

Repères

Le magazine d'information de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire

IRSN
N°12
janvier 2012



Spécial **FUKUSHIMA**
Premières leçons
de l'accident

Sommaire *Spécial Fukushima*

04. Accident



08. Information



22. Recherche



CRISE

04 à 11

Au Japon

Catastrophe nucléaire.

Séisme et tsunami, le scénario infernal 04

En France

Mobilisation. Comprendre Fukushima depuis la France 06

Mission d'information. Relever le défi de la transparence 08

Soutien

Des actions franco-japonaises adaptées à l'urgence

Éducation. Les experts ont redonné confiance à la communauté scolaire au lycée franco-japonais de Tokyo 10

Sécurité civile. Accompagner une mission de sauvetage déblaiement des sapeurs-pompiers 10

Musée. Contrôler la radioactivité d'œuvres d'art 10

Compagnie aérienne. Rassurer les navigants d'Air France 11

Navigation. Évaluation des risques chez Louis Dreyfus Armateurs 11

Média. Indiquer les mesures à prendre pour le personnel de Radio-France 11

Dosimètres. Qualité maintenue chez le fournisseur de l'IRSN 11

Ambassade de France. Expliquer la situation aux ressortissants français 11

Robotique. Les salariés de Cybernétix protégés 11

ENSEIGNEMENTS

12 à 23

Sûreté nucléaire

Évaluations complémentaires de sûreté.

Analyser la résistance des installations françaises 13

Stress test. Gros plan sur la centrale nucléaire de Gravelines 17

Conséquences radiologiques

Impact sur la population japonaise.

Première carte d'évaluation 20

Logiciel Symbiose. Suivre les rejets dans l'environnement 20

Réseau Téléray. Pour une meilleure surveillance de l'environnement 21

Organisation de crise

Trois questions à. Didier Champion, pilote du travail collectif mené à l'IRSN sur l'organisation de crise en cas d'incident ou d'accident nucléaire en France ou ayant un impact sur le territoire français 21

Recherche

Orientations scientifiques. La crise de Fukushima indique des pistes à développer 22

En couverture : les réacteurs endommagés de la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi après l'accident.



DigitalGlobe ; Grégoire Maisonneuve/IRSN - Noak/Le bar Floréal/IRSN

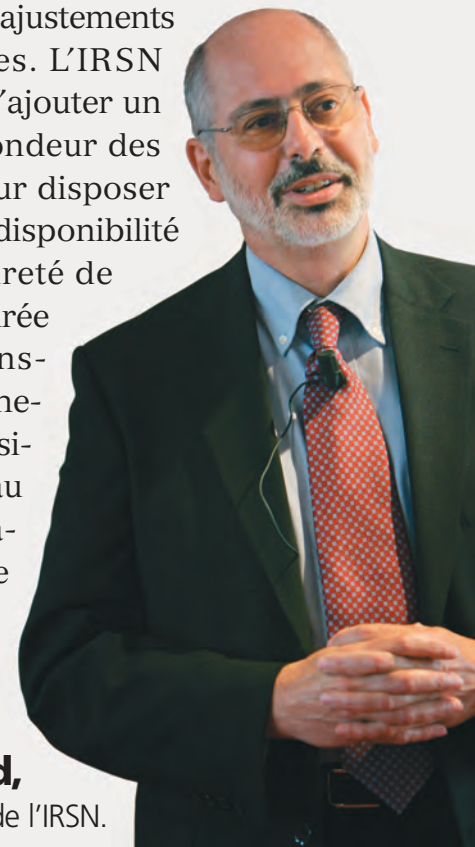
13. Sécurité nucléaire



Pour vous abonner au magazine, connectez-vous sur **irsn.fr** rubrique **Publications**

Le "noyau dur" inspiré par Fukushima

L'accident de Fukushima a montré, pour la première fois, qu'un événement naturel extrême, engendrant des contraintes très supérieures à celles retenues lors de la conception d'une centrale nucléaire, pouvait conduire à un accident de fusion du cœur. Il a aussi montré que la dévastation totale du site et des infrastructures environnantes retardait et complexifiait toutes les opérations de gestion de l'accident. Or, dans le monde entier, les réacteurs nucléaires ont été construits sans prendre en compte le risque, certes minime en termes de probabilités, associé à de tels événements. Pour l'IRSN, il ne suffit pas de vérifier l'importance des marges de sûreté disponibles face à ces agressions, ni de procéder ici ou là à quelques ajustements pour optimiser ces marges. L'IRSN estime qu'il est nécessaire d'ajouter un niveau de défense en profondeur des installations nucléaires, pour disposer d'une capacité à assurer la disponibilité des fonctions vitales de sûreté de l'installation pendant une durée suffisante en toutes circonstances d'agressions environnementales physiquement possibles. C'est la notion de "noyau dur", que l'Institut va s'attacher à promouvoir, en France et à l'international.



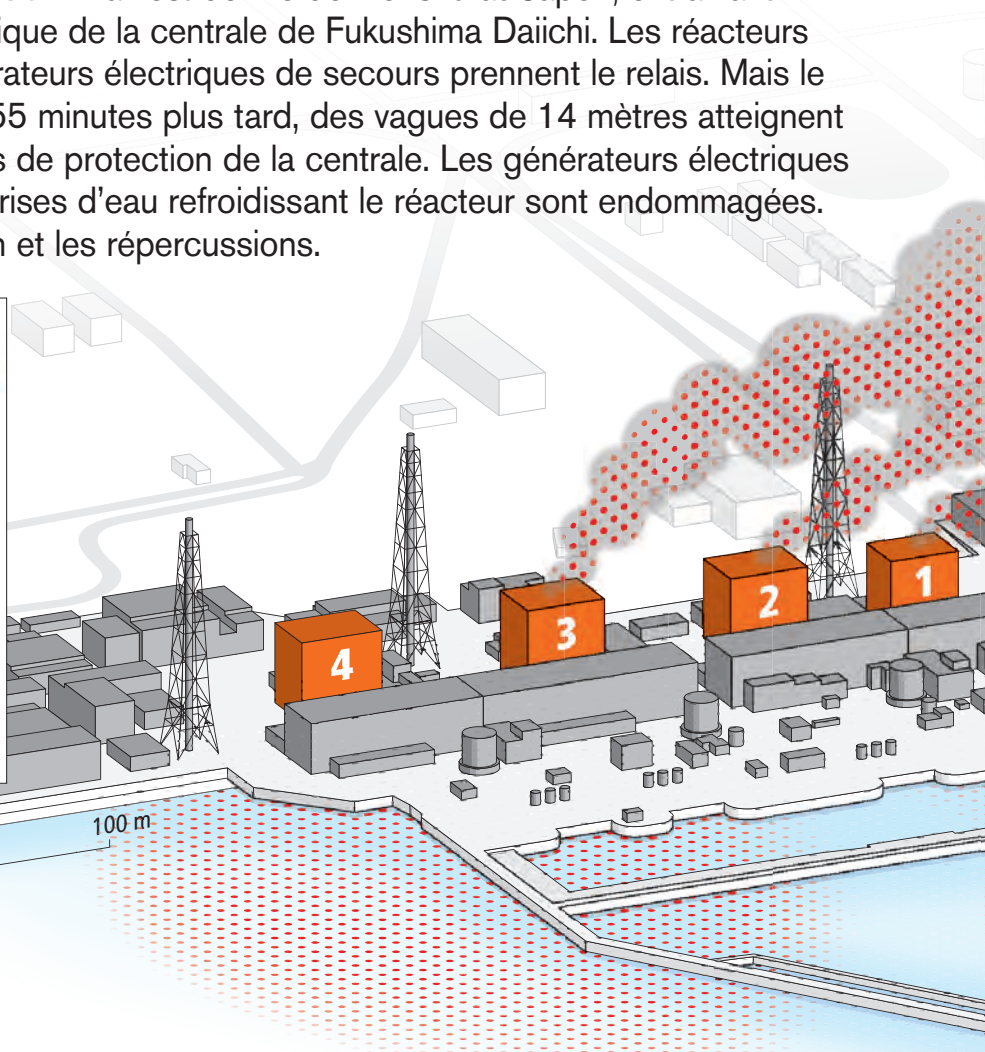
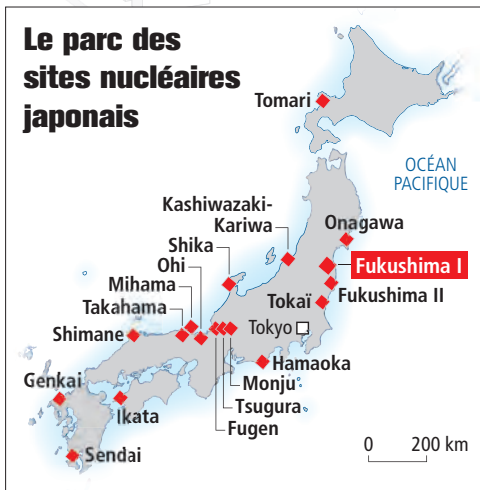
Jacques Repussard,
directeur général de l'IRSN.

Olivier Seignette/Mikaël Lafontan/IRSN

Catastrophe nucléaire

Séisme et tsunami, le scénario

Vendredi 11 mars 2011, à 14 h 46 heure locale (6 h 46 en France), un séisme de magnitude 8,9 se produit à 80 km à l'est de l'île de Honshu au Japon, entraînant la perte de l'alimentation électrique de la centrale de Fukushima Daiichi. Les réacteurs se mettent à l'arrêt et les générateurs électriques de secours prennent le relais. Mais le séisme a généré un tsunami : 55 minutes plus tard, des vagues de 14 mètres atteignent la côte et débordent les murets de protection de la centrale. Les générateurs électriques de secours sont noyés et les prises d'eau refroidissant le réacteur sont endommagées. Retour sur l'état de l'installation et les répercussions.



11 mars 2011

Fusion des cœurs. Les réacteurs 4, 5 et 6 sont à l'arrêt pour maintenance. Le tremblement de terre entraîne l'arrêt automatique des réacteurs 1, 2 et 3 en fonctionnement. Il conduit aussi à la perte des alimentations électriques externes des réacteurs et au démarrage des alimentations électriques internes (groupes électrogènes de secours à moteur Diesel). Cinquante-cinq minutes plus tard, une vague de tsunami de 14 mètres endommage les prises d'eau en mer et provoque la perte des diesels de secours des réacteurs 1 à 4. C'est ce qui provoque la fusion du cœur des réacteurs 1, 2 et 3, qui entraîne des rejets. Cette fusion nécessite des éventages, c'est-à-dire une mise à l'air, pour réduire la pression dans les enceintes de confinement. ■

12 mars, 7 h 36

Réacteur n°1. Explosion dans la partie haute du réacteur n°1. Quelques heures plus tôt, un éventage a été engagé pour réduire la pression dans l'enceinte de confinement. Du fait de l'indisponibilité des moyens de refroidissement, le directeur de la centrale décidera en dernier recours d'injecter de l'eau de mer dans le cœur. ■

14 mars, 13 heures

Réacteur n°3. Explosion dans la partie haute du réacteur n°3. Un éventage de l'enceinte de confinement a été réalisé

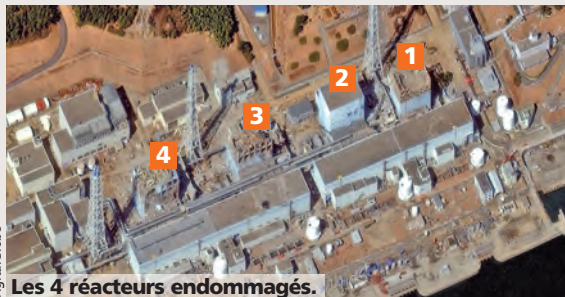
24 heures plus tôt. De l'eau de mer est injectée pour refroidir le cœur. La piscine d'entreposage de combustibles usés fait également l'objet d'inquiétudes : le 17 mars, de l'eau de mer y est larguée par hélicoptère, avec peu de succès. Le lendemain, des moyens anti-incendie sont utilisés pour compenser l'évaporation. ■

14 mars, 22 heures

Réacteur n°4. Incendie d'origine inconnue dans le hall de la piscine du réacteur n°4 (à l'arrêt, cœur déchargé). Dans la soirée, nouvel incendie dans la

infernal

La centrale de Fukushima Daiichi



DigitalGlobe

Les 4 réacteurs endommagés.

Exploitée par Tokyo Electric Power Company (Tepco), la centrale de Fukushima Daiichi (Daiichi signifie n°1) est constituée de six réacteurs à eau bouillante, de conception américaine, d'une puissance électrique comprise entre 460 et 1 100 mégawatts. Ils ont été construits dans les années 1970.

Contamination atmosphérique

Les décompressions successives et explosions ont entraîné des rejets radioactifs importants de produits de fission comme l'iode 131 et le césium 137. Les autorités japonaises ont décidé d'évacuer, quelques heures après le début de l'accident, 80 000 personnes dans un rayon de 20 km et de mettre à l'abri la population située dans la zone de 20 à 30 km.

Contamination maritime

Une forte contamination radioactive du milieu marin s'est produite. C'est la conséquence du déversement direct d'eaux contaminées provenant de la centrale, qui a duré environ jusqu'au 8 avril, et, dans une moindre mesure, des retombées dans l'océan d'une partie des radionucléides (césium 137 par exemple) rejetés dans l'atmosphère entre le 12 et le 22 mars.

Réacteurs n° 5 et 6

D'une construction plus récente, situés à une dizaine de mètres au-dessus du niveau d'implantation des quatre premiers réacteurs, ils ont mieux résisté. Un des quatre générateurs électriques du réacteur n° 6 a permis de refroidir les piscines d'entreposage des combustibles usés des réacteurs 5 et 6 (ceux-ci étaient à l'arrêt). Après l'explosion dans le hall de la piscine n° 4, des ouvertures ont été effectuées dans le bardage des halls des piscines pour favoriser l'évacuation de l'hydrogène de radiolyse.

partie nord-ouest du bâtiment, puis explosion dans le hall de la piscine. De l'eau est déversée dans la piscine avec le bras d'une pompe à béton. ■

14 mars, 22h 10

Réacteur n° 2. Explosion en partie basse du réacteur n° 2. Une perte du système de refroidissement a été annoncée le matin même à 8 heures. De l'eau de mer est injectée pour refroidir le cœur. ■

Différentes technologies de réacteurs

Si tous les réacteurs électronucléaires actuels utilisent l'énergie de fission¹ pour produire de l'électricité, leur conception diffère largement. Par exemple, Fukushima est équipée de réacteurs à eau bouillante (REB). En France, le parc d'EDF est constitué de réacteurs à eau sous pression (REP). **Deux différences importantes séparent ces technologies :**

- la taille de l'enceinte de confinement, bien plus petite dans le cas des REB, rend la montée en pression plus rapide ;
- le système de refroidissement. Dans les REB, la vapeur générée par le refroidissement du cœur est directement envoyée à la turbine. Dans les REP, il existe un circuit intermédiaire: le circuit d'eau refroidissant le réacteur se refroidit lui-même en transférant sa chaleur à un circuit secondaire d'eau qui met en mouvement la turbine.

1. Phénomène durant lequel le noyau d'un atome se divise, générant un dégagement d'énergie très important.



La salle centrale du centre technique de crise (CTC) de l'IRSN à Fontenay-aux-Roses (Hauts-de-Seine).



Les experts de la cellule santé du CTC rédigent des réponses aux questions posées par la Direction générale de la santé.

Mobilisation

Comprendre Fukushima depuis

L'accident japonais a nécessité la mise sur pied du centre technique de crise de l'Institut dans un Derrière les 200 experts entraînés et mobilisés, c'est l'ensemble des compétences de l'IRSN

Vendredi 11 mars, 11 heures. Au regard des premiers éléments qui filtrent quant à l'impact sur les réacteurs nucléaires du séisme de magnitude 8,9 qui a ébranlé le Japon à 6 h 46, heure française, et du tsunami associé, l'IRSN active son centre technique de crise (CTC) à Fontenay-aux-Roses (Hauts-de-Seine). Bien que formés aux exercices de crise, les experts mobilisés ne savent pas encore que ce marathon durera quatre semaines, pendant lesquelles ils se relaieront, 24 heures sur 24 et 7 jours sur 7. Le CTC comptera ainsi, en permanence, au moins 30 experts de jour, dont 3 porte-parole, et au moins 20 experts de nuit. Soit au total 200 personnes sur les 1 700 que compte l'Institut.

Un CTC au format particulier...

Fukushima dépassant largement le cadre habituel des crises connues jus-

qu'à présent et des exercices de crise menés régulièrement par l'IRSN, l'Autorité de sûreté nucléaire et les exploitants nucléaires français, l'organisation a été adaptée pour faire du "sur-mesure". Dès le mardi, un renfort d'ingénieurs, lisant et parlant le japonais, arrive au CTC en roulement pendant les quatre semaines de la crise. "Le centre de crise compte normalement une cellule de direction, une cellule d'évaluation de l'installation, une cellule dédiée aux conséquences radiologiques, une cellule communication et une cellule de secrétariat et logistique", explique Éric Cogez, spécialiste des situations d'urgence et d'organisation de crise à l'IRSN, chargé du bon fonctionnement du CTC. "À ce schéma, il a été immédiatement ajouté une cellule de direction générale." Le lundi, pour répondre aux questions qui affluaient, une cellule santé a été

également mise sur pied, puis une cellule environnement.

Les équipes de chaque cellule doivent aussi s'organiser. "Dès le lundi matin, nous avons compris que non seulement cette crise allait durer, mais qu'il allait falloir prendre en compte le décalage horaire avec le Japon. Nous avons instauré un roulement de trois équipes pour tenir plus longtemps", se remémore Franck Bigot, un des trois principaux animateurs de la cellule d'évaluation de l'installation, spécialisé dans les réacteurs à eau sous pression.

...pour une crise hors norme

Le premier souci que partageaient les experts était de recueillir des informations sur un événement qui se déroulait à 10 000 km. "Nous étions hors de toute procédure habituelle, se rappelle Martial Jorel, directeur du CTC. Le réacteur [REB, réacteur à eau bouillante] était d'une technologie peu connue en France, nous ne pouvions pas interroger l'exploitant japonais Tepco et les informations venaient en différé de sources diverses. Nous avons suivi l'état du réacteur à partir des informations disponibles sur les sites Internet de Tepco, de l'autorité de sûreté japonaise Nisa'... afin de connaître l'état du cœur ou des piscines, ou de savoir comment l'eau était injectée."

Une cellule de soutien au CTC

Au sein du centre technique de crise (CTC), s'est rapidement dessinée la nécessité d'évaluer les conséquences radiologiques de Fukushima sur de grandes distances. Pour répondre à ce besoin, Damien Didier, expert à l'IRSN, met en place la cellule de soutien sur les conséquences radiologiques de Fukushima : "Les outils du CTC sont élaborés pour des calculs à courte distance, entre 50 et 80 km. Il a donc été nécessaire d'utiliser les outils de recherche et développement, de les interfacer avec les données météorologiques disponibles sur le Japon et de développer un environnement de production de cartes et films." Du fait de cette réactivité, dès le premier week-end, le devenir d'un éventuel panache radioactif sur le territoire japonais était estimé.



Reportage photo : Grégoire Maisonneuve/IRSN

Deux cellules du CTC : celle d'évaluation de l'installation (en haut), celle dédiée aux conséquences radiologiques (en bas).

Santé et environnement : deux cellules en renfort

Si elles n'étaient pas installées au centre technique de crise, car non prévues, les cellules santé et environnement se sont vite révélées incontournables. La cellule santé a utilisé une salle de réunion de l'IRSN. "Huit experts à plein temps, aidés par 16 experts en relais, ont répondu aux 1300 demandes reçues en quatre semaines, de médecins généralistes ou du travail, de journalistes ou du public, en particulier lors du survol de la France par les masses d'air contaminées", résume Alain Rannou, expert en radioprotection de cette cellule. Cette dernière a aussi réalisé des anthroporadiamétries pour mesurer l'éventuelle contamination de 250 personnes venant du Japon (journalistes, expatriés, pilotes d'avion...) et fourni plus de 300 dosimètres passifs à des personnes devant se rendre au Japon.

La cellule environnement a été mise en place sur le site du Vésinet (Yvelines), car il abrite la salle de surveillance Téléray qui centralise les mesures de radioactivité des balises disposées sur le territoire français et la majorité des moyens de traitement et de métrologie des échantillons de l'IRSN. Rapidement, cette surveillance est renforcée. Des sondes sont envoyées

courantes. "Nous nous sommes toujours arrangés pour que la production des avis de routine sur les opérations des installations françaises reste assurée", témoigne Pascal Quentin, expert en sûreté des réacteurs, qui a remplacé Martial Jorel le premier week-end, avant de retourner à son travail quotidien, le lundi matin. "Les rapports des groupes d'experts prévus ont été remis en temps et en heure."

Des partenaires étaient également engagés dans la course, tel Météo-France, comme l'explique Jean-Marie Carrière, responsable de la prévision.

dans les DROM-COM et à l'ambassade de France au Japon. En parallèle, des cartouches de charbon actif sont mises en place pour piéger l'iode 131, isotope radioactif créé lors des réactions de fission dans un réacteur. "Nous avons aussi augmenté de 50 % la fréquence des prélèvements avec 1200 analyses supplémentaires sur six semaines, pour lesquelles nous avons sollicité les agents territoriaux de Météo-France, de la DGAL¹, de la DGCCRF² afin qu'ils nous envoient des prélèvements de salade, de lait... explique Nathalie Chaptal-Gradoz, une des responsables de cette cellule. Les antennes de Cadarache [Bouches-du-Rhône] et d'Octeville [Manche] nous ont aidés à traiter ce supplément d'échantillons." ■

1. Direction générale de l'alimentation.
2. Direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes.



Les examens anthroporadiamétriques ont été réalisés sur le site du Vésinet (Yvelines).

Noak/Le bar Floreale/IRSN

"Nous avons fourni à l'IRSN des prévisions pour anticiper les déplacements de polluants et des analyses des conditions météorologiques des jours passés afin de comprendre rétrospectivement les observations. Nous lui avons aussi transmis les conclusions de nos propres calculs de prévisions de déplacement du panache depuis le Japon en vue de croiser nos résultats."

Vendredi 29 avril, 12 heures en France : au terme de six semaines de crise, dont quatre de présence permanente, le CTC est désactivé. ■

1. Nuclear and Industrial Safety Agency.

la France

format particulier.
qui a permis de relever le défi.

Au final, la cellule dédiée aux conséquences radiologiques est peut-être celle qui a le plus fonctionné dans les conditions prévues. Elle disposait des mesures de rejets dans l'air et de données météorologiques ; elle a pu calculer les dépôts et trajectoires du panache.

Synergie de compétences

Malgré les difficultés, les experts proposent régulièrement des diagnostics et pronostics de la situation. Dans cette course, les compétences de tous sont mises à profit. Un exemple : l'équipe d'évaluation de l'installation. "Les trois principaux animateurs se distinguaient par des spécialités différentes, illustre Franck Bigot. Emmanuel Raimond est spécialiste de la phénoménologie des accidents graves comme la percée de cuve ou le relargage d'hydrogène. Karine Herviou possède l'expertise nécessaire pour faire le lien avec les conséquences radiologiques pour les populations. J'étais plus à même d'analyser l'état de l'installation."

Il ne s'agit là que de la face émergée de l'iceberg : "Nos collègues ont spontanément proposé leurs compétences, par exemple pour réaliser des schémas de la centrale, se souvient Martial Jorel. En marge du CTC, il y a eu un sursaut à l'intérieur de l'Institut." Et ce, bien qu'il faille continuer à traiter les affaires



“ L’IRSN nous tient informés et nous rendons tout ceci public de manière tout à fait transparente et immédiate.”

Nathalie Kosciusko-Morizet, ministre de l’Écologie, le 16 mars 2011, lors de son audition à l’Assemblée nationale.

prévenu de plus en plus de responsables politiques et décideurs.” C’est en effet à un drame sans précédent que l’IRSN faisait face. “Sollicités de toute part, nous avons mis en place des bulletins électroniques quotidiens, synthétisant notre analyse de l’état des centrales nucléaires japonaises et des conséquences pour les populations et l’environnement.” La quasi-totalité des cabinets ministériels ont demandé à y être abonnés. En parallèle, l’IRSN a participé, chaque matin, aux réunions de la cellule interministérielle de crise, pilotée par le secrétariat général de la Défense et de la Sécurité nationale, un service du Premier ministre. L’Institut a été sollicité par l’Office parlementaire d’évaluation des choix scientifiques et technologiques, qui informe le Parlement et éclaire ses décisions. “J’ai été convoqué pour une présentation sur les lignes de défense des réacteurs”, illustre ainsi Martial Jorel, directeur du CTC.

1. À la cellule information, Nathalie Kosciusko-Morizet, ministre de l’Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement; Éric Besson, ministre chargé de l’Industrie; Jacques Repussard, directeur général de l’IRSN; et Marie-Pierre Bigot, directrice de la communication. 2. Christine Gouedranche, responsable du Web, et Michel Brière, directeur général adjoint, à la cellule communication. 3. Pascale Portes, responsable du service de presse, et deux de ses collaboratrices. 4. Conférence de presse animée par des porte-parole de l’IRSN.

Mission d’information

Relever le défi de la transparence

Pendant l’accident de Fukushima, l’Institut a informé de manière rigoureuse et en temps réel les pouvoirs publics, les médias, le public et la société civile en mobilisant les experts et la cellule communication.

“ En France, nous vivons depuis plus de vingt-cinq ans avec le souvenir du ‘mensonge’ de Tchernobyl”, rappelle Marie-Pierre Bigot, directrice de la communication, qui a piloté la cellule de communication du centre technique de crise (CTC) de l’IRSN. Depuis sa création en 2002, l’Institut mène une politique active d’information. Ainsi, répondre au besoin d’information des pouvoirs publics, des médias, du grand public ou encore de la société civile s’est naturellement imposé durant l’accident du Japon. “Le travail au quotidien avec les experts depuis presque dix ans, la com-

préhension mutuelle des contraintes de nos métiers ont été très utiles durant cette crise.”

Informers les pouvoirs publics

Tout a commencé selon le *modus operandi* habituel. “Nous avons informé par téléphone les principaux cabinets ministériels, à savoir l’Écologie et l’Industrie, et celui du Premier ministre, se rappelle Michel Brière, directeur général adjoint, chargé de coordonner la mobilisation de l’IRSN durant l’accident. Très vite, au regard de la gravité des événements, nous avons armé le centre technique de crise et

Répondre aux médias de façon compréhensible

Également sur le pont, la cellule de communication a répondu chaque jour à plus de cent demandes d’interview, avec des impératifs de délais. “Le Monde boucle à 10h30 le matin : il leur fallait un expert au plus tard à 9 heures, raconte Pascale Portes, responsable du service de presse. Les radios avaient besoin de flashes d’information réguliers et la télévision d’alimenter les journaux de 13 heures et 20 heures.” Rapidement, trois porte-parole sont désignés sur des domaines distincts : sécurité des installations, environnement et santé. Leur plus grande difficulté : “Informer en temps réel tout en prenant le temps de valider et de

remettre dans leur contexte les éléments qui nous parvenaient : que signifie cette température de cuve mesurée ? résume Thierry Charles, porte-parole de la partie installations. Nous étions l'un des seuls instituts à donner autant d'information digérée et interprétée, ce qui explique sans doute la progressive affluence de médias de Chine, Japon, Corée, États-Unis, Grande-Bretagne ou Suisse." Pendant ce temps, Olivier Isnard, expert de l'IRSN dépêché au Japon, assure des interviews sur place pour les Français séjournant au Japon. En parallèle, le service de presse scrute les médias. "Nous avons eu connaissance du séisme par les agences AFP et Reuters, et les premières informations sur les centrales nous sont venues par leurs dépêches, explique Pascale Portes. Nous étions donc un relais entre experts et journalistes, et ce dans les deux sens."

Spécialiste scientifique à RTL, la journaliste Carole Laporte-Many témoigne de l'apport de l'Institut : "Durant cette crise, l'IRSN a été très réactif à travers des points presse quotidiens, des interlocuteurs disponibles et une cellule presse habile à gérer les rendez-vous en respectant les délais des journalistes. C'est d'ailleurs devenu mon interlocuteur principal. Nous recevions du Japon beaucoup de données brutes, parfois contradictoires. L'IRSN les mettait en perspective, expliquant avec prudence pourquoi telle donnée justifiait de s'inquiéter ou non. On sentait la volonté des experts d'être le plus précis possible, dans la mesure des éléments dont ils disposaient. Le tout en apprenant à utiliser un langage rigoureux sans être trop scientifique. Seuls points négatifs : la difficulté d'accès en transports au CTC et le fait d'avoir toujours les mêmes porte-parole. Les journalistes préférèrent varier les experts interviewés, aussi compétents soient-ils !"

Faire face à l'augmentation du trafic du site Internet

L'IRSN étant très présent dans les médias, le public s'est vite informé grâce au site Internet. "Dès le samedi, le trafic du site irsn.fr a commencé à croître, témoigne Christine Goudebranché, responsable du Web. Le 23 mars, le panache a survolé la France : nous avons enregistré 600 000 visites en un jour... contre 35 000 par mois habituellement !" Pour résister à cette

1. Association nationale des comités et commissions locales d'information.

Efficacité et fiabilité de l'information fournie



Shohei Sato, directeur du département sécurité des systèmes nucléaires, au sein de la JNES¹, organisme technique de sûreté japonais.

"Après l'accident de Fukushima, la JNES a collecté des informations auprès de toutes les autorités de sûreté nucléaire étrangères et de leurs instituts techniques, afin de les diffuser au sein de notre organisme et de les transférer à notre autorité de sûreté, la NISA². Parmi l'énorme quantité d'informations réunies, celles de l'IRSN étaient remarquables tant en qualité qu'en quantité. Nous avons particulièrement tenu compte de la simulation du panache radioactif de Fukushima mise en ligne peu de temps après l'accident. Les rapports sur la contamination et les effets environnementaux, en milieux terrestre et marin, étaient également à la fois complets et de grande valeur pour la JNES."

1. Japan Nuclear Energy Safety Organization. 2. Nuclear and Industrial Safety Agency.

EN CHIFFRE

DURANT LES QUATRE SEMAINES POST-FUKUSHIMA :

- 5 000 retombées de presse ● 1 365 demandes d'interviews ● 50 notes d'information, bulletins de suivi de la France... ● 612 000 visites et 1 500 000 pages vues sur le site irsn.fr le 23 mars 2011.

hausse de trafic, un site miroir dédié aux visiteurs a été mis en place. Second défi technique : rendre public l'accès à Criter, une base de données livrant, en quasi-temps réel, les mesures de radioactivité des balises de métropole et des DROM-COM. "Nous avons dû passer de 2 à plus de 20 serveurs, et développer en quelques jours une version allégée du logiciel."

Accessibles et téléchargeables depuis le site Internet, les foires aux questions (FAQ) et les bulletins électroniques ont permis à la presse comme au grand public de suivre l'évolution de la situation avec une information de qualité. "Nous savons qu'ils ont même été traduits en japonais", précise Marie-Pierre Bigot, rapportant une information fournie par la radio NHK.

Relayer l'information auprès des CLI

De son côté, Michael Petitfrère, chargé des relations avec les commissions locales d'information, renseigne leurs présidents et chargés de mission. "Nous leur avons fait suivre les notes d'information et identifié les experts du

La direction de l'IRSN au service de l'État

L'ampleur du séisme et du tsunami qui ont frappé le Japon a, dès le premier jour, conduit à la mobilisation des structures gouvernementales françaises de gestion de crise, en soutien à la communauté française expatriée, et aux efforts de sécurité civile des autorités nippones. Dès qu'il est apparu que cette catastrophe allait se doubler d'une crise nucléaire, à partir du 12 mars, l'IRSN a été étroitement associé à cette mobilisation. La présidente et le directeur général ont ainsi participé aux réunions quotidiennes organisées par le secrétaire général de l'Élysée et le directeur de cabinet du Premier ministre, aux réunions de la cellule de crise du Quai d'Orsay, et à celles du comité interministériel de crise présidé par le secrétaire général de la Défense et de la Sécurité nationale. Ainsi, les analyses produites par le centre technique de crise de l'Institut étaient, quasiment en temps réel, portées à la connaissance des plus hautes autorités de l'État, éclairant leurs prises de décision.

CTC qui pouvaient répondre à leurs questions, qu'elles portent sur le passage des masses d'air au-dessus de la France ou sur l'impact de l'accident sur la santé d'un enfant expatrié." Mi-septembre, un séminaire a été mis sur pied avec l'Anclli¹ afin d'échanger sur les enjeux de sûreté après Fukushima, et notamment sur les évaluations complémentaires de sûreté déclenchées sur le parc nucléaire français. ■

Des actions franco-japonaises

Comment l'IRSN a aidé des expatriés et des entreprises en France et au Japon à



DR

Éducation

“Les experts ont redonné confiance à la communauté scolaire”

Michel Sauzet, proviseur du lycée franco-japonais de Tokyo.

Comment avez-vous fait appel à l'Institut ?

À la suite du drame du 11 mars, un expert en radioprotection a été dépêché auprès de l'ambassade de France. Avant de rouvrir l'établissement, il est apparu indispensable d'informer la communauté scolaire sur l'environnement dans lequel allait fonctionner le lycée au quotidien. Les services de l'ambassade ont programmé des réunions avec la participation des spécialistes de l'IRSN, sur place et depuis la France, afin de répondre aux questions des parents et du personnel.

Quel type d'information vous ont-ils apporté ?

Dans un contexte où les informations manquaient ou étaient difficiles à vérifier, et où des rumeurs contradictoires

rendaient la situation stressante, les experts ont apporté un réel apaisement. Sur le plan de l'organisation de l'établissement, les procédures de sécurité mises en place ont pu être validées grâce à leurs analyses et les modes d'accès aux locaux ont pu être définis.

À quel point cela a-t-il rassuré la communauté française au Japon ?

Les interventions des experts ont redonné confiance aux nombreuses personnes qui les suivaient, de même que la foire aux questions [FAQ] mise en ligne sur les sites Internet de l'ambassade et du lycée. Même s'il a fallu multiplier les assemblées pour répondre aux inquiétudes de la population fréquentant l'établissement, la qualité du dialogue a toujours été soulignée et très appréciée par tous. ■



Alain Savary, expert de l'IRSN, réalise des mesures sur des œuvres d'art.

Olivier Chabanis/IRSN

Musée. Contrôler la radioactivité d'œuvres d'art

Il faut sauver Dalí, Miró et Picasso! Au moment de l'accident de Fukushima, 170 œuvres du Centre Pompidou sont exposées au National Art Center de Tokyo. La direction du Centre et du musée d'Art moderne prend les dispositions nécessaires pour récupérer la collection prêtée au terme de l'exposition. En mai, Brigitte Léal, conservatrice, se rend sur place, accompagnée de deux régisseurs et du responsable du service des prêts.

“Dès que nous avons été alertés du risque de contamination, nous avons contacté le centre technique de crise de l'IRSN”, relate la conservatrice. “Nous étions très inquiets, c'était la première fois que nous étions confrontés à une telle situation. Nous ignorions si les œuvres étaient susceptibles d'être dégradées, irradiées, et s'il était possible de les manipuler sans risque pour le personnel du musée. On craignait que les œuvres, à leur retour, ne contaminent tout le musée... Très rapidement, les spécialistes de l'IRSN ont effectué à Tokyo des analyses des œuvres, des caisses de transport et des salles d'exposition. Les résultats, détaillés dans un rapport précis, ont permis de rassurer tout le monde. Aujourd'hui, les œuvres ont regagné les réserves ou les salles du musée. Par mesure de précaution, et surtout pour lever tous les doutes, les caisses ont été détruites.” ■

Sécurité civile. Accompagner une mission de sauvetage déblaiement

“L'IRSN nous a accompagnés en amont, sur place pendant notre mission de sauvetage déblaiement et au retour”, explique le lieutenant-colonel des sapeurs-pompiers, Bertrand Domeneghetti, l'un des pilotes de la mission nationale d'appui à la gestion du risque nucléaire, à la Direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises¹. “Au Japon, notre détachement intégrait un expert de l'IRSN, Olivier Isnard.

Si sa mission principale était d'assister l'ambassade de France, il permettait aussi au détachement de maintenir une liaison avec le centre technique de crise de l'IRSN. Leurs modèles prévisionnels étaient indispensables à notre unité. Dès leur retour en France, les membres du détachement ont subi un contrôle de contamination externe et interne. Les bagages ont été contrôlés ainsi que le matériel lourd. Les résultats ont été négatifs pour les hommes, tandis que quelques objets, comme des gants, des parkas, des chaussures ou des tentes, affichaient des valeurs positives de l'ordre de 2 à 5 fois le bruit de fond. Ce protocole de retour de mission, construit avec l'IRSN, a vocation à devenir un référentiel pour la sécurité civile.” ■

1. Ministère de l'Intérieur, de l'Outre-mer, des collectivités territoriales et de l'immigration.



Yoshikazu Tsuno/AFP

L'ambassadeur de France au Japon accueille les secouristes français à l'aéroport de Tokyo-Narita.

adaptées à l'urgence

traverser la crise de Fukushima? Quelques témoignages.

Compagnie aérienne. Rassurer les navigants

Nous avons travaillé avec le centre technique de crise de l'IRSN, se souvient Gérard Desmaris, médecin du travail d'Air France et spécialiste de radioprotection. Au Vésinet [Yvelines], 36 anthroporadiamétries¹, toutes négatives, ont été réalisées pour les équipages de retour du Japon. Les mesures ont rassuré nos navigants et les organisations professionnelles." De son côté, la compagnie a acheminé du matériel de radioprotection, de l'iode, des

balises Téléray... au Japon et dans les DROM-COM pour aider à la surveillance de l'environnement. "Nos salariés restent inquiets, notamment pour l'eau et la nourriture au Japon, déplore le médecin. J'ai rapporté de l'eau du réseau de Tokyo et des échantillons alimentaires pour les faire analyser par l'IRSN. Les résultats devraient écarter les craintes, mais il reste beaucoup de pédagogie à faire." ■

1. Examen d'évaluation des doses reçues.

Navigation. Évaluation des risques

Avant d'envoyer du personnel dans une zone susceptible d'être contaminée, il est capital d'évaluer la situation et de s'assurer de l'absence de risques", souligne Alain Coatanhay, directeur de la flotte de Louis Dreyfus Armateurs. Un de ses navires devant réparer un câble de fibre optique sous-marin endommagé par le séisme à 120 km à l'est de Fukushima, il s'est tourné vers l'Institut. "Les informations fournies ont été essentielles pour rassurer l'équipage. Les experts nous ont aidés à présenter la situation radiologique et à mettre en place un processus de surveillance, comprenant des dosimètres individuels et des radiamètres pour le bateau. Un expert a accompagné le navire jusqu'à la zone d'intervention. Fort heureusement, l'exposition y était nulle!" ■

Média. Indiquer les mesures à prendre

Deux techniciens et quatre journalistes de Radio-France couvraient Fukushima au Japon. Partis pour le séisme et le tsunami, ils n'étaient pas protégés contre la radioactivité. Marie-Pierre Meteau, infirmière, a dû remplacer le médecin du travail, absent. "J'ai

sollicité l'IRSN et la cellule de crise du Quai d'Orsay. L'IRSN nous a indiqué les mesures à prendre. Dès leur retour, nos équipes se sont rendues au laboratoire d'analyses du Vésinet [Yvelines]. Le matériel a été stocké afin d'être contrôlé. Un magnéto ayant été rapporté dans une rédaction, des techniciens sont allés y prendre des mesures. Aucune contamination n'a été relevée." ■

Fournisseur de dosimètres. Qualité maintenue

Le principal fournisseur de dosimètres radiophotoluminescents de l'IRSN est japonais. Makoto Imai, son directeur, explique comment Chiyoda Technol, à Tokyo, a géré la situation. "Dès l'accident, lors de visioconférences avec l'IRSN, nous avons précisé l'état de nos installations et de notre capacité

de production. L'IRSN avait commandé 30 000 dosimètres longtemps avant l'accident. Par précaution, la date de livraison a été avancée. Pour éviter tout risque de contamination, les dosimètres sont fabriqués dans des régions éloignées de Fukushima. Ils sont aussi contrôlés à l'arrivée par l'IRSN." ■

Ambassade de France Expliquer la situation aux ressortissants français

L'IRSN a dépêché Olivier Isnard, un spécialiste des situations de crise à l'ambassade de France à Tokyo. Il est resté cinq semaines auprès des expatriés, des entreprises françaises et aux côtés de Philippe Faure, alors ambassadeur. Ce dernier a rendu hommage au travail accompli par cet expert et à son engagement auprès des ressortissants français. Il a souligné "ses talents pédagogiques pour expliquer la situation et les règles de précaution à prendre" pendant cette période éprouvante.

Robotique Les salariés protégés



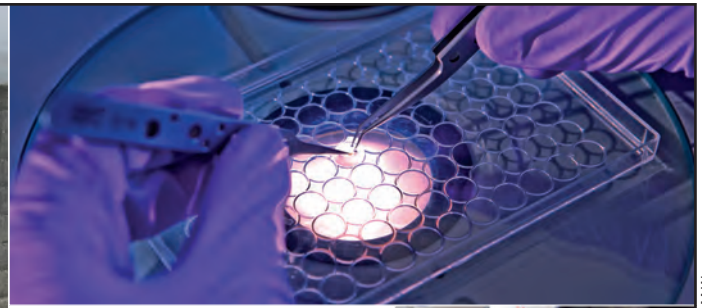
"Il y a une grande différence entre intervenir en milieu radioactif confiné sur un chantier et dans un milieu ouvert susceptible d'être contaminé et sur lequel on n'a pas de maîtrise", rapporte Olivier Bernard, ingénieur et personne compétente en radioprotection de Cybernétix. Au moment du séisme, cette société spécialisée en robotique pour les interventions en milieu hostile participait au démantèlement des générateurs de vapeur de la centrale de Tokai-Mura, au sud de Fukushima. "Dès le 11 mars, nous avons demandé à l'IRSN des informations sur la situation. La difficulté était de caractériser le risque, la dispersion des radioéléments et le niveau de contamination. Nous avons décidé de rapatrier nos deux salariés. À leur arrivée, ils se sont rendus au Vésinet [Yvelines] pour des anthroporadiamétries. Les résultats étaient négatifs. Avant que nous renvoyions du personnel au Japon, la cellule santé de l'Institut nous a aidés à quantifier les risques et à déterminer les mesures à prendre. Nos salariés ont emporté des dosimètres, des tenues de radioprotection et des compteurs." ■



Le navire câblé qui a effectué la réparation.

Louis Dreyfus Armateurs

JAPCE-Energy/Cybernétix



- Organisation de crise
- Recherche



- Sûreté nucléaire



- Radioprotection de l'homme
- Surveillance de l'environnement

Sûreté renforcée après Fukushima

Il faut imaginer l'inimaginable, nous enseignons Fukushima. En France, des évaluations sont lancées pour valider la conformité des installations et calculer leur résistance aux catastrophes. Des voies de progrès se dessinent, notamment la constitution d'un ensemble d'équipements aptes à supporter les pires agressions. La recherche s'active pour prédire le devenir des radionucléides relâchés par Fukushima, mais aussi pour améliorer la surveillance et la radioprotection en France.

Évaluations complémentaires de sûreté

Analyser la résistance des installations françaises

Derrière le sigle ECS se cachent les évaluations complémentaires de sûreté. Cet état des lieux complet des installations nucléaires a nécessité un long travail.

Les accidents de Three Mile Island (États-Unis) ou de Tchernobyl (Ukraine) avaient pour origine des défaillances internes. Celui de Fukushima a été provoqué par des agressions naturelles extrêmes. Cela a conduit à évaluer jusqu'à quel niveau de séisme et d'inondation les centrales européennes, et notamment françaises, peuvent résister. Il fallait aussi déterminer les délais avant que des rejets surviennent dans l'environnement en cas de perte totale d'alimentation électrique ou de source de refroidissement. C'est l'objet des évaluations complémentaires de sûreté (ECS) demandées aux exploitants français le 5 mai dernier par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN).

La démarche des ECS répond à une double demande : celle, en date du 23 mars 2011, du Premier ministre, François Fillon, de réaliser un audit de la sûreté des installations françaises et celle du Conseil européen, lors de sa réunion des 24 et 25 mars, de réaliser des *stress tests* (tests de résistance). "Les deux requêtes étaient comparables", résume Karine Herviou, expert de l'IRSN chargée de l'instruction des



Les visites d'inspection chez l'exploitant (ici, à la centrale de Cruas) sont assurées par des inspecteurs ASN, accompagnés d'experts IRSN.

dossiers ECS. C'est sur la base du cahier des charges rédigé par l'association européenne des chefs des autorités de sûreté nucléaire, Wenra, que le cahier des charges français a été rédigé."

79 installations prioritaires

Il y a quelques différences entre les stress tests européens et les ECS français. Ils ont justifié deux rapports différents dans la forme, même si le fond reste le même : "Le périmètre des évaluations françaises est plus large. Elles couvrent non seulement les réacteurs, mais aussi les installations de recherche et les usines du cycle du combustible. Un chapitre dédié à la sous-traitance a été ajouté à la demande du Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire", explique Daniel Quéniart, conseiller du directeur général de l'IRSN, qui a participé à la mise au point du rapport

d'analyse critique des dossiers des exploitants. La quasi-totalité des installations françaises sont concernées par les ECS. Cela correspond aux 58 réacteurs à eau sous pression, à l'EPR en construction, aux installations de recherche et aux usines du cycle du combustible. Soixante-dix-neuf installations jugées prioritaires par l'ASN, dont les réacteurs ont fait l'objet de rapports remis par les exploitants le 15 septembre. Pour les autres, les exploitants disposent d'une année supplémentaire.

Dans la pratique, si les installations visées sont nombreuses, les opérateurs le sont beaucoup moins, avec EDF, le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), Areva et l'Institut Laüe-Langevin (ILL). Afin de faciliter les ECS, une étape intermédiaire a été observée. "Début juin, les exploitants ont transmis un document synthétisant la démarche qu'ils comp-

À LA LOUPE

Le dossier d'évaluation comporte huit chapitres :

- 1. Présentation du site ;
- 2. Séisme ;
- 3. Inondation ;
- 4. Phénomènes naturels extrêmes (grêle, foudre, tornade) ;
- 5. Perte de source froide/ perte de source électrique ;
- 6. Gestion des accidents graves ;
- 7. Entreprises prestataires ;
- 8. Synthèse du site et du plan d'action associé.

taient mettre en place pour réaliser les ECS, explique Caroline Lavarenne, expert à l'Institut et pilote de l'instruction des dossiers d'ECS. Les groupes permanents d'experts [GPE] apportent un appui technique à l'ASN. Sur la base d'une analyse de l'IRSN, ils ont jugé satisfaisantes ces démarches, en indiquant certains points de vigilance. Ensuite, l'Autorité a imposé aux exploitants de prendre en compte l'impact d'éventuelles installations à risque, comme des usines chimiques, situées à proximité d'une centrale."

Durant l'été, les exploitants des 79 installations prioritaires se sont donc

attelés à la tâche pour remettre leur rapport le 15 septembre. "Pendant ce laps de temps, nous avons identifié les écarts de conformité, les points à améliorer sur les installations et calculé les délais disponibles avant rejets, réexaminé les aléas sismiques des sites... afin de disposer d'une grille d'analyse des rapports d'ECS en septembre", explique Karine Herviou. Puis l'analyse des dossiers reçus a eu lieu. Un mois et demi plus tard, l'IRSN présentait devant les groupes permanents une synthèse et une analyse critique des propositions des exploitants, afin que les GPE puissent rendre un avis.

Les conclusions des experts

Première conclusion : si les installations autorisées en France peuvent être légitimement considérées comme sûres, il s'avère que certaines d'entre elles ne répondent pas complètement aux exigences définies dans les référentiels de sûreté qui leur sont applicables. Ces écarts doivent être résorbés rapidement.

Concernant la résistance des installations à des scénarios dépassant ceux imaginés, lors de la conception ou de la réévaluation de sûreté, la conclusion des experts est double. D'abord, l'accident de Fukushima et les ECS ont mis en évidence certaines limites des référentiels de sûreté actuels. "Ils ne considèrent pas le cumul de la perte totale des alimentations électriques ou de sources de refroidissement avec les agressions externes prises en compte dans les référentiels, explique Caroline Lavarenne. Or Fukushima a montré que c'était possible."

Aussi, faute d'envisager la concomitance d'événements, les équipements nécessaires à la gestion de ces situations ne sont pas tous protégés et la survenue d'une perte totale de refroidissement ou de sources d'énergie affectant simultanément plusieurs installations d'un site n'est pas envisagée. "Certains équipements comme des pompes ou les dispositifs de dépressurisation et de filtration sont communs à deux tranches.



Examen du canal de transfert des combustibles usés à l'Institut Laue-Langevin, Grenoble (Isère).

Les dates clés des évaluations complémentaires de sûreté

11 mars 2011 :
catastrophe nucléaire à Fukushima Daiichi.

De fin juin à mi-octobre : inspections des 79 installations réalisées par les inspecteurs ASN accompagnés par les experts IRSN.

Du 15 septembre à début novembre : instruction des dossiers par l'IRSN.



23 mars

Demande du Premier ministre français à l'ASN¹ de réaliser une **étude de sûreté** des installations nucléaires.

5 mai

Demande de l'ASN aux exploitants (EDF, ILL, Areva et CEA) de **réaliser des ECS²** de leurs installations nucléaires jugées prioritaires.

1^{ER} juin

Remise d'une note des exploitants à l'ASN, présentant la méthodologie retenue pour mener l'évaluation, l'organisation mise en place pour respecter les échéances et la structure...

6 juillet

Réunion et avis des GPE³ pour les réacteurs, les laboratoires et usines : examiner les démarches retenues des exploitants sur la base de l'analyse réalisée par l'IRSN.

19 juillet

Prise de position de l'ASN : méthodologies des exploitants jugées acceptables moyennant la prise en compte de certaines recommandations.

15 septembre

Transmission par les exploitants à l'ASN des rapports présentant les **conclusions des évaluations**. L'ASN saisit l'IRSN pour instruire les 79 dossiers.

4 novembre

Rapport d'expertise de l'IRSN remis à l'ASN et aux membres du GPE.

8, 9 et 10 novembre

Réunion et avis des GPE pour les réacteurs, les laboratoires et usines : analyser les rapports des ECS des exploitants sur la base de l'instruction réalisée par l'IRSN.

17 nov

Publication du rapport de l'IRSN.

1. Autorité de sûreté nucléaire. 2. Évaluations complémentaires de sûreté. 3. Groupes permanents d'experts.

LIRE EN LIGNE

■ **Transparence à tous les niveaux**

Dans le dossier des évaluations complémentaires de sûreté (ECS), l'Autorité de sûreté nucléaire et l'Institut ont souhaité la plus grande transparence. Nombre de pièces du dossier sont en effet consultables en ligne :

- Le rapport d'expertise n° 679 d'environ 500 pages, remis le 4 novembre 2011 par l'IRSN à la suite de l'examen des rapports des ECS des exploitants, sur www.irsn.fr, rubrique Actualités et presse > Actualités.

Une conférence de presse a été organisée le 17 novembre par l'IRSN et l'ASN.

- Les conclusions des GPE rendues, sur la base du rapport de l'IRSN, les 8-9-10 novembre, sur www.asn.fr, rubrique Les actions de l'ASN > Les appuis techniques > Les groupes permanents d'experts > Groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires (GPR).

- Les inspections de l'ASN sur les sites ont fait l'objet de lettres envoyées aux exploitants, en ligne sur www.asn.fr.

Une vision du terrain

En complément des évaluations complémentaires de sûreté

(ECS), des inspections des sites concernés par les ECS en 2011 ont été menées par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN). Elles se sont déroulées entre juin et novembre 2011, sur des thèmes liés à l'accident de Fukushima : protection contre les agressions externes (en particulier les séismes et les inondations), perte d'alimentation électrique, perte des sources de refroidissement et gestion opérationnelle des situations d'urgence. Objectif de ces 38 inspections de trois jours en moyenne, auxquelles ont été associés les experts de l'IRSN : contrôler la conformité du matériel et de l'organisation de l'exploitant au regard des référentiels de sûreté existants. En amont, l'IRSN a rédigé un guide support, sorte de trame commune pour les inspections à réaliser. *"Participer aux côtés de l'ASN à ces visites nous a apporté une vision du terrain, reconnaît Karine Herviou, expert de l'IRSN chargée de l'instruction des dossiers ECS. Cela nous a, par exemple, permis de voir que les dispositifs de protection contre les inondations n'étaient pas toujours complètement déployés."* ■



Inspection ASN-IRSN de la station de pompage de l'eau de refroidissement à la centrale de Cruas (Ardèche).

Des moyens de secours mobiles existent sur les sites, mais sont prévus pour un réacteur ou une installation uniquement", illustre Karine Herviou.

Dernière conclusion : la nécessité de renforcer ou de mettre en place des équipements essentiels à la gestion de situations extrêmes, capables de résister à des séismes ou des inondations importants. Ils constitueraient un "noyau dur". Aujourd'hui, chaque ins-

tallation doit disposer d'un minimum d'équipements vitaux et extrêmement robustes, disponibles en toutes circonstances, pour prévenir l'accident grave ou en maîtriser les conséquences. *"À ne faire que de la prévention, on risque toujours d'oublier quelque chose et d'assister impuissants à un rejet tel qu'à Fukushima, explique Emmanuel Raimond, chef de projet des études sur les accidents graves. Il faut aussi concevoir des dispositifs pour maîtriser l'éventuel accident."* Ce que Karine Herviou résume d'une expression : *"ceinture et bretelles"*. Les moyens de gestion de crise doivent également être rendus robustes pour ces situations.

Des items déjà connus

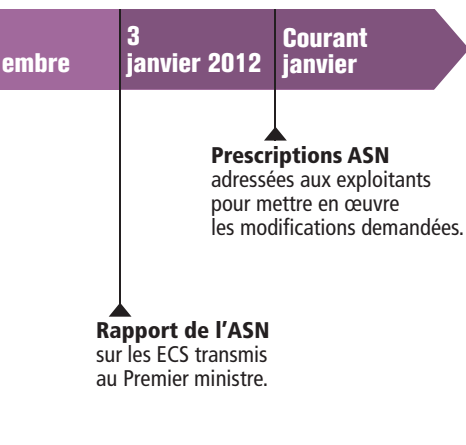
Certaines des conclusions des ECS recourent des travaux de longue date, par exemple sur les réacteurs. *"L'inondation survenue en 1999 à la centrale nucléaire du Blayais avait déjà posé la question du cumul des agressions climatiques. La protection face aux inondations avait été renforcée, rappelle Martial Jorel, spécialiste de la sûreté des réacteurs à l'IRSN. Après l'accident de Three Mile Island, les centrales françaises ont été équipées de filtres à sable pour dépressuriser l'enceinte en cas d'accident grave, et de recombineurs d'hydrogène. À l'issue de la troisième vague de visites décennales en 2003, la*

décision a été prise de renforcer la boullonnerie de l'enceinte de confinement, d'équiper les réacteurs d'un système de détection de percée de cuve et d'une autre de mesure de l'hydrogène dans l'enceinte." Autant d'améliorations qui auraient certainement joué un rôle si elles avaient existé à Fukushima, mais qui demeurent incomplètes, car ne résistant pas forcément aux agressions extrêmes. *"Les filtres à sable ne tiennent pas face aux séismes", reconnaît Martial Jorel.*

Une analyse partagée par Thierry Charles, son collègue en charge de la sûreté des laboratoires et usines. *"Comme les réacteurs, les usines du cycle du combustible font l'objet de réexamens de sûreté périodiques où tout est passé en revue au regard des dernières données et connaissances. Par exemple, l'usine de la société FBFC qui produit du combustible à base d'uranium avait bénéficié de nombreux renforcements entre 2003 et 2008, notamment en matière de comportement aux séismes : renforcement des bâtiments, du confinement avec la mise en place d'une deuxième barrière étanche autour des conteneurs d'UF6¹, de la protection contre l'incendie..."*

Au programme en 2012

Après les ECS, les conclusions des GPE et les décisions prises par l'ASN



Hervé Bouilly/IRSN - Source IRSN

début 2012, chaque exploitant proposera une définition pratique, précise et concrète des équipements à mettre en place. Un calendrier de mise en œuvre, tenant compte de la sensibilité particulière de certains sites, devra être proposé. *“Les exploitants ont pris un certain nombre d’engagements dans leurs dossiers, qu’ils doivent aujourd’hui mettre en œuvre”,* rappelle Daniel Quéniart.

Caroline Lavarenne ajoute : *“Les ECS ne sont que la première étape d’un long processus de retour d’expérience après Fukushima. Elles vont déboucher en France sur un renforcement de la capacité des installations à maintenir leurs fonctions fondamentales de sûreté face à des agressions nettement plus importantes que celles retenues lors de leur conception.”*

Quid du côté de l’Europe et des stress tests ? Fin 2011, la France, comme chacun des États membres, a transmis à l’ENSREG (European Nuclear Safety Regulators Group, qui coordonne ce dossier pour le Conseil européen et prépare les décisions européennes) et à la Commission

Aider les commissions locales d’information dans leur analyse critique

Les commissions locales d’information (CLI), qui incarnent le droit de regard et d’information du grand public, ont demandé à suivre l’instruction des rapports d’évaluation complémentaire de sûreté (ECS). Elles ont sollicité l’IRSN pour les soutenir dans cette tâche. *“Le 14 septembre 2011, nous avons réuni 80 personnes à Paris, surtout des membres de CLI et d’associations, afin de décortiquer avec elles les ECS, de leur donner des éléments de base et de méthode”,* explique Ludivine Gilli, chargée de mission au service de l’ouverture à la société à l’IRSN. Quatre experts sont venus y expliquer l’aléa sismique, l’inondation, la perte de source froide, la perte d’alimentation électrique et la gestion de situations accidentelles. Si les sujets ont tous fait réagir, la perte de source froide et d’alimentation électrique a suscité beaucoup de questions, de même que les séismes. Un mois plus tard, la remise du rapport de synthèse de l’Institut a entraîné un autre rendez-vous IRSN-CLI, où ont été discutées les conclusions rendues le 24 novembre. *“Autant de réunions qui soutiennent la montée en compétence de ces commissions et offrent à l’Institut un regard extérieur sur ses travaux. Elles permettent de repérer des questions techniques émergentes qui alimenteront la réflexion de l’IRSN, tant en recherche qu’en expertise.”*

 **Pour en savoir plus sur le séminaire Anccli-IRSN : www.irsn.fr, rubrique Actualités et presse > Communiqués et dossiers de presse**

européenne un rapport définitif sur les évaluations complémentaires de la sûreté de leurs installations. Cette version est un peu différente dans la forme, mais identique sur le fond au rapport français. *“Ce rapport sera*

soumis à une revue par les pairs durant le premier semestre 2012”, précise Daniel Quéniart. Avec, en filigrane, l’idée d’évoluer vers une approche commune. ■

1. Hexafluorure d’uranium.

Savoir tirer les leçons des événements concernant la sûreté nucléaire

Three Mile Island (États-Unis). En 1979, l’accident de Three Mile Island montrait qu’une fusion de cœur était possible. Des procédures pour gérer les situations ultimes, notamment la perte totale de source froide ou d’alimentation, ont été ajoutées. Une gestion de crise a été mise au point.

Une nouvelle approche (procédures de conduite dites “par états”), fondée sur l’état réel de l’installation et non plus sur des scénarios supposés, a été définie. *“Cet accident a été le point de départ d’un programme de recherche qui permet aujourd’hui d’anticiper et d’établir des parades, ajoute Emmanuel Raimond, chef de projet des études sur les accidents graves à l’IRSN. Aujourd’hui, les REP français sont équipés de recombineurs d’hydrogène qui limitent la possibilité d’explosion comme à Fukushima, de dispositifs d’éventage et de filtration des enceintes*

de confinement permettant de faire retomber la pression tout en limitant les rejets de particules radioactives. Avec l’usage de tels filtres, combinés à des enceintes de confinement de plus grande dimension, les rejets en césium auraient été 10 000 à 100 000 fois inférieurs à Fukushima.”

Tchernobyl (Ukraine). 1986, outre l’arrêt de l’exploitation des réacteurs RBMK (sauf en Russie), les grandes leçons ont porté sur la gouvernance des risques nucléaires en Europe, sur la nécessité de la transparence et sur la gestion à grande échelle des territoires contaminés.

Blayais (Gironde). Lors de la tempête de 1999, la conjugaison d’une forte marée, d’une dépression et de la houle a généré des vagues qui ont inondé le site de la centrale et mis hors d’usage plusieurs de ses systèmes de sauvegarde. Cela a conduit à un renforcement de la protection des sites contre les inondations. Une liste d’équipements stratégiques qui, au moyen de digues ou de portes étanches, devaient rester hors d’eau, a été définie. C’est le début d’une approche conduisant à renforcer la défense en profondeur des installations vis-à-vis de risques environnementaux.



Adèle Maissabre - CNPE du Blayais

À la suite de la tempête de 1999, la digue de la centrale du Blayais a été rehaussée de 5,20 m à 8,50 m.

Stress test

Gros plan sur la centrale nucléaire de Gravelines

Rédiger un rapport d'évaluation complémentaire de sûreté représente des journées de travail. Témoignages d'un été pas comme les autres dans le Nord.

Gravelines (Nord), été 2011. Pendant que les touristes visitent la ville remaniée par Vauban et s'essayaient aux sports nautiques, l'heure n'est pas aux loisirs pour les salariés de la centrale, plus gros site d'Europe avec 6 réacteurs de 900 MWe. Comme pour les 18 autres sites d'EDF, la mobilisation est générale pour rédiger le rapport d'évaluation complémentaire de sûreté (ECS) à remettre le 15 septembre. Plus de 300 ingénieurs du groupe y participent. *“Dès fin mars, EDF a monté, au niveau de ses services centraux, une équipe projet alliant ingénierie et production, et associant les autres compétences d'EDF, telles que la R & D”,* retrace Philippe Renoux, chargé de la partie production.

Une rédaction centralisée

La majeure partie de la rédaction des rapports d'ECS est donc centralisée. *“Une équipe nationale d'ingénierie a été mise en place avec autant de responsables que de thèmes à traiter : séismes, inondations, perte de sources froides...”* détaille Laurent Payen, chef de projet responsable de la partie ingénierie. Seul le chapitre consacré aux spécificités de la centrale revenait au responsable de terrain. Cette répartition du travail avait été proposée en juin par EDF, expertisée un mois durant par l'IRSN et validée par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN). *“Il y a 58 réacteurs, mais ils sont de quatre types seulement selon la puissance¹. Si les plans d'ensemble des centrales relèvent des services d'ingénierie et de production d'EDF, les plans détaillés sont de la responsabilité des centrales. Les équipes de terrain vérifient la conformité des installations”,* résume Pascal Quentin, chargé à l'IRSN des travaux d'expertise sur les réacteurs à eau sous pression (REP) équipant le parc français.



Les sources froides sont l'un des thèmes traités dans les évaluations complémentaires de sûreté des centrales.

“Nous avons contrôlé point par point que tout était conforme”, confirme Denis Barras, qui pilotait l'opération à Gravelines. La tâche se révèle rapidement chronophage. *“Par exemple, le site étant situé en bord de mer, il est plus exposé à un risque d'inondation. Il a fallu confirmer qu'en cas de montée des eaux, le matériel nécessaire pour réalimenter la centrale en eau ne serait pas noyé, ce qui suppose de contrôler les murets, l'étanchéité des trémies (passages de câbles, tuyaux)... Le seul contrôle des vannes incendie a occupé deux personnes pendant quatre jours pour les visites, la rédaction et les photographies des comptes rendus et le contrôle du travail du rédacteur par une seconde personne.”* Des visites ponctuelles ont été organisées avec les équipes nationales pour vérifier que le matériel de secours répondait aux requis du séisme.

Pour Denis Barras, le dossier d'ECS a représenté plus de 1500 heures de travail. *“Il a occupé toutes mes journées de juin à septembre et une partie de celles de cinq ingénieurs de mon équipe. Il a aussi fallu gérer les inspections de l'ASN, tout en continuant à assumer le quotidien, et notamment l'examen de la troisième visite décennale...”*

Des visites simultanées

En particulier, le site a dû gérer les inspections de l'ASN consécutives à Fukushima. *“Soit six jours d'inspection entre fin juin et mi-octobre. Chacune traitait l'un des thèmes retenus : séisme, inondation, source froide, alimentation électrique, situation d'urgence et prestataires, énumère François Godin, qui contrôle le site de Gravelines à l'ASN. Y ont participé des membres de la commission locale d'information [CLI], des membres du Haut Comité pour la*

La centrale de Gravelines est le plus gros site d'Europe avec 6 réacteurs de 900 MWe.



Laurent Mayeux/EDF

transparence et l'information sur la sécurité et des inspecteurs de l'autorité de sûreté nucléaire belge dans le cadre d'échanges de longue date. L'IRSN était présent aux six inspections à Gravelines, avec un ou deux experts. Ces derniers étaient soit spécialistes d'une des thématiques abordées, soit chargés du site de Gravelines à l'Institut."

Un inspecteur pilote de l'ASN préparait la visite avec un copilote de l'Autorité et des experts de l'Institut. "Des spécialistes de l'IRSN ont participé à la préparation et aux visites. Ils ont contribué à l'élaboration d'un guide commun à toutes les inspections, décliné ensuite pour chacun des sites, dont celui de Gravelines, explique Karine Herviou, l'une des experts qui instruit les dossiers d'ECS à l'IRSN. Ce support a représenté plus de dix journées de travail."

Sur le terrain et en salle de réunion, tout est passé au crible. "On nous a demandé de mettre en œuvre le matériel dont on se sert en cas d'accident, témoigne Denis Barras. Nous avons ainsi, en présence des inspecteurs, déclenché les alarmes liées aux capteurs de séisme."

Et après ?

Que concluent ces inspections ? "Elles confirment que le niveau de sûreté est bon dans nos centrales", répond Philippe Renoux. "Mais nous sommes attachés à l'améliorer sans cesse", ajoute-t-il. Concernant Gravelines, plusieurs points ont fait l'objet d'une lettre de suivi appelant une réponse de l'exploitant dans les deux mois. "Nous avons exigé certaines réparations d'urgence, notamment des filtres du système de refroidissement des réacteurs dont les supports étaient corrodés par l'eau de mer et dont certains ancrages étaient manquants, illustre François Godin.

Nous avons demandé à l'opérateur que soit revue la procédure de test de la qualité du gazole des moteurs Diesel des alimentations de secours, qui nous a semblé insuffisante. Pour les inondations, la vérification quotidienne de la fermeture des trappes et portes est apparue non conforme aux procédures prévues." Et Laurent Payen ajoute : "Gravelines étant entouré d'un tissu industriel dense, nous travaillons sur une convention avec ces industriels pour limiter les stockages de produits dangereux à proximité de la centrale, mettre en place un protocole d'alerte en cas de problème..."

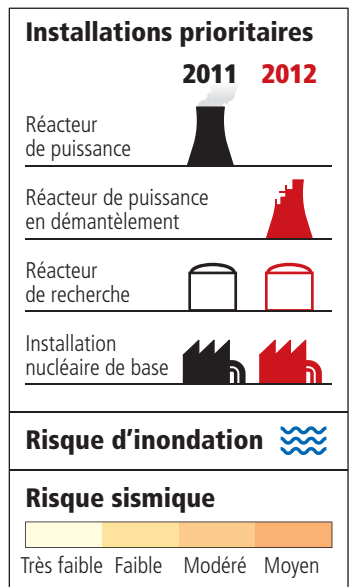
En parallèle, le rapport d'ECS a été présenté à la commission locale d'information (CLI) de Gravelines le 11 octobre. Ses membres ont pu poser des questions à EDF. Au regard des réponses obtenues et des informations reçues lors des réunions techniques organisées simultanément par l'IRSN, la CLI a reformulé des questions. Ces dernières ont été adressées à l'ASN pour qu'elle les intègre dans son rapport final de décembre.

Le rapport de Gravelines et ceux des autres sites prioritaires sont venus alimenter l'analyse nationale réalisée par l'IRSN en septembre-octobre. Cette dernière a servi de fondement aux conclusions émises au début du mois de novembre par les groupes permanents d'experts (GPE) de l'ASN. Sur la base des conclusions du GPE, du bilan des inspections et des retours des CLI, l'ASN a élaboré fin décembre un rapport français destiné au Premier ministre. Un second rapport, différent sur la forme, mais identique sur le fond, était destiné à l'Europe. Un calendrier serré, mais tenu. ■

1. À savoir : 34 réacteurs REP de 900 MWe, 20 de 1300 MWe, 4 de 1450 MWe et un réacteur EPR en construction de 1600 MWe.

Des installations

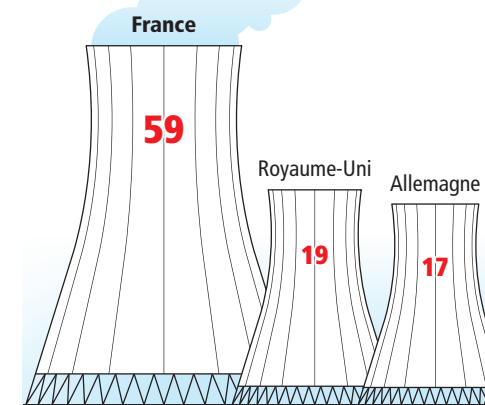
Les exploitants de réacteurs de puis de réacteurs de recherche, des insta du cycle du combustible (enrichisse fabrication des assemblages et retrai ont rendu leur rapport d'évaluation complémentaire de sûreté le 15 sep En tout, **79 installations sont ju prioritaires en France.** Les exploi des 24 autres devront remettre leur le 15 septembre 2012 au plus tard.



Le parc nucléaire européen

On compte **144 réacteurs de puissance** opérationnels en Europe et 6 en construction, répartis dans 14 États membres.

La France se classe au premier rang du parc nucléaire européen avec 59 réacteurs, dont un en construction à Flamanville (Manche).



Source : Nuclear Power Reactors in the World AIEA (au 31/12/2009)

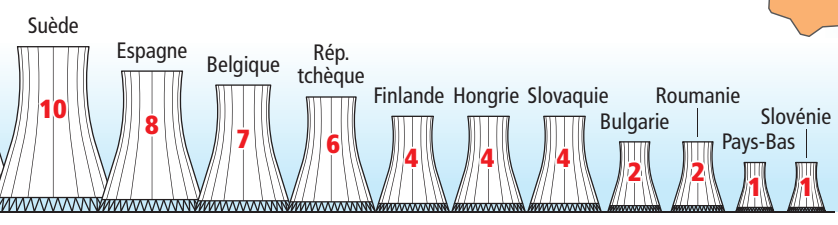
observées à la loupe

sance,
llations
ment,
tement)

tembre.
gées
tants
rapport



Hervé Bouilly/RSN - Source IRSN



Impact radiologique sur la population japonaise

Première carte d'évaluation

28 jours après l'accident de Fukushima, l'IRSN a été le premier institut à publier une carte montrant l'impact radiologique sur les Japonais vivant près de Fukushima.



Toma Mark-M-Way

Un Japonais mesure le taux de radioactivité de la production de son verger.

70 000 Japonais, vivant jusqu'à 80 km de la centrale, sont susceptibles de recevoir des doses supérieures à 10 millisieverts (mSv) la première année suivant l'accident. Tel est le résultat d'une évaluation réalisée en avril 2011 par des experts de l'IRSN. Ils tirent la sonnette d'alarme, quatre semaines après l'accident. "En nous appuyant sur les mesures aéroportées

réalisées par les États-Unis et sur les modélisations des rejets radioactifs de l'IRSN, nous avons établi une carte des doses que recevraient les Japonais, par exposition externe aux rayonnements émis par la contamination déposée sur les sols, dans l'année suivant l'accident", résume François Queinnec, alors animateur de la cellule dédiée aux conséquences radiologiques au centre technique de crise. Les experts se sont notamment penchés sur une langue de contamination de 20 x 70 km située au nord-ouest de Fukushima, au-delà de la zone d'évacuation. "Entre 20 et 35 km sur cet axe nord-ouest, les doses atteignaient 100 à 500 mSv par an."

Réagir vite pour protéger

Puis les experts de l'IRSN ont croisé cette première carte avec les données de répartition de la population dans cette zone. "Il ressortait de nos calculs que 2 200 habitants pourraient recevoir une dose externe annuelle dépassant les 100 mSv, 3 100 des doses comprises

entre 50 et 100 mSv, 21 100 des doses allant de 16 à 50 mSv, 43 000 de 10 à 16 mSv et 292 000 de 5 à 10 mSv", précise François Queinnec.

"Vingt-huit jours après la catastrophe, l'IRSN a été le premier institut au monde à publier une carte montrant que l'impact dosimétrique sur la population non évacuée pouvait être significatif. Dix jours plus tard, une évaluation américaine¹ a confirmé les résultats français. Dans la foulée, une évaluation japonaise² obtenait des résultats 2 à 2,5 fois supérieurs, mais globalement cohérents avec ceux français et américains." Depuis, des mesures progressives d'évacuation ont été prises, permettant de réduire l'impact potentiel calculé. ■

1. Réalisée par le ministère américain de l'Énergie.

2. Réalisée par le ministère japonais de l'Éducation, de la Culture, des Sports, de la Science et de la Technologie.

Pour en savoir plus : www.irsn.fr, rubrique Actualités et presse
 • Actualité du 12/04/2011
 • Actualité du 23/05/2011

Logiciel Symbiose

Suivre les rejets dans l'environnement

Que deviennent les radionucléides rejetés par une installation nucléaire ? Symbiose, outil de modélisation des transferts de radionucléides dans l'environnement, apporte des réponses quantifiées, en appui aux investigations de terrain. "Il simule le devenir de radionucléides dans les milieux constitutifs d'un environnement continental : terres agricoles, rivières, zones habitées... résume Marc-André Gonze, ingénieur au laboratoire de modélisation environnementale à l'IRSN et responsable du projet. Et ce, en situation de fonctionnement normal, accidentel ou lors du démantèlement des installations." Dans les pre-

miers jours qui ont suivi l'accident, ce laboratoire a collecté et traité des données caractérisant la région de Fukushima afin de "nourrir" les modèles : occupation des sols, productions agricoles, rations alimentaires, contamination des eaux de boisson... "Partant d'une estimation du terme source et des dépôts atmosphériques, nos simulations ont permis une première évaluation de l'évolution sur quatre mois des niveaux de contamination attendus dans les sols et les denrées agricoles dans un rayon de 80 km. Bien que les activités prédites par Symbiose aient été surévaluées, les cinétiques de décroissance se sont avérées

assez réalistes." Fin avril, les cartes des dépôts de césium radioactif, publiées conjointement par les États-Unis¹ et le Japon², ont permis "d'affiner nos prévisions et d'appréhender avec plus de réalisme les niveaux de contamination en césium et leur variabilité spatiale". L'objectif actuel de l'IRSN est d'analyser l'ensemble des informations qui lui parviennent sur l'état de contamination des milieux et d'entamer un travail de qualification et de consolidation des modèles constituant Symbiose. ■

Pour en savoir plus : www.irsn.fr, rubrique La Recherche > Outils scientifiques > Codes de calcul > Code Symbiose

1. Ministère américain de l'Énergie. 2. Ministère japonais de l'Éducation, de la Culture, des Sports, de la Science et de la Technologie.

Réseau Téléray

Pour une meilleure surveillance de l'environnement

Davantage de balises, du matériel plus moderne : la modernisation du réseau Téléray était en cours. Fukushima lui a donné un coup d'accélérateur.

La rénovation de Téléray, réseau de surveillance de la radioactivité dans l'environnement de l'IRSN, avait démarré en 2007. "Nous projetions de tout rénover, explique Guillaume Manificat, responsable des réseaux de surveillance à l'Institut : les sondes, la transmission du signal, la supervision des données, c'est-à-dire la gestion des alarmes et des réparations, et leur implantation, qu'il s'agisse des 160 sondes existantes ou de celles ajoutées." Afin de détecter d'éventuelles anomalies ou accidents, le niveau de radioactivité de l'air du territoire français est ainsi suivi en temps réel. Et pour une surveillance plus fine, il était prévu de couvrir le territoire avec au moins une balise par département et jusqu'à 16 balises autour des centrales, dans des rayons de 10 à 20 km, et de 20 à 30 km.

Collaboration exemplaire

Candidat idéal : le toit des gendarmeries, qui disposent d'un mât et d'un réseau de transmission sur lequel les sondes sont connectables. "Les discussions étaient en cours, Fukushima les a accélérées, car il a fallu installer des balises avant l'arrivée des masses d'air contaminées au-dessus des Antilles. La collaboration a été exemplaire : rendez-vous le mardi matin, feu vert à 15 heures et 7 sondes fonctionnelles outre-mer le lundi suivant !" Aujourd'hui, une convention se conclut pour installer 260 sondes sur des gendarmeries. Ces sites s'ajouteront aux 160 actuels, qui seront dotés de balises neuves. Pour autant, Fukushima, dont les dépôts dépassent largement la zone de 30 km, fait déjà envisager un nouveau renforcement du réseau : "Fukushima a validé notre décision d'ajouter des sondes entre 10 et 30 km autour des centrales, mais soulève la question de savoir si un autre cercle de balises ne serait pas nécessaire à 50 km." Soit 200 balises de plus. ■

 Pour en savoir plus : <http://lenvironnement.irsn.fr>



Une balise Téléray nouvelle génération installée sur le toit de l'État-major de la Marine, à Paris.

Arnaud Boursou/WEDD/IRSN

3 questions à... Didier Champion



Noak/Le bar Floreal/IRSN

Pilote du travail collectif mené à l'IRSN sur l'organisation de crise en cas d'incident ou d'accident nucléaire en France ou ayant un impact sur le territoire français.

Quels ont été les grands enseignements de Fukushima en gestion de crise ?

Avant Fukushima, les travaux portaient sur des scénarios d'ampleur modérée et des rejets sur une journée. Fukushima a montré une dimension plus complexe, avec des rejets sur plusieurs jours et des dépôts à partir du 16 mars affectant la chaîne alimentaire et l'habitat. Il y a eu un télescopage entre la gestion de l'urgence – avec ses mesures d'évacuation, la question de la distribution ou non d'iode stable... – et le début de la gestion postaccidentelle sur des territoires plus étendus.

L'accident a eu un impact sans précédent sur le milieu marin, soulignant nos lacunes en expertise de crise. Fournir des calculs de dispersion de la pollution en mer ne suffit pas à prendre la bonne décision. Nous devons être capables de prédire ce que l'on risque d'observer, quand et où, de manière à agir préventivement : quelles espèces marines vont être le plus touchées ? La baignade peut-elle être autorisée ?

Qu'en est-il de la protection de la population ?

Fukushima va aussi conduire à revoir la doctrine de protection d'urgence. Aujourd'hui, les règles sont assez rigides : distribution d'iode stable et mise à l'abri dans les 10 km, évacuation dans les 5 km. Or l'expérience montre que si ce périmètre de 10 km reste la zone d'action prioritaire, il faut se préparer à aller au-delà dans l'espace mais aussi dans le temps, car les rejets peuvent durer. Des éléments de doctrine complémentaires devraient donc être ajoutés à cet effet, et laisser davantage de souplesse dans la stratégie de protection.

Fukushima aura-t-il également un impact sur l'Institut ?

L'IRSN a joué son rôle d'expert au profit de nombreux acteurs, et pas uniquement de l'Autorité de sûreté nucléaire, dont il est l'appui technique. Lors d'une crise, des instances gouvernementales nationales, mais aussi locales sous la responsabilité des préfets, sollicitent l'Institut. Cela nécessite de revoir notre positionnement dans l'organisation nationale de crise.

En interne, nous devons faire évoluer nos principes de mobilisation, et sortir du système du tout ou rien : il faut prévoir des niveaux intermédiaires de mobilisation de notre organisation de crise, avec la possibilité de mobiliser des équipes sans nécessairement activer le centre technique de crise. Enfin, l'expérience a aussi montré que l'IRSN doit être reconnu comme un acteur contribuant pleinement à l'information du public, en direct.

Orientations scientifiques

La crise de Fukushima indique

Les chercheurs n'ont pas attendu l'avènement du drame japonais pour travailler sur la prévention. Au contraire, nombre d'outils ont servi à gérer la crise. Mais certains axes de recherche s'en

"Il ne s'agit pas d'une révolution", insiste Bernard Chaumont, qui contribue à la coordination des recherches de l'Institut. Il a été chargé de l'animation d'un groupe de travail dédié à la R & D post-Fukushima. "La crise n'a pas fait émerger de nouvelles thématiques ou mis en évidence des axes de recherche auxquels nous

n'avions pas songé." Mais les premiers retours d'expérience de Fukushima renforcent certains besoins en sûreté et radioprotection.

Prévention et maîtrise du pire dans les installations

Le premier enjeu identifié par l'IRSN concerne les installations elles-mêmes. Il s'agit de mieux prévenir les accidents, et pour cela de mieux caractériser les aléas naturels (séismes, inondations...). En leur accordant une plus grande considération, notamment dans les études probabilistes de sûreté, on identifiera les points faibles des installations. Cela supposera un travail collectif avec d'autres organismes de recherche, mais aussi de répondre à des problèmes de fond : "Se pose par exemple la question de savoir comment nous devons prendre en compte les événements rares, comme un séisme dépassant toutes les prévisions, illustre Véronique Rouyer, chargée des programmes à l'IRSN. Doit-on les considérer comme suffisamment rares et donc peu probables pour ne pas être prioritaires, ou au contraire leur allouer un budget de recherche au regard de leurs possibles conséquences?"

Fukushima a aussi montré que la prévention ne suffit pas : il faut mieux maîtriser les accidents graves s'ils devaient se produire. "La phénoménologie de tels accidents est maintenant bien connue, poursuit Bernard Chaumont. La pertinence de nombreuses recherches antérieures a été démontrée. Par exemple, durant la crise japonaise, le relâchement de produits de fission a été estimé, notamment grâce aux travaux menés dans le cadre du programme Phébus¹. Pour autant, Fukushima souligne la nécessité d'approfondir certains points. Jusqu'où est allée la dégradation du cœur du réacteur? Qu'en est-il du perce-



Simulation d'un accident de fusion du cœur d'un réacteur à eau sous pression par le logiciel Astec.

Second axe de recherche renforcé : la protection de l'homme et de l'environnement, l'accident ayant confirmé la vraisemblance de scénarios accidentels conduisant à des rejets importants. "La crise a modifié la priorité de certains axes de recherche, confirme Bernard Chaumont. Certains sujets sont devenus plus urgents, telles les études des effets des faibles doses sur la santé ou les effets de la contamination sur l'environnement, notamment du milieu marin."

Radioprotection autour des installations

Le champ de travail se révèle très vaste : mieux comprendre les effets des rayonnements ionisants, à l'échelle de la cellule, de l'être vivant ou d'une population ; pouvoir cartographier rapidement les zones de contamination pour mieux protéger les populations des retombées radioactives ; améliorer les techniques de dosimétrie individuelle du personnel intervenant sur un site accidenté ; ou encore renforcer la plate-forme d'évaluation de la dispersion des radionucléides dans la chaîne alimentaire. "Certains

Des outils opérationnels pour une réponse rapide

Grégory Caplin, ingénieur spécialisé dans l'étude et la recherche en criticité à l'IRSN, recevait les questions du centre technique de crise de l'Institut sur le risque d'un accident de criticité à Fukushima au moment de la crise. "Des mesures, des observations de la zone contaminée au Japon nous parvenaient. Nous devions établir si un tel accident avait eu lieu. Nous disposions d'une version en développement de Vesta, un code simulant l'état du combustible irradié, assez souple pour modéliser un réacteur à eau bouillante. Nous avons aussi été aidés par une thèse en cours portant sur des algorithmes de calcul inverse pour notre logiciel Prométhée. Car, si habituellement nous examinons une situation donnée et cherchons ses conséquences, là il fallait partir des conséquences de l'accident. Grâce à ces divers travaux, nous avons pu affirmer qu'aucun élément ne confirmait un accident de criticité à Fukushima. Plus qu'un concours de circonstances, j'y vois le résultat d'une recherche anticipative dotée d'instruments performants et opérationnels. La rapidité de nos réponses s'explique par nos moyens de calcul, et par notre habitude d'une recherche proche de l'expertise."

Grégory Caplin, ingénieur spécialiste de l'étude et de la recherche en criticité à l'IRSN.



DR

des pistes à développer

tion des accidents nucléaires. sont trouvés renforcés.

écarts sont apparus entre les prévisions de contamination du territoire établies par l'IRSN et les mesures in situ, suggérant un besoin d'amélioration de ces modèles de prévision", reconnaît Véronique Rouyer. Avant d'ajouter : "Fukushima a confirmé la nécessité de s'ouvrir davantage aux sciences sociales, et ce à différents niveaux : que ce soit celui de l'installation pour une meilleure compréhension de la place des facteurs humains, par exemple dans la prise de décision avant ou après l'accident ou, hors du périmètre de la centrale, dans des travaux sur la résilience de la société civile." ■

1. Le programme "accident grave" Phébus PF a pour objectif de contribuer à réduire l'incertitude relative à l'évaluation des rejets de produits radioactifs en cas d'accident de fusion de cœur d'un réacteur à eau sous pression et d'accroître les capacités d'expertise et de gestion de crise de l'IRSN dans ce domaine.

Anticiper les rejets en cas de dénoyage des piscines

"Le combustible usé doit être refroidi pendant plusieurs années dans des piscines avant d'être transportable, rappelle Philippe March, responsable d'un laboratoire d'expérimentation à l'IRSN qui travaille sur les gaines de combustible. Fukushima a pointé la vulnérabilité du combustible irradié présent dans les piscines des réacteurs, mais l'Institut travaillait depuis longtemps sur cette thématique. Le programme Mozart avait défini les vitesses d'oxydation de la gaine dans l'air et les seuils d'emballage de cette réaction. Il permettait ainsi d'estimer le temps dont on dispose avant que la gaine ne casse et ne laisse échapper des produits radioactifs... Néanmoins, Fukushima va nous amener à préciser les conditions d'emballage pour mieux définir ces marges temporelles et adapter éventuellement les mesures d'intervention. Dans les deux années à venir, nous allons travailler sur la résistance des gaines de combustible dans une atmosphère plus proche des

conditions réelles et évaluer si elles conservent leurs propriétés de confinement après un dénoyage puis une remise en eau."

Un autre travail a servi durant la crise : "Le code Astec [Accident Source Term Evaluation Code], qui permet de déterminer la quantité de radionucléides rejetés dans l'environnement lors d'un accident grave", répond Olivia Coindreau, chercheuse chargée de modélisation à l'IRSN. Une version spéciale "piscine" du code Astec devrait être mise au point, alimentée par les résultats à venir sur le comportement des gaines. "Pendant la crise, le code Astec, dans sa version actuelle 'réacteur', a pu être utilisé pour calculer rapidement des délais avant des relâchements significatifs, au cas où les piscines se videraient. Heureusement, ça n'a apparemment pas été le cas. Mais c'est un signal fort pour poursuivre les travaux relatifs à la problématique des accidents de combustible irradié en piscine."

Projets de recherche lancés en urgence

Sismologue, Pierre-Yves Bard est responsable de l'appel à projets Flash Japon lancé conjointement par l'Agence nationale de la recherche (ANR) et la JST¹ dès le 17 juin. "Cette procédure, dite Flash, répond à des événements exceptionnels pour recueillir au plus tôt les données et en tirer le maximum de leçons." C'est la deuxième de ce type, déclenchée à la suite du séisme survenu à Haïti. Un mois à peine s'est écoulé entre l'appel et la remise des projets à l'ANR. Dès octobre, les neuf projets retenus sont lancés. Un rythme dans lequel a pu s'insérer un projet de l'IRSN, porté par Christelle Adam-Guillermin, biologiste en radioécologie et écotoxicologie. Baptisé Free Bird, il étudie les effets des rayonnements ionisants sur les oiseaux (hirondelles rustiques, friquets et verdiers de Chine) exposés dans la zone impactée par l'accident de Fukushima. "Ces espèces ont été choisies pour leurs modes de vie différents et les caractéristiques de leur plumage. Les plus colorées pourraient être les plus



Expérimentations dans le laboratoire de radioécologie et d'écotoxicologie.

Noak/Le bar Floréal/IRSN

sensibles aux radiations, si les caroténoïdes antioxydants qui pigmentent leurs plumes diminuent en raison de leur utilisation pour lutter contre le stress oxydatif dû aux rayonnements. L'enjeu est d'évaluer l'impact d'une exposition chronique aux rayonnements ionisants sur sur le vivant. Sur la base d'études en laboratoire, nous avons pu estimer un débit de dose acceptable en deçà duquel il n'y a pas d'effet délétère attendu pour la faune et la flore. Pour les oiseaux, cette valeur pourrait être dépassée de un à deux ordres de grandeur dans la zone des 100 km autour du site de Fukushima. Le projet Free Bird va notamment permettre de tester la robustesse de ce critère de radioprotection."

1. Japan Science and Technology Agency.

Zonage

Consignes
de sécurité

Fiche
d'exposition

Dosimétrie

Equipement
de protection

Signalétique

Classement
du personnel



Grégoire Maisonneuve/IRSN

Une étude de poste personnalisée, votre personnel mieux protégé

Vous utilisez des sources de rayonnement ionisant dans le domaine industriel, médical ou universitaire ? Améliorez le niveau de radioprotection de votre personnel avec l'IRSN. Dans le respect des obligations réglementaires, ses experts vous accompagneront dans la réalisation de vos études de poste. Ils vous feront bénéficier de trente années d'expérience. En relation avec votre personne compétente en radioprotection, ils vous aideront à identifier les postes de travail, évaluer les doses susceptibles d'être reçues, classer les travailleurs exposés, définir les modalités de protection adaptées et de suivi dosimétrique, délimiter les zones réglementées... Chaque intervention est accomplie sur mesure, ajustée à votre domaine, à vos appareils et conforme à la réglementation. Écoute, dialogue, professionnalisme, capacité d'adaptation... des ingrédients pour une étude de poste réussie !

**Renseignez-vous
dès maintenant**

Tél. : 01 58 35 74 49

E-mail : prestations@irsn.fr
Site : www.irsn.fr, rubrique
Prestations et formations
> Prestations > Dosimétrie
et radioprotection

IRSN

INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Enhancing Nuclear Safety*