'échanger avec les représentants d'autres États, l'IRSN a présenté, en collaboration avec l'Andra, le projet Cigéo des déchets nucléaires sur un site à la limite des départements de la Meuse et de la Haute-Marne, pour lequel la définition des modalités de contrôle par la Commission européenne des matières nucléaires contenues dans les colis se poursuit.

### **ACCORD DE GARANTIES POUR LA RÉGION DES CARAÏBES ET DE L'AMÉRIQUE LATINE**

En 2014, l'IRSN a apporté son appui technique au CTE et au ministère des affaires étrangères pour la définition des modalités pratiques d'application par la France, qui a des territoires dans la région, de l'accord de garanties conclu en application du traité de Tlatelolco d'interdiction des armes nucléaires en Amérique latine et dans les Caraïbes. En l'absence dans cette zone d'activités nucléaires mettant en jeu des quantités de matières significatives, un protocole relatif aux petites quantités de matières nucléaires a été conclu, permettant une simplification des modalités de contrôle des détenteurs locaux de matières nucléaires.

### **FORMATION DES INDUSTRIELS**

Les 25 et 26 septembre 2014, l'IRSN a tenu la première session de formation aux contrôles des matières nucléaires réalisés au titre du traité Euratom et de l'accord de garanties de la France à destination d'entités n'appartenant pas à de grands opérateurs nucléaires. Le module de formation élaboré à cette fin, qui s'adresse à un public peu familier de ces contrôles, se veut à la fois concis sur l'organisation nationale et le déroulement des inspections, et concret, avec des ateliers sur la réalisation de déclarations avec des outils simplifiés. Ce module de formation complète l'offre de formations existante des grands opérateurs au profit desquels l'IRSN dispense plusieurs sessions annuelles. ●

• prepared a report for government authorities.  
This first comprehensive onsite exercise provided IRSN with a great deal of information, allowing it to consolidate and adapt its procedures.

### **IAEA SYMPOSIUM ON INTERNATIONAL SAFEGUARDS 2014**

In October 2014, IRSN took part in the IAEA four-yearly safeguards symposium on the implementation of international measures for the verification and control of nuclear materials to deter proliferation. These measures are referred to as “safeguards”. The 2014 symposium was attended by 800 people from more than 60 countries. As well as sharing views with representatives from other Member States, IRSN, together with Andra, presented the CIGEO project for a deep geological repository for radioactive waste, on the boundaries of the Meuse and Haute-Marne departments in eastern France. The procedures for control by the European Commission of the nuclear materials contained in the waste packages are still being defined.

### **SAFEGUARDS AGREEMENT FOR LATIN AMERICA AND THE CARIBBEAN**

In 2014, IRSN provided the Euratom Technical Committee and the French Ministry of Foreign Affairs with technical support for defining practical procedures enabling France, which has possessions in the region, to implement the Tlatelolco Treaty for the Prohibition of Nuclear Weapons in Latin America and the Caribbean. As there are no nuclear sites involving significant quantities of materials in the region, a small quantities protocol was signed to simplify control procedures concerning organizations possessing nuclear materials in the region.

### **TRAINING FOR INDUSTRY**

On September 25-26, 2014 IRSN held the first training session on nuclear material control, organized under the Euratom Treaty and the French Safeguards Agreement, and intended for organizations that do not belong to major nuclear licensees. The training module developed for this purpose, which targets an audience that is not familiar with these controls, sets out to provide a concise overview of national organization and inspection procedures, combined with practical workshops on filing a declaration, using simplified tools. The module adds to the existing range of training courses for major licensees, for which IRSN organizes several sessions every year. ●

# RADIOPROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET DE L'HOMME

**La protection de l'homme et de l'environnement contre les rayonnements ionisants constitue la finalité des actions menées par l'IRSN, expert public en matière de prévention des risques nucléaires et radiologiques, qui réalise des expertises et mène des recherches à cette fin.**

**Surveillance radiologique du territoire, 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 projets développés par l'Institut dans des cadres pluridisciplinaires et grâce à des collaborations nationales et internationales.**

## RADIATION PROTECTION – ENVIRONMENT AND HUMAN HEALTH

*Protecting people and the environment against the effects of ionizing radiation is the chief aim of the work carried out by IRSN, the French public expert in nuclear and radiological risks, which carries out assessments and research for this purpose. Its activities in this area include monitoring environmental radiation, 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. The projects that the Institute develops involve national and international collaborations, with contributions from experts in a wide range of disciplines.*

408 monitors (including 401 Teleray) in the national remote monitoring network. 130 ambient dose rate measurement points. 451 sampling points for radioactivity monitoring throughout France. 9,385 environmental samples taken for radiological measurements. 875 whole-body radiation counts performed for worker monitoring, including 581 using mobile equipment.

### Reports:

- Report on the Radiological State of the Environment in France in 2012.
- 2011-2012 Management Report on the French Environmental Radioactivity Measurement Network
- 2013 Report on radioactivity monitoring in French Polynesia.
- Radiation protection in the workplace: occupational exposure to ionising radiation in France: 2013 Report.

875

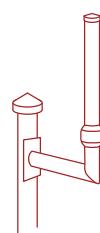
anthroporadiométries  
ont été réalisées pour  
le suivi des travailleurs,  
dont 581 avec les  
moyens mobiles.



9 385 ÉCHANTILLONS DE  
L'ENVIRONNEMENT  
PRÉLEVÉS POUR DES MESURES  
RADIOLOGIQUES.

408

balises (dont  
401 Télérat)  
constituant  
le réseau de  
télésurveillance 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.



- Bilan de l'état radiologique de l'environnement français en 2012.
- Rapport de gestion 2011-2012 du réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement.
- Bilan de la surveillance de la radioactivité en Polynésie française en 2013.
- Radioprotection des travailleurs: exposition professionnelle aux rayonnements ionisants en France – Bilan 2013.

## **VERS UNE PRISE EN COMPTE DE L'IMPACT RADIOLOGIQUE SUR LES ÉCOSYSTÈMES**

Si, à son origine, le système de radioprotection visait la préservation de l'espèce humaine et envisageait l'environnement principalement comme un vecteur de radioactivité vers celle-ci, d'autres préoccupations, telles que la préservation des espèces non humaines, de la biodiversité ou des écosystèmes, sont apparues depuis lors. Ainsi, depuis plus de 10 ans, la communauté scientifique et les instances internationales normatives et pré-normatives (UNSCEAR, AIEA, CIPR, CE, UIR, US-DoE, etc.) travaillent au développement du concept de radioprotection de l'environnement et à la mise au point de méthodes d'évaluation des impacts radiologiques sur l'environnement. En 2014, à la demande de l'ASN, l'IRSN a rédigé une synthèse de ces travaux et formulé un avis. Parmi les recommandations de l'IRSN figure la prise en compte du risque radiologique dans les études d'impact environnemental transmises par les exploitants d'installations nucléaires – au même titre que le risque chimique. Cette synthèse sera présentée en 2015 au groupe permanent d'experts sur la radioprotection et l'environnement, qui transmettra à l'ASN ses propres recommandations.

## **POLYNÉSIE FRANÇAISE: LA RADIOACTIVITÉ DE L'ENVIRONNEMENT À UN NIVEAU TRÈS BAS EN 2013, AUCUNE INCIDENCE DÉTECTÉE DE L'ACCIDENT DE FUKUSHIMA**

Les résultats de la surveillance radiologique effectuée dans l'environnement en Polynésie française au cours de l'année 2013 montrent que, après une diminution régulière des niveaux de radioactivité depuis l'arrêt des essais atmosphériques français en 1974, l'état radiologique constaté est stable, dans la lignée des années antérieures récentes, et à un niveau très bas. Cette radioactivité peut être essentiellement attribuée au césium 137. Les mesures effectuées tout au long de l'année 2013, aussi bien dans l'eau de mer que dans les poissons, confirment l'absence d'impact mesurable de l'accident de la centrale de Fukushima-Daiichi (Japon) sur le domaine marin, dans les eaux et la chaîne alimentaire polynésiennes.

## **ESOREX: UNE PLATE-FORME EUROPÉENNE POUR L'EXPOSITION DES TRAVAILLEURS**

L'IRSN a organisé, du 16 au 18 septembre 2014 à Paris, le premier workshop du projet ESOREX. Ce contrat européen mené par l'IRSN a pour objectif de mettre en place une plate-forme européenne de publication des statistiques nationales d'exposition des travailleurs, dans un format défini et partagé par les six pays adhérents à la plate-forme, permettant de comparer les données ainsi recueillies. Le nouvel outil, accessible via un site Internet dédié, a été présenté lors de ce workshop en vue d'accroître l'adhésion des pays de la Communauté européenne et d'élargir le nombre de pays adhérents.

## ***MEASURING THE IMPACT OF RADIATION ON ECOSYSTEMS***

*While radiation protection was originally concerned with preserving the human race, and the environment was mainly regarded as the vector through which humans were exposed to radioactivity, other concerns have now emerged, including the preservation of non-human species, biodiversity, and ecosystems. For more than ten years, the scientific community and various international standardization and pre-standardization bodies, including UNSCEAR, IAEA, ICRP, EC, IRU, and US-DoE, have been developing the concept of environmental radiation protection and perfecting ways of assessing the impacts of radiation on the environment. At ASN's request, IRSN prepared a summary report of this activity in 2014 and gave its opinion on work so far. Its recommendations included having the radiological risk taken into consideration in the environmental impact studies submitted by nuclear facility licensees (this is already the case for chemical risks). In 2015, IRSN's summary will be submitted to the Advisory Committee for Radiation Protection and the Environment, which will then pass on its own recommendations to ASN.*

## ***FRENCH POLYNESIA: ENVIRONMENTAL RADIOACTIVITY LEVELS VERY LOW IN 2013 WITH NO DETECTABLE IMPACT OF THE FUKUSHIMA ACCIDENT***

*The results of environmental radiological monitoring in French Polynesia in 2013 demonstrate that after a regular decrease in radioactivity levels since the end of French atmospheric testing in 1974, the radiological situation is stable, in line with previous years, and at a very low level. The radioactivity detected is primarily due to cesium-137. Measurements performed throughout 2013, both in seawater and in fish, confirm that the accident at the Fukushima-Daiichi plant in Japan has had no impact on the marine environment, water, and food chain in French Polynesia.*

## ***ESOREX: A EUROPEAN PROJECT FOR THE STUDY OF OCCUPATIONAL RADIATION EXPOSURE***

*IRSN organized the first ESOREX project workshop in Paris on September 16-18, 2014. The aim of this IRSN-led contract is to set up a European platform for publishing national occupational exposure statistics in a standard format, shared by the six countries taking part in the project, for the purpose of comparing data. The new tool, which will be accessible via a dedicated website, was presented during the workshop in the hope of increasing the number of EU countries taking part.*

## SURVEILLANCE ET MESURE DE L'ENVIRONNEMENT

Être en capacité de connaître la radioactivité de l'environnement afin de pouvoir en maîtriser l'impact, telle est la mission de l'IRSN en matière de surveillance de l'environnement. Menée en concertation avec les parties prenantes et les populations, cette activité s'appuie sur une démarche constante d'amélioration des outils et des moyens de mesure. Dans le domaine de la métrologie, l'IRSN développe des méthodes de mesure très performantes et participe à de nombreuses intercomparaisons internationales, ce qui lui confère une place de référence en matière de mesure de la radioactivité.

### TÉLÉRAY: FIN DU DÉPLOIEMENT DES SONDES DE NOUVELLE GÉNÉRATION

Après trois années de déploiement soutenu, le réseau Téléray destiné à la mesure du débit de dose ambiant comportait, à la fin de l'année 2014, plus de 390 sondes de nouvelle génération, plus fiables et plus précises. En outre, une évolution substantielle des systèmes informatiques dédiés à la gestion des données a été réalisée. Les sondes sont réparties pour un quart selon un maillage homogène de l'ensemble des départements français, y compris les Drom-Com, pour les trois autres quarts de manière plus dense dans des unités de la gendarmerie nationale implantées à une distance comprise entre 10 et 30 kilomètres des installations nucléaires.

Les actions de 2014 ont permis de compléter le déploiement auprès des centrales nucléaires de la vallée du Rhône. L'aide à l'implantation fournie par la Section des systèmes d'information et de la communication (SSIC) de la gendarmerie nationale a permis d'installer des balises au sein des brigades implantées auprès des sites EDF du Bugey (Ain), de Saint-Alban (Isère), du Tricastin (Drôme/Vaucluse) et de Cruas (Ardèche) ainsi qu'à proximité du site Areva de Romans-sur-Isère (Drôme), des centres CEA de Marcoule (Gard) et de Cadarache (Bouches-du-Rhône) et des installations de la Marine nationale de Toulon (Var).

### DÉVELOPPEMENT DE DISPOSITIFS DE MESURE DE L'URANIUM DANS LES EAUX

Dans le but d'améliorer ses méthodes de surveillance et d'étude de la radioactivité de l'environnement, l'IRSN développe de nouveaux dispositifs de prélèvement. Il recherche, en particulier, des systèmes autonomes (sans raccordement électrique, sans maintenance lourde, etc.) et peu coûteux. Parmi les systèmes étudiés, les DGT (*Diffusive Gradient in Thin film*) sont des dispositifs de piégeage employés pour l'analyse quantitative des métaux dans les milieux aquatiques; l'IRSN en a développé une variante pour l'étude des eaux dans l'environnement des sites miniers.

Les premiers résultats de qualification de ce nouveau dispositif sont encourageants; ils confirment, en particulier, qu'il est possible de déterminer les valeurs moyennes des concentrations d'uranium dans les milieux. Le caractère opérationnel de ces dispositifs reste à valider en situation réelle. Une collaboration scientifique avec la Marine nationale accompagne ces développements.

### ENVIRONMENTAL MONITORING AND MEASUREMENTS

*The goal of environmental monitoring by IRSN is to measure radioactivity in the environment and thus control its impact. This work, which involves consultations with stakeholders and the public, is driven by a constant effort to improve measurement tools and resources.*

*Regarding metrology, IRSN develops extremely effective measurement methods. It takes part in many international interlaboratory comparisons and sets standards in the field of radioactivity measurement.*

### TELERAY: DEPLOYMENT OF NEW-GENERATION MONITORS COMPLETED

*At the end of 2014, the Teleray ambient dose rate monitoring network comprised more than 390 new-generation monitors, the result of a three-year sustained deployment effort. The new monitors offer improved reliability and accuracy. The computer systems used to manage network data were also substantially upgraded. A quarter of the monitors form a uniform grid covering all the French departments, including overseas departments, regions and overseas territories.*

*The other three quarters are more densely concentrated in Gendarmerie stations located within a 10-30 km radius of nuclear facilities. The installation of monitors in the vicinity of nuclear power plants in the Rhone valley was completed in 2014. With the help of the Gendarmerie Information and Communication Systems Section (SSIC), monitors were installed with brigades based near the EDF's Bugey, Saint-Alban, Tricastin, and Cruas nuclear power plants, the Areva industrial site in Romans-sur-Isère, and CEA's Marcoule and Cadarache centers, as well as the French Navy facilities in Toulon in the south of France.*

### DEVICES DEVELOPED FOR MEASURING URANIUM IN WATER

*As part of its efforts to improve methods for studying and monitoring environmental radioactivity, IRSN develops new sampling devices. It is particularly interested in inexpensive, stand-alone systems that require no electrical connections or heavy maintenance. Diffusive Gradients in Thin film - or DGT - technology is one option studied for the quantitative analysis of metals in aquatic environments. IRSN has developed a version for studying water in the vicinity of mining sites. The first qualification results for this new device are encouraging. In particular, they show that it is*

## SURVEILLANCE DES ANCIENS SITES MINIERS

L'IRSN a déployé sa nouvelle approche générale de la surveillance des anciens sites miniers d'uranium en réalisant un constat radiologique sur le bassin versant de la Dordogne. Comme les autres constats radiologiques, celui-ci vise à établir une «photographie» assez fine de la radioactivité dans un territoire potentiellement affecté par l'exploitation de l'uranium. Ce constat a débuté à la fin de 2012 et la diffusion du rapport est prévue en 2015. Le plan d'échantillonnage retenu s'est surtout intéressé aux milieux susceptibles d'avoir été contaminés via les réseaux hydrographiques. La mise en application de ce plan s'est traduite par des prélèvements d'eau, de sédiments et d'indicateurs biologiques tels que des végétaux aquatiques ou des poissons, et par l'analyse de leur teneur en uranium et en radium.

*possible to determine mean concentration values for uranium in different environments. It now remains to validate the operational performance of the devices under conditions of real use. This work is carried out in collaboration with the French Navy.*

### MONITORING FORMER MINING SITES

*IRSN carried out a radiological survey of the Dordogne river drainage basin as part of its new general approach to monitoring former uranium mining sites. Like the other radiological surveys, this one aimed to provide a relatively detailed snapshot of radioactivity in an area where past uranium mining activity may have had an impact. The survey began at the end of 2012 and the report should be completed in 2015. The selected sampling plan focused particularly on areas liable to have been contaminated via*

## FOCUS

### «Constat radiologique vallée du Rhône»

Le «constat radiologique vallée du Rhône», réalisé par l'IRSN de 2009 à 2013, a concerné le cours du fleuve dans son ensemble et les communes limitrophes. Il a permis d'accroître les connaissances sur la radioactivité de l'environnement au-delà des résultats de la surveillance régulière menée par l'Institut au voisinage des sites nucléaires. Au cours de cette étude, cinq rapports ont été publiés et mis en ligne sur le site Internet de l'IRSN et les résultats ont été présentés aux Commissions locales d'information (CLI) concernées. Les résultats obtenus montrent une contamination à très faible niveau par du césum 137, essentiellement due à la rémanence des retombées anciennes (essais nucléaires atmosphériques et accident de Tchernobyl). Il existe également une contamination du milieu aquatique par le carbone 14 et des milieux terrestre et aquatique par le tritium. Le 17 novembre 2014, l'IRSN a organisé une rencontre à Valence (Drôme) à l'intention des parties prenantes pour présenter le bilan des travaux réalisés, ce qui a permis un dialogue avec l'ensemble des participants (représentants de l'État, élus locaux et territoriaux, membres des Cli, d'associations locales ou nationales, ASN, gendarmerie nationale, universitaires et directeurs d'établissements scolaires, etc.).

### Rhône valley regional study

*The Rhône Valley Regional Study conducted by IRSN from 2009 to 2013 focused on the overall course of the river, and on towns and villages lying along it. The study provided more information about environmental radioactivity, adding to the results of the routine monitoring activity carried out by the Institute near nuclear sites. Five reports were published and put online on the IRSN website during the study, and results were presented to the relevant Local Information Commissions (CLI). The results reveal very low levels of cesium-137 contamination, due for the most part to the persistence of earlier nuclear fallout (from atmospheric testing and the Chernobyl accident). Contamination of water by carbon-14, and of the aquatic and terrestrial compartments by tritium, is also observed. On November 17, 2014 IRSN organized a meeting in Valence for stakeholders to report on the completed work. The meeting was an opportunity for all parties concerned to share views (including government representatives, elected representatives of local and regional councils, CLI members, representatives of local and national associations, ASN, the Gendarmerie, academics, and school directors).*

Ce travail a constitué une bonne opportunité pour le développement de la dimension territoriale de la démarche d'ouverture à la société mise en œuvre par l'IRSN. Pour ce constat radiologique, le choix d'une concertation renforcée avec les acteurs du territoire a été formalisé par la mise en place, dès 2013, d'un groupe de suivi pluraliste à Saint-Julien-aux-Bois (Corrèze). Cette concertation a permis de prendre en compte les connaissances et les préoccupations des élus, des associations et des habitants des territoires concernés. Les acteurs locaux intéressés se sont ainsi impliqués dans l'élaboration du plan d'échantillonnage, dans sa mise en pratique et dans la restitution des résultats à l'occasion d'une série de réunions spécifiques. Toutes ces actions ont permis d'établir un diagnostic partagé.

#### **DE NOUVEAUX MOYENS POUR MESURER LE TRITIUM**

Le tritium est l'un des rares radioéléments dont les quantités rejetées par les installations nucléaires n'ont pas significativement décliné au cours des 30 dernières années. Sa répartition dans l'environnement est ubiquiste, mais inégale dans les différents compartiments, notamment pour sa fraction liée à la matière organique. Pour être en mesure d'améliorer la compréhension du comportement du tritium dans l'environnement et d'adapter éventuellement sa surveillance, l'IRSN développe de nouveaux moyens de mesure de ce radioélément. Il s'agit, en particulier, de la mesure par spectrométrie de masse dite de « l'hélium 3 », qui permet d'abaisser les limites de détection d'un facteur voisin de 100 par rapport à des techniques classiques (pour les échantillons solides). Il s'agit, également, de la scintillation liquide de grand volume, qui permet d'abaisser les limites de détection d'un facteur 5 par rapport aux meilleures techniques actuelles (pour les échantillons liquides). Ces techniques sont d'ores et déjà mises en œuvre dans le cadre de programmes de recherche.

#### **CLÔTURE DE L'INTERCOMPARAISON INTERNATIONALE DES LABORATOIRES PRIMAIRES DE MÉTROLOGIE DES NEUTRONS**

L'IRSN a la responsabilité, au niveau national, des grandeurs dosimétriques liées aux rayonnements neutroniques et est, à ce titre, associé au Laboratoire national de métrologie et d'essais (LNE). Dans ce cadre, l'IRSN a organisé, en 2011 et 2012, une comparaison internationale sur la métrologie des neutrons dans son installation de référence AMANDE. Les résultats de cette comparaison ont été publiés en 2014 dans la revue *Metrologia*. Ils montrent un bon accord entre les résultats des différents instituts de métrologie qui

*river systems. It involved collecting water and sediment samples, together with biological indicators such as water plants or fish, and analyzing them to determine their uranium and radium content.*

*The survey was a good opportunity for IRSN to develop its initiative to open up to society on the ground. The policy of close consultation with the parties concerned at the local level was reflected in the decision to create a joint follow-up group in Saint-Julien-aux-Bois in 2013. This approach allowed elected representatives, associations and the local population to share knowledge and express their concerns. Local stakeholders took part in preparing the sampling plan, its practical application, and the presentation of results during a series of special meetings. A joint diagnosis emerged from these various activities.*

**NEW METHODS FOR TRITIUM MEASUREMENT**  
*Tritium is one of the few radioactive isotopes for which no significant decrease has been recorded in the amounts discharged by nuclear facilities over the past 30 years. While tritium is found everywhere in the environment, its concentration varies from one compartment to another, especially for the fraction bound to organic matter. IRSN develops new systems for measuring this isotope to learn more about how it behaves in the environment and, if necessary, adapt monitoring activities accordingly. One such system is known as helium-3 mass spectrometry, which can lower detection limits by a factor of about a hundred compared with conventional techniques (for solid samples). Another system, involving the use of large-volume liquid scintillators, lowers detection limits by a factor of five compared with the best techniques currently available (for liquid samples). These techniques are already used in ongoing research programs.*

**INTERNATIONAL INTERLABORATORY  
COMPARISON COMPLETED ON PRIMARY  
LABORATORIES FOR NEUTRON METROLOGY**  
*IRSN is responsible in France for dosimetric quantities relating to neutron radiation and, as such, is designated laboratory of the LNE, the french national metrological institute. In 2011 and 2012, as part of its work in this area, IRSN organized an international comparison on neutron metrology at its reference facility AMANDE. The results were published in the journal *Metrologia* in 2014.*

ont participé, l'excellente reproductibilité des champs neutroniques produits sur AMANDE et la capacité de l'IRSN à déterminer expérimentalement des références en fluence neutron dans des champs monoénergétiques.

Ces résultats vont, de plus, permettre de conforter le dossier d'accréditation d'AMANDE pour l'étalonnage de détecteurs de neutrons et renforcer la position de l'IRSN, et de la France, au sein du Bureau international des poids et mesures (BIPM) pour la métrologie des neutrons. ●

*The outcome of this comparison is a good agreement between all the participating metrology institutes, the excellent reproducibility of the neutron fields produced at AMANDE and the demonstration of IRSN capability to experimentally determine neutron fluence standards in monoenergetic fields. These results will also consolidate IRSN's application to obtain accreditation for the calibration of neutron sensitive devices at AMANDE, thereby reinforcing IRSN position - and that of France - at the International Bureau of Weights and Measures (BIPM) with regard to neutron metrology. ●*

## “ LA PAROLE À...



**Marc Gleizes**

*Chef du service de traitement des échantillons et de métrologie pour l'environnement de l'IRSN*

« Nous concentrons actuellement nos efforts pour améliorer les techniques de mesure en laboratoire des prélèvements dans l'environnement avec deux objectifs. Le premier concerne les situations de crise et doit nous permettre d'effectuer des analyses, dans des délais plus courts que ceux de routine, à la fois pour confirmer les estimations de rejets prévues par la modélisation mais aussi dans le cadre du contrôle sanitaire des denrées alimentaires avant leur mise sur le marché.

Notre second objectif concerne le développement de mesures à très bas niveau, c'est-à-dire à des niveaux de traces, et il est de contribuer à asseoir notre positionnement de laboratoire référent.

Ces mesures très précises sont utilisées, notamment, dans le cadre de recherches en radioécologie menées par l'IRSN sur le comportement des radioéléments dans l'environnement et leur transfert entre les milieux atmosphérique, terrestre et aquatique. Cette capacité nous permet de répondre à des demandes pointues provenant des autorités, de clients externes ou, le cas échéant, de la société civile. »

### *In the words of... Marc Gleizes*

*Head of the IRSN Environmental Sample Processing and Metrology Department*

*“We are currently focusing our efforts on improving laboratory techniques for measuring environmental samples, with a two-fold aim. Our first focus is on emergency situations, where we need to be able to perform analyses more quickly than under routine conditions, in order to confirm the release estimations obtained through modeling, and also to perform health checks for foodstuffs before they are brought to market. Our second aim relates to the development of very low-level measurements, such as for traces, and to help establish our position as a benchmark laboratory. These very precise measurements are especially used for radioecology research by IRSN into the behavior of radioactive elements in the environment and their transfer between the atmospheric, terrestrial and aquatic compartments of the environment. This capability ensures that we can meet specific requests from the authorities, external clients and, if necessary, civil society.”*

## RADON

Pour améliorer la sensibilisation du public aux risques associés au radon, l'IRSN a engagé depuis plusieurs années une démarche pluraliste qui vise à impliquer les acteurs locaux – institutionnels et professionnels – dans des actions de mesure et de protection contre ce gaz radioactif naturel cancérogène. Aujourd'hui, plusieurs d'entre eux ont engagé des actions concrètes dans le cadre de leurs domaines d'intervention ou de leurs politiques publiques.

### UN TRAVAIL TERRITORIAL ET PLURALISTE EN FRANCHE-COMTÉ

Les actions territoriales engagées en Franche-Comté par l'IRSN, le Pays de Montbéliard Agglomération, l'association de surveillance de l'air ATMO Franche-Comté et l'Agence régionale de la santé, en matière de prévention du risque associé au radon, ont été poursuivies en 2014.

Une démarche pluraliste est menée depuis plusieurs années avec une vingtaine de partenaires régionaux afin de faciliter la compréhension des enjeux en termes de risques associés à l'exposition au radon dans l'habitat par l'ensemble des acteurs concernés (populations, collectivités, professionnels de santé, du bâtiment et de l'éducation). Elle vise à développer des initiatives permettant l'intégration des questions correspondantes dans le domaine d'intervention de chacun.

En 2014, ces initiatives ont pris la forme d'actions de sensibilisation des professionnels du bâtiment, des maîtres d'ouvrage et des étudiants en génie civil de l'IUT de Belfort-Montbéliard. Elles ont également conduit à proposer un dépistage du radon aux habitants du Pays des Vosges Saônoises entretenant un projet de rénovation énergétique de leur logement. Les travaux doivent permettre de satisfaire, outre les objectifs premiers d'économie d'énergie, ceux d'une diminution des expositions au radon.

Enfin, un projet piloté par ATMO Franche-Comté a démarré afin de constituer un observatoire régional de la qualité de l'air intérieur dans l'habitat intégrant les expositions au radon.

### CONCENTRATIONS ÉLEVÉES DE RADON DANS UNE HABITATION : DE LA CARACTÉRISATION RADIOLOGIQUE À L'ÉVALUATION DU RISQUE SANITAIRE

En mars 2014, des concentrations très élevées de radon ont été mesurées dans une maison construite sur des résidus de traitement de minerais d'uranium à Bessines-sur-Gartempe (Haute-Vienne), habitée par une famille et utilisée comme lieu de garde d'enfants.

### RADON

*Over the past few years, IRSN has led an initiative to heighten public awareness of the risks associated with radon. The initiative seeks to involve local institutional and professional organizations in action taken to measure and provide protection against this naturally occurring radioactive and carcinogenic gas. As a result, several of these organizations have now integrated concrete measures in this area as part of their activities or public policies.*

### JOINT ACTION IN THE FRANCHE-COMTE REGION

*The action carried out by IRSN in association with the Metropolitan Community of the Montbéliard Region, the ATMO Franche-Comté air quality monitoring network, and the Franche-Comté Regional Health Agency, in the field of radon risk prevention continued in 2014. A joint effort involving twenty or so partners in the region has been underway for several years to draw attention to the risks associated with exposure to radon in homes, and to increase awareness and understanding of these risks among the public, local authorities, and professionals in the healthcare sector, building industry and education. This action seeks to promote initiatives to incorporate the necessary measures in each area concerned. In 2014, for example, awareness campaigns were conducted among construction site owners and contractors, and civil engineering students at the University of Technology at Belfort-Montbéliard. In another initiative, radon testing was proposed to residents in the Pays des Vosges Saônoises area intending to carry out energy-saving improvements in their homes. The aim is for the work carried out to reduce radon exposure as well as save energy. Lastly, a pilot project was launched by ATMO Franche-Comté to set up a regional organization for monitoring air quality inside homes, including radon exposure.*

Après avoir décidé le relogement de ses occupants, les pouvoirs publics ont chargé l'IRSN d'évaluer la situation radiologique de cette maison et les risques sanitaires pour les habitants et les enfants qui y étaient gardés quotidiennement.

#### **Caractérisation radiologique**

Pour mener cette mission, l'IRSN a réalisé un ensemble de mesures d'exposition externe et d'exposition interne dont les résultats ont montré que l'inhalation de radon constituait la voie essentielle d'exposition. La méthode utilisée a permis, malgré un délai contraint, d'évaluer la distribution des niveaux de concentration de radon dans les différentes pièces de la maison et leurs variations dans le temps, et d'estimer des valeurs moyennes d'exposition pour chaque occupant en fonction de ses durées de séjour dans la maison.

#### **Évaluation du risque**

Un modèle de relation entre l'exposition et le risque, dérivé d'une étude épidémiologique européenne, a été choisi pour estimer le risque individuel en fonction de l'âge et du sexe, pour chacune des personnes concernées. La consommation de tabac constituant un facteur de risque déterminant pour le cancer du poumon, l'influence de son association avec l'exposition au radon a également été prise en compte. Après avoir été communiqués aux familles concernées, les résultats globaux ont été rendus publics en juin 2014. Ils montrent que l'augmentation du risque de cancer du poumon était très faible pour les enfants en garde. En revanche, pour un habitant ayant séjourné plus de 10 ans dans la maison, le risque de cancer du poumon associé à l'exposition au radon est comparable à celui d'un fumeur régulier.

À la demande des pouvoirs publics, un groupe d'experts réuni par l'INCa a préconisé un suivi médical adapté à chaque niveau de risque. ●

#### **HIGH RADON CONCENTRATIONS IN A HOME: FROM RADIOLOGICAL CHARACTERIZATION TO HEALTH RISK ASSESSMENT**

*In March 2014, very high radon concentrations were measured in a house built on uranium ore tailings in Bessines-sur-Gartempe in central France. The house was occupied by a family and served as a day care center for children. After rehousing the occupants, the authorities asked IRSN to conduct a radiological survey of the property and assess the health risks for its occupants and the children who stayed there every day.*

#### **Radiological characterization**

*The Institute carried out a series of external and internal exposure measurements, from which radon inhalation emerged as the main exposure pathway. Despite the limited time available, the method included an assessment of the distribution and time-dependent variation of radon concentration levels throughout the house, and estimated the average exposure of each occupant according to time spent in the house.*

#### **Risk assessment**

*A model, derived from a European epidemiological study, showing the relationship between risk and exposure, was used to estimate the individual age- and gender-dependent risk for each person concerned. As tobacco consumption is a key risk factor for lung cancer, its impact in association with radon exposure was also considered. The overall results were sent to the families concerned, then released to the public in June 2014. They showed only a very slight increase in the risk of lung cancer in children at the day care center. For occupants who had spent more than ten years in the house, however, the risk of lung cancer associated with radon exposure was comparable to that found in regular smokers.*

*At the request of the public authorities, a group of experts gathered by the French National Cancer Institute (INCa) recommended health monitoring measures adapted to each level of risk. ●*

## RADIOPROTECTION DES TRAVAILLEURS

L'IRSN assure au niveau national la centralisation 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 qui a fait état, pour l'année 2013, d'un effectif total de 371 781 travailleurs suivis avec une dose individuelle moyenne stable par rapport aux années précédentes. L'institut mène également des études destinées à prévenir et évaluer cette exposition. Ses travaux de modernisation des dispositifs de mesure et de suivi des expositions contribuent à l'amélioration de la protection des travailleurs.

### SISERI: DE NOUVELLES FONCTIONNALITÉS EN 2014

Dans le cadre de sa mission de veille permanente en radioprotection, l'IRSN centralise dans le système d'information SISERI l'ensemble des résultats des mesures individuelles de suivi de l'exposition des travailleurs aux rayonnements ionisants, constituant ainsi un registre national. Le système SISERI permet de rendre disponibles les résultats de cette surveillance dosimétrique aux médecins du travail et aux personnes compétentes en radioprotection via un accès Internet sécurisé.

En concertation avec la Direction générale du travail, de nouvelles fonctionnalités ont été ajoutées à ce système en 2014. Elles permettent d'enrichir le registre national par des informations relatives au secteur d'activité, au métier et au statut d'emploi des travailleurs et de renforcer, ainsi, la pertinence des constats et préconisations à tirer du bilan des expositions. Ces évolutions ont été accompagnées par l'IRSN auprès des différents acteurs via son site Internet, ainsi que par des présentations lors de multiples réunions professionnelles des médecins du travail et personnes compétentes en radioprotection.

<http://siseri.irsn.fr>

### SIEVERT PN: UNE NOUVELLE APPLICATION POUR LA DOSIMÉTRIE DU PERSONNEL NAVIGANT

L'IRSN a mis en place une nouvelle application informatique dénommée «SIEVERT PN» (personnel navigant) pour tenir compte de nouvelles contraintes réglementaires fixées par l'arrêté du 17 juillet 2013 relatif à la carte de suivi médical et de suivi dosimétrique des travailleurs exposés aux rayonnements ionisants, applicables au 1<sup>er</sup> juillet 2014. Chaque agent de personnel navigant doit désormais faire l'objet d'une évaluation dosimétrique personnalisée réalisée par un organisme agréé ou par l'IRSN. SIEVERT PN permet le calcul des doses pour chaque personne concernée à partir de données sur les vols et la présence des personnels, fournies par les compagnies aériennes. Les doses calculées sont transmises automatique-

**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. Based on a total of 371,781 workers monitored, the annual average individual dose in 2013 remained steady compared with previous years. The Institute also carries out studies aimed at preventing and assessing this exposure. Its research to modernize exposure measurement and monitoring systems contributes to improved health protection for workers.

### SISERI: NEW FUNCTIONS IN 2014

As part of its work to ensure radiation protection at all times, IRSN pools in the SISERI information system the individual measurement results recorded in monitoring occupational exposure to ionizing radiation. The system thus provides a national register. SISERI provides occupational health physicians and radiation protection officers with secure Internet access to these monitoring results. In 2014, some new functions were added to the system, with the approval of the Directorate-General for Labor (DGT). The national register now includes details of the sector of activity and employment status of each worker, which means that observations and recommendations can be used more effectively in exposure inventories. IRSN has promoted these changes to various stakeholders via its website, and through presentations at numerous professional meetings with occupational health physicians and radiation protection officers.

<http://siseri.irsn.fr>

**SIEVERT PN: A NEW DOSE MONITORING APPLICATION FOR FLIGHT CREWS**  
IRSN has developed a new computer application called "SIEVERT PN" in response to the Order of July 17, 2013, and the new regulations it introduces regarding the health and dose monitoring card for workers occupationally exposed to ionizing radiation. The new regulations will come into effect on July 1, 2014. All flight crew

ment au registre national SISERI. Le site Internet dédié permet, par un accès sécurisé, la consultation des données dosimétriques par les médecins du travail et le personnel navigant. Le grand public peut s'informer sur les rayonnements cosmiques et calculer, grâce à l'application SIEVERT PN, la dose due à l'exposition aux rayonnements ionisants lors d'un vol. ●

<https://www.sievert-system.org>

*members must now undergo a personal dose exposure assessment carried out by an accredited body or IRSN. SIEVERT PN is designed to calculate individual doses, based on flight and crew composition data supplied by airlines. The calculated doses are automatically transmitted to the SISERI national register. Occupational health physicians and radiation protection officers can consult dose data on the website via secure access. Members of the public can find information on cosmic radiation and use SIEVERT PN to calculate the dose induced by exposure to ionizing radiation during a given flight. ●*

<https://www.sievert-system.org>

## “ LA PAROLE À...



**Yves Struillou**

*Directeur général du travail, ministère du travail, de l'emploi, de la formation professionnelle et du dialogue social*

«Le renouvellement de la convention de collaboration entre la DGT et l'IRSN a été l'occasion, outre le maintien du rôle majeur de l'Institut dans la gestion des bases de données relatives au suivi radiologique des travailleurs (SISERI) et en matière d'appui technique à la DGT, de renforcer sa participation aux travaux de transposition de la directive 2013/59/Euratom. La nouvelle convention initie également l'implication de l'Institut dans le développement d'éléments de doctrine en matière de radioprotection des travailleurs, proposant notamment des méthodologies nouvelles pour le suivi radiologique des travailleurs. Ce nouveau positionnement de l'IRSN contribuera au renforcement de son expertise dans ce domaine.

Par ailleurs, de nouveaux enjeux émergent en matière de radioprotection des travailleurs. Alors que les expositions professionnelles ont pu être significativement réduites, ces deux dernières décennies, par le déploiement des mesures de radioprotection, il s'agit désormais de prendre en compte les nouvelles exigences fixées par la directive précitée, en particulier l'abaissement de la valeur limite de dose au cristallin (de 150 à 20 mSv) et le renforcement des conditions de suivi des expositions aux rayonnements d'origine naturelle (radon, matériaux naturellement radioactif, etc.). L'implication de l'Institut sur ces champs, tant en matière de recherche que d'expertise, lui permettra de renforcer son appui aux professionnels concernés.»

### *In the words of... Yves Struillou*

*Director-General for Labor, ministry of Labor, Employment, Vocational Training and Social Dialogue*

*“The renewed collaboration agreement between the Directorate-General for Labor (DGT) and IRSN confirms the Institute's major role in managing SISERI, the information system for occupational dosimetry registration, and its technical support activities for DGT. It also strengthens IRSN involvement in work on implementing Directive 2013/59/Euratom in France. Under the new agreement, the Institute has also begun to contribute to occupational radiation protection policy, in particular by proposing new methods for monitoring workers' radiation exposure. This new activity will add to its expertise in this field.*

*Occupational radiation protection is also seeing the emergence of some new issues. While radiation protection measures have led to a significant decline in occupational exposure in the past twenty years, the directive mentioned above introduces new requirements. In particular, the dose limit to the crystalline lens has been lowered from 150 to 20 mSv, and the conditions for monitoring exposure to naturally occurring radiation (from radon and other naturally radioactive materials) have been reinforced. IRSN involvement in these areas, both as a research organization and an assessment body, will enable it to support professionals concerned with occupational exposure even more effectively.”*

## EFFETS DES EXPOSITIONS CHRONIQUES À DE FAIBLES DOSES

**Les expositions chroniques à de faibles doses font l'objet de recherches spécifiques pour les populations animales et végétales afin de quantifier les risques associés. L'IRSN est largement impliqué dans la construction de plates-formes et projets communs à l'échelle européenne sur ce sujet.**

### CONTAMINATION CHRONIQUE À L'URANIUM ET NÉPHROTOXICITÉ

L'uranium absorbé par le corps humain s'accumule principalement dans les reins, pouvant conduire à des effets toxiques au niveau de cet organe après une exposition aiguë.

Des travaux récents de l'IRSN menés sur des rongeurs, publiés en 2014, ont permis d'évaluer ces effets toxiques et les mécanismes de réponse du rein en cas d'exposition chronique (ingestion d'eau de boisson contaminée par de l'uranium pendant trois à neuf mois). Il a été observé que l'accumulation rénale d'uranium est linéaire et proportionnelle à la quantité ingérée. À partir d'observations tissulaires ou de mesures dans le sang et les urines de marqueurs de la fonction rénale, il a été mis en évidence que des quantités d'uranium ayant entraîné des effets toxiques lors d'une exposition aiguë n'ont pas conduit à une défaillance rénale en situation chronique. Ce mode de contamination amène à une stimulation des défenses anti-oxydantes du rein, ce qui suggère que des mécanismes d'adaptation se mettent en place lors d'une exposition chronique à de faibles concentrations d'uranium.

### RELATION ENTRE L'EXPOSITION AUX RAYONNEMENTS IONISANTS LORS D'EXAMENS DE SCANOGRAPHIE ET LA SURVENUE DE PATHOLOGIES TUMORALES CHEZ L'ENFANT

Compte tenu de ses performances diagnostiques, la scanographie est de plus en plus utilisée, y compris pour les enfants (qui sont plus radiosensibles que les adultes). Des études épidémiologiques récentes tendent à montrer des excès de risque de cancer après une exposition par scanner dans l'enfance, mais le caractère significatif de ces résultats doit être confirmé.

C'est pourquoi l'IRSN coordonne une étude dénommée « Cohorte-enfant-scanner » en collaboration avec les services de radiologie de 21 CHU français. Une première analyse a été réalisée en 2014 portant sur 67 274 enfants exposés à un examen scanner entre 2000 et 2010. Dans la cohorte, 100 cancers ont été observés, dont les plus

**EFFECTS OF CHRONIC LOW-DOSE EXPOSURE**  
*Chronic low-dose exposure is the subject of specific research on animal and plant species to measure the related risks. IRSN is closely involved in setting up joint European research platforms and projects on this topic.*

### CHRONIC EXPOSURE TO URANIUM AND NEPHROTOXICITY

*When absorbed by the human body, uranium mainly accumulates in the kidneys and can lead to toxic effects on these organs following acute exposure.*

*Recent research by IRSN on rodents, published in 2014, assessed these nephrotoxic effects and kidney response mechanisms, in the event of chronic exposure through the ingestion of drinking water contaminated with uranium, over a period of three to nine months. It has been observed that the accumulation of uranium in the kidneys was linear and proportionate to intake. Tissue observations or measurements of kidney function markers in the blood and urine showed that the same amounts of uranium that led to toxic effects following acute exposure, did not cause kidney failure under chronic exposure conditions. This form of contamination stimulates the antioxidant defense mechanisms of the kidneys, suggesting that adaptation mechanisms are set up in response to chronic exposure to low concentrations of uranium.*

**RELATIONSHIP BETWEEN EXPOSURE TO IONIZING RADIATION DURING CT SCANS AND THE ONSET OF TUMORS IN CHILDREN**  
*CT scans offer a highly effective tool of medical diagnosis and are therefore used increasingly often, including for children (who are more radiosensitive than adults). Recent epidemiological studies point to an excess risk of cancer following radiation exposure due to CT scanning during childhood, although the significance of these results has yet to be confirmed.*

*IRSN has therefore been coordinating a cohort study on children who have undergone CT scans in the past, in*

fréquents sont des tumeurs du système nerveux central (27 cas), des leucémies (25 cas) et des lymphomes (21 cas).

Pour la première fois, des données cliniques ont été recueillies et elles ont permis d'identifier les 2,6% d'enfants qui présentent un risque accru de développer un cancer [ou facteur de prédisposition (FP) au cancer]. Les analyses sont en cours pour faire la part qui revient aux facteurs de prédisposition au cancer dans l'estimation du risque radio-induit. La poursuite du suivi à long terme et l'inclusion de ces données françaises dans le projet européen EPI-CT permettront d'approfondir les connaissances sur le sujet. ●

*collaboration with the radiology departments of 21 French university hospitals. In 2014, an initial analysis was performed on 67,274 children who had been exposed to CT scans between 2000 and 2010. In the cohort, 100 cases of cancer were observed, the most frequent among them being tumors of the central nervous system (27), leukemia (25) and lymphoma (21).*

*Gathered for the first time, the clinical data led to the identification of the 2.6% of children presenting an increased risk of developing cancer (or cancer susceptibility factor). Further analyses are in progress to take into account these susceptibility factors when estimating the risk of radiation-induced cancer. Knowledge in this area will improve with the continuation of long-term monitoring and the inclusion of this French data in the European EPI-CT project. ●*

## FOCUS

### Projet ISATIS: protéines et mécanismes biologiques à l'origine des effets des rayonnements ionisants

Des études récentes ont montré que, tout comme l'ADN, les protéines pourraient être des cibles critiques de l'irradiation du fait de leur oxydation, et notamment de leur carbonylation, dommage irréversible. Ainsi, pour de fortes doses d'irradiation (200 à 1 000 Gy), une corrélation a pu être observée chez des invertébrés entre la production de protéines carbonylées et l'augmentation de la mortalité ou une baisse de la fécondité. L'objectif du projet ISATIS (*Ionising Radiation and Biological Mechanisms*) est de tester, chez ces invertébrés, la pertinence de ce marqueur – nature et taux des protéines affectées pour des doses d'irradiation modérées se rapprochant des faibles doses (0,1 Gy) – en irradiation aiguë ou chronique. D'autres réponses biologiques, telles que les dommages à l'ADN et à la reproduction, seront également confrontées aux résultats acquis par ce marqueur.

Au final, ISATIS permettra d'augmenter les connaissances sur les mécanismes opérant jusqu'aux faibles doses et ainsi d'améliorer la caractérisation des bases moléculaires de la toxicité des rayonnements. Après les mises au point méthodologiques qui ont commencé au milieu de l'année 2014, les premiers tests porteront sur le ver *Caenorhabditis elegans* et le poisson *Danio rerio*.

### *The ISATIS project: proteins and biological mechanisms behind the effects of ionizing radiation*

*Recent studies have shown that proteins, like DNA, could be critical targets of radiation, owing to their oxidation and, more particularly, their carbonylation, which causes irreversible damage. At high radiation doses (200 to 1,000 Gy), the production of carbonylated proteins in invertebrates has been correlated with increased mortality or decreased fertility. The goal of ISATIS (Ionizing Radiation and Biological Mechanisms) is to test the relevance of this marker in invertebrates – type and rate of proteins affected at moderate radiation doses close to low-dose values (0.1 Gy) – under acute and chronic radiation conditions. Other biological responses, such as damage to DNA and the reproductive system, will be also compared with results acquired through this marker. ISATIS will ultimately increase our understanding of mechanisms operating down to low doses, and lead to more accurate characterization of the molecular markers of radiation toxicity. Following methodological fine-tuning, which began in mid-2014, the first tests will focus on a worm, *caenorhabditis elegans*, and a fish, *danio rerio*.*

# STRUCTURATION EUROPÉENNE DE LA RADIOPROTECTION

Parmi les actions de structuration de la recherche engagées à l'échelle européenne, c'est dans le domaine de la radioprotection que la définition conjointe des orientations de recherche est la plus aboutie. L'implication structurante de l'IRSN dans ces collaborations s'inscrit tout à fait dans les objectifs nationaux et européens de mutualisation des moyens et d'efficience de la recherche au service d'une expertise sans cesse améliorée.

## STRUCTURATION DES RECHERCHES EN RADIOÉCOLOGIE

Dans le domaine de la radioécologie, le réseau d'excellence européen STAR (2011-2015), coordonné par l'IRSN, a permis en particulier la rédaction d'un «agenda stratégique» de recherche au niveau européen ainsi que d'une feuille de route associée pour les cinq prochaines années.

L'IRSN participe aussi de manière active au projet de recherche COMET (2013-2017), qui se focalise, d'une part sur l'amélioration des modèles de transfert des radionucléides dans l'environnement, d'autre part sur l'étude des effets des faibles doses sur les espèces non-humaines.

Enfin, l'IRSN est l'un des huit membres fondateurs de l'association «Alliance européenne en radioécologie» dont le but est de coordonner au niveau européen les recherches dans le domaine de la radioécologie. Aujourd'hui 21 membres la composent.

En septembre 2014 s'est tenue à Barcelone la troisième conférence internationale sur la radioécologie et la radioactivité dans l'environnement (ICRER). Organisée conjointement par l'IRSN et l'autorité de radioprotection norvégienne NRPA sous le parrainage de l'OMS, cette conférence a été l'occasion, pour les 430 participants, d'échanger sur les avancées récentes en matière de radioactivité environnementale appliquée à la radioprotection de l'homme et de l'environnement. Cette troisième édition a été marquée par l'exposé de premiers enseignements tirés de l'accident de Fukushima et par l'intérêt croissant porté aux questions de métrologie et de surveillance radiologique de l'environnement.

## UNE COORDINATION RENFORCÉE ET DE NOUVEAUX PARTENAIRES EUROPÉENS

L'association MELODI est une plate-forme européenne de pilotage et de coordination de la recherche sur les effets des expositions à

## ORGANIZATION OF RADIATION PROTECTION AT THE EUROPEAN LEVEL

*Of the various initiatives underway to organize research on a European level, defining joint research priorities in the field of radiation protection has been the most successful. IRSN organizational involvement in these collaborative efforts is fully in line with both French and European ambitions to pool and streamline research resources to drive progress in the field of assessment*

## RADIOECOLOGY RESEARCH STRUCTURES

*Regarding radioecology, the European network of excellence STAR (2011-2015), coordinated by IRSN, has prepared a Europe-wide strategic research agenda, along with the associated roadmap for the next five years.*

*IRSN is also actively involved in the research project COMET (2013-2017), which is concerned with improving models to simulate radionuclide transfer to the environment, and with studying the impact of low-dose radiation exposure on non-human species.*

*Lastly, IRSN is one of the eight founding members of the European Radioecology Alliance, which is aimed at coordinating European research in the field of radioecology. The Alliance now has 21 members.*

*The third International Conference on Radioecology and Environmental Radioactivity (ICRER) was held in Barcelona in September 2014. Jointly organized by IRSN and the Norwegian Radiation Protection Authority (NRPA) and sponsored by the WHO, the conference was attended by 430 people keen to share views on recent progress in environmental radioactivity and its application to human and environmental radiation protection. The agenda included the first lessons to be learned from the accident in Fukushima, and reflected the growing interest in metrology and environmental radiation monitoring.*

de faibles doses de rayonnements ionisants. Créée en 2010 et présidée, depuis sa fondation, par le directeur général de l'IRSN, l'association comprend, depuis octobre 2014, 30 membres de 18 pays, confirmant ainsi leur volonté partagée d'une meilleure intégration de la recherche européenne sur les faibles doses.

L'année 2014 a été marquée par une participation très active de l'association MELODI au projet OPERRA, coordonné par l'IRSN depuis juin 2013 et cofinancé par la Commission européenne pour une durée de quatre ans, dont l'objectif est de tester une structuration pérenne de la coordination de la recherche européenne en radioprotection. Une de ses activités majeures consiste à expérimenter différents mécanismes d'appel à projets en garantissant, dans le processus de sélection mis en œuvre, transparence, équité et ouverture à de nouveaux partenaires. Ainsi, trois projets sélectionnés parmi les 22 soumis en réponse à l'appel lancé en décembre 2013 recevront un financement de la Commission européenne. Cette démarche a permis l'intégration, en 2014, de 20 nouveaux partenaires dans OPERRA.

Par ailleurs, pour la préparation du deuxième appel à projets d'OPERRA publié en décembre 2014, l'association MELODI a travaillé avec les autres associations européennes représentatives des différentes composantes de la radioprotection (Alliance européenne en radioécologie, NERIS pour la gestion des situations d'urgence, EURADOS pour la dosimétrie) pour que soient déterminées des priorités de recherche communes à au moins deux des quatre plates-formes. La liste de 15 priorités ainsi élaborée a fait l'objet d'une enquête ouverte via Internet entre juillet et septembre 2014, à laquelle près de 250 personnes ont répondu. Sur cette base, des recommandations ont été établies pour le deuxième appel à projets OPERRA.

#### *STRENGTHENED COORDINATION AND NEW EUROPEAN PARTNERS*

*MELODI is a European platform for managing and coordinating research related to the effects of low-dose ionizing radiation. It has been under the chairmanship of the Director-General of IRSN since it was founded in 2010. Since October of the same year, the association has had 30 members from 18 countries who share a strong commitment to closer integration of European low-dose risk research.*

*The year 2014 saw MELODI take a very active part in the OPERRA project, which IRSN has coordinated since June 2013. The project is jointly funded by the European Commission for a period of four years, and is aimed at testing the coordination of European radiation protection research over the long term. One of its main tasks is to test various mechanisms for organizing calls for research projects. The selection process must guarantee transparency and fairness and make room for new partners. Three projects selected from the 22 submitted in response to the call issued in December 2013 will receive cofunding from the European Commission. In 2014, this initiative led to 20 new partners joining OPERRA.*

*During the preparation of the second OPERRA call for projects, which was issued in December 2014, MELODI worked with other European associations representative of various aspects of radiation protection (the European Radioecology Alliance, NERIS for emergency response, and EURADOS for dosimetry) to decide on research priorities shared by at least two of the four platforms. An open survey was then organized online to submit the list of 15 priorities obtained for further selection. Nearly 250 people responded. Following the survey, recommendations were made for the second OPERRA call for projects.*

Afin de poursuivre cet effort de structuration, un projet de programmation conjointe, dit « EJP », a été déposé en réponse à l'appel d'offres 2014 de la Commission européenne en intégrant des associations représentatives des différentes composantes de la radioprotection – MELODI, EURADOS, NERIS. Ce projet, dénommé « CONCERT », auquel l'IRSN participe aux côtés de l'ANR et du CEA, s'inscrit dans la continuité du projet OPERRA. Enfin, dans l'objectif d'inclure des associations européennes représentatives des applications médicales des rayonnements ionisants (ESR, ESTRO, EANM, EFRS et EFOMP), un protocole de collaboration a été signé, en 2014, avec MELODI et EURADOS. ●

*A joint programming project, or EJP, involving the different radiation protection partners - MELODI, EURADOS, NERIS, EURADOS and European Medical Associations - was proposed in response to the European Commission's call for projects in 2014, with a view to continuing this research organization initiative. The project, known as "CONCERT" and in which IRSN is involved with ANR and CEA, follows on from OPERRA. Lastly, a collaboration agreement was signed with MELODI and EURADOS in 2014, with a view to including all representative European associations concerned with medical applications of ionizing radiation (ESR, ESTRO, EANM, EFRS and EFOMP). ●*

## FOCUS

### AMORAD: des recherches pour mieux évaluer et prévoir l'évolution de la contamination par le césium

Le projet AMORAD, financé par l'ANR-RSNR, vise à mieux caractériser et modéliser les évolutions de la contamination par du césium radioactif en cas de rejet accidentel dans les milieux forestiers et les transferts aux milieux aquatiques. Deux campagnes de prélèvements ont eu lieu en novembre 2013 et en juillet 2014 dans des forêts de cèdres du Japon et de chênes de la région de Fukushima, contaminées par des dépôts de césium radioactif. Les prélèvements réalisés dans les différents compartiments de l'écosystème forestier (troncs, branches, feuilles, litières, humus et sols) ont montré que la majorité du césium radioactif intercepté par la canopée lors de l'accident de mars 2011 avait été transférée aux sols par le lessivage des feuilles et leur chute. Les échantillons prélevés deux ans et demi après la catastrophe, analysés en 2014 en tenant compte de la décroissance radioactive, montrent que 58% du dépôt sont présents dans l'humus et les premiers centimètres en profondeur des sols, et 6 % dans les arbres. La suite du projet permettra de modéliser l'évolution à moyen et long termes.

### AMORAD: research to assess and forecast changes in cesium contamination more accurately

AMORAD is a project funded by ANR-RSNR. Its purpose is to improve characterization and modeling of changes in radioactive contamination in the event of cesium release to forests and of transfer to water. Two sampling campaigns were organized in November 2013 and July 2014 in cedar forests in Japan, and oak forests in the region of Fukushima, that had been contaminated by radioactive cesium deposits. Samples taken from various compartments of the forest ecosystem (trunks, branches, leaves, leaf litter, humus and soil) revealed that most of the radioactive cesium intercepted by the forest canopy during the accident in March 2011 had been transferred to the soil by foliar leaching and falling leaves. Samples collected two and a half years after the disaster and analyzed in 2014, allowing for radioactive decay, showed that 58% of the deposit remained in the humus and the top few centimeters of the soil, with 6% found in trees. The next step of the project will be to model medium- and long-term trends.

## PROTECTION DANS LE DOMAINE MÉDICAL

Mieux comprendre les effets des lésions radio-induites sur les tissus et les organes pourrait permettre de définir des traitements mieux ciblés et plus efficaces au bénéfice des patients affectés par ces lésions. L'IRSN participe également à des projets visant à réduire les niveaux des expositions auxquelles les patients peuvent être soumis dans le cadre d'un radiodiagnostic ou d'une radiothérapie.

### THÉRAPIE CELLULAIRE ET DOULEURS VISCÉRALES

#### RADIO-INDUITES : DE NOUVELLES PISTES

Un nombre croissant de personnes développent des complications gastro-intestinales tardives après une radiothérapie pelvienne (20 ans après le traitement, 20 % développent des complications). Environ 50 % de ces patients souffrent de douleurs viscérales chroniques, qui altèrent grandement leur qualité de vie. Une thèse menée à l'IRSN, achevée en 2014, a montré qu'un traitement par injection de cellules souches mésenchymateuses (CSM) réduit l'hypersensibilité viscérale persistante pour un modèle d'ulcération colique radio-induite chez le rat. Un tel effet des CSM pourrait résulter de leur action anti-inflammatoire, de leur capacité à moduler les interactions neuro-immunitaires et de leur potentiel de régénération tissulaire. Ce travail met en évidence les larges possibilités d'action thérapeutique des CSM et constitue un support aux essais cliniques menés pour lutter contre les complications gastro-intestinales des radiothérapies. Il fait l'objet d'un contrat avec l'Institut national du cancer (INCa).

#### RADIOOTHÉRAPIE STÉRÉOTAXIQUE : VERS UNE MEILLEURE CONNAISSANCE DES DOSES

Améliorer la protection des patients lors de radiothérapies nécessite de connaître avec précision les doses reçues par la tumeur et les organes à risque. Ce fut l'objet d'une thèse menée à l'IRSN et soutenue en octobre 2014 sur la dosimétrie des faisceaux de photons de petites dimensions utilisés en radiothérapie stéréotaxique. Les doses délivrées au patient lors d'une séance de radiothérapie et leur répartition dans les tissus tumoraux et les tissus sains sont évaluées grâce à des logiciels de calcul. Le travail réalisé au cours de la thèse a permis, d'une part, à l'aide d'une approche par simulation numérique Monte Carlo, de déterminer avec précision les données servant à paramétriser ces logiciels et, d'autre part, à l'aide d'une approche expérimentale, de valider les algorithmes utilisés dans ces logiciels. Ce travail a permis d'améliorer la connaissance des doses délivrées aux patients traités par radiothérapie stéréotaxique et a fourni des données directement utilisables par les centres de radiothérapie.

#### 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 also involved in projects aimed at reducing patient exposure during diagnostic radiography or radiation therapy.*

#### NEW AVENUES OF RESEARCH INTO CELL THERAPY AND RADIATION-INDUCED VISCELAR PAIN

*A growing number of patients develop delayed gastrointestinal complications following pelvic radiation therapy (20 years after treatment, 20% develop complications). Roughly half of them suffer from chronic visceral pain that considerably impairs their quality of life. A thesis project initiated at IRSN and ended in 2014 has shown that mesenchymal stem cell (MSC) injection reduces persistent visceral hypersensitivity based on a radiation-induced colonic ulceration model in rats. This effect could be due to the anti-inflammatory action of MSCs, their ability to modulate neuroimmune interactions, and their tissue regeneration potential. This research highlights pleiotropic action of MSC leading to high therapeutic potential, and supports the clinical trials underway to rescue gastrointestinal complications induced by radiation therapy. It was carried out under a contract with INCa, the French National Cancer Institute.*

#### IMPROVING KNOWLEDGE OF DOSES IN STEREOTACTIC RADIATION THERAPY

*Providing radiation therapy patients with effective protection requires precise knowledge of radiation doses to the tumor and of the organs at risk. This was the subject of a doctoral thesis prepared at IRSN and defended in October 2014, focusing on dose measurement in small photon beams for stereotactic radiation therapy. The doses received by the patient during a therapy session and their distribution, both in the tumor and healthy tissue, are measured using computer software. This doctoral research used a method based on Monte Carlo numerical simulation to precisely determine the data required to configure these software applications, then adopted an*

## RADIODIAGNOSTIC : DEUX RAPPORTS ACTUALISENT LES CONNAISSANCES SUR L'EXPOSITION MÉDICALE EN FRANCE

Dans deux rapports diffusés en 2014, l'IRSN a actualisé les connaissances sur l'exposition médicale de la population française.

### ExPRI

Le rapport Expri traite de l'exposition de la population ayant bénéficié d'actes d'imagerie médicale réalisés en 2012. Il montre une augmentation de la dose efficace moyenne annuelle par habitant de 20 % en cinq ans (1,6 mSv/an en 2012 contre 1,3 mSv/an en 2007), principalement liée à un accroissement des actes scanographiques. L'IRSN a mis en place, fin 2014, un comité d'experts du monde médical afin d'élaborer des recommandations pour améliorer le recueil et l'analyse des données présentées synthétisées dans le rapport Expri. Cela permettra, *in fine*, de mieux répondre aux attentes des professionnels de santé.

*experimental approach to validate the algorithms they use. It led to improved knowledge of doses delivered to patients undergoing stereotactic radiation therapy, and provided data for direct use at radiation therapy centers.*

### RADIODIAGNOSIS: TWO REPORTS PROVIDE FRESH DATA ON MEDICAL EXPOSURE IN FRANCE

*IRSN provided updated data on the medical exposure of the French population in two reports published in 2014.*

### ExPRI

*The first, the ExPRI report, addresses the exposure of people who underwent medical imaging procedures in 2012. It shows that the average annual effective dose per capita rose by 20% in five years (from 1.3 mSv/year in 2007 to 1.6 mSv/year in 2012), which can be largely explained by the increased use of CT scans. In late 2014, IRSN established a committee of medical experts to draw up guidelines for improving the collection and analysis of data*

## “ LA PAROLE À...



**Dr Elena Buglova**  
*Centre des incidents et des urgences de l'AIEA*

À l'occasion de la 58<sup>e</sup> Conférence générale de l'AIEA, en 2014, l'Agence et la France ont coorganisé un événement intitulé « Prise en charge médicale des accidents d'irradiation: expérience et coopération entre la France et l'Amérique du Sud ». Cette dernière remonte à 2005, avec le codéveloppement par l'IRSN et l'HIA Percy d'un protocole de traitement des personnes surexposées aux rayonnements ionisants fondé sur une approche alliant un geste chirurgical guidé par la dosimétrie à l'injection de cellules souches mésenchymateuses. Il a été mis en œuvre pour la première fois dans le cadre de l'assistance apportée par l'AIEA au Chili, au titre de la Convention d'assistance en situation d'accident nucléaire ou d'urgence radiologique. Cette nouvelle stratégie a significativement amélioré la guérison et la qualité de vie des patients surexposés. En 2012 et 2014, l'IRSN a apporté, au sein du réseau Ranet de réponse et d'assistance créé par l'AIEA, son aide à la suite d'accidents radiologiques au Pérou. L'Agence est en train de mettre en place, notamment en Amérique latine, des Centres de compétences en matière de préparation et de réponse aux situations d'urgence. L'IRSN a apporté une assistance scientifique et technique active à toutes les missions d'étude menées dans ce cadre. Enfin, l'Institut est un contributeur régulier aux cours de l'AIEA consacrés aux aspects médicaux de préparation et de réponse aux situations d'urgence nucléaire et radiologique.»

*In the words of... Dr Elena Buglova  
of the IAEA incident and emergency center*

*“During the IAEA’s 58<sup>th</sup> General Conference in 2014, the Agency and France co-hosted a side event on Medical Management of Radiological Accidents: French and South American Experience and Cooperation. Such cooperation goes back to 2005, when a protocol, developed in France by IRSN and Percy Hospital to treat individuals overexposed to ionizing radiation by a combined approach involving dosimetry-guided surgery and mesenchymal stem cells injection, was first applied as part of the international assistance provided by the IAEA to Chile under the Convention on Assistance in the Case of a Nuclear Accident or Radiological Emergency. This medical breakthrough was possible thanks to the preclinical studies conducted by the IRSN. This new strategy considerably improved healing, life quality and functionality of overexposed patients. In 2012 and 2014 also, IRSN, through the IAEA’s Response and Assistance Network (RANET) was involved in provision of assistance by the IAEA in response to radiological accidents in Peru. The Agency is in the process of establishing Capacity Building Centres (CBC) on emergency preparedness and response in different regions, including Latin America. IRSN participated actively to all review missions, providing scientific and technical support. Last but not least, IRSN has been a steady contributor to the IAEA courses on the medical aspects of emergency preparedness for response to nuclear and radiological emergencies.”*

## Niveaux de référence diagnostiques

Le second rapport résulte de l'application de la réglementation relative aux niveaux de référence diagnostiques (NRD). Il met en évidence une tendance à la baisse des doses délivrées par examen sur la base du bilan 2011-2012 des évaluations dosimétriques transmises à l'IRSN par les services d'imagerie.

Si l'imagerie médicale a des effets positifs indéniables sur la prise en charge des patients, ces rapports proposent des actions visant à homogénéiser les pratiques dans le sens de l'optimisation des doses reçues par les patients. Par ailleurs, ces conclusions peuvent poser question quant à la justification de certains actes de radiodiagnostic. ●

*presented briefly in the Expri report. This should better meet the expectations of healthcare professionals.*

## Diagnostic reference levels

*The second report stems from the application of regulations on diagnostic reference levels (DRL). It shows a downward trend in doses delivered during medical examinations, based on the 2011-2012 report of dosimetric assessments submitted to IRSN by imaging departments.*

*While there is no doubt that medical imaging contributes positively to patient care, the above reports include proposals for standardizing practices with a view to optimizing doses to patients. Furthermore, their conclusions raise questions as to whether some radiodiagnostic procedures are justified. ●*

## FOCUS

### L'IRSN, expert conseil désigné par l'AIEA pour traiter une personne irradiée au Pérou

Un accident d'irradiation par une source de gammagraphie (source d'iridium) a eu lieu au Pérou, le 14 février 2014. Trois personnes ont été irradiées, dont une sévèrement au niveau de la cuisse gauche.

Fin avril 2014, le gouvernement péruvien a sollicité l'aide de l'AIEA, qui a organisé une première mission d'assistance médicale. Cette mission, à laquelle deux experts français ont participé, dont un de l'IRSN, a permis de diagnostiquer la lésion, de prévoir son évolution et de proposer un traitement. En juillet, le patient a été pris en charge au Brésil avec l'appui d'experts français. L'IRSN a réalisé une reconstruction dosimétrique ainsi qu'une dosimétrie biologique, et a conseillé la mise en œuvre d'une thérapie. Le patient a pu, après traitement, retourner au Pérou, en octobre 2014. Un suivi clinique a été mis en place, compte tenu du risque important de récidive.

Le retour d'expérience de ces actions a, toutefois, illustré la difficulté de transférer un savoir-faire global compte tenu de la complexité de la prise en charge de telles victimes, qui nécessite une expertise pluridisciplinaire (reconstruction dosimétrique, radiopathologie, techniques chirurgicales et thérapie cellulaire). Ce transfert est d'autant plus délicat qu'il y a nécessité d'agir vite pour renforcer les chances de succès des traitements lors de la prise en charge de victimes d'irradiation dans un contexte diplomatique et financier complexe. Ces conclusions ont été discutées lors d'un «*side event*» organisé à la 58<sup>e</sup> conférence de l'AIEA, en septembre 2014, sur le sujet «*Prise en charge médicale des accidents d'irradiation: expérience et coopération entre la France et l'Amérique du Sud*».

### IRSN designated by IAEA as expert consultant to treat a victim of a radiation accident in Peru

A radiation accident involving a gamma radiography iridium source occurred in Peru on February 14, 2014. Three persons were irradiated, one of whom received severe burns to the left thigh. At the end of April 2014, the Peruvian Government sought the help of IAEA, which responded by sending a medical assistance team. The team, which included two French experts (one from IRSN), diagnosed the lesion, made a prognosis and proposed a treatment plan. In July, the patient was sent to Brazil for treatment, with support from French experts. IRSN performed dosimetric reconstruction and biological dosimetry, and recommended starting treatment. The patient was able to return to Peru in October 2014 following treatment. Given the high risk of recurrence, clinical monitoring was set up. The feedback from this experience highlighted the problems of transferring overall expertise in this area; treating radiation victims is highly complex and calls for experts in many fields, including dosimetric reconstruction, radiopathology, surgical techniques, and cell therapy. Transfer is made all the more difficult by the need for a rapid response to increase the chances of success when treating radiation victims, especially when confronted with diplomatic and financial complications. These findings were discussed during the 58<sup>th</sup> IAEA General Conference, at a side event on the theme “*Medical Management of Radiation Accidents: French and South American Experience and Cooperation*”.

# CRISE ET SITUATIONS POSTACCIDENTELLES

**Apporter aux pouvoirs publics un appui technique de qualité, réactif et opérationnel dans un contexte de crise est également l'une des missions de l'IRSN. Expert public des risques radiologiques et nucléaires, l'Institut a contribué à l'élaboration du « plan national de réponse à un accident nucléaire ou radiologique majeur », diffusé en février 2014. Au sein du dispositif de réponse, le rôle de l'IRSN concerne l'évaluation des risques, le pronostic de l'accident, l'élaboration de recommandations pour la protection des personnes et de l'environnement. À cette fin, l'IRSN a mis en place de longue date une organisation qu'il teste régulièrement et qu'il fait évoluer, un vivier de personnels spécifiquement formés et des moyens pour faire face à une situation d'urgence.**

**Il a, cette année, travaillé à l'élaboration d'un plan de contingence pour la mobilisation de l'ensemble de ses laboratoires afin d'être en mesure d'assurer, en cas de besoin, l'analyse d'un grand nombre d'échantillons de l'environnement potentiellement radioactifs en phase d'urgence comme en période postaccidentelle. L'IRSN étudie, en parallèle, la construction d'un nouveau laboratoire dédié au traitement et à l'analyse en grand nombre de ce type d'échantillons.**

## 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 nation's public service expert in nuclear and radiation risks, the Institute helped to prepare the French National response plan Major nuclear or radiological accidents, which was issued in February 2014. IRSN's role in emergency response covers risk assessment, accident prognosis, and making 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. Its specially trained teams and means which ensure effective emergency response.*

*This year, the Institute has worked on a contingency plan involving all its laboratories, to strengthen its capacity to analyze a large number of potentially radioactive environmental samples, when called upon, both under emergency and post-accident conditions. At the same time, it has been studying plans for a new laboratory that will be specially equipped to process and analyze large quantities of such samples.*

*8 national nuclear emergency exercises excluding defense-related activities. 5 national nuclear emergency exercises involving defense-related activities. 36 ionizing radiation dose assessments by biological dosimetry. 2 actions taken by the emergency response center.*

**2** gréments réels  
du centre technique de crise.

**36** évaluations  
DE DOSE D'EXPOSITION AUX  
RAYONNEMENTS IONISANTS  
PAR DOSIMÉTRIE BILOGIQUE.

**8** EXERCICES  
TECHNIQUES  
NATIONAUX DE  
**CRISE NUCLÉAIRE**  
HORS ACTIVITÉS  
INTÉRESSANT  
LA DÉFENSE.

**5** exercices nationaux  
de crise nucléaire  
concernant les  
installations  
intéressant la défense.

## **VISITES DU CENTRE TECHNIQUE DE CRISE**

En 2014, 32 visites du centre technique de crise ont été comptabilisées, dont 18 visites de délégations étrangères : Japon, Corée, Singapour, Vietnam, Russie, Émirats arabes unis, Espagne, États-Unis, Canada, etc. L'IRSN organise également des visites pour des étudiants d'écoles d'ingénieurs (CNAM, ENSIB Bourges, etc.) souhaitant s'informer sur le fonctionnement de ce centre névralgique de la gestion de crise nucléaire.

Par ailleurs, de nombreux observateurs sont reçus pendant les exercices de crise : experts d'EDF, de l'Andra, d'Areva, représentants des autorités de sûreté nucléaire civile ou de défense, membres du conseil d'administration de l'IRSN. Un savoir-faire qui attire de plus en plus de visiteurs venant de tous horizons.

## **DÉMARRAGE DU PROJET PRIODAC**

En mars 2014, l'IRSN a lancé le projet PRIODAC (prophylaxie répétée par l'iode stable en situation accidentelle) avec le CEA, la pharmacie centrale des armées et les universités Aix-Marseille (Bouches-du-Rhône) et Nice Sophia Antipolis (Alpes-Maritimes). Le projet PRIODAC vise à déterminer les modalités d'administration les plus appropriées d'iode stable aux personnes se trouvant dans une zone touchée par des rejets accidentels radioactifs répétés ou prolongés, tels que ceux qui ont été observés lors de l'accident de Fukushima. Les premiers résultats, attendus d'ici 2019, pourraient conduire à une modification de l'autorisation de mise sur le marché des comprimés d'iodure de potassium et à une nouvelle doctrine « iode » en cas d'accident nucléaire.

## **VENTE DES PLATES-FORMES SESAME ET C<sup>3</sup>X EN CHINE**

Dans le domaine de l'évaluation des risques en cas de crise nucléaire ou radiologique, l'IRSN se fonde sur son expérience en matière d'expertise et sur les méthodes et outils qu'il développe. Depuis l'accident de Fukushima, des pays sollicitent l'Institut pour bénéficier de son expérience et améliorer leur organisation de crise ainsi que les moyens correspondants. L'exploitant des centrales nucléaires de Daya Bay et de Ling Ao, en Chine, a passé en 2014 un contrat de trois ans avec l'IRSN pour l'installation, sur ces sites, de versions adaptées des logiciels SESAME et C<sup>3</sup>X, logiciels d'évaluation de rejets en cas d'accident sur un réacteur nucléaire et de leur dispersion dans l'environnement, ainsi que pour la formation de ses experts. L'installation des logiciels a été effectuée en novembre 2014 et la formation est planifiée au début de l'année 2015.

## **VISITS TO THE EMERGENCY RESPONSE CENTER**

*The emergency response center received 32 visits in 2014, with 18 by foreign delegations, including from Japan, Korea, Singapore, Vietnam, Russia, United Arab Emirates, Spain, United States and Canada.*

*IRSN also organizes visits for students from engineering schools (for example CNAM and ENSIB Bourges) who are keen to find out how this center operates at the heart of the emergency response system.*

*The center also receives visits from many observers during emergency response exercises, including EDF, Andra, and Areva experts, as well as representatives of the civil and defense-related nuclear safety authorities, and members of the IRSN Board of Directors. Its expertise draws an increasing number of visitors from all backgrounds.*

## **THE PRIODAC PROJECT TAKES OFF**

*In March 2014, IRSN launched a project called PRIODAC (repeated stable iodine prophylaxis in accident situations) with four partners: CEA, Pharmacie Centrale des Armées, University of Aix-Marseille and University of Nice Sophia-Antipolis. The aim of the project is to identify the most appropriate procedures for administering stable iodine to people exposed to repeated or prolonged radioactive releases such as those observed following the accident in Fukushima. Initial results are expected by 2019 and could lead to a change in the current authorization to market potassium iodide tablets, and the proposal for a new "iodine" policy in the event of a nuclear accident.*

## **SESAME AND C<sup>3</sup>X CONTRACTS WITH CHINA**

*IRSN's expertise in assessing risks in nuclear or radiological emergencies is built on the experience it has acquired in this field, and on the methods and tools it develops. Since the accident in Fukushima, different countries have turned to the Institute to benefit from its experience and improve their emergency response organization and resources.*

*The licensee of the Daya Bay and Ling Ao nuclear power plants in China signed a three-year contract with IRSN in 2014 for the installation of the SESAME and C<sup>3</sup>X software programs at its plants. These tools are used to assess radioactive releases and their atmospheric dispersion in the event of a nuclear reactor accident. The contract also provides for training for the licensee's experts. The two programs were installed in November 2014, and training is scheduled to start in early 2015.*

# PRÉPARATION AUX SITUATIONS DE CRISE ET POSTACCIDENTELLES

L'organisation d'exercices de crise a pour objectif de préparer les acteurs du dispositif national de crise (pouvoirs publics, autorités, exploitants, IRSN, etc.) pour être en mesure d'intervenir rapidement en testant l'efficacité de l'organisation, des moyens engagés et de la communication, y compris pour des situations postaccidentelles.

## EXERCICE DE CRISE IMPLIQUANT UN TRANSPORT DE MATIÈRES NUCLÉAIRES

Dans le cadre du projet européen PREPARE, dédié à la gestion de situations postaccidentelles, l'IRSN a piloté un travail spécifique relatif à la sûreté des transports de matières radioactives. Ce travail visait à étudier et à comparer les organisations de crise de quelques États membres (France, Belgique et Royaume-Uni) pour un accident de transport de matières radioactives. Il a mis en situation des organismes belges et français lors d'un exercice sur table simulant un accident de transport à la frontière franco-belge. Pour cet exercice, le scénario technique établi par les équipes belge et française (Bel V et IRSN) impliquait un transport d'hexafluorure d'uranium qui circulait entre l'usine FBFC de Romans-sur-Isère (Drôme) et le port d'Anvers (Belgique). Le scénario prévoyait un violent incendie, au poste frontière entre la France et la Belgique, provoquant un rejet de matières radioactives et chimiques dans l'environnement. Les autorités de sûreté qui ont participé à cet exercice ont pu tester les modalités d'échange d'informations entre les deux pays et comparer les expertises faites par Bel V et l'IRSN.

Cet exercice s'inscrit dans un travail plus global de comparaison des pratiques de différents pays européens pour la préparation d'une éventuelle crise nucléaire affectant un transport.

## EXERCICE DE CRISE POUR LES MOYENS MOBILES « HOMME »

En cas de crise, la capacité de réaction rapide des intervenants et de déploiement sur un territoire de moyens de terrain adaptés à la situation est un facteur essentiel d'efficacité de la réponse apportée. C'est pourquoi l'IRSN teste régulièrement la réactivité de ses équipes en organisant leur participation sur le terrain à des exercices de simulation d'un événement majeur. À cet égard, les équipes de l'IRSN ont participé à un premier test des modalités du «plan national de réponse à un accident nucléaire ou radiologique majeur» organisé en mai 2014 à Nogent-le-Rotrou (Eure-et-Loir) avec trois compagnies de l'unité d'instruction et d'intervention de la sécurité civile de Nogent-le-Rotrou. Cet exercice a permis de tester,

## EMERGENCY AND ACCIDENT PREPAREDNESS AND RESPONSE

*Emergency response exercises are organized to test the rapid response capability of national emergency response teams (the authorities, licensees, IRSN, etc.). The exercises focus on organizational efficiency, the resources deployed and communication, including in post-accident situations.*

## EMERGENCY RESPONSE EXERCISE INVOLVING THE TRANSPORTATION OF NUCLEAR MATERIALS

*IRSN led research into the safety of radioactive materials transportation, as part of an EU project called PREPARE. The work was aimed at studying and comparing emergency response organization in several Member States (France, Belgium, and the United Kingdom) for dealing with an accident involving a transportation of radioactive materials. French and Belgian organizations took part in a table-top exercise simulating an accident on the border between the two countries. The technical scenario set up by the Belgian and French teams (BelV and IRSN) concerned a uranium hexafluoride shipment, traveling between the FBFC plant in Romans-sur-Isère in southeastern France, and the port of Antwerp in Belgium. In the scenario, a fierce fire broke out at a border post, causing the release of radioactive and chemical materials to the environment. The safety authorities that took part in the exercise were able to test the exchange of information between the two countries and compare assessments made by BelV and IRSN.*

*The exercise is part of a broader study aimed at comparing practices in various European countries to ensure response capability in nuclear emergencies involving materials transportation.*

## EMERGENCY RESPONSE EXERCISE WITH MOBILE HUMAN RADIATION PROTECTION UNITS

*In the event of an emergency, the ability of the concerned teams to act rapidly and deploy the right field resources*

en particulier, la coordination des moyens mobiles de mesure de l'IRSN avec ceux de la sécurité civile et de démontrer la capacité de l'Institut à acheminer rapidement des moyens techniques lourds sur le terrain et à assurer efficacement leur interface avec la chaîne de décontamination externe gérée par la sécurité civile. Ces moyens sont à mettre en œuvre en amont des protocoles de mesure de l'exposition interne des personnes potentiellement contaminées, réalisés par l'IRSN. Au cours de l'exercice, 811 personnes ont fait l'objet d'une anthroporadiométrie, dont 560 après une décontamination par douche. L'exercice a permis de préciser les capacités de prise en charge par les équipes conjointes de la sécurité civile et de l'IRSN. ●

*to deal with the situation is a vital factor in ensuring an effective response. For this reason, IRSN regularly tests the response capability of its teams by making them take part in field exercises simulating a major emergency situation. Within this context, IRSN teams participated in an initial exercise to test procedures provided for in the French National response plan Major nuclear or radiological accidents. The exercise took place in Nogent-le-Rotrou, southwest of Paris, in May 2014 and mobilized three companies of the local civil defense assessment and response unit.*

*Its main purpose was to test the coordination of IRSN and civil defense mobile measurement resources, and demonstrate IRSN's ability to transport heavy technical equipment to the area and its efficiency in linking it up to the external decontamination system managed by civil defense teams. These resources are intended to be used upstream of the IRSN protocols designed for measuring the internal exposure of potentially contaminated people. During the exercise, 811 whole-body counts were performed, including 560 following a decontamination shower. It also measured the response capability of joint IRSN-civil defense teams. ●*

## FOCUS

### Gestion des situations postaccidentelles

L'IRSN participe aux travaux du Comité directeur pour la gestion des situations postaccidentelles d'un accident nucléaire ou d'une situation d'urgence radiologique (CODIRPA), piloté par l'ASN, chargé d'élaborer les éléments de doctrine correspondants. Ces travaux réunissent de nombreuses entités (pouvoirs publics, experts, exploitants, associations et représentants de la société civile, etc.). C'est dans ce cadre que l'IRSN a préparé un scénario d'accident conduisant à un rejet important et de longue durée de substances radioactives dans l'atmosphère. Une journée de « mise en situation » a été organisée en mai 2014, pour permettre aux participants de s'approprier ce scénario et d'appréhender les incertitudes sur l'état de l'installation et les conditions météorologiques inhérentes à ce type de situation. La présentation par l'IRSN de ce scénario a permis de confronter la doctrine, élaborée pour un accident d'ampleur plus faible et de rejets plus courts, aux situations successives calculées. Cet exercice a ainsi contribué à faire réfléchir les participants aux besoins d'évolution de la doctrine et à les sensibiliser à la notion d'incertitude.

### Managing post-accident situations

IRSN contributes to the work of the ASN-led Steering Committee for the management of the post-accident phase of a Nuclear Accident or a Radiological Emergency (CODIRPA), responsible for defining policy in the relevant areas. Many bodies and organizations take part in this work, including the public authorities, experts, licensees, associations, and representatives of civil society. IRSN prepared a scenario to simulate an accident leading to significant and sustained release of radioactive materials to the atmosphere. A practical workshop was organized in May 2014 to allow participants to familiarize themselves with the scenario, and give them a better grasp of uncertainties concerning the state of the facility and the weather conditions inherent in this type of situation. IRSN's presentation of the scenario compared policy, which was defined for accidents on a smaller scale and involving release over a shorter period, with the calculated sequence of situations. The exercise thus encouraged participants to consider what changes to policy were required and sharpened their awareness of the notion of uncertainty.

## OUTILS DE CRISE

L'IRSN développe des moyens pour évaluer au mieux les conséquences pour l'environnement et la population d'un rejet accidentel de substances radioactives. L'Institut se prépare ainsi à répondre aux demandes de diagnostic ou de pronostic d'un accident qui pourraient lui être formulées par les autorités en situation de crise.

### BALISES MOBILES ET RESTITUTION DANS L'OUTIL CRITER

Les accidents radiologiques majeurs ont montré la nécessité de disposer en permanence d'équipements mobiles permettant de compléter les équipements installés ou remplacer des équipements endommagés. Dans le domaine des mesures de la radioactivité de l'environnement, indispensables à une évaluation correcte des conséquences d'un accident, l'IRSN a développé, à cette fin, un système de balises de mesure du débit de dose dû aux rayonnements gamma, mobiles et autonomes, tant pour leur alimentation électrique que pour les télécommunications. Ce système est capable de transférer en temps réel – dans l'outil informatique CRITER de restitution et de visualisation – les résultats de ces mesures. En 2014, l'IRSN s'est doté d'une vingtaine de balises de ce type autonomes et mobilisables à tout moment.

### OCEAN: UN OUTIL POUR LES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES DE LA MARINE

L'application OCEAN est un outil de crise informatique d'évaluation des paramètres thermohydrauliques du réacteur nucléaire d'une chaufferie de la propulsion navale en cas d'accident – par exemple, le délai avant fusion du cœur. Une première version de cet outil, permettant d'évaluer le délai avant le dénoyage du cœur et les rejets radioactifs dans l'environnement, a été implantée au centre technique de crise de l'IRSN en 2014; elle a été testée avec succès lors d'exercices de crise. Une seconde version sera développée en 2015 pour compléter les fonctionnalités du logiciel de façon à pouvoir traiter les accidents susceptibles d'affecter des installations portuaires, comme les piscines d'entreposage de combustibles usés.

### ORGANISATION DES MOYENS D'ANALYSE DES ÉCHANTILLONS DE L'ENVIRONNEMENT

Dans une situation de crise importante, l'IRSN serait amené à recevoir et analyser un très grand nombre d'échantillons pouvant être plus radioactifs que ceux qu'il reçoit dans le cadre de la surveillance environnementale ordinaire. Il devrait également être en mesure de rendre certains résultats d'analyse très rapidement, pour aider les pouvoirs publics concernés à prendre des décisions appropriées. L'IRSN ne disposant pas d'une infrastructure permanente permettant la manipulation d'un grand nombre d'échantillons susceptibles d'être très radioactifs, il a mis au point un « plan

### EMERGENCY RESPONSE TOOLS

*IRSN develops tools and equipment for improved assessment of the environmental and human impact of accidental release of radioactive materials. This work ensures its readiness to respond to accident diagnosis or prognosis requests that it might receive from the authorities in emergency situations.*

### DEVELOPMENT OF MOBILE MONITORS AND DATA RETRIEVAL SYSTEM FOR CRITER

*Severe radiological accidents have highlighted the need for mobile equipment to be kept ready at all times to work in conjunction with stationary systems or replace damaged equipment. Regarding environmental radioactivity measurements, which are vital for accurately assessing the impact of an accident, IRSN has developed a system of mobile, gamma-radiation monitors equipped with their own electrical power supply and telecommunication system. The system is able to transfer measurement results in real time, via a computer tool called CRITER, designed for data retrieval and display. In 2014, IRSN acquired twenty of these independent monitors that can be activated at any time.*

### OCEAN - A TOOL FOR NAVAL NUCLEAR FACILITIES

*The OCEAN application is an emergency response tool designed to assess the thermal-hydraulic parameters of a naval nuclear reactor - for example the time before core melt - in the event of an accident. An initial version of this tool to evaluate the time before core uncover and radioactive release to the environment was installed at the IRSN emergency response center in 2014. It performed well during emergency response exercises. A second version will be developed in 2015 to introduce additional functions for handling accidents liable to affect onshore facilities such as spent fuel pools.*

### ORGANIZING ENVIRONMENTAL SAMPLE ANALYSIS

*In a major emergency, IRSN would be required to receive and analyze a very large number of samples that could be more radioactive than those it is used to handling in routine environmental monitoring. It would also be expected to provide some analysis results very rapidly to help the relevant public authorities make the right decisions. As the Institute does not have the necessary permanent infrastructure to handle very large quantities of samples that may be very highly radioactive,*

de contingence» consistant en une réaffectation fonctionnelle temporaire de laboratoires existants, une modification des procédures et une requalification de postes de travail, pour pouvoir faire face au besoin en ces circonstances. Ce plan a été testé lors d'un exercice organisé en juin 2014 sur le site du Vésinet (Yvelines): cet exercice a permis de préciser le «dimensionnement» des moyens humains et techniques nécessaires, ainsi que la volumétrie du flux d'échantillons pouvant être traité par l'organisation proposée. Il a également mis en évidence les contraintes liées aux infrastructures existantes; cela conduit l'IRSN à étudier la construction d'un nouveau laboratoire dédié (projet LATAC – Laboratoire de gestion, traitement et analyse d'échantillons contaminés en situation postaccidentelle). ●

*it has developed a contingency plan for this purpose. The plan provides for the temporary functional reassignment of existing laboratories, modified procedures, and changes to jobs to meet these challenging requirements. The plan was tested during an exercise organized on the Le Vésinet site near Paris in June 2014. The exercise gave a closer idea of the human and technical resources required, as well as the volume of samples that the proposed organization could handle. It also highlighted the limitations of existing infrastructure, which led IRSN to consider building a new specialized laboratory via the LATAC project (Laboratory for the management, processing and analysis of contaminated samples in post-accident situations). ●*

## “LA PAROLE À...



**Olivier Isnard**

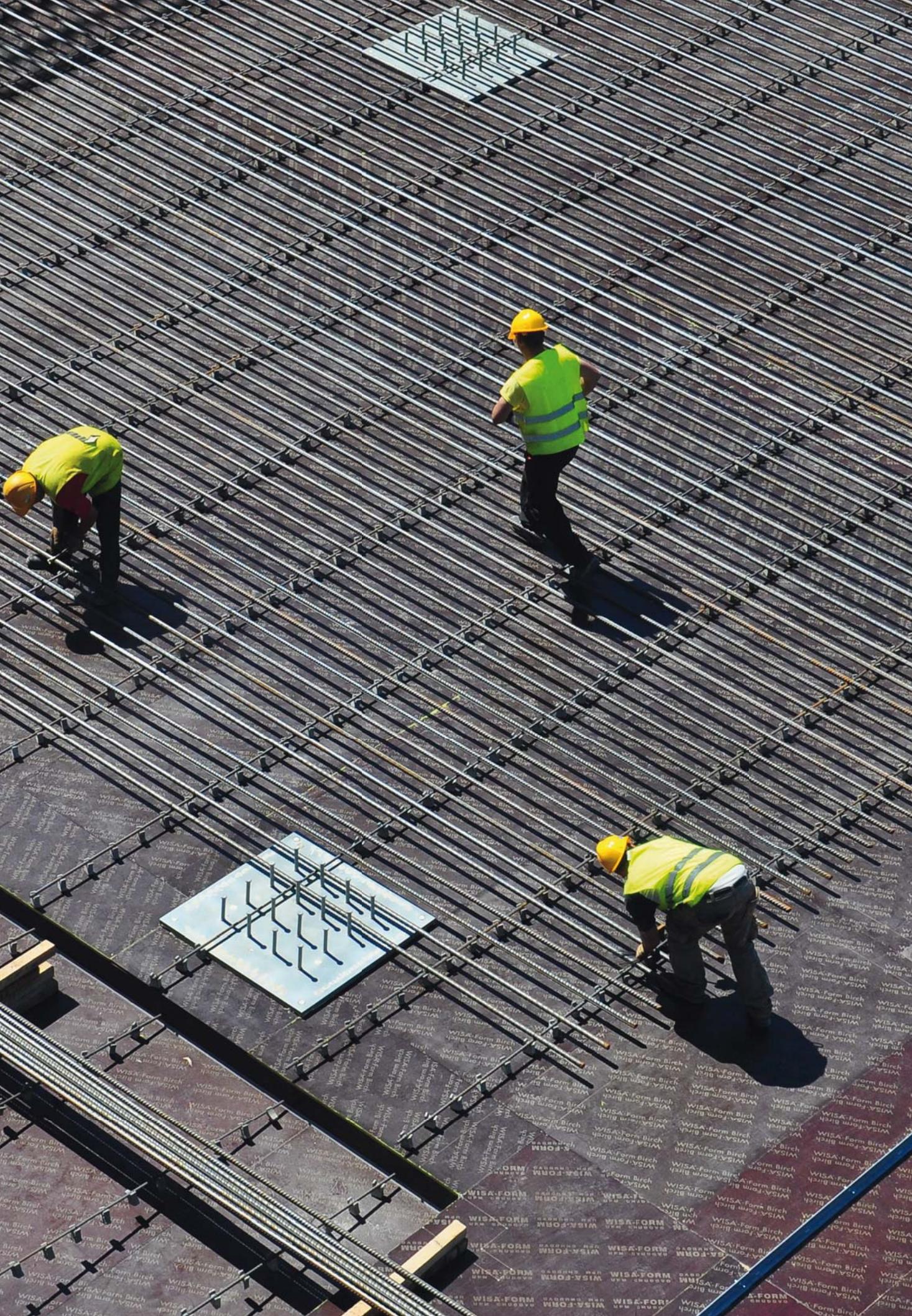
*Adjoint au chef du service des situations d'urgence et d'organisation de la crise de l'IRSN*

« Pour être en mesure de faire face à toute situation d'urgence, l'IRSN a développé des méthodes d'expertise de crise, des organisations constamment mobilisables et des outils permettant d'effectuer un diagnostic et un pronostic de l'état d'un réacteur accidenté et d'estimer les conséquences radiologiques associées, pour prendre les mesures nécessaires de protection des populations. Les deux plates-formes d'évaluation – SESAME et C<sup>3</sup>X – font l'objet d'améliorations continues, ce qui leur permet d'être pleinement opérationnelles. Elles ont été vendues en 2014 à la compagnie d'électricité China General Nuclear Power Corporation dans le cadre d'un contrat de modernisation du système de gestion de crise de son parc de réacteurs à Daya Bay. Si ces plates-formes apportent une aide certaine aux experts, c'est toute la méthode d'expertise et la mise en place des organisations associées que l'IRSN promeut, tant auprès des exploitants que des autorités de sûreté et des organismes techniques. En effet, l'acquisition de telles plates-formes doit être accompagnée de formations à l'expertise de crise et à l'utilisation opérationnelle des outils. Pour l'acquéreur, l'investissement est avant tout humain et organisationnel. »

### *In the words of... Olivier Isnard*

*Deputy Head of the IRSN Emergencies and Emergency Response Organization Department*

*“In order to deal with all emergency situations, IRSN has developed emergency assessment methods, organizational systems that are ready to use and tools to perform diagnostics and prognostics of the state of a damaged reactor and to estimate the associated radiological consequences, in order to take the necessary measures to protect the public. The two assessment platforms - SESAME and C<sup>3</sup>X - undergo continuous improvement, ensuring that they are fully operational. They were sold in 2014 to the electricity company China General Nuclear Power Corporation, under a contract to modernize its Daya Bay reactor fleet emergency management system. These platforms provide experts with welcome support and are a vital part of the assessment method and the associated organizational methods that IRSN promotes to utilities companies, safety authorities and technical bodies. Using these platforms obviously requires training in emergency assessment and how to use the tools in an operational environment. Above all, the investment required is on a human and organizational level.”*



# EFFICIENCE

PROGRAMME IMMOBILIER: CONCRÉTISATION DES PROJETS DE CONSTRUCTION P. 92 / HYGIÈNE, SÉCURITÉ, RESPONSABILITÉ SOCIÉTALE P. 94 / RESSOURCES HUMAINES P. 96 / ORGANIGRAMME P. 100 / CONSEIL D'ADMINISTRATION P. 102 / COMITÉ D'ORIENTATION AUPRÈS DE LA DIRECTION DE L'EXPERTISE NUCLÉAIRE DE DÉFENSE – CODEND P. 103 / CONSEIL SCIENTIFIQUE P. 103 / COMMISSION D'ÉTHIQUE ET DE DÉONTOLOGIE P. 104 / COMITÉ D'ORIENTATION DE LA RECHERCHE EN SÛRETÉ NUCLÉAIRE ET EN RADIOPROTECTION – COR P. 104 / GLOSSAIRE P. 106

## EFFICIENCY

*Real estate program: construction projects get started p. 92 / Hygiene, safety, social responsibility p. 94 / Human resources p. 96 / Organization chart p. 100 / Board of directors p. 102 / Steering committee for the nuclear defense expertise division – Codend p. 103 / Scientific council p. 103 / Ethics commission composition p. 104 / Nuclear safety and radiation protection research policy committee – COR p. 104 / Glossary p. 106*



## PROGRAMME IMMOBILIER: CONCRÉTISATION DES PROJETS DE CONSTRUCTION

Basé, notamment, sur le regroupement des équipes, la modernisation des infrastructures et l'amélioration de leurs performances énergétiques, le schéma pluriannuel de stratégie immobilière (SPSI) développé par l'Institut constitue l'un des instruments d'amélioration de l'efficience de l'Établissement. Ainsi, dans le cadre de cette modernisation, l'année 2014 a été marquée par le démarrage effectif des travaux associés à la construction de nouveaux bâtiments sur les sites du Vésinet et de Fontenay-aux-Roses.

### UN NOUVEAU BÂTIMENT À FONTENAY-AUX-ROSES

Le nouveau bâtiment qui sera construit sur le site de Fontenay-aux-Roses abritera le Centre technique de crise (CTC), un centre de conférences de 250 places, le cœur informatique sécurisé de l'IRSN et des laboratoires. Deux niveaux de parking, accessibles depuis la partie sécurisée du site, offriront un peu plus de 200 places.

L'année 2014 a vu la finalisation du dialogue compétitif engagé par l'IRSN en 2013 et le choix du candidat qui réalisera l'opération pour le compte de l'Institut par le biais d'un contrat de location avec option d'achat (CLOA). Cette formule permet de confier la conception, la construction, l'entretien et le financement à une entreprise tiers 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 EPCI, qui ne permet pas d'effectuer des emprunts sur une période excédant une année.

Après une validation de la procédure par le conseil d'administration de l'IRSN du 3 juin 2014, le préfet des Hauts-de-Seine a délivré, le 7 juillet 2014, une autorisation d'occupation temporaire du domaine public à l'entreprise titulaire du marché.

Les travaux ont débuté fin 2014 pour une livraison du bâtiment prévue en février 2017.

### DÉBUT DES TRAVAUX AU VÉSINET

2014 a également vu le démarrage de la construction du nouveau bâtiment sur le site IRSN du Vésinet dans le cadre de la loi relative à la maîtrise d'ouvrage publique. Après la validation par le préfet, le

### REAL ESTATE PROGRAM: CONSTRUCTION PROJECTS GET STARTED

The Multiyear strategic real estate plan (SPSI), developed by IRSN, is one of the tools contributing to IRSN efficiency improvement. Its main goals are to gather teams, modernize infrastructure, and make buildings more energy efficient. So as part of this plan, 2014 was illustrated by the effective launch of construction work of two new buildings, the one at Le Vésinet site, the other at Fontenay-aux-Roses.

### NEW BUILDING IN FONTENAY-AUX-ROSES

The new building to be constructed on the Fontenay-aux-Roses site will house the Emergency Response Center, a 250-seat conference room, the IRSN secure data center and laboratories. It includes a two-level underground parking that will provide just over 200 places within the controlled access area. 2014 saw the finalization of the competitive dialogue process initiated by IRSN in 2013, and the choice of a contractor in charge of the construction via a lease-purchase agreement. This method allows a third-party contractor to entrust design, construction, maintenance and funding of the building in exchange for rent payments, starting from the building delivery date for a 22-years term. At the end of this period, the French administration may purchase the building a symbolic euro. This approach allows IRSN to get a building fitting its requirements and missions, while complying with French law of 2010 that no longer allows public Administration and public Organizations to take out loans for a term exceeding one year.

After the procedure was validated by the IRSN Board of Directors on June 3, 2014, the Prefect of Hauts-de-Seine in the Paris region issued the selected contractor with a permit for the temporary occupation of publicly owned land State Property on July 7, 2014. Construction work started in late 2014 and the building is scheduled for delivery in February 2017.

18 mars dernier, du plan local d'urbanisme de la ville et la délivrance du permis de construire en juin, l'automne a été consacré à la préparation du chantier, qui a débuté en novembre 2014.

Construit à proximité de l'écoquartier prévu par la ville selon les normes « haute qualité environnementale » visant une maîtrise des impacts sur l'environnement, ce bâtiment comptera trois niveaux de 2000 m<sup>2</sup> chacun, dont un niveau de parking semi-enterré. Il sera le premier bâtiment de l'IRSN équipé de bornes de rechargement pour véhicules électriques.

Il accueillera le laboratoire de dosimétrie de l'IRSN et le laboratoire d'analyses médicales radiotoxicologiques. La livraison du bâtiment et le transfert des équipes sont programmés pour le premier trimestre 2016. ●

#### START OF WORK IN LE VESINET

*Construction work on the new building at IRSN's Le Vésinet site also began in 2014, under the law concerning public works ownership. After validation of the local urban planning scheme by the Prefect on March 18, 2014, a building permit was issued in June, and the fall season was devoted to site preparation, with work beginning in November 2014.*

*Construction work will be performed in accordance with high-quality environmental standards to mitigate its environmental impact. The building will be on three 2000 m<sup>2</sup> floors, including an underground parking. It will be the first IRSN new building to feature charging stations for electric vehicles.*

*It will house the IRSN Radiation Monitoring Department and the radiotoxicological medical analysis laboratory. Building delivery and team transfer are scheduled for the first quarter of 2016. ●*

## FOCUS

### Pose de la première pierre du chantier MIRCOM à Cadarache

2014 a vu le début du chantier d'extension du bâtiment AMANDE qui accueillera l'installation MIRCOM (microfaisceau d'ions), avec la pose de la première pierre le 4 septembre 2014. Couplée à l'installation AMANDE, MIRCOM permettra d'irradier, avec une précision micrométrique, des constituants cellulaires avec un nombre défini de particules chargées. L'installation est développée par l'IRSN, dans le cadre d'un partenariat avec le CENBG de Bordeaux-Gradignan (Gironde).

### Groundbreaking ceremony at the MIRCOM site in Cadarache

2014 saw the start of work to extend the AMANDE building, which will house the MIRCOM ion microbeam facility, with the groundbreaking ceremony held on September 4, 2014. When coupled with the AMANDE facility, MIRCOM will be able to offer microscale precision for the irradiation of cell constituents with a defined number of charged particles. The facility is being developed by IRSN under a partnership with the Center for Nuclear Research at Bordeaux-Gradignan (CENBG) in southwestern France.

# HYGIÈNE, SÉCURITÉ, RESPONSABILITÉ SOCIÉTALE

En faisant évoluer son organisation en matière de radioprotection ou en intégrant les risques psychosociaux dans son document unique d'évaluation des risques professionnels, l'IRSN s'attache à renforcer son dispositif interne de maîtrise des risques.

## RÉORGANISATION INTERNE DE LA RADIOPROTECTION

La révision en 2014 du dispositif de délégation en place à l'Institut a été l'occasion de réaffirmer les rôles respectifs, d'une part, des chefs d'unité opérationnelle, délégataires du directeur général en matière d'hygiène, sécurité et environnement et d'autre part, des ingénieurs sécurité environnement (ISE) et personnes compétentes en radioprotection (PCR) rassemblés au sein d'un même service. Les PCR ont été, en outre, placées sous l'autorité fonctionnelle du coordinateur radioprotection. Cette réorganisation vise à créer un collectif, renforcer les échanges et homogénéiser les pratiques de l'ensemble des PCR réparties sur les trois implantations principales de l'IRSN : Fontenay-aux-Roses, Le Vésinet et Cadarache. Elle est essentielle pour maintenir au meilleur niveau la culture de la radioprotection au sein des unités opérationnelles de l'Institut, pour préparer et mettre en œuvre les évolutions récentes et à venir de l'organisation de la radioprotection en France, améliorer les pratiques et les adapter aux enjeux en matière de radioprotection dans les installations de l'Institut.

De nouvelles collaborations entre les équipes de terrain et d'expertise ont ainsi été mises en place en 2014 en matière de veille réglementaire, d'étude de poste spécifique, d'utilisation d'équipement de mesure ou encore de gestion d'équipement de surveillance et de protection. En outre, l'Institut a procédé au cours de l'année à une révision de sa méthode de classement radiologique du personnel afin de tenir compte des situations incidentielles potentielles courantes et a redéfini le classement radiologique de ses personnels susceptibles d'intervenir en situation de crise ou d'urgence radiologique. En parallèle, la surveillance radiologique de ces populations a été revue en lien avec le médecin du travail.

## INTÉGRATION DES RISQUES PSYCHOSOCIAUX DANS LE DOCUMENT UNIQUE D'ÉVALUATION DES RISQUES PROFESSIONNELS

Tel que prévu dans l'accord relatif à l'amélioration de la qualité de vie au travail, l'IRSN a lancé en 2014 les travaux visant à intégrer les risques psychosociaux dans son document unique d'évaluation des risques professionnels. Dans le cadre d'une réflexion globale au niveau de l'Institut, sept groupes de travail ont été constitués par domaines d'activité afin d'identifier les risques psychosociaux associés à chacun d'eux. Ces groupes, représentatifs de la population concernée, se sont réunis à partir du mois de juillet et ont réalisé une enquête auprès des salariés sur la base d'un questionnaire préconisé par l'Institut national de recherche et de sécurité (INRS). Les résultats de cette action, présentés début 2015, permettront de compléter le document unique. ●

**HYGIENE, SAFETY, SOCIAL RESPONSIBILITY**  
*Improving risk management IRSN is committed to improving its internal risk management system by changing the way it organizes radiation protection activities and by incorporating psychosocial risks in its single document for the assessment of occupational risks.*

## INTERNAL RESTRUCTURING OF RADIATION PROTECTION

*In 2014, delegation principle review at IRSN was the opportunity to reaffirm the respective roles on one hand of the operational unit managers, who act on behalf of the Director-General for the Environment, Health & Safety, and on the other the environmental safety engineers and radiation protection specialists, brought together in the same department. Within this Radiation Protection Department, radiation protection specialists were placed under the functional authority of the radiation protection coordinator. The restructuring will create a community, improve communication and standardize the practices of all radiation protection specialists across the three main IRSN sites of Fontenay-aux-Roses, Le Vésinet and Cadarache. This is vital in order to maintain the best possible radiation protection culture within IRSN Operational Units, prepare and implement recent and upcoming changes to the structure of radiation protection in France, and improve and adapt practices in light of the issues surrounding radiation protection across IRSN sites. New collaborations between in field teams and assessment teams were therefore implemented in 2014, with regard to regulation monitoring, individual workstation assessment, the use of measuring equipment and the management of monitoring and protection equipment. Furthermore, IRSN revised its method of staff radiological classification during the year, in order to take into account common potential incident conditions, and redefined radiological classification for staff that could be exposed in radiological and other emergencies situations. In parallel, the radiological monitoring of these personnel was reviewed in partnership with the occupational health physician.*

## INCORPORATION OF PSYCHOSOCIAL RISKS IN THE SINGLE DOCUMENT FOR THE ASSESSMENT OF OCCUPATIONAL RISKS

*As planned under the agreement on the improvement to working conditions, IRSN launched work in 2014 to incorporate psychosocial risks in its single document for the assessment of occupational risks. As part of an IRSN-wide drive, seven task forces were set up for the various fields of activity, in order to identify the psychosocial risks associated with each field. The task forces were representative of the population concerned and met from July onwards, conducting a survey of employees using a questionnaire recommended by the French national institute for occupational health and safety research (INRS). The results of this work will be presented in early 2015 and will supplement the single document. ●*

## FOCUS

### **Responsabilité sociétale: des ambassadeurs engagés**

Bien que, de par leur nature, les activités de l'IRSN concourent au bénéfice sociétal et le placent au cœur de la problématique du développement durable, l'Institut, conscient de ses responsabilités à l'égard de la société actuelle et des générations futures, a souhaité, en signant en avril 2011 la charte développement durable des entreprises et établissements publics, affirmer son engagement dans une démarche volontaire de progrès intégrant les préoccupations économiques, sociales et environnementales à sa stratégie.

Avec cette ambition, l'Institut a poursuivi en 2014 de nombreuses actions, en particulier en matière de préservation de l'environnement et de maîtrise des risques (amélioration des performances énergétiques du bâti de l'Institut, déploiement du plan de déplacement inter-entreprises, remplacement du parc de véhicules, mise à disposition des salariés du site de Fontenay-aux-Roses d'une plate-forme de vélos à assistance électrique, mise en œuvre d'une nouvelle politique voyage, réalisation d'un bilan carbone pour les activités de dosimétrie, etc.).

Il en a été de même pour ce qui concerne le maintien d'un haut niveau d'engagement social, par des actions en faveur du retour à l'emploi ou le recours à des entreprises employant des personnes en situation de handicap. Au plan interne, la santé, la sécurité et le bien-être des salariés au travail ont fait l'objet d'une attention particulière, notamment par l'identification et l'intégration des risques psychosociaux dans le document unique. L'Institut s'est, en outre, attaché à poursuivre ses actions visant à préserver et développer son patrimoine de compétences, en particulier en associant la capitation et la transmission des savoirs à la gestion prévisionnelle des emplois et des compétences (GPEC) et en créant de nouvelles écoles au sein de son Université interne (UI), mise en place en 2013.

Enfin, dans le cadre du déploiement de sa politique de développement durable au sein des unités, l'Institut a mis en place, en 2014, un réseau interne d'ambassadeurs visant à favoriser les échanges et les actions concourant à l'exercice de la responsabilité sociétale de l'IRSN. Ainsi, au cours de second semestre 2014, les ambassadeurs ont engagé plusieurs réflexions, qui se poursuivront en 2015, sur des sujets spécifiques tels les achats responsables, la rationalisation des flux de déchets sur les sites et la mise en place d'une plate-forme de covoiturage sur le site de Fontenay-aux-Roses.

### ***Ambassadors committed to social responsibility***

*IRSN's activity is, by its very nature, for the benefit of society, and places it at the heart of sustainable development issues. Nonetheless, the Institute is fully aware of its responsibilities to society, both now and in the future. With this in mind, it signed the Sustainable Development Charter for public enterprises and organizations in April 2011, restating its commitment to a determined continuous progress initiative, and incorporating economic, social and environmental concerns into its strategy.*

*Within this context, it continued work in a number of areas in 2014, focusing in particular on environmental protection and risk control (making its buildings more energy-efficient, deploying the inter-company transportation plan, replacing its fleet of vehicles, providing staff at the Fontenay-aux-Roses site with electric bikes, implementing a new travel policy, calculating a carbon budget for dosimetry activities, etc.).*

*Other examples of the Institute's strong social commitment can be seen in its back-to-work initiatives and use of companies employing staff with disabilities. Particular attention is paid within the organization to the health, safety and wellness of its employees at work, including identifying and incorporating psychosocial risks in the single document. It also pursued initiatives to preserve and develop its skills base, in particular by combining capitation and knowledge transmission with strategic workforce planning, and creating new schools in the Internal University it opened in 2013.*

*Lastly, as part of the deployment of its sustainable development policy in its different units, the Institute set up an internal network of "ambassadors" in 2014 to foster exchanges and action to further the cause of social responsibility within the organization. During the second half of 2014, the ambassadors initiated discussions on several specific topics to be continued in 2015. They include responsible purchasing, rationalizing waste flows at IRSN sites, and creating a carpool at Fontenay-aux-Roses.*

## RESSOURCES HUMAINES

Gérer et anticiper les évolutions en termes d'effectifs, de sécurisation des parcours professionnels et de qualité de vie au travail sont les principaux domaines dans lesquels l'IRSN s'est investi, en 2014, en matière de ressources humaines.

### UN PILOTAGE CONCERTÉ ET RÉGULIER DES EFFECTIFS

Dans un contexte de rigueur budgétaire impliquant une gestion au plus juste des effectifs et des compétences associées, l'IRSN a renforcé, en 2014, le suivi de son plan emploi afin de mieux cibler les recrutements en fonction des priorités métier et d'anticiper la gestion des flux de personnel pour mettre en œuvre les dispositifs de remplacement les plus adaptés.

Cet outil d'aide à la décision permet un pilotage constant des effectifs en associant la direction de la stratégie, du développement et des partenariats, la direction des ressources humaines et chaque unité de l'Institut. Le plan emploi consiste à projeter, tous les mois, les mouvements d'effectifs connus ou prévisionnels – retraite, démission, recrutement, mobilité... –, afin d'estimer le nombre de salariés présents, à la fois en moyenne sur l'année et en fin d'année. Ces informations sont régulièrement transmises aux tutelles.

Cet exercice de mise à jour concertée et régulière permet de conserver une maîtrise des effectifs de l'IRSN, pour respecter le cadrage notifié à l'Institut, tout en suivant de manière attentive l'évolution de la masse salariale, qui représente une part conséquente du budget de l'IRSN.

Ce pilotage des effectifs s'appuie sur les orientations déterminées par la stratégie en matière de programmes scientifiques et techniques qui sont prises en compte dans la gestion prévisionnelle des emplois et des compétences (GPEC). Mené thématique par thématique, le plan emploi décline l'effectif alloué dans le cadre du Plan à moyen terme de l'Institut et, à ce titre, contribue au maintien des compétences et des effectifs de l'IRSN en fonction des besoins présents et à venir.

### HUMAN RESOURCES

*In 2014, IRSN human resources work mainly focused on managing and planning for changes to staff teams, career security and working conditions.*

### CONSULTATIVE AND REGULAR STAFF MANAGEMENT

*In a context of tight budgets requiring careful management of staff numbers and skills profiles, IRSN boosted the monitoring of its employment plan in 2014, to better target recruitment to key priorities, and anticipate the management of staff flows to implement the most appropriate replacement mechanisms.*

*This decision-making tool ensures ongoing staff management by bringing together the Strategy, Development and Partnership Division, Human Resources Department and each IRSN unit. The employment plan involves monthly forecasts of confirmed or planned staff movement (e.g. retirement, resignation, recruitment, transfer), in order to estimate the average number of staff employed throughout the year and the exact number at the end of the year. This information is regularly sent to the supervisory ministries.*

## MISE EN ŒUVRE DU PLAN D'ACTION CONTRAT DE GÉNÉRATION

Signé en septembre 2013 pour une durée de trois années, le plan d'action contrat de génération vise un double objectif: l'amélioration du taux d'emploi des jeunes et des seniors et la transmission des savoirs et des compétences. Il affirme également la volonté de l'IRSN d'assurer la sécurisation des parcours professionnels, grâce à l'accompagnement des salariés dans leur formation et à l'anticipation des évolutions professionnelles.

En 2014, dans le cadre de ce plan, le groupe de travail interdisciplinaire constitué en 2013 pour travailler sur un dispositif de tutorat a finalisé ses travaux. C'est ainsi qu'un guide des pratiques de tutorat et de compagnonnage a été élaboré pour accompagner les nouveaux arrivants dans un métier de l'IRSN. Ce dispositif est donc dédié aux salariés qui découvrent de nouvelles activités professionnelles, qu'ils soient nouvellement recrutés à l'Institut ou qu'ils effectuent une mobilité interne.

## IMPLEMENTATION OF THE CROSS-GENERATION CONTRACT ACTIONS PLAN

*The Cross-generation Contract Actions Plan was signed in September 2013 for a three-year term. It has the dual objective of improving employment rates among the younger and older workforce, and passing on knowledge and skills. It also confirms the IRSN drive to ensure career security by supporting employees through training and planning for professional development.*

*Under the plan, the interdisciplinary working group created in 2013 to work on a mentoring scheme completed its work in 2014. A guide to mentoring practices was created to support staff in a new job at IRSN. This scheme is for employees requiring induction into new professional activities, whether recently employed by IRSN or following an internal transfer. It seeks to implement a common staff support system across the whole of IRSN, which determines the professional steps that must be taken to acquire the skills and know-how needed to quickly come to terms with the basic tasks and specific aspects of their position. To this end, IRSN opted for a learning method based on hands-on professional experience*

## FOCUS

### Un deuxième plan d'action pour la prévention des risques psychosociaux

Dans la continuité de son plan 2010-2013, l'IRSN a élaboré, en 2014, un second plan d'action sur trois ans pour le développement de la qualité de vie au travail et la prévention des risques psychosociaux. S'appuyant sur le bilan des actions menées dans le cadre du premier plan, le second fixe des objectifs de progrès autour de trois axes:

- suivre l'évolution de la situation, grâce à des indicateurs globaux de dépistage et de suivi;
- mettre en œuvre des dispositifs de prévention, en mobilisant l'ensemble de la chaîne hiérarchique, et notamment les managers de proximité, premiers acteurs de la santé au travail;
- être en capacité de faire face aux situations critiques, grâce à la mise en place d'un dispositif élargi d'écoute permettant aux personnes qui éprouvent un sentiment de souffrance au travail de pouvoir s'exprimer.

Ce plan fera l'objet d'un suivi par le comité de direction et le CHSCT.

### *A second action plan for psychosocial risk prevention*

*Continuing on from its 2010-2013 plan, IRSN produced a second three-year action plan in 2014 for the improvement of working conditions and prevention of psychosocial risks. The second plan is based on the results of actions carried out under the first and outlines three areas for improvement:*

- monitoring changes to conditions, using comprehensive tracking and monitoring indicators;*
- implementing preventive systems that draw on the entire management chain, especially line managers who play a leading role in occupational health;*
- preparing for critical situations by implementing a broad support scheme, where people who feel that they are suffering at work can express themselves.*

*The plan will be monitored by the Executive Committee and the Health, Safety and Working Conditions Committee.*

L'objectif est de mettre en place un accompagnement des salariés commun à tout l'Institut permettant, dès la prise de poste, de déterminer les étapes professionnelles nécessaires à l'acquisition des connaissances et savoir-faire indispensables pour appréhender rapidement les composantes fondamentales et les spécificités de leur poste. Pour ce faire, l'IRSN a souhaité privilégier une pédagogie reposant sur la mise en situation professionnelle et la démonstration par les pairs. Le groupe de travail s'est inspiré des pratiques existant au sein des unités de l'IRSN pour formaliser les bonnes pratiques, décrire les modalités de mise en œuvre et de suivi du dispositif, et définir les rôles et responsabilités des différents acteurs et, tout particulièrement, ceux des tuteurs et compagnons. Un guide du « tutoré » a également été élaboré pour permettre au nouvel arrivant d'exploiter et de profiter au mieux de cette période de tutorat qui lui est offerte. Ces deux guides ont été validés lors du comité de pilotage de l'Université interne de septembre 2014 et ont été présentés lors des rencontres management du Mans, en décembre 2014.

#### QUATRIÈME ÉDITION DU BAROMÈTRE INTERNE

Fin 2014, l'IRSN a réalisé son quatrième baromètre interne, qui a connu un taux de participation record avec 77% de répondants. Cette enquête de climat interne est devenue un rendez-vous important pour les salariés, qui estiment à 87% qu'elle fait le tour des questions essentielles.

Elle comporte des questions socles qui permettent de mesurer, depuis 2007, l'évolution de la perception des salariés quant à différentes questions relatives aux conditions de travail, à la formation et à la carrière, à l'organisation et au management, à la communication interne, aux mission et à l'identité de l'IRSN.

Pour cette dernière enquête, le directeur général a souhaité que de nouvelles questions soient élaborées afin de recueillir le ressenti des salariés pour ce qui concerne le fonctionnement de l'organisation opérationnelle par pôle, mise en place en 2012. Ces questions ont été rassemblées dans un chapitre positionné en fin d'enquête. Parmi celles-ci, deux questions ouvertes permettent aux salariés de s'exprimer librement sur des suggestions d'amélioration.

Sur les sujets récurrents de l'enquête, on constate une constance dans l'architecture des résultats.

- Des points forts concernant la mission de l'IRSN et son image à l'externe, une relation positive au management direct et les bonnes conditions de travail.
- Des efforts à développer en matière de communication, d'organisation de l'Institut, de rémunération et de carrière.

On note, en particulier, une progression constante, depuis 2007, pour ce qui concerne la force de l'image de l'IRSN, l'adhésion à ses missions et l'appui reçu en matière de formation.

Concernant l'organisation opérationnelle par pôle, mise en place en 2012, il apparaît qu'elle a permis de développer une synergie

*and peer demonstration. The working group drew inspiration from existing practices in IRSN units to formally define best practices, describe implementation and monitoring techniques for the scheme, and define the roles and responsibilities of the various staff involved, particularly for mentors and mentees. A mentee guide was also created to help new recruits make the most of the mentoring period they are offered. These two guides were validated during the Internal University Steering Committee meeting in September 2014, and were presented during management meetings in Le Mans in December 2014.*

#### FOURTH INTERNAL BAROMETER

*In late 2014, IRSN performed its fourth internal barometer, which saw a record 77% response rate. This survey to gauge the atmosphere within the organization has become an important event for employees and 87% of them believe that it covers all key questions. Since 2007, it has featured standard questions to measure changes in employee perception of various issues concerning working conditions, training, careers, corporate structure and management, internal communication and IRSN's mission and identity. For the latest survey, the Director-General requested that new questions be written to ascertain employees' feelings about the division-based operational structure implemented in 2012. These questions were grouped together in a dedicated section at the end of the survey. Two open questions in this section gave employees the chance to express themselves freely and suggest improvements. Among the recurring questions in the survey, the results are fairly consistent over time:*

expertise/recherche et qu'elle entraîne progressivement une harmonisation des pratiques, méthodes et outils.

Des progrès sont attendus en matière de process de validation des productions scientifiques et techniques, de partage de connaissances intra et interentités (pôles, thématiques, services) et de facilitation des relations entre entités scientifiques et entités fonctionnelles et support.

Pour ce dernier chapitre du baromètre, il est important de noter que le nombre de répondants qui ne se sont pas sentis concernés par les questions est sensiblement le même que pour l'ensemble des questions du baromètre, alors que le nombre de répondants qui ont souhaité « ne pas se prononcer » est, lui, systématiquement plus élevé que pour le reste de l'enquête.

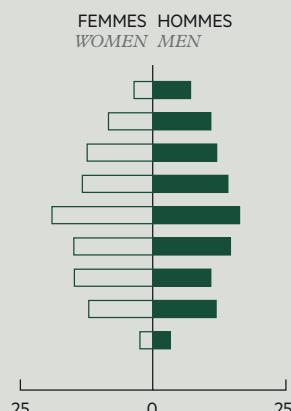
Tous les éléments d'information remontant de ce dernier baromètre sont importants pour faire avancer la gouvernance de l'Institut en termes de prise de décisions et de mise en œuvre de politiques partagées. ●

- strengths include IRSN's mission and external image, a positive relationship to line management and good working conditions.

- areas for improvement include communication, IRSN corporate structure, pay and career development. Since 2007, there has been constant improvement to the strength of IRSN's image, belief in its mission and the support received for training. The division-based operational structure implemented in 2012 seems to have developed a synergy between expertise and research and is gradually leading to the harmonization of practices, methods and tools. Progress needs to be made to validation processes for scientific and technical output, knowledge sharing within and between bodies (divisions, topics, services) and facilitating contact between scientific bodies and operational or support bodies. It should be noted that the number of respondents who did not feel that the questions applied to them is more or less the same in this final section of the barometer as for the rest, whereas the number of respondents who chose "no comment" is systematically higher here than for the rest of the survey. All the information gathered in this latest survey is important to help improve IRSN governance, both in terms of decision-making and the implementation of shared policies. ●

Répartition hommes/femmes par tranche d'âge  
(en % par sexe)

*Distribution of men/women by age group  
(as % by gender)*



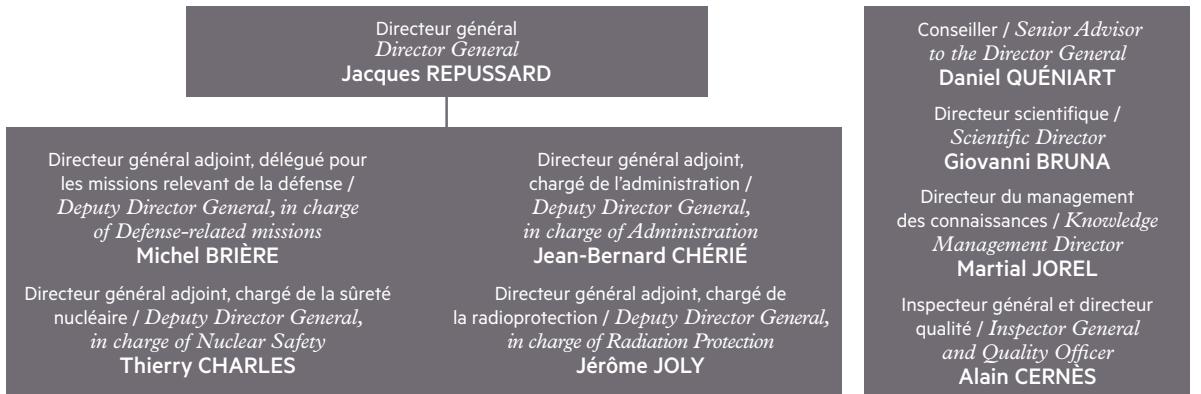
Répartition hommes/femmes par tranche d'âge  
(en effectifs par sexe)

*Distribution of men/women by age group  
(numbers by gender)*

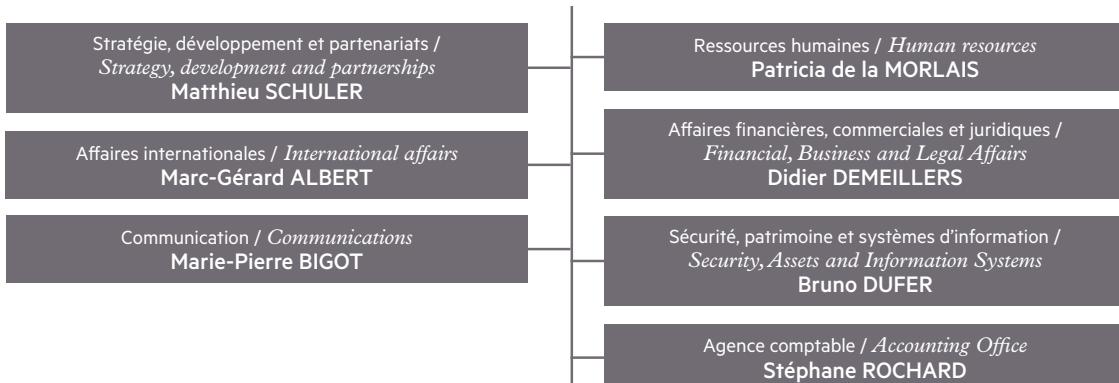


# ORGANIGRAMME

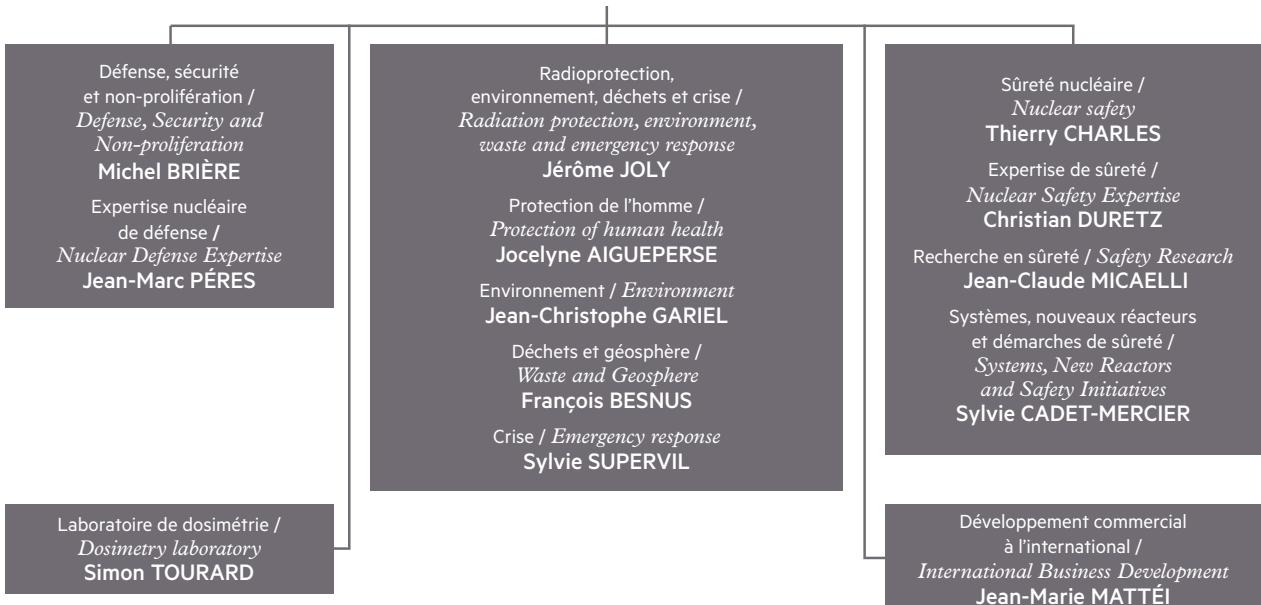
*Organization chart*



## DIRECTIONS FONCTIONNELLES ET DE SUPPORT / Functional and support divisions



## PÔLES OPÉRATIONNELS ET BUSINESS UNITS / Operational divisions and business units



## COMITÉ DE DIRECTION (AU 1<sup>ER</sup> MARS 2015)

EXECUTIVE COMMITTEE (AS OF MARCH 1, 2015)

Le comité de direction de l'IRSN, présidé par le directeur général, est composé de 28 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 28 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) / Michel BRIÈRE (5) / Giovanni BRUNA (6) / Sylvie CADET-MERCIER (7) / Alain CERNÈS (8) / Thierry CHARLES (9) / Jean-Bernard CHÉRIÉ (10) / Michel CHOUSA\* (11) / Patricia de la MORLAIS (12) / Didier DEMEILLERS (13) / Bruno DUFER (14) / Christian DURETZ (15) / Jean-Christophe GARIEL (16) / Jérôme JOLY (17) / Martial JOREL (18) / Didier LOUVAT\*\* (19) / Jean-Marie MATTÉI (20) / Jean-Claude MICAELLI (21) / Jean-Marc PÉRÈS (22) / Daniel QUÉNIART (23) / Jacques REPUSSARD (24) / Stéphane ROCHARD (25) / Matthieu SCHULER (26) / Sylvie SUPERVIL (27) / Simon TOURARD (28)

\* Riskaudit – \*\* ENSTTI

## COMITÉ D'ÉTAT-MAJOR

SENIOR MANAGEMENT COMMITTEE

### JACQUES REPUSSARD

Directeur général / *Director General*

### MICHEL BRIÈRE

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

### JEAN-BERNARD CHÉRIÉ

Directeur général adjoint, chargé de l'administration / *Deputy Director General in charge of administrative affairs*

### THIERRY CHARLES

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

### JÉRÔME JOLY

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

### GIOVANNI BRUNA

Directeur scientifique / *Scientific Director*

### MARTIAL JOREL

Directeur du management des connaissances / *Director of Knowledge Management*

### MATTHIEU SCHULER

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

### MARIE-PIERRE BIGOT

DIRECTRICE DE LA COMMUNICATION / *Director of Communications*

### MARC-GÉRARD ALBERT

Directeur des affaires internationales / *Director of International Affairs*

### PATRICIA DE LA MORLAIS

Directrice des ressources humaines / *Director of Human Resources*

### ALAIN CERNÈS

Inspecteur général et directeur qualité / *Inspector General and Quality Director*

## CONSEIL D'ADMINISTRATION (31 DÉCEMBRE 2014)

### 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.**

### DIX REPRÉSENTANTS DE L'ÉTAT

**Norbert FARGÈRE**, ingénieur général pour la sécurité nucléaire de la Direction générale pour l'armement, représentant le ministre de la défense. **Laurent TAPADINHAS**, directeur de la recherche et de l'innovation, 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. **Charles-Antoine LOUËT**, sous-directeur de l'industrie nucléaire à la Direction générale de l'énergie et du climat, représentant le ministre chargé de l'industrie. **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. **Marc PORTEOUS**, 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. **Isabelle LAFONT-FAUST**, adjointe, sous-direction des conditions de travail, santé et sécurité, Direction générale du travail, représentant le ministre chargé du travail. **Anthony FARISANO**, 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. **Benoît BETTINELLI**, chef de la mission de sûreté nucléaire et de radioprotection.

### SIX PERSONNALITÉS QUALIFIÉES

**Bruno DUVERT**, général de brigade aérienne, sur proposition du ministre de la défense. **Jean-Claude DELALONDE**, président de l'Association nationale des commissions et comités locaux d'information, sur proposition du ministre chargé de l'environnement. **Patrick FRAGMAN**, directeur de l'activité nucléaire du groupe Alstom Thermal Power Nuclear, sur proposition du ministre chargé de l'industrie. **Valérie CABUIL**, directrice de l'école de chimie ParisTech, sur proposition du ministre chargé de la recherche. **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. **Michel BERSON**, membre de l'Office parlementaire des choix scientifiques et technologiques.

### 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 général économique et financier. **Patricia BLANC**, directrice générale de la prévention des risques et Commissaire du Gouvernement. **Philippe BOURACHOT**, secrétaire du comité d'entreprise. **Michel BRIÈRE**, directeur général adjoint, délégué pour les missions relevant de la défense. **Pierre-Franc CHEVET**, président de l'Autorité de sûreté nucléaire. **Jacques REPUSARD**, directeur général. **Stéphane ROCHARD**, agent comptable.

### COMPOSITION (AS OF DECEMBER 31, 2014)

#### 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.*

#### 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. **Charles-Antoine LOUËT**, 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. **Marc PORTEOUS**, Head of the Risk Resilience Assessment Office of the Directorate-General for Civil Protection and Emergency Response, representing the Minister of Civil Protection. **Isabelle LAFONT-FAUST**, Deputy, Subdirectorate for Working Conditions, Health and Safety, Directorate-General for Labor, representing the Minister of Labor. **Anthony FARISANO**, 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. **Benoît BETTINELLI**, Head of the Nuclear Safety and Radiation Protection Mission.

#### SIX ADVISORY MEMBERS

**Bruno DUVERT**, Air Force Major General, nominated by the Minister of Defense. **Jean-Claude DELALONDE**, Chairman of the National Association of Local Information Commissions and Committees, nominated by the Minister of the Environment. **Patrick FRAGMAN**, Director of Nuclear Business at the Alstom Thermal Power Nuclear Group, nominated by the Minister of Industry. **Valérie CABUIL**, Director of the ParisTech School of Chemistry, nominated by the Minister of Research. **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. **Michel BERSON**, Member of the French Parliamentary Office for the Evaluation of Scientific and Technological Choices.

#### 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**, Auditor General. **Patricia BLANC**, Director General of Risk Prevention and Government Commissioner. **Philippe BOURACHOT**, Works Committee Secretary. **Michel BRIÈRE**, Deputy Director General, in charge of Defense-related missions. **Pierre-Franc CHEVET**, Chairman of the French Nuclear Safety Authority. **Jacques REPUSARD**, Director General. **Stéphane ROCHARD**, Accounting Officer.

## COMITÉ D'ORIENTATION AUPRÈS DE LA DIRECTION DE L'EXPERTISE NUCLÉAIRE DE DÉFENSE – CODEND (31 DÉCEMBRE 2014)

### 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. **Jean-Louis LOZIER**, contre-amiral, Inspection des armements nucléaires. **Norbert FARGÈRE**, ingénieur général de l'armement, représentant le délégué général de l'armement. **Alexandre d'ANDOQUE DE SERIÈGE**, colonel, représentant le secrétaire général pour l'administration du ministère de la défense. **Antony FARISANO**, représentant le directeur du budget. **Marjorie THOMAS**, 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'écologie, du développement durable et de l'énergie. **Jean-Baptiste FLEUTOT**, médecin en chef des armées, personnalité qualifiée nommée par le ministre de la défense. **Serge POULARD**, personnalité qualifiée nommée par le ministre chargé de l'industrie.

## CONSEIL SCIENTIFIQUE (31 DÉCEMBRE 2014)

### 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 scientifique à l'Institut national de l'environnement industriel et des risques (Ineris), 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 radio-protection-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

## STEERING COMMITTEE FOR THE NUCLEAR DEFENSE EXPERTISE DIVISION – CODEND COMPOSITION (AS OF DECEMBER 31, 2014)

### 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. **Jean-Louis LOZIER**, Rear-Admiral, Nuclear Weapons Inspector. **Norbert FARGÈRE**, Engineer General for Armaments, representing the DGA, the French defense procurement agency.

**Alexandre d'ANDOQUE DE SERIÈGE**, Colonel, representing the administrative Secretary General of the Ministry of Defense. **Antony FARISANO**, Representing the Budget Director. **Marjorie THOMAS**, 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. **Jean-Baptiste**

**FLEUTOT**, Chief Medical Officer of the French Armed Forces, advisory member, appointed by the Minister of Defense. **Serge POULARD**, Advisory member, appointed by the Minister of Industry.

## SCIENTIFIC COUNCIL (AS OF DECEMBER 31, 2014)

### 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**, Scientific Director at the French National Institute for the Study of Industrial Environments and Risks (Ineris). 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). **Eric ANDRIEU**, Professor at the Toulouse National Polytechnic Institute (INP). **Bernard BONIN**, Deputy Scientific Director of the CEA Nuclear Energy Division, nominated

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).

## COMMISSION D'ÉTHIQUE ET DE DÉONTOLOGIE (31 DÉCEMBRE 2014)

### 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 de l'Institut national du cancer (INCa). 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 (28 FÉVRIER 2015)

### 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. **Marie-Christine FAVROT**, chargée de mission santé, stratégie et recherche auprès du directeur général 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 chargé de l'écologie.

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).

### ETHICS COMMISSION COMPOSITION COMPOSITION (AS OF DECEMBER 31, 2014)

### 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 of the French National Cancer Institute. (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 FEBRUARY 28, 2015)

### 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.*

**Marie-Christine FAVROT**, Health, Strategy and Research Task Officer to the Director General for Health, representing 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 Ecology. **Jean-François CAU**, Nuclear Safety Inspector,

**Jean-François CAU**, inspecteur délégué de la sécurité nucléaire, Délégation générale pour l'armement, représentant le ministère de la défense. **François STORRER**, chargé de mission, sous-direction de l'industrie nucléaire, Direction générale de l'énergie et du climat, représentant le ministère chargé de l'industrie. 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

**Bertrand de l'ÉPINOIS**, directeur des normes de sûreté, représentant Areva. **Noël CAMARCAT**, délégué recherche et développement nucléaire, Direction production ingénierie, EDF. **Fabrice BOISSIER**, directeur de la maîtrise des risques, Andra. **Bernard LE GUEN**, EDF, représentant la SFRP. **Jean-Jacques MAZERON**, chef du service de radiothérapie-oncologie, hôpital Pitié-Salpêtrière, représentant la SFRO.

#### 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: **Jean-Pierre LELEUX**, sénateur des Alpes-Maritimes. **Denis BAUPIN**, député de Paris. Représentante des Commissions locales d'information (Cli): **Monique SENÉ**, vice-présidente de l'Anclci. Représentants de communes accueillant une installation nucléaire, proposés par l'Association des maires de France: 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'Anclci. **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 ès qualités du COR.

#### ORGANISMES DE RECHERCHE

**Christophe BEHAR**, directeur de l'énergie nucléaire, CEA. **Thierry DAMERVAL**, 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). **Cyrille THIEFFRY**, chargé de mission pour la radioprotection et les affaires nucléaires, IN2P3, représentant le CNRS.

#### PERSONNALITÉS ÉTRANGÈRES

**Jean-Jacques VAN BINNEBEEK**, Nisos sprl, Belgique. **Ted LAZO**, NEA (Nuclear Energy Agency), OCDE. **Christophe BADIE**, département des évaluations environnementales, Public Health England, Royaume-Uni. **George YADIGAROGLU**, 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. **Patricia BLANC**, Commissaire du Gouvernement, ministère de l'environnement, du développement durable et de l'énergie. **Pierre TOULHOAT**, président du conseil scientifique de l'IRSN, directeur scientifique à l'Ineris. **Jacques REPUSARD**, directeur général de l'IRSN.

DGA (French defense procurement Agency). **François STORRER**, Task Officer, Subdirectorate for Nuclear Industry, 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

**Bertrand de l'ÉPINOIS**, Safety Standards Director, representing Areva. **Noël CAMARCAT**, Nuclear Research and Development Officer, Generation and Engineering Branch, EDF. **Fabrice BOISSIER**, directeur de la maîtrise des risques, Andra. **Bernard LE GUEN**, Director of Risk Control, Andra. **Jean-Jacques MAZERON**, Head of the Radiotherapy-Oncology Department, Pitié-Salpêtrière Hospital, SFRP representative.

**EMPLOYEES IN THE NUCLEAR SECTOR**  
Representatives of national labor unions: **Jean-Paul CRESSY**, FCE-CFDT. **Martine DOZOL**, FO. **Claire ÉTINEAU**, CFTC. **Jaques DELAY**, CFE-CGC. **Clément CHAVANT**, CGT

#### ELECTED REPRESENTATIVES

OPECST representatives: **Jean-Pierre LELEUX**, Senator for Alpes-Maritimes. **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

**Christophe BEHAR**, Director of Nuclear Energy, CEA. **Thierry DAMERVAL**, Deputy Director General for Strategy – Inserm. Paristech representative (nomination pending), representative of the French Conference of University Presidents (CPU). **Cyrille THIEFFRY**, Task Officer for Radiation Protection and Nuclear Affairs, IN2P3, CNRS representative.

#### FOREIGN MEMBERS

**Jean-Jacques VAN BINNEBEEK**, Nisos sprl, Belgium. **Ted LAZO**, NEA, OECD. **Christophe BADIE**, Environmental Assessments Department, Public Health England, United Kingdom. **George YADIGAROGLU**, Professor of Nuclear Engineering at the Swiss Federal Institute of Technology.

#### EX OFFICIO MEMBERS

**Yves BRÉCHET**, Atomic Energy High Commissioner. **Patricia BLANC**, Government Commissioner, Minister of Ecology, Sustainable Development, and Energy. **Pierre TOULHOAT**, IRSN Scientific Council Chairman, Scientific Director at INERIS. **Jacques REPUSARD**, Director-General of IRSN.

## GLOSSAIRE

### Glossary

#### A

- AEA** Japan Atomic Energy Agency – Agence japonaise de l'énergie atomique.  
**AIEA** Agence internationale de l'énergie atomique.  
**AMANDE** Accélérateur pour la métrologie et les applications neutroniques en dosimétrie (Cadarache).  
**ANCCLI** Association nationale des commissions et comités locaux d'information.  
**ANDRA** Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs.  
**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.

#### C

- CABRI** Réacteur d'essais du CEA utilisé par l'IRSN pour des expériences concernant la sûreté du combustible.  
**CIAC** Convention pour l'interdiction des armes chimiques.  
**CIGÉO** Projet de centre de stockage réversible profond de déchets radioactifs en Meuse/Haute-Marne.  
**CLIS** Commission locale d'information et de suivi/devenue CSS Commission de suivi des sites.  
**CONCERT** European Concerted Program on Radiation Protection Research  
**CRITICITÉ (RISQUES DE)** Risques associés aux réactions en chaîne non maîtrisées dans des matériaux fissiles.

#### D

- DGA** Direction générale de l'armement.  
**DGGN** Direction générale de la gendarmerie nationale.  
**DGS** Direction générale de la santé.  
**DSND** Délégé à la sûreté nucléaire et à la radioprotection pour les activités et installations intéressant la défense.  
**DoE/NNSA** 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).  
**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.  
**EJP** European Joint Program  
**ENVIRHOM** Programme de recherche visant à étudier les processus d'accumulation des radionucléides et les effets biologiques induits par cette accumulation dans les organismes vivants du monde végétal, du monde animal et de l'homme en situation d'exposition chronique. Le programme de recherche Envirhom-Santé vise à étudier les effets à long terme d'une ingestion chronique de radioéléments présents à de faibles niveaux sur la santé et pour différentes classes de population.  
**ENSTTI** European Nuclear Safety Training and Tutoring Institute – Institut européen de formation et de tutorat en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection.  
**EPI-CT** projet européen, coordonné par le centre international de recherche sur le cancer et supporté en 2011 par l'Union européenne. Le projet rassemble plusieurs cohortes nationales dans le but d'augmenter la puissance statistique des analyses. Il vise à analyser l'incidence des cancers parmi un million d'enfants ayant subi un examen par scanographie.  
**EPR** European Pressurised water Reactor – Réacteur européen à eau sous pression.  
**ETSON** European Technical Safety Organisations Network – Réseau des organismes techniques de sûreté européens.  
**EURATOM** Communauté européenne de l'énergie atomique.

#### G

- GAMMA (SYMBOLÉ  $\gamma$ )** Rayonnement électromagnétique, très pénétrant mais peu ionisant, émis lors de la désintégration de radionucléides. Des écrans de béton ou de plomb permettent de s'en protéger.

#### A

- AEA** Japan Atomic Energy Agency.  
**AMANDE** Accelerator for dosimetry metrology and neutron applications (Cadarache).  
**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.

#### C

- CABRI** CEA test reactor used by IRSN to study nuclear fuel safety.  
**CIGEO** Project for a repository in the Meuse/Haute-Marne for the reversible geological disposal of radioactive waste.  
**CLIS** Local information and oversight committee/now known as CSS, site oversight committee.  
**CONCERT** European Concerted Program on Radiation Protection Research  
**CRITICALITY (RISKS)** Risks associated with uncontrolled fission phenomena in fissile materials.  
**CWC** Chemical Weapons Convention.

#### D

- DGA** French defense procurement agency.  
**DGDN** General directorate of the national gendarmerie.  
**DGS** French directorate-general for health.  
**DSN** Representative in charge of Nuclear Safety and Radiation Protection for Defense-related Activities and Facilities.  
**DoE/NNSA** United States Department of Energy/National Nuclear Security Administration.  
**DOSIMETRY** Assessment or measurement of the dose of radiation (radioactivity) absorbed by a substance or an individual.  
**DROM-COM** French overseas departments, regions and communities.

#### E

- ECS** Complementary safety assessments.  
**EJP** European Joint Program  
**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.  
**ENVIRHOM** Research program that studies the processes involved in radionuclide accumulation and the biological effects induced by this accumulation in flora, fauna and humans in a chronic exposure situation. The Envirhom-Santé research program sets out to study the long-term impact of chronic ingestion of low levels of radioelements.  
**ENSTTI** European Nuclear Safety Training and Tutoring Institute.  
**EPI-CT** European project coordinated by the International Agency for Research on Cancer and backed by the European Union in 2011. The project brings together several national cohorts for more powerful statistical analysis. Its aim is to analyze the incidence of various cancers among a million children who have had a CT scan.  
**EPR** European Pressurized-water Reactor.  
**ETSON** European Technical Safety Organisations Network.  
**EURATOM** European Atomic Energy Community.

#### F

- FP** European Union Framework Programme for research and technological development.

#### G

- GAMMA RADIATION (SYMBOLIZED AS  $\gamma$ )** Electromagnetic radiation with high penetration but low ionization, emitted during the transformation of radionuclides. Protection is provided by concrete or lead screens.

**GRS** Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit – Institut allemand d'expertise nucléaire.

## H

**HA-MAVL** Déchets de haute et moyenne activités à vie longue.

**HFDS** Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité du ministère en charge de l'énergie – Autorité en charge de la protection et du contrôle des matières nucléaires en France.

## I

**INB** Installation nucléaire de base.

**INBS** Installation nucléaire de base secrète.

**ITER** International Thermonuclear Experimental Reactor – Programme de recherche international destiné à démontrer la viabilité de la fusion comme nouvelle source énergétique.

## M

**MEDDE** Ministère de l'environnement, du développement durable et de l'énergie.

**MELODI** Multidisciplinary European Low Dose Initiative – Instrument de gouvernance européen destiné à structurer les recherches sur les risques liés aux expositions aux faibles doses.

**MWe** Mégawatt électrique – Unité de mesure de la puissance électrique produite. Dans un réacteur nucléaire à eau sous pression, la puissance thermique dégagée est environ trois fois supérieure à la puissance électrique.

## N

**NEEDS** Nucléaire, énergie, environnement, déchets, société – Programme interdisciplinaire du CNRS.

**NERIS** Plate-forme de recherche axée sur la préparation et la réaction aux situations d'urgence et la gestion de situations postaccidentelles.

**NES** Japan Nuclear Energy Safety Organization – Organisme japonais de sûreté nucléaire.

**NUGENIA** Nuclear Generation II & III Association – Association européenne dédiée à la recherche concernant les réacteurs de 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> générations.

## O

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

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

**OPERRA** Open Project for the European Radiation Research Area.

## P

**PCR** Personne compétente en radioprotection.

**PCRD** Programme-cadre pour la recherche et le développement technologique (Union européenne).

## R

**RADIOÉLÉMENT** Élément radioactif naturel ou artificiel.

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

**RES** Réacteur d'essais du CEA.

## S

**SARNET** Severe Accident Research NETwork of excellence – Réseau d'excellence européen sur les accidents de réacteur à eau avec fusion du cœur.

**SISERI** Système d'information de surveillance des expositions aux rayonnements ionisants.

**SNETP** Sustainable Nuclear Energy Technology Platform – plate-forme européenne dédiée aux technologies nucléaires.

**START** Study of the Transport of Ruthenium in the reactor coolant system – Campagne d'essais en atmosphère mixte d'air et de vapeur d'eau.

## T

**TÉLÉRAY** Réseau national automatisé de surveillance en continu du rayonnement gamma ambiant de l'air et d'alerte en cas d'élévation inhabituelle du débit de dose ambiant.

**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.

**GRS** Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit - German technical safety organization.

## 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.

**INB** Basic nuclear installation.

**INBS** Secret basic nuclear installation.

**ITER** International Thermonuclear Experimental Reactor – An international program set up to demonstrate the viability of nuclear fusion as a new source of energy.

## M

**MEDDE** French Ministry of Ecology, Sustainable Development and Energy.

**MELODI** Multidisciplinary European Low Dose Initiative, a European governance instrument set up to organize research into risks relating to low-dose radiation exposure.

**MWe** Megawatt electric, unit of electric power produced. In a pressurized water reactor, the thermal power released is about three times greater.

## N

**NEEDS** CNRS interdisciplinary research program on nuclear power, energy, environment, waste and society.

**NERIS** Research platform focusing on emergency preparedness and response and the management of post-accident situations.

**NES** Japan Nuclear Energy Safety Organization.

**NUGENIA** Nuclear Generation II & III Association – A European association devoted to research on Generation II and III reactors.

## O

**OECD** Organization for Economic Co-operation and Development.

**OPCW** Organization for the Prohibition of Chemical Weapons.

**OPERRA** Open Project for the European Radiation Research Area.

## P

**PCR** Radiation protection specialist.

## R

**RADIOELEMENT** Natural or artificial radioactive element.

**RADIONUCLIDE** Radioactive isotope of an element.

**RES** CEA test reactor.

## S

**SARNET** Severe Accident Research NETwork of excellence, a European research project to study core meltdown accidents in water reactors.

**SISERI** Information system for occupational dosimetry registration.

**SNETP** Sustainable Nuclear Energy Technology Platform.

**START** (Study of the Transport of Ruthenium in the reactor coolant system) – Test campaign in a mixed air and steam atmosphere.

## T

**TELERAY** 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.

## 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  
**AGEN** / BP 27 – 47002 Agen / Tél.: +33 (0)5 53 48 01 60  
**CADARACHE** / BP 3 / 13115 Saint-Paul-lès-Durance Cedex / Tél.: +33 (0)4 42 25 70 00  
**CHERBOURG-OCTEVILLE** / Rue Max-Pol Fouchet / BP 10 / 50130 Cherbourg-Octeville / Tél.: +33 (0)2 33 01 41 00  
**LA SEYNE-SUR-MER** / Zone portuaire de Brégaillon / BP 330 – 83507 La Seyne-sur-Mer Cedex / Tél.: +33 (0)4 94 30 48 29  
**LE VÉSINET** / 31, rue de l'Écluse / BP 40035 – 78116 Le Vésinet Cedex / Tél.: +33 (0)1 30 15 52 00  
**LES ANGLES – AVIGNON** / 550, rue de la Tramontane – Les Angles / BP 70295 – 30402 Villeneuve-lès-Avignon Cedex / Tél.: +33 (0)4 90 26 11 00  
**ORSAY** / Bois-des-Rames (bât. 501) / 91400 Orsay / Tél.: +33 (0)1 69 85 58 40  
**PIERRELATTE** / BP 166 – 26702 Pierrelatte Cedex / Tél.: +33 (0)4 75 50 40 00  
**SACLAY** / BP 68 – 91192 Gif-sur-Yvette Cedex / Tél.: +33 (0)1 69 08 60 00  
**VAIRAO – TAHITI** / BP 182 – 98725 Vairao / Tahiti – Polynésie française / Tél.: +689 54 60 39

## CRÉDITS PHOTO / *Photo credits*

---

Marc Metayer/EDF: couverture (Centrale nucléaire de Cattenom) – Franck Smout/Getty Images: page 4 – Michel Labelle/Signatures/IRSN: page 5 (Banc d'essai STARMANIA, Saclay) – Antoine Devaoud/IRSN: pages 6, 8, 11, 101 – Lahcène Abib/EDF: page 16 – Jean-Marie Huron/Signatures/IRSN: pages 17, 35 – DR: pages 29, 39, 41, 43, 54, 61, 71, 75 – Darryl Estrine/Getty Images: page 34 – Dean Calma/AIEA: page 82 – Grégoire Maisonneuve/IRSN: page 89 – ITER Organization: page 90 – Olivier Seignette/Mikaël Lafontan/IRSN: pages 91, 101 – Luc Benevello/IRSN: page 101.

## « L'ANNÉE 2014 EN IMAGES » / « 2014, THE YEAR IN IMAGES »

Olivier Seignette/Mikaël Lafontan/IRSN: pages I et IX (Laboratoire de radiopathologie et de thérapies expérimentales, IRSN) – Céline Duffa/IRSN: page II – Viviane Dalles/Signatures/IRSN: pages II, VI et XII (Station expérimentale de Tournemire, Aveyron) – IRSN: page II, page IV (Unité laboratoire mobile, IRSN), pages V, VII, IX, XVI, XIX – Fabrice Ecrabé/IRSN: page II – Arnaud Bouissou/MEDDE/IRSN: page III (Laboratoire de mesure nucléaire, IRSN), page XIII (Laboratoire des traitements des échantillons, IRSN) – Vincent Malfait/IRSN: page III – Aéthel Delattre/IRSN: page III (Centre technique de crise, Fontenay-aux-Roses) – Michel Hans/BSM International/IRSN: pages IV, VIII – Grégoire Maisonneuve/IRSN: pages IV, XI, XIV – Antoine Soubigou/EDF: page IV (EPR de Flamanville) – Jérôme Pierson/IRSN: pages V, IX – Olivier Guerrin/IRSN: page V – Jean-Marie Huron/Signatures/IRSN: page VI (Installation expérimentale PEARL, Cadarache), page XIII (Laboratoire d'expérimentation environnement et chimie, IRSN), page XVII (Salle de commande du dispositif expérimental DIVA, Cadarache), page XIX (Laboratoire d'expérimentation des feux, IRSN), page XX – Laurent Zylberman/Graphix-Images/ENSTI: page VI – Laurent Zylberman/Graphix-Images/IRSN: page VII (Installation CEDRA du centre CEA de Cadarache), pages X, XII, page XV (Réacteur de recherche CABRI, Cadarache), page XVI (Laboratoire de radiotoxicologie expérimentale, IRSN) – Jean-Louis Burnod/EDF: page VII (Terminal méthanier de Dunkerque) – DCNS: page VIII – Eric Thibaud/IRSN: page VIII (Laboratoire d'analyses médicales radiotoxicologiques, IRSN) – Philippe Stroppa/CEA: page VIII – Philippe Castano/IRSN: page X (Hôpital Armand Trousseau, Paris) – Michel Labelle/Signatures/IRSN: pages X et XI (Laboratoire de physique et de métrologie des aérosols, IRSN) – Arnaud Bouissou/MEDDE-MLETR: page XI – Jean-Marc Bonzom/IRSN: page XII – Michel Pépino: page XIV – Noak/Le bar Floréal/IRSN: page XIV (Centrale nucléaire de Fessenheim) – Philippe Ricard/BSM International/IRSN: page XV – Areva: page XVI – Guillaume Elmassian/IRSN: page XVII – CEA de Marcoule: page XVII – AIEA: page XVIII – Jacques Lochard/CEPN: page XVIII – Damien Charfeddine/EDF: page XVIII (Centrale nucléaire de Saint-Alban).

## 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 / Jacques AURELLE / Marie-Pierre BIGOT / Yves BRISSET / Giovanni BRUNA / Sylvie CHARRON / Stéphanie CLAVELLE / Patrick COUSINOU / Patrice DESCHAMPS / Aéthel DELATTRE / Didier DEMEILLERS / Agnès DUMAS / Dominique FRANQUARD / Patrick LALOI / Stéphane LORTHOIR / Pascale MONTI / François ROLLINGER / Véronique ROUYER / Nathalie RUTSCHKOVSKY / Christine THARAUD – **Rédaction / Written by:** IRSN, avec le concours de / *with support from* Camille JAUNET (La Clé des mots) et de / *and* Jean-Christophe HÉDOUIN (HIME). Ce rapport annuel a été approuvé par le conseil d'administration de l'IRSN le 19 mars 2015. / *This Annual Report was approved by the IRSN Board of Directors on March 19, 2015 – Iconographie / iconography:* Charlotte PASCAL-HEUZÉ – **Conception graphique et réalisation / Graphic design and production:** meanings – **Traduction / translation:** Provence traduction – **Impression / printed by:** Stipa.



Rapport d'activité imprimé sur du papier issu de sources responsables.

© IRSN  
N° ISSN: 2104-8843



Siège social  
31, avenue de la Division Leclerc  
92260 Fontenay-aux-Roses  
RCS Nanterre B 440 546 018

Téléphone  
+33 (0)1 58 35 88 88

Courrier  
BP 17  
92262 Fontenay-aux-Roses Cedex

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