



RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE

Liberté  
Égalité  
Fraternité

IRSN

INSTITUT DE RADIOPROTECTION  
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

# La Lettre

## 161

Mars 2021  
Spécial  
Fukushima + 10

# de l'IRSN

Dix ans après la catastrophe de Fukushima-Daiichi, ce numéro de La Lettre de l'IRSN rappelle quelques enseignements tirés de cet accident classé au plus haut niveau de l'échelle INES et s'essaie à résumer la situation à ce jour, tant sur le site de Fukushima-Daiichi qu'en France, sous différents aspects tels que la sûreté nucléaire, la gestion de crise, la protection de la population et de l'environnement.

À la lumière du retour d'expérience de cette catastrophe, des actions d'envergure ont été décidées en France comme dans de nombreux autres pays pour renforcer de manière significative la sûreté des installations nucléaires.

Toutefois, cet accident nous oblige à garder à l'esprit que la dégradation de la sûreté des installations nucléaires peut être insidieuse et qu'il convient de rester attentif, en permanence, à tous les signes révélateurs d'un fléchissement dans ce domaine. L'absence d'incident ou d'accident sérieux depuis celui de Fukushima-Daiichi ne saurait conduire à considérer la maîtrise du risque comme définitivement acquise.

Bien au contraire, les efforts engagés depuis de nombreuses années en matière de recherche et d'expertise doivent être maintenus, en particulier pour ce qui concerne le traitement des événements rares aux conséquences potentiellement graves, pour lesquels l'expertise ne peut s'appuyer uniquement sur des éléments de connaissance établis et définitifs.

C'est dans cet esprit que l'IRSN continue à se mobiliser au service des politiques publiques de sûreté nucléaire et de radioprotection, en lien avec tous les acteurs œuvrant dans ces domaines, en France, en Europe et à l'international.

Jean-Christophe Niel Directeur général

## Retour d'expérience

### Dix ans après l'accident, l'IRSN en tire les enseignements

Comment tirer parti du retour d'expérience de l'accident, tant pour accroître la robustesse des installations nucléaires face à des aléas extrêmes que pour progresser en matière de gestion post-accidentelle ? Dans un rapport intitulé « *Anticipation et résilience, réflexions dix ans après l'accident de Fukushima-Daiichi* », les experts de l'Institut apportent un éclairage sur ce sujet complexe aux enjeux considérables.

Disponible sur le site Web de l'IRSN, ce rapport montre que l'évolution des objectifs, approches, méthodes d'analyse et critères d'appréciation en matière de sûreté nucléaire témoigne de la volonté permanente de recherche d'améliorations dans ce domaine.

Si d'importants progrès ont été réalisés ces 50 dernières années afin d'accroître la robustesse des réacteurs dès leur conception et tout au long de leur phase d'exploitation, la survenue d'événements aux conséquences potentiellement graves ne saurait être totalement écartée. Dès lors, il est nécessaire de réfléchir à la meilleure façon de faire face à ce qu'on appelle le « risque résiduel » en s'interrogeant sur la capacité des acteurs nucléaires, d'une part, à prévenir un accident majeur et, de l'autre, à y répondre s'il survenait en dépit des mesures préventives mises en œuvre. À cet égard, le retour d'expérience de l'accident de Fukushima-Daiichi et les recherches réalisées depuis dans le domaine des sciences humaines et sociales soulignent l'importance de considérer les hommes et les organisations comme parties prenantes des parades déployées dans les installations.

Le bilan dressé par l'IRSN montre enfin que la gestion post-accidentelle dans l'ensemble de ces dimensions, y compris politiques

et sociétales, rend nécessaire le déploiement d'approches systémiques susceptibles de conduire à une évolution des principes retenus jusqu'à présent.

Pour en savoir plus : <https://www.irsn.fr/fukushima-10-ans>

## Sûreté

### Point de situation des installations et déchets à fin 2020

Dix ans après le séisme et le tsunami à l'origine de l'accident, l'IRSN fait le point de l'état des installations et de la gestion des déchets.

Les conditions actuelles<sup>(1)</sup> dans les réacteurs n°s 1 à 3 sont stabilisées grâce à l'injection continue d'eau douce dans les cuves pour maintenir la température à environ 20 °C et par un inertage à l'azote, prévenant tout risque de combustion d'hydrogène.

Concernant les travaux sur le site, la mise en place de structures de confinement est achevée pour les réacteurs n°s 2 et 3 et le sera d'ici 2025 pour le réacteur n° 1. La mise en place des moyens de reprise des éléments combustibles se poursuit.

S'agissant de l'entreposage des assemblages combustibles, les piscines des réacteurs n°s 1, 2, 3, 5 et 6 sont refroidies : la température de l'eau ne dépasse pas 30 °C. L'objectif affiché par l'opérateur TEPCO<sup>(2)</sup> est de procéder, d'ici à la fin de l'année 2031, au retrait de ces assemblages des piscines et à leur transfert dans des installations dédiées sur site.

Concernant les flux d'eaux souterraines, TEPCO a implanté en 2014 un dispositif de pompage en amont des bâtiments des réacteurs afin de réduire les flux venant en contact avec la radioactivité à l'intérieur de ceux-ci et a déployé un dispositif de congélation des terrains en profondeur afin de réduire les quantités

d'eaux susceptibles de pénétrer dans les bâtiments. Ce dispositif est complété par un pompage des eaux souterraines situé en périphérie des bâtiments. Les eaux s'infiltrant dans les bâtiments sont pompées et, une fois traitées<sup>(3)</sup>, entreposées sur site. Pour le démantèlement, le plan d'actions retenu par TEPCO comprend trois grandes étapes : la première a consisté à préparer les opérations de reprise des assemblages combustibles présents dans les piscines des réacteurs. Elle s'est achevée fin 2013 avec le début du retrait des assemblages de la piscine du réacteur n° 4. La deuxième étape, relative à la préparation des opérations de récupération du corium<sup>(4)</sup> dans les réacteurs n°s 1 à 3, devrait s'achever en 2023. Des essais de récupération sont prévus dans le réacteur n° 2 à partir de fin 2021. L'échéancier reste toutefois dépendant du programme de recherche et des connaissances acquises sur l'état des installations. La dernière étape conduira au démantèlement complet des installations, avec un objectif de réalisation sur 30 à 40 ans.

Quant aux déchets solides issus des activités conduites sur le site, le plan de gestion élaboré par TEPCO prend en compte leurs prévisions de production pour les 10 prochaines années. Il s'appuie sur la mise en service d'installations de traitement et de conditionnement afin d'en réduire le volume ainsi que la création de nouvelles installations d'entreposage.

Pour en savoir plus : <https://www.irsn.fr/fukushima-10-ans>

## Santé/environnement

### Les conséquences sur l'environnement et la santé

**Immédiatement après l'accident, les autorités japonaises ont pris des mesures d'évacuation pour plus de 200 000 habitants et de mise à l'abri de la population. Dix ans plus tard, quelles sont les conséquences environnementales, sanitaires et sociétales ?**

Les habitants de la préfecture de Fukushima font l'objet d'un suivi sanitaire depuis juin 2011. Des études épidémiologiques sont également réalisées afin d'évaluer les éventuelles conséquences sanitaires de l'accident<sup>(5)</sup>. En termes de dosimétrie, parmi les 465 000 résidents de la préfecture (hors travailleurs de la centrale) pour lesquels une dose externe a été estimée au cours des quatre premiers mois après l'accident, environ 60 % auraient reçu des doses externes inférieures à 1 mSv<sup>(6)</sup> et environ 15 personnes des doses supérieures à 15 mSv. Pour ce qui concerne le retour des habitants dans les zones où l'ordre d'évacuation a été levé, la situation est très disparate selon les communes concernées, variant entre 0 % et 75 %, mais avec une moyenne de 22 % sur la « zone de décontamination spéciale ».

Dans le cadre de la surveillance de l'environnement terrestre et marin dans la préfecture, les autorités effectuent régulièrement depuis 2011 une cartographie aérienne du débit de dose ambiant. Ce dernier montre une diminution de l'ordre d'un facteur 2, due en grande partie à la décroissance physique des deux isotopes

du césium (<sup>134</sup>Cs et <sup>137</sup>Cs). Concernant le milieu marin, après avoir dépassé plusieurs dizaines de milliers de Bq/L en 2011, les niveaux d'activité dans l'eau à proximité immédiate de la centrale sont actuellement du même ordre de grandeur que ceux observés le long des côtes japonaises avant l'accident, soit entre 0,01 et 0,1 Bq/L.

Le contrôle de la radioactivité dans les denrées alimentaires montre, en 2020, que seuls les baies, le gibier et les champignons sauvages dépassent la valeur de 100 Bq/kg et qu'aucun dépassement n'a été observé pour les espèces marines. Depuis février 2020, il n'y a d'ailleurs plus de restrictions sur la vente d'espèces marines pêchées à proximité des côtes de la préfecture.

Pour en savoir plus : <https://www.irsn.fr/fukushima-10-ans>

## Expertise

### Mise en place d'un « noyau dur » dans les centrales nucléaires : l'IRSN dresse un état des lieux

**À la suite de l'accident de Fukushima-Daiichi, l'ASN a demandé dès 2012 aux exploitants d'installations nucléaires de définir et de mettre en place un « noyau dur » destiné à accroître la robustesse de leurs installations à l'égard d'agressions naturelles d'intensité supérieure à celles retenues au moment de leur conception ou réévaluées lors des réexamens périodiques de sûreté. L'IRSN vient de rendre à l'ASN un avis dressant un état des lieux des dispositions retenues par EDF pour ses réacteurs électronucléaires, 10 ans après l'accident.**

EDF déploie progressivement des améliorations visant à maîtriser deux situations susceptibles de conduire à la fusion du cœur d'un réacteur : la perte totale de la source froide et/ou celle des alimentations électriques. À cet égard, les derniers diesels d'ultime secours seront opérationnels en 2021, mais la mise en service de sources d'eau ultimes reste à finaliser dans les années à venir. La Force d'action rapide nucléaire (FARN) est quant à elle opérationnelle<sup>(7)</sup> depuis 2015. Le programme industriel de renforcements visant à faire face aux agressions les plus extrêmes – notamment aux séismes très élevés – s'étend *a priori* jusqu'à 2034.

En outre, EDF a renforcé la robustesse de ses installations à l'égard des situations de perte totale, sur une longue durée, de la source froide ou des alimentations électriques, qui affecteraient simultanément l'ensemble des réacteurs d'un site. Les études de ces situations restent toutefois à intégrer dans la démonstration de sûreté, et surtout à décliner dans les règles générales d'exploitation. EDF doit également s'assurer, pour les systèmes importants pour la sûreté, de l'absence d'écarts de conformité susceptibles de mettre en cause leur capacité à assurer leur fonction en situation accidentelle.

Pour en savoir plus : <https://www.irsn.fr/avis-situations-couvertes>

La Lettre de l'IRSN est une parution mensuelle

// Éditeur : IRSN // Standard : +33(0)1 58 35 88 88

// Directeur de la publication : Jean-Christophe Niel

// Comité éditorial : Michel Baudry, Nathalie Chaptal-Gradoz, Jean-Michel Bonnet, Patrice Bueso, Bernard

Chaumont, Jean-Bernard Chérié, Robert Dallendre,

Michel Enault, Jean-Christophe Gariel, Marc Gleizes,

Karine Herviou, Cyril Pinel, Marie Riet-Hucheloup,

Sylvie Supervil // Coordination et réalisation : Patrice

Deschamps, Christine Rodriguez // Rédacteur

et secrétariat de rédaction : Jean-Christophe

Hédouin (HIME), Jacques Stibler // Maquette :

Martin Brunner Associés // Dépôt légal : mars

2021 // ISSN : 1779 - 1758 // Copyright IRSN 2021

// Toute reproduction de ce document, schémas

et infographies, devra mentionner la source

« La Lettre de l'IRSN » // Le Comité de rédaction

remercie les auteurs pour leur contribution.



(1) Température, pression, concentration d'hydrogène dans les bâtiments, etc.

(2) Tokyo Electric Power Company.

(3) Il peut s'agir soit d'un traitement complet, soit d'une épuration en césium et strontium.

(4) Mélange fondu de combustible et de matériaux de structure.

(5) Cancérogènes solides dont le cancer thyroïdien, leucémies, troubles psychologiques, hépatiques, rénaux, diabète, etc.

(6) Pour mémoire, la limite de dose efficace pour le public est, en France, de 1 mSv/an.

(7) Pour intervenir sur la totalité des réacteurs de n'importe quelle centrale.