

Fukushima, six ans après – point de situation

Introduction: Il est globalement difficile d'évaluer avec précision les différents impacts sociaux, économiques et écologiques de l'accident nucléaire de Fukushima-Daiichi, celui-ci résultant d'une catastrophe naturelle exceptionnelle au cours de laquelle plusieurs tsunamis consécutifs à un violent séisme ont dévasté des zones côtières. Les tsunamis ont non seulement causé la mort de près de 20'000 personnes, mais également détruit quelque 130'000 habitations et gravement endommagé plus d'un demi-million d'autres bâtiments. Des quantités importantes de produits chimiques polluants en provenance des territoires et installations industrielles inondés se sont déversées dans les eaux et le sol, et des centaines de kilomètres carrés de terres agricoles fertiles ont été dévastés par l'eau de mer salée. Toute la région qui entoure Fukushima a été touchée par cette multiple catastrophe¹.

Les atteintes à l'environnement dues à l'accident nucléaire sont beaucoup plus faibles qu'à Tchernobyl, car les substances radioactives sont en majeure partie restées dans le bâtiment réacteur. A ce jour, on ne déplore aucun décès ni aucune maladie dus à la radioactivité et on ne s'attend pas non plus à ce qu'il y ait à l'avenir d'augmentation perceptible des maladies liées à celle-ci.

Concernant la valeur limite de césium, aucun dépassement n'est plus constaté dans les cultures, chez les animaux de ferme ou encore les poissons marins. Seuls les animaux sauvages présentent encore des valeurs supérieures aux valeurs limites en vigueur au Japon, très strictes en comparaison internationale.

Les zones d'évacuation qui encourent Fukushima-Daiichi sont progressivement réduites. Fin mars 2017, de nouvelles zones seront entièrement autorisées. Le périmètre interdit à la pêche sera lui aussi réduit et passera de 20 à 10 kilomètres.

A l'heure actuelle, les travaux de maîtrise de l'accident visent essentiellement à relever les défis suivants:

- construire les infrastructures requises en vue du retour de la population évacuée;
- évacuer le combustible intact;
- gérer l'eau contaminée présente dans l'installation;
- assurer le stockage contrôlé des matières radioactives issues de l'assainissement des régions touchées.

1 Etat des lieux de la centrale nucléaire de Fukushima-Daiichi

- **Résumé:** Au cours des six années qui ont suivi l'accident, des travaux importants ont été effectués sur le site de Fukushima-Daiichi afin de garantir la protection des personnes et de l'environnement. Des avancées significatives ont également été réalisées dans le cadre des travaux de déblaiement. L'installation a été sécurisée tout de suite après l'accident afin de contenir le plus possible le dégagement de substances radioactives dans l'atmosphère. Elle a également fait l'objet de mesures supplémentaires destinées à protéger les bâtiments en cas de pluies abondantes ou de nouveau séisme.



*Condition à l'enlèvement des débris:
l'enveloppe de protection de la tranche 1
a été à nouveau retirée en novembre 2016.
(Photo: Tepco)*

Dès le départ, la gestion des eaux et des déchets sur l'aire de la centrale a constitué un défi majeur, de l'eau de refroidissement contaminée continuant de s'écouler en raison de la présence de fuites dans les réacteurs endommagés. Les travaux d'étanchéification ont progressé de façon considérable, mais sont encore en cours, et on construit notamment un mur de terre glacée. Grâce aux installations de traitement de l'eau aujourd'hui opérationnelles, la décontamination des eaux (en dehors du tritium) se fait à un rythme plus rapide que leur contamination. Les assemblages combustibles de la tranche 4 ont pu être retirés sans incident de la piscine de refroidissement.

- **Rejets de radioactivité:** L'installation accidentée ne rejette pratiquement plus de substances radioactives dans l'environnement. L'exposition due aux substances radioactives actuellement rejetées dans l'atmosphère (max. 0,03 millisieverts par an [mSv/an]) est nettement inférieure à la radioactivité naturelle, qui s'élève en moyenne à 2,1 mSv/an au Japon. Les doses en provenance du sol mesurées aux portes de l'aire sont comprises entre 4 et 18 mSv/an². Concernant les rejets en mer, deux mois après l'accident de réacteur, ils étaient déjà en dessous de la valeur limite de dose en termes de radioprotection, et ils sont désormais stabilisés à un niveau bas³. En 2013, des valeurs de tritium relativement élevées avaient encore été mesurées à l'intérieur du bassin portuaire (de 2000 à 2500 becquerels par litre [Bq/l] au maximum). Actuellement (mars 2017), on ne détecte plus de césium dans le bassin portuaire et les valeurs de tritium sont inférieures à 10 Bq/l. Afin d'empêcher que les poissons contaminés ne rejoignent la mer, l'exploitante de la centrale, Tokyo Electric Power Co. (Tepco), a installé un filet de pêche à la sortie du port et retire régulièrement les poissons capturés⁴.

A titre de comparaison: En Suisse, la valeur de tolérance au-delà de laquelle une denrée alimentaire «est considérée comme souillée ou diminuée d'une autre façon dans sa valeur intrinsèque» est de 1000 becquerels par kilo ou par litre pour le tritium. Quant à la valeur limite au-delà de laquelle la denrée alimentaire est jugée «impropre à l'alimentation humaine», elle s'élève, toujours pour le tritium, à 10'000 becquerels par kilo ou par litre. Le tritium est un émetteur bêta pur de très faible activité, et le produit de sa désintégration, l'hélium 3, n'est ni radioactif ni toxique. De plus, le tritium est le plus souvent présent sous forme aqueuse, si bien qu'il ne s'accumule pas dans l'organisme, mais est éliminé au fur et à mesure.

Le rayonnement à l'intérieur du bâtiment réacteur est cependant toujours très important en raison de la fusion du cœur. Tepco estime la dose de rayonnement présente sur l'aire de la centrale («at the main building», à proximité du réacteur 1) à environ 15 microsievverts par heure, ce qui correspond à 24 mSv/an par an pour une personne qui séjournerait à cet endroit de l'installation de façon ininterrompue pendant 200 journées de travail de huit heures⁵. C'est six fois moins que la valeur mesurée il y a deux ans.

- **Refroidissement:** Les réacteurs accidentés 1, 2 et 3 sont refroidis chacun grâce à un circuit d'eau quasiment fermé présentant un débit global de 100 m³/jour. L'eau de refroidissement qui s'écoule des systèmes endommagés en raison de fuites est recueillie par des installations de pompage, et réutilisée pour le refroidissement. Les températures dans les cuves des réacteurs et les enceintes de confinement primaire sont stables; elles se situent entre 15 et 25°C selon le point de mesure (2015: entre 20°C et 45°C).⁶
- **Gestion des eaux:** Les substances radioactives (à l'exception du tritium) et les sels sont filtrés et extraits presque intégralement des circuits de refroidissement, dont certains ne sont pas encore fermés à 100%. L'eau contaminée présente dans le sol de la centrale est également recueillie, pompée et filtrée afin d'empêcher dans la mesure du possible qu'elle arrive jusqu'à la mer. L'afflux d'eaux souterraines constituait un autre problème. Au cours de l'année passée, la dérivation de ces eaux (les eaux souterraines sont pompées en amont de la centrale, contrôlées, puis rejetées dans l'océan) et les travaux d'étanchéification ont été effectués. Jusqu'à fin 2015, le volume d'eau affluant dans l'installation avait été réduit d'environ 200 m³ par jour⁷. Le reste des eaux d'infiltration est contaminé en raison des fuites présentes dans l'installation, et doit, tout comme l'eau de refroidissement, être traité et entreposé.

Le 21 janvier 2015, l'autorité de sûreté nucléaire japonaise (Nuclear Regulation Authority, NRA) avait autorisé Tepco à rejeter dans l'océan l'eau souterraine décontaminée, la concentration en césium étant inférieure à 1 Bq/l, celle en tritium à 1500 Bq/l et celle des autres émetteurs bêta à 3 Bq/l. Au vu de ces faibles valeurs, l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) recommande expressément de déverser cette eau dans la mer⁸. En août 2015, les coopératives locales de pêcheurs ont approuvé cette décision et Tepco a, pour la première fois, procédé au déversement en septembre 2015.

Pour faire face au problème de l'augmentation constante du volume d'eau stocké, Tepco a notamment mis en service trois unités de décontamination, les ALPS («Advanced Liquid Processing Systems»), qui permettent de ramener à un niveau négligeable toutes les matières radioactives contenues dans l'eau, à l'exception du tritium. Couplées aux autres systèmes de décontamination, ces unités permettent aujourd'hui d'obtenir une plus grande quantité d'eau traitée que d'eau nouvellement contaminée. Fin mai 2015, Tepco avait ainsi déversé toute l'eau décontaminée présente dans l'installation. Par ailleurs, deux systèmes mobiles ont été mis en service; ils permettent d'isoler très efficacement non seulement le césium mais aussi le strontium.

Un canal souterrain en aval des salles des turbines contient de l'eau fortement contaminée. Celle-ci a pu être stabilisée par une série de mesures telles que la congélation et le colmatage au mortier et au ciment. Côté océan, un mur de protection imperméable en acier a été construit. Par ailleurs, le sol a été gelé autour des quatre tranches à l'aide d'un produit réfrigérant, ce qui a permis de le rendre étanche aux éventuelles pénétrations d'eaux souterraines (technique de «soil-freezing», ou congélation des sols). Cette méthode est utilisée depuis longtemps pour la construction de tunnels, et sera mise en œuvre afin d'achever l'étanchéification de l'aire pour les eaux souterraines.⁹ L'étanchéification de la partie côté mer a été achevée en octobre 2016.

- **Piscines de stockage:** Les piscines de stockage du combustible sont elles aussi refroidies par le biais de circuits de refroidissement récemment mis en place. Les piscines des tranches 1–3 sont intactes et des analyses de l'eau montrent que la plupart des crayons combustibles le sont eux aussi vraisemblablement. Au moment de l'accident, 1533 assemblages (1331 usés et 202 neufs) se trouvaient dans la piscine de stockage de la tranche 4. Les assemblages combustibles usés ont tous été déplacés sans incident dans la piscine centrale, qui n'a pas été endommagée. Les assemblages neufs ont, quant à eux, été placés dans la piscine de refroidissement de la tranche 6, également demeurée intacte.

- **Protection des bâtiments:** L'enveloppe de protection entourant la **tranche 1** a été achevée fin octobre 2011. Deux des éléments formant le toit ont été provisoirement retirés afin de pouvoir inspecter les décombres de la partie supérieure du bâtiment réacteur. L'objectif est d'évacuer les décombres afin de pouvoir déplacer les assemblages combustibles de la piscine de refroidissement vers la piscine centrale, comme cela a été fait pour la tranche 4. L'enveloppe de protection qui entoure la tranche 1 a été entièrement retirée en novembre 2016 pour la même raison. Plusieurs mesures ont permis de minimiser la quantité de poussières radioactives susceptibles de s'échapper du bâtiment. Des mesures de tomographie par muons effectuées en février et mars 2015 dans la tranche 1 mettent en évidence une fusion du cœur. Les muons traversent en effet la matière, n'interagissant qu'avec des substances très denses comme l'uranium. La tomographie par muons est notamment utilisée pour étudier les chambres magmatiques des volcans ou pour vérifier si des conteneurs de transport contiennent ou non des substances nucléaires dangereuses.

La plupart des gravats situés au-dessus de la piscine de refroidissement de la **tranche 3** ont pu être retirés fin 2015. Les travaux de décontamination et la construction de blindages ont permis de réduire encore le rayonnement. La prochaine étape consistera à construire un bâtiment de protection qui contiendra une installation d'extraction du combustible se trouvant dans la piscine de refroidissement. Le bâtiment de protection de la **tranche 4** a été achevé fin juillet 2013. Il est conçu de sorte à permettre le retrait des assemblages combustibles de la piscine. Les trois constructions présentent une fonction et une apparence différentes en fonction de l'état de la tranche concernée.

Le bâtiment réacteur de la **tranche 2** est indemne et aucune protection n'est nécessaire. Le rayonnement dans cette tranche reste élevé et empêche les travaux d'exploration du bâtiment à l'aide de robots. En janvier 2017, il a été possible de pénétrer à l'intérieur de l'enceinte de confinement primaire de la tranche 2 à l'aide d'un robot. Un rayonnement de plusieurs centaines de Sv/h a été mesuré¹⁰. Afin de protéger l'installation contre d'éventuels séismes, les points faibles à l'intérieur du bâtiment réacteur ont été renforcés sur le plan technique, et stabilisés pour le long terme.

- **Prochaines étapes:** La méthode de congélation des sols précitée permettra de protéger l'aire contre la pénétration d'eaux souterraines, ce qui réduira encore le risque de rejets accidentels en mer. De plus, les travaux de décontamination et de mise à l'abri des assemblages combustibles sont poursuivis.

En se basant sur l'accident de fusion de cœur survenu à la centrale nucléaire américaine de Three Mile Island en 1979, l'exploitante estime que le retrait des cœurs de réacteurs détruits des tranches 1 à 3 prendra environ 25 ans. Le démantèlement complet des tranches accidentées 1 à 4 durera quant à lui entre 30 et 40 ans.

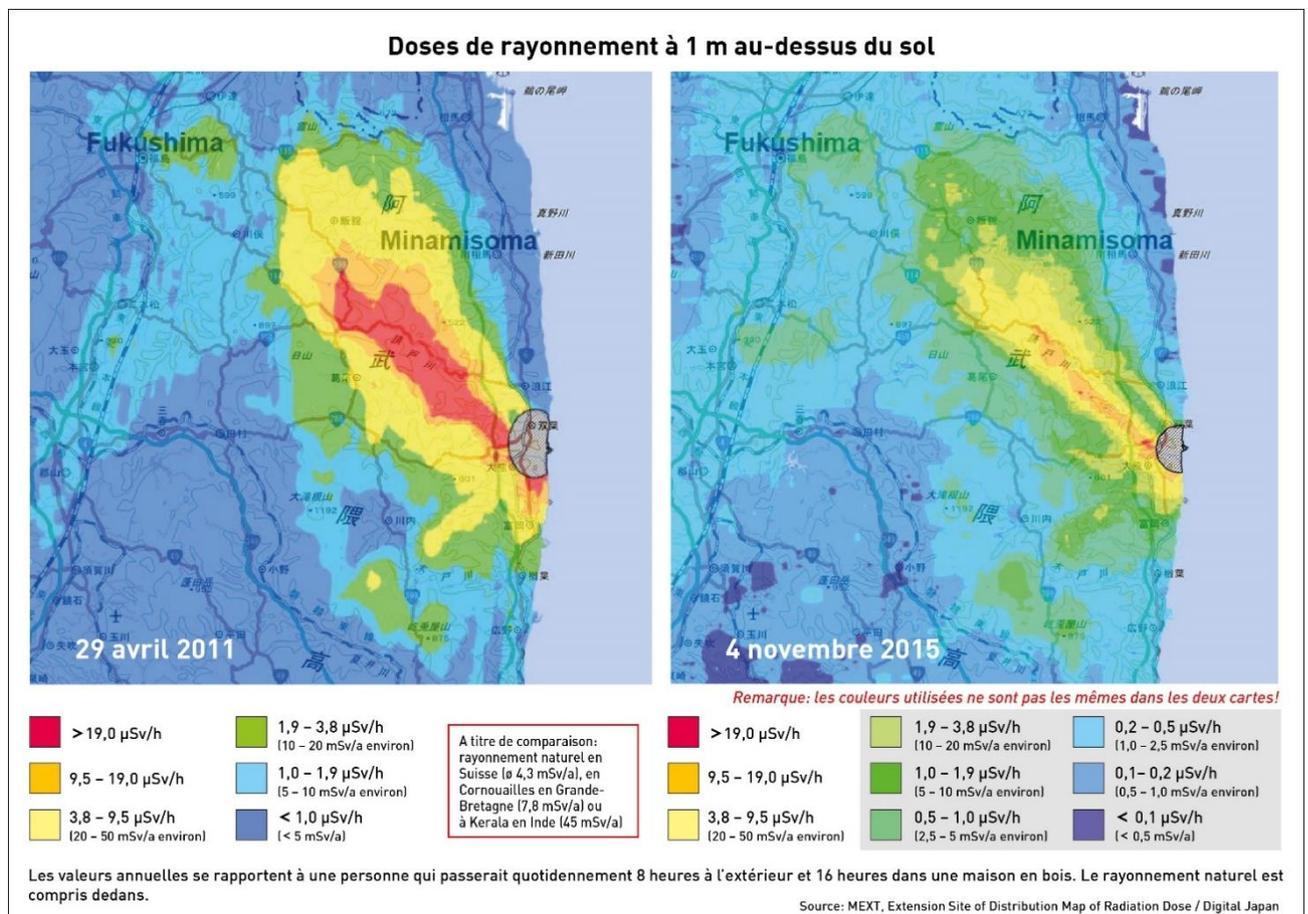


Mur de protection en acier destiné à empêcher l'écoulement de l'eau contaminée dans la mer. (Photo: Tepco)

2 Etat des lieux de l'irradiation et des zones évacuées

- **Résumé:** Dans les premiers jours qui ont suivi l'accident, l'évacuation de la population a été ordonnée dans un périmètre de 20 km autour de la centrale, et sur une superficie équivalente située au nord-ouest de celle-ci. Dans la préfecture de Fukushima, quelque 165'000 personnes ont soit été évacuées¹¹, soit ont quitté leur domicile volontairement en raison du tremblement de terre, du tsunami et de l'accident nucléaire. Plus de 80'000 d'entre elles venaient de zones aujourd'hui en partie interdites. Il semble que la catastrophe naturelle et l'accident nucléaire poussent avant tout les jeunes à quitter définitivement cette région périphérique déjà peu développée et présentant un chômage important pour rejoindre les centres urbains. Les habitants, encore plus nombreux, d'autres préfectures, qui ont été contraints de quitter la zone côtière dévastée par le tsunami connaissent les mêmes problèmes, auxquels s'ajoutent le stress et les problèmes de santé provoqués par l'évacuation.

Le rayonnement présent dans les zones contaminées a considérablement diminué dans les cinq années qui ont suivi l'accident (cf. carte).



- **Retour de la population:** En avril 2014, les autorités ont pour la première fois autorisé le retour des habitants dans une zone située dans le rayon de 20 kilomètres autour de la centrale (partie est de Tamura). En octobre, elles en ont fait de même pour l'agglomération située à l'est de Kawauchi. En juin 2015, le gouvernement japonais a révisé les directives d'évacuation¹². Ainsi, l'ordre d'évacuation pour les deux zones les moins contaminées (zones 1 et 2) sera levé d'ici fin mars 2017. Le défi est de rendre à nouveau disponible dans les temps l'infrastructure dans les zones évacuées.

En septembre 2015, la zone autour de la ville de Naraha, dans le sud de la zone évacuée, a elle aussi été à nouveau rendue accessible. L'ordre d'évacuation sera levé fin mars 2017 pour d'autres zones, par exemple les villes d'Iitate et de Kawamata ainsi que Namie et Tomioka, à proximité de la centrale accidentée (cf. carte p. 8).



Un rayonnement minime: un magasin de Naraha, dans la zone d'évacuation des 20 km qui entoure la centrale, rouvert en janvier 2015. (Photo: Kyodo/Japan Times)

Fin janvier 2016, la fédération japonaise de football a décidé de réintégrer le centre sportif «J-Village» situé près de Naraha et destiné aux équipes nationales masculine et féminine, en vue des Jeux olympiques de Tokyo de 2020¹³. Depuis fin janvier 2015, un bus circule à nouveau le long du littoral, traversant la zone évacuée¹⁴. Le dernier tronçon de la nouvelle autoroute Joban a été mis en service début mars 2015; il traverse également la zone évacuée. La route peut être empruntée sans autorisation, les sorties menant à la zone contaminée sont fermées¹⁵.



Passagers du bus qui circule à nouveau le long de la côte, et qui traverse la zone évacuée. (Photo: Fukushima Minpo)

L'autoroute de Joban, qui traverse la zone évacuée, a été achevée en mars 2015. Le débit de dose actuel est indiqué sur les panneaux le long de la route. (Photo: Fukushima Minpo)



Selon les informations de l'Agence de reconstruction japonaise (Reconstruction Agency¹⁶), la préfecture de Fukushima comptait à peine 89'000 personnes évacuées en juillet 2016. En février 2017, c'est-à-dire avant la remise à disposition de nouvelles zones fin mars 2017, elles étaient encore environ 79'500¹⁷ d'après les indications de la préfecture.

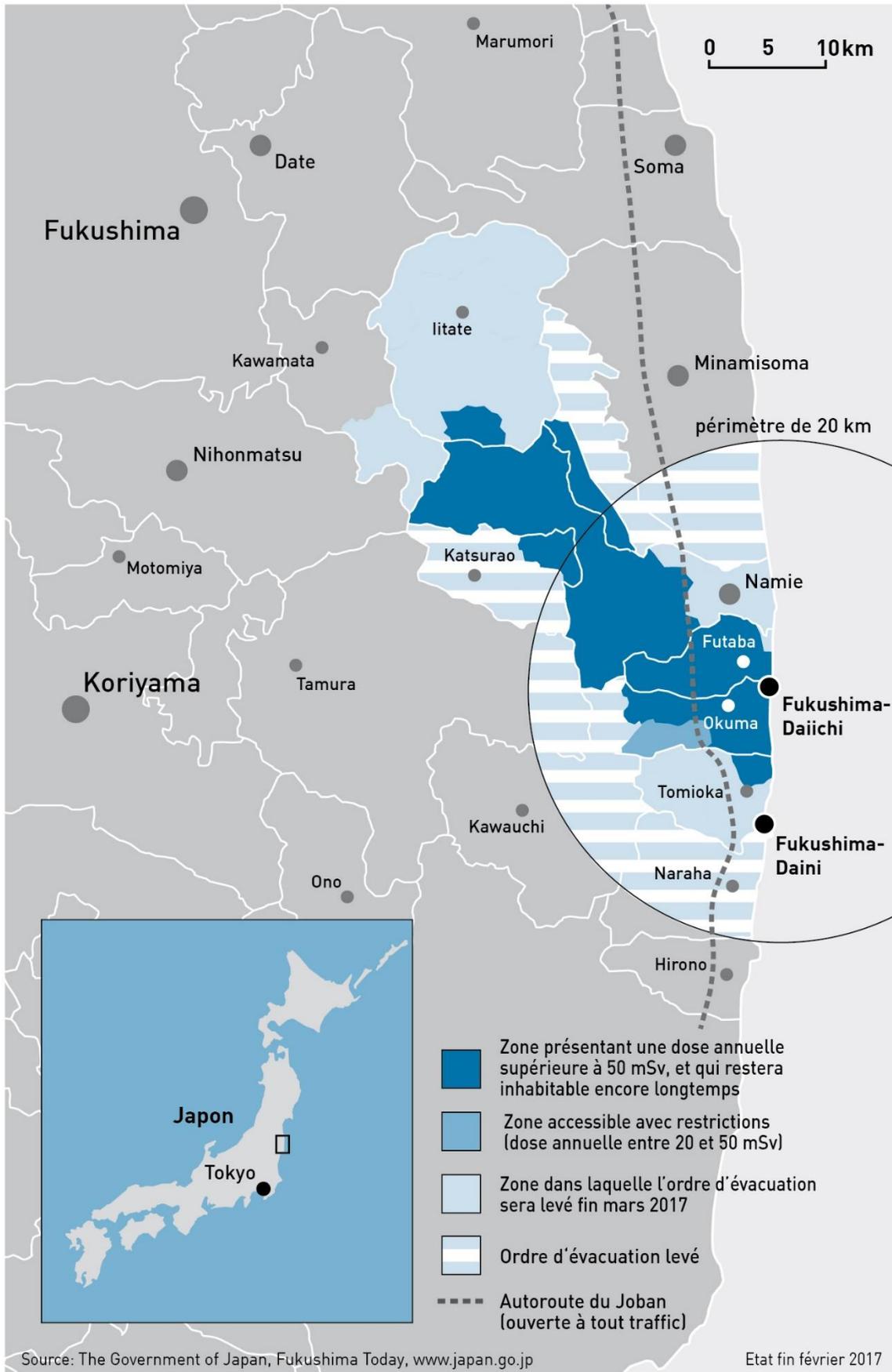
L'ensemble des bâtiments publics présents dans les zones d'évacuation seront restaurés d'ici mars 2018. C'est aussi à cette date que Tepco arrêtera d'indemniser les personnes présentes dans les zones 1 et 2 pour cause de stress émotionnel. D'après le calendrier fixé, l'agence de reconstruction achèvera son travail en mars 2021, soit dix ans après l'accident.

- **Les zones évacuées aujourd'hui:** Une «Special Decontamination Area» a été dessinée il y a six ans dans la zone touchée par l'accident de réacteur. Cette aire a été à son tour subdivisée en trois zones (cf. carte p. 8):
 - Zone 1: Dans cette partie, la dose de radiation supplémentaire, évaluée selon une approche conservatrice, était comprise entre 1 mSv/an et 20 mSv/an. Après l'accident, les habitants pouvaient travailler dans cette zone, mais pas y séjourner. Dans les rapports officiels, elle est désignée par «areas to which evacuation orders are ready to be lifted». Quelque 33'000 personnes vivaient ici avant l'accident.
 - Zone 2: Dans cette partie, la dose de radiation était comprise entre 20 mSv/an et 50 mSv/an. L'accès à cette zone reste restreint. Dans les rapports officiels, elle est désignée par «areas in which the residents are not permitted to live». Quelque 25'000 personnes vivaient ici avant l'accident.
 - Zone 3: Dans cette partie, la dose de radiation était supérieure à 50 mSv/an. En principe, cette zone est interdite d'accès. Dans les rapports officiels, elle est désignée par «areas where it is expected that the residents have difficulties in returning for a long time». Quelque 25'000 personnes vivaient ici avant l'accident, essentiellement à Futaba, Okuma et Namie.

Des valeurs de rayonnement sensiblement plus élevées ont été mesurées après l'accident dans les points chauds locaux et à proximité immédiate de la centrale. Durant la première année qui a suivi l'accident, des doses de radiation supérieures à 100 mSv/an ont été enregistrées sur une surface comprise entre 100 et 150 km² (soit une superficie légèrement supérieure à celle de la ville de Zurich, qui est de 92 km², cf. carte p. 13). Les territoires présentant une concentration en césium supérieure à 600 kilobecquerels par m², soit une dose de radiation d'environ 10 mSv au cours de l'année qui a suivi l'accident (et pour un séjour potentiellement ininterrompu dans cette partie), s'étendaient sur 875 km². La plus grande partie de ces territoires se trouve sur des réserves naturelles inhabitées.

- **Contamination de l'océan:** L'océan qui borde Fukushima n'est quant à lui presque plus contaminé, et ce malgré quelques fuites décelées à la centrale. Les mesures de césium 134 et 137 effectuées dans un périmètre de 2 kilomètres autour de la centrale affichent dans certains cas des concentrations sensiblement inférieures à 1 Bq/l, et sont même la plupart du temps inférieures au seuil de détection¹⁸. Même la concentration de tritium et d'autres substances radioactives est soit négligeable, soit inférieure au seuil de détection.
- **Coûts:** Le 9 décembre 2016, le gouvernement japonais a réévalué les coûts associés à la gestion de l'accident à 21'500 milliards de yens (CHF 190 mia.). Cette somme se décompose comme suit:
 - 8000 milliards de yens (CHF 70,5 mia.) pour le démantèlement de l'installation nucléaire,
 - 7900 milliards de yens (CHF 70,0 mia.) pour l'indemnisation à la population, et
 - 5600 milliards de yens (CHF 49,5 mia.) pour la gestion du sol contaminé.¹⁹

D'après «Asahi Shimbun», les consommateurs d'électricité japonais (pas seulement les clients de Tepco) doivent de facto en assumer les conséquences du sinistre²⁰. Le supplément occasionné (non indiqué) sur la facture d'électricité s'établit d'après les calculs du journal entre 587 et 1484 yens par an (env. 5–13 francs) par foyer, en fonction du consommateur concerné (*à titre de comparaison: le prélèvement EEG allemand en 2017 est de 6,88 centimes d'euros par kWh pour une consommation annuelle de 3500 kWh pour un foyer, soit environ 255 francs par an.*)



Directives nationales actuelles dans les zones dont l'évacuation a été ordonnée (état février 2017).

- **Décontamination:** Des travaux de décontamination de grande ampleur ont été lancés dès l'automne 2011. Le nettoyage des écoles, lieux publics et rues a déjà bien avancé, et à ces endroits, la contamination des surfaces a pu être stabilisée en dessous des valeurs limites. Pour la plupart des gens qui vivent dans les environs de Fukushima-Daiichi, la dose de radiation supplémentaire n'est que d'un millisievert par an selon une estimation très conservatrice. Elle se situe donc à un niveau qui ne présente aucun risque. En janvier 2017, les territoires qui se trouvent dans les zones les moins contaminées ont été décontaminés à plus de 95%, voire entièrement. D'après des indications officielles, le rayonnement externe présent dans les régions habitées a été réduit de près de 45% grâce aux mesures prises²¹. Il a ensuite continué à baisser naturellement. Les sédiments présents dans les lacs et fleuves ne sont généralement pas décontaminés, l'eau représentant un écran fiable.



Travaux de décontamination: retrait de la couche supérieure du sol (Photo: Tepco)

Les zones habitées ont été décontaminées en priorité, en commençant par des infrastructures telles que l'alimentation en eau, les canalisations et les grandes routes. Afin de répondre à l'inquiétude de la population, une zone forestière de 20 mètres de large située le long des territoires habités a également été nettoyée. Les experts de l'AIEA attestent globalement l'efficacité des méthodes utilisées par les autorités japonaises et le fait que celles-ci font l'objet d'une amélioration constante au fur et à mesure des expériences acquises.

- **Déchets:** La technique de décontamination des surfaces choisie a occasionné des quantités importantes de déchets, notamment composés de résidus d'huile et de produits chimiques provenant de l'endommagement des installations industrielles, installations de réservoirs et canalisations suite aux tsunamis. On s'attend à ce que rien que le matériel contaminé représente un volume de quelque 28 millions de mètres cubes pour la préfecture de Fukushima. Il s'agit toutefois en grande partie de déchets très faiblement contaminés qui pourraient par exemple être réutilisés dans le soubassement des routes asphaltées. Quant aux autres résidus, combustibles, leur volume pourra être divisé par vingt, comme le montrent les tests pratiques réalisés avec l'installation d'incinération construite spécialement à cet effet.

La préfecture de Fukushima compte actuellement des centaines de sites de stockage temporaire («*temporary storage sites*»). Ces déchets sont généralement placés dans des sacs de qualité variable.

En août 2014, le gouverneur de la préfecture de Fukushima a approuvé le projet de construction d'un dépôt intermédiaire («*Interim Storage Facility, ISF*») dans chacune des communes de Futaba et d'Okuma, c'est-à-dire juste à côté de la centrale accidentée. Depuis lors, les deux communes ont également accepté le projet, et le gouvernement japonais a débloqué les fonds nécessaires. L'ISF

sera construit dans les règles de l'art, de telle manière que les matériaux puissent y être entreposés de façon sûre et surveillée. Selon les informations fournies par le gouvernement japonais, cette phase de stockage devrait durer 30 ans. Les matériaux seront entreposés de différentes façons selon leur teneur en césium: dans des décharges pour matériaux de moins de 8 Bq/kg (pas de danger pour les eaux souterraines), dans des décharges pour matériaux de plus de 8 Bq/kg (avec imperméabilisation, contrôle et traitement de l'eau) et dans un bâtiment (pour les cendres fortement contaminées provenant de la combustion de déchets et ayant une activité de plus de 100'000 Bq/kg)²². Les travaux de construction ont commencé début février 2015. En janvier 2017, quelque 130'000 m³ avaient été transportés à proximité de l'ISF. Actuellement, les autorités estiment la quantité totale de matériaux à stocker entre 16 et 22 millions de m³, dont 10 millions de m³ présentent une teneur de césium inférieure à 8 Bq/kg.



*Stockage temporaire
du matériel contaminé
(Photo: Tepco)*

- **Eau potable:** Aucune restriction. La radioactivité de l'eau potable continue d'être surveillée régulièrement²³.
- **Denrées alimentaires:** Depuis l'accident, les denrées alimentaires mises en circulation font l'objet de vastes contrôles. Pendant l'année fiscale 2016, 31'845 échantillons de denrées alimentaires ont été analysés²⁴. **Aucun dépassement des valeurs limites en vigueur au Japon, très strictes comparées à la Suisse, n'a été constaté pour les cultures et les animaux de ferme** (eau potable: 10 Bq/l, lait et denrées alimentaires pour les enfants: 50 Bq/kg, autres denrées: 100 Bq/kg). En revanche, les valeurs ont été dépassées pour 284 échantillons de viande d'animaux sauvages, dont 255 concernaient des sangliers, 4 du saumon sauvage et 6 des plantes ou champignons sauvages.

L'exportation à l'étranger de produits frais provenant de la préfecture de Fukushima a été de nouveau autorisée en septembre 2012. En 2016, la préfecture de Fukushima a même exporté davantage de pêches de l'étranger que l'année précédant la catastrophe²⁵. Le 9 janvier 2016, l'UE – contrairement à la Corée du Sud, à Hong Kong et à Taïwan par exemple – a supprimé de nombreuses restrictions concernant l'importation de denrées alimentaires en provenance de la région accidentée.²⁶

En ce qui concerne les poissons et les fruits de mer, il n'a pas été constaté de dépassement des valeurs limites en dehors des eaux de la préfecture de Fukushima depuis le quatrième trimestre 2014. Dans la préfecture de Fukushima, où la pêche est encore interdite dans certaines zones côtières, **aucun échantillon de poisson n'a présenté de valeur supérieure aux valeurs très strictes de césium autorisées depuis mars 2015**²⁷. La vente de deux espèces: la daurade et le brochet, reste cependant interdite.

La coopérative de pêcheurs de Fukushima a décidé le 28 février 2017 de réduire le rayon interdit autour de la centrale et le passer de 20 kilomètres à 10 kilomètres²⁸. Une semaine plus tôt, les bateaux de pêche étaient retournés au port d'Ukedo, reconstruit suite au tsunami²⁹. Ukedo se trouve à sept kilomètres au nord de la centrale. A l'automne 2015 déjà, la pêche au saumon avait été autorisée pour la première fois depuis l'accident à Naraha, dans le fleuve Kido³⁰.

Dans un rapport publié le 23 janvier 2014, les experts de l'AIEA ont indiqué que les mesures de précaution et de contrôle mises en place avaient permis de limiter fortement l'irradiation interne de la population par des denrées alimentaires contaminées, et que celle-ci restera en dessous des valeurs limites également sur le long terme.



Retour des bateaux de pêche au port d'Ukedo, à proximité de la centrale accidentée (Photo: The Asahi Shimbun)

- **Information de la population concernant les risques réels:** Officiellement, les autorités japonaises ont annoncé l'objectif d'une dose annuelle de radiation supplémentaire d'origine artificielle de 1 mSv dans le cadre de la réhabilitation des zones contaminées. Dans le rapport de la mission menée par l'AIEA, les experts internationaux ont cependant recommandé aux autorités japonaises de bien faire comprendre à la population qu'il s'agissait là d'un objectif à très long terme qui ne peut être atteint à court terme par le biais de simples mesures de décontamination.

Les autorités japonaises doivent intensifier l'information de la population concernant les risques réels, par ailleurs minimes, pour la santé, et lui faire comprendre que les doses annuelles en deçà de 20 mSv sont acceptées par toutes les grandes organisations internationales. En Suisse, la valeur limite de dose annuelle des personnes professionnellement exposées aux radiations, qui travaillent par exemple dans les centrales nucléaires ou les hôpitaux, est précisément de 20 mSv. Ces doses répondent aux recommandations de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR), de l'UNSCEAR (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation), de l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) et de l'AIEA. A noter également que les doses de radiation estimées ont été calculées avec beaucoup de prudence et de manière donc pessimiste. Des mesures globales concrètes effectuées à l'aide de dosimètres ont montré que les doses **réelles** sont 2,6 à 7 fois inférieures à celles calculées. Les experts demandent à ce que cela soit pris en compte dans l'évaluation des risques sanitaires et pondéré par les impacts psychosomatiques que représenterait une évacuation prolongée.

Commentaire: Les autorités japonaises font preuve d'une prudence extrême concernant l'accès aux zones évacuées et le calcul des valeurs limites pour les denrées alimentaires.

3 Conséquences sur la santé

- **Résumé:** Jusqu'à présent, il n'a pas été démontré que le rayonnement consécutif à l'accident de Fukushima-Daiichi a nui à la santé des personnes, qu'il s'agisse des équipes d'intervention d'urgence au début de l'accident ou du personnel qui intervient actuellement dans le cadre des travaux de déblaiement, ainsi que de la population concernée.³¹ Grâce à des mesures de protection et d'évacuation prises à temps, aucun dépassement des valeurs limites de radioactivité n'a été constaté au sein de la population locale. Cela vaut aussi pour le risque de cancer de la thyroïde chez les enfants.

Remarque: L'iode 131 radioactif (demi-vie de 8 jours) est de loin le radioisotope le plus incorporé, et le césium-134 (demi-vie d'env. 2 ans) ainsi que le césium-137 (demi-vie d'env. 30 ans) les isotopes qui interviennent le plus dans le cadre de la contamination à long terme des sols. Une augmentation importante des cas de cancer de la thyroïde chez les enfants ayant consommé du lait fortement contaminé à l'iode 131 avait été constatée suite à l'accident de Tchernobyl. La population n'avait alors pas été informée du rayonnement élevé et aucune mesure de protection n'avait été prise. Cela a engendré des doses moyennes de plusieurs milliers de mSv, et un cas extrême de 50'000 mSv avait été mesuré. Quasiment tous les enfants malades ont guéri depuis. La thyroïde des enfants est huit à neuf fois plus sensible à l'iode radioactif que celle des adultes.³²

Concernant le Japon dans son ensemble, les spécialistes de l'ONU estiment que le rayonnement n'occasionnera aucune augmentation notable des cas de maladies à l'avenir également, les doses de radiation consécutives à l'accident ayant été trop basses pour cela (cf. carte p. 13).

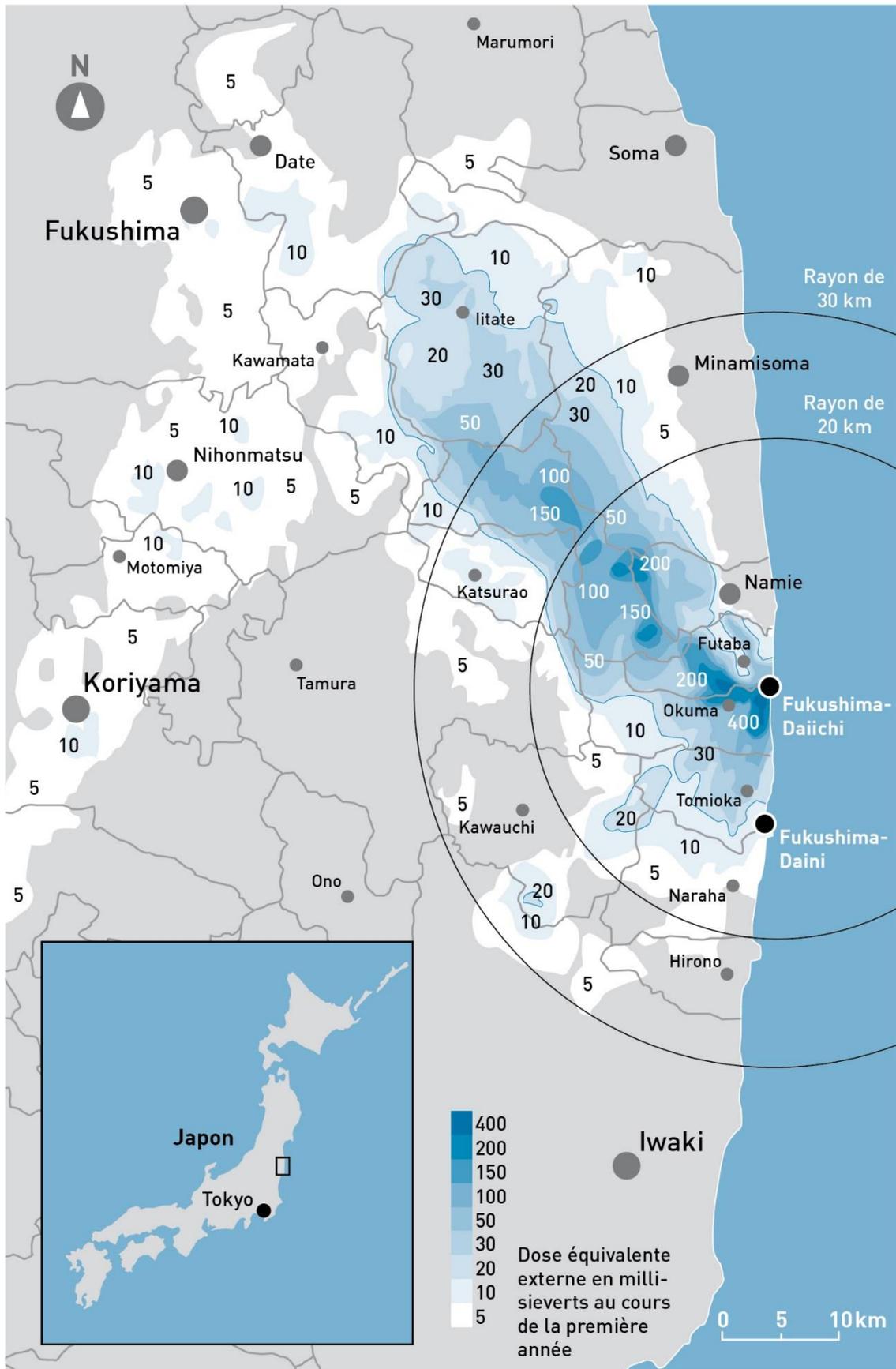
Cancer de la thyroïde chez les enfants: Les médias ont beaucoup spéculé à propos d'une augmentation du taux de cancers de la thyroïde chez les enfants de la préfecture de Fukushima. Selon les spécialistes sur place, il est toutefois très peu probable que ces cas soient liés à l'accident. Ils s'expliquent plutôt par les examens intensifs pratiqués avec des méthodes modernes sur quelque 370'000 enfants (effet de détection: on recense aussi les cas asymptomatiques qui n'auraient normalement pas été découverts).

La seconde vague de détection, qui concernait 299'233 enfants, a révélé les résultats suivants pour la période allant jusqu'à mars 2015:

- Plus de 99% des enfants ne présentaient rien d'anormal. Cela rejoint les résultats des études similaires menées dans trois autres préfectures japonaises.
- Pour 2279 cas (0,75%), des examens plus approfondis ont été effectués. Chez 98% de ces enfants (soit 0,03% de l'ensemble des enfants), un cancer de la thyroïde malin a été diagnostiqué, et opéré; pour un enfant, la progression de la maladie a été considérée comme bénigne.



Prévention après l'accident nucléaire de Fukushima: La population concernée, et en particulier les enfants, font l'objet d'un suivi sanitaire complet. (Photo: mad)



Dose équivalente d'exposition externe estimée pour un être humain séjournant en permanence à l'extérieur au cours de la première année écoulée après l'accident. (Source: Mext, ministère japonais de la Formation, de la Culture, des Sports, des Sciences et de la Technologie, 11 octobre 2011)



Troubles psychosomatiques: Une femme dans un complexe d'habitations temporaire à Koryama, à 40 kilomètres à l'ouest de la centrale accidentée. (Photo: Kyodo/Japan Times)

Il a été surprenant de constater que les cancers de la thyroïde diagnostiqués concernaient surtout les adolescents, et aucun cas n'a été identifié chez les enfants âgés de moins de 5 ans au moment de l'accident. Les anomalies se situent dans la même plage que celle des enfants vivant au Japon dans des régions non contaminées. Ainsi, les spécialistes concluent à partir des données disponibles que les anomalies identifiées n'étaient très probablement pas dues à l'accident nucléaire.³³ De plus, il est encore trop tôt pour tirer des conclusions définitives, étant donné qu'une éventuelle augmentation des cas de cancer de la thyroïde n'apparaîtra que dans quelques années.

- **Dommages génétiques:** Au cours des trois ans qui ont suivi l'accident nucléaire, aucune augmentation du taux de malformations chez les nouveau-nés, d'accouchements prématurés ou de fausses couches n'a été observée³⁴. D'après l'AIEA, cela était prévisible étant donné qu'aucune malformation due au rayonnement n'avait jamais encore été constatée, et cela également chez les survivants des bombes atomiques d'Hiroshima et de Nagasaki et de leurs descendants.
- **Troubles psychosomatiques:** Les troubles psychosomatiques provoqués par l'évacuation, les pertes matérielles causées par les tsunamis (maisons, biens), ou encore le décès de proches ou de membres de la famille constituent les principaux risques pour la santé des personnes. Dans un sondage en date de 2012, presque 10% des personnes interrogées ont indiqué qu'elles s'attendaient à souffrir de conséquences directes sur la santé, près de 20% d'effets à longs termes et plus de 25% redoutaient des dommages génétiques. Les médias ont évoqué plusieurs milliers de décès prématurés dus non pas aux conséquences du rayonnement mais au changement drastique des conditions de vie, en partie des suicides.³⁵ Et de plus en plus de rapports de médecins indiquent que seule l'évacuation durable est responsable des problèmes de santé importants qui ont été causés. Ils recommandent d'examiner sous cet éclairage les mesures d'urgence en cas d'accidents nucléaires^{36,37}.

Afin de diminuer les peurs injustifiées du nucléaire, une équipe dirigée par le physicien et chercheur sur l'antimatière Ryugo Hayano, de l'Université de Tokyo, a lancé plusieurs projets concrets. Ses activités comprennent des mesures systématiques du césium radioactif présent dans les repas de midi servis dans les écoles de Fukushima, une étude du rayonnement interne par anthropo-gammamétrie ainsi que le développement d'un appareil, le «Babyscan», qui permet de mesurer le césium radioactif chez les jeunes enfants, en présence de leur mère³⁸.

- **Estimations de l'OMS** concernant l'exposition de la population au rayonnement suite à l'accident de réacteur de Fukushima-Daiichi: L'OMS a publié une première estimation de l'exposition de la population au rayonnement en mai 2012³⁹. Le 28 février 2013, l'OMS a revu ses estimations: d'après de nouvelles données, les localités les plus fortement contaminées, à savoir Namie (à proximité de la centrale) et Itate (à 35 km au nord-ouest de la centrale), ont été exposées au cours de l'année qui a suivi l'accident à une dose de radiation comprise entre 12 et 25 mSv, et les enfants en bas âge ont reçu une dose à la thyroïde comprise entre 70 et 120 mSv. Ainsi, les spécialistes en radioprotection estiment l'augmentation du risque de cancer (non nécessairement mortel) au cours d'une vie comme étant inférieure à un pour cent pour les personnes les plus fortement exposées en dehors de la centrale. L'OMS ne s'attend donc pas à une augmentation perceptible du taux de cancers, de même qu'elle ne prévoit pas une hausse des cas de malformation chez les nouveau-nés⁴⁰.
- **Monitoring sur place:** Fin mai 2011, aucune des 195'345 personnes examinées ne présentait de troubles de la santé imputables au rayonnement. La dose à la thyroïde maximale enregistrée sur 1149 enfants se situait autour de 35 mSv⁴¹ pour un seul enfant. Entre mai et juin 2013, 3255 enfants effectuant tous les jours l'aller-retour jusqu'à Minamisoma pour aller à l'école ont été examinés pour voir s'ils présentaient une contamination interne au césium. Aucun cas n'a été détecté⁴².
- **Doses de radiation reçues par le personnel sur le site de la centrale:** Selon un tableau établi par le ministère de la Santé japonais (Ministry of Health, Labor and Welfare), les doses effectives cumulées internes et externes reçues entre mars 2011 et février 2016 (soit dans les cinq ans qui ont suivi l'accident) par les collaborateurs de Tepco et le personnel externe (46'758 personnes en tout) se répartissent comme suit⁴³:

Dose cumulée en millisieverts (mSv)	Nombre de personnes
Plus de 250	6
200–250	3
150–200	28
100–150	137
75–100	609
50–75	2099
20–50	7104
10–20	6324
5–10	5975
1–5	10'490
Moins de 1	13'983

Il ressort de ce tableau que six personnes travaillant sur le site de la centrale ont reçu à ce jour une dose cumulée de plus de 250 mSv et que 168 autres personnes ont reçu une dose de plus de 100 mSv. La valeur maximale est de 679 mSv. Il n'a plus été détecté d'irradiation interne significative depuis octobre 2011. Au Japon (comme en Suisse), la valeur limite légale en cas d'accident grave est de 100 mSv. Dans certains cas – notamment dans le cas d'interventions qui empêchent la survenue d'autres dommages importants – cette valeur-limite peut être dépassée si besoin. Cela est arrivé pour 173 collaborateurs ayant absorbé des doses supérieures à 100 mSv. Jusqu'à présent, un seul collaborateur (avec 103 mSv) a dépassé la dose légalement autorisée dans son cas.

Un examen de la thyroïde, effectué chez 672 collaborateurs fortement contaminés, n'a révélé aucune différence significative avec le groupe de contrôle. Les calculs de modèles ont montré qu'en raison du risque très faible de cas supplémentaires de cancer, aucune augmentation statistique ne devrait être mise en évidence. Le risque de maladie est sensiblement plus élevé chez le petit groupe des collaborateurs fortement contaminés.⁴⁴



Des risques sanitaires minime pour le personnel: les techniciens lors de travaux sur l'installation de réfrigération pour le mur de glace. (Juin 2016, Photo: Tepco)

- **Evaluation globale:** Les spécialistes du monde entier s'accordent sur le fait que même une dose de choc (toute la dose en une fois) de 100 mSv n'engendre pas à long terme d'augmentation statistique du nombre de cancers. Des doses annuelles de 100 mSv ou plus sont naturellement présentes à différents endroits du globe (Iran, Brésil), sans que cela n'impacte les populations locales. Les résultats de l'UNSCEAR concernant les conséquences sur la santé de l'exposition au rayonnement dans le cadre d'applications médicales à visée diagnostique (p. ex. la tomographie) ou thérapeutique vont eux aussi dans ce sens. Des travaux épidémiologiques effectués sur plusieurs décennies au niveau mondial montrent que le risque de contracter un cancer au cours d'une vie (et pas nécessairement d'en décéder) est de 5% pour une dose absorbée de 1000 mSv.

En décembre 2012, l'UNSCEAR a confirmé dans le cadre d'une évaluation préliminaire que concernant l'accident de Fukushima, aucun trouble de la santé dû au rayonnement n'avait pour l'heure été constaté, que cela concerne le personnel d'intervention ou la population⁴⁵. Les scientifiques mettent cependant en évidence l'impact important du stress et du sentiment d'angoisse sur la santé des personnes, notamment en cas d'évacuation, comme cela avait déjà été le cas pour l'accident de Tchernobyl. Dans le cas de Fukushima, la charge psychique liée à l'accident nucléaire se superpose en outre aux problèmes et inquiétudes engendrés par les importants dégâts matériels causés par les tsunamis.

L'évaluation internationale a été confirmée entre-temps par une étude de l'Université de Kyoto⁴⁶: Les valeurs relevées sur 458 personnes ayant continué à se rendre normalement à proximité de la zone évacuée en août et septembre 2012, en étant équipées de dosimètres, ont montré que ces personnes étaient exposées à une dose de radiation supplémentaire de 0,9 à 2,5 mSv par an, ce qui correspond à la dose naturelle moyenne à laquelle est exposée toute personne au Japon (env. 2 mSv/an). Il est donc improbable que le nombre de cancers dépasse un jour la plage de fluctuation normale des cas.

4 Situation actuelle du nucléaire au Japon

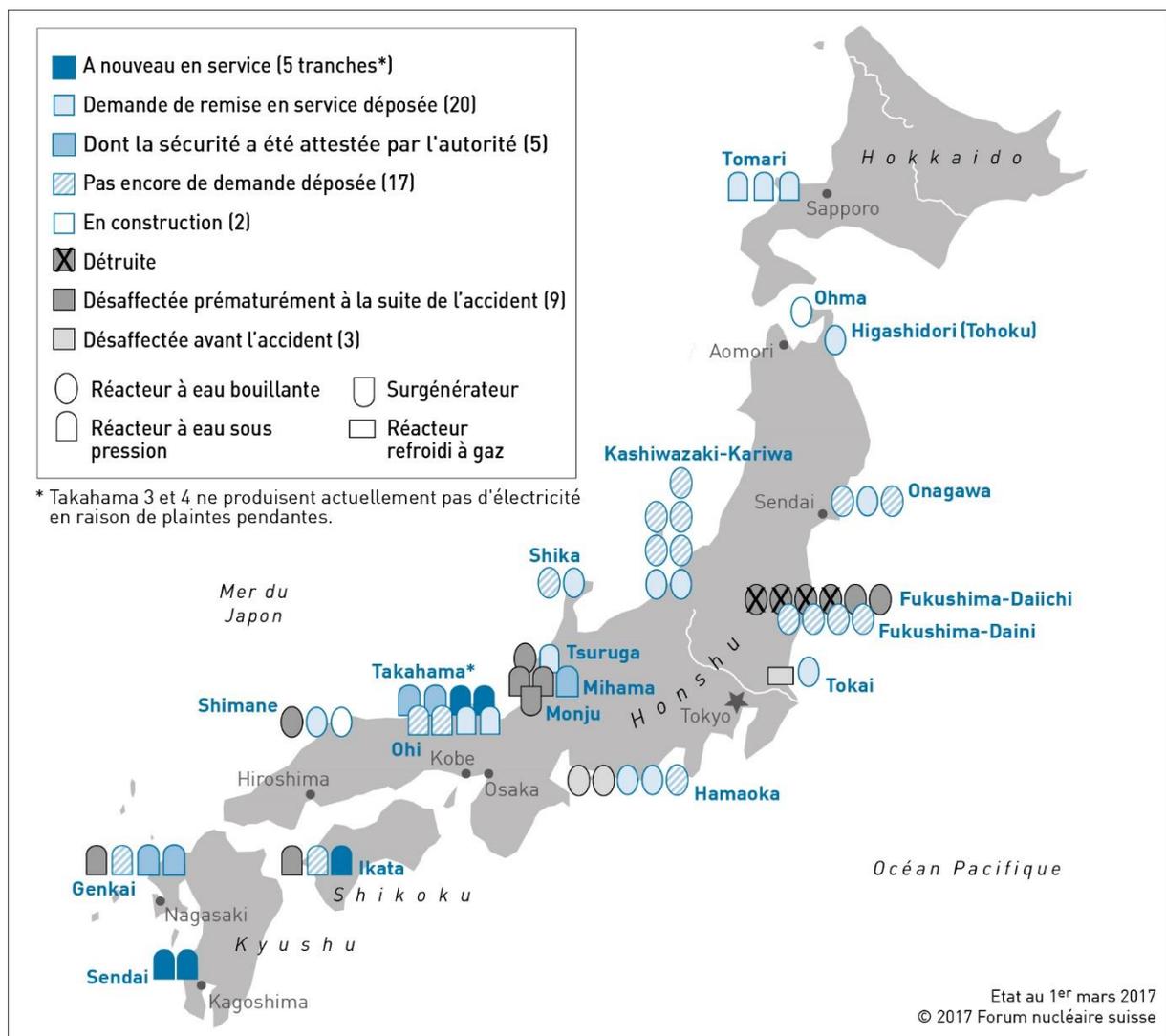
- **Politique énergétique:** Le 25 février 2014, le ministère japonais de l'Economie, du Commerce et de l'Industrie (Meti) a présenté son projet de nouvelle politique énergétique («4th Basic Energy Plan»). Celui-ci indique que l'énergie nucléaire reste une «source d'énergie importante qui permettra de garantir la stabilité de l'approvisionnement énergétique du pays et de couvrir les besoins». En juillet 2015, le Comité consultatif compétent a approuvé le programme. Il formule les objectifs associés au mix électrique d'ici 2030. Le Meti part sur une augmentation de la consommation de près de 4,5% d'ici 2030. D'après ce programme, l'énergie nucléaire sera conservée, bien que dans une mesure moindre (cf. graphique p. 19).⁴⁷
- **Surveillance nucléaire:** La surveillance des installations nucléaires a été réorganisée – ses lacunes constituaient l'un des points faibles qui a mené à l'accident. Auparavant, l'encouragement et la surveillance relevaient tous deux de la compétence du Meti. Aujourd'hui, tous les aspects de la sûreté nucléaire sont pris en charge par une seule instance, l'autorité de sûreté nucléaire japonaise (Nuclear Regulation Authority, NRA), qui dépend du ministère de l'Environnement (MOE). Suite à l'accident de Fukushima-Daiichi, le Japon a mis en vigueur de nouvelles prescriptions de sûreté pour les centrales et autres installations nucléaires. Les installations existantes et celles qui sont en construction doivent répondre à ces nouvelles exigences pour pouvoir être mises en service. Les principaux éléments de ces nouvelles prescriptions sont les suivants:
 - assignation aux exploitants de l'essentiel des responsabilités en ce qui concerne la sûreté de leurs installations;
 - évaluation contraignante des risques naturels (tremblements de terre et zones de faille actives dans les environs des installations, tsunamis et désormais aussi activité volcanique, tornades et incendies de forêt) selon l'état de la science et de la technique;
 - obligation de rééquiper;
 - limitation à 40 ans de la durée d'exploitation des centrales nucléaires, avec possibilité de prolongation de 20 ans au plus;
 - mesures obligatoires de maîtrise et d'atténuation des défaillances hors dimensionnement. En font notamment partie les procédures à suivre dans de tels cas et les simulations de situations d'urgence, la dépressurisation avec filtrage de l'enceinte de confinement primaire, la prévention des explosions d'hydrogène, les exigences minimales concernant le nombre et l'emplacement des groupes diesel (avant l'accident de Fukushima-Daiichi, la planification des mesures en cas de défaillance hors dimensionnement était laissée à la libre appréciation de l'exploitant).
- **Etat des lieux des centrales nucléaires au Japon:** Avant l'accident de Fukushima-Daiichi, l'énergie nucléaire fournissait au Japon près de 30% de son électricité. Suite à l'accident, l'ensemble des centrales nucléaires commerciales ont été progressivement arrêtées au moment de leur révision. Deux tranches, Ohi 3 et 4, ont cependant été temporairement reconnectées au réseau en 2013, en raison d'un risque de pénurie d'électricité.

Fin février 2017, la situation au Japon était la suivante (cf. carte p. 18):

- **Mises à l'arrêt définitives:** Mi-décembre 2013, les deux tranches accidentées Fukushima-Daiichi 5 et 6 ont été officiellement mises à l'arrêt. Fin avril 2015, c'était au tour des cinq tranches Genkai 1, Mihama 1 et 2, Shimane 1 et Tsuruga 1. Ces réacteurs avaient été mis en service au plus tard en 1975. Et en mai 2016, Ikata 1 (mise en service en 1977) a elle aussi été arrêtée.

- **Remises en service:** Début 2017, le Japon comptait trois centrales nucléaires en exploitation: les deux réacteurs à eau sous pression de Sendai sur l'île de Kyushu et la tranche Ikata 3 sur la côte ouest de Shikoku, la plus petite des quatre îles principales du Japon. Sendai 1 a repris le fonctionnement le 14 août 2015, Sendai 2 le 21 octobre 2015. Ikata 3 a ensuite été remise en service commercial début septembre 2016. Après les deux tranches de Sendai et de Takahama, Ikata 3 était la cinquième tranche du Japon à avoir passé la procédure de remise en service en vigueur dans le pays, renforcée depuis l'accident. Ces cinq tranches avaient été achevées après 1980.

En janvier et février 2016, les deux tranches de Takahama 3 et 4 ont elles aussi repris la production d'électricité. Elles sont cependant restées connectées au réseau sur une courte durée: Une cour de district a en effet interdit par une ordonnance de référé l'exploitation de ces réacteurs. Kansai Electric, exploitant des deux tranches, a déconnecté la tranche 3 du réseau le 10 mars. La tranche 4 avait déjà été arrêtée en raison d'un message d'erreur dans la partie non-nucléaire de l'ouvrage. Kansai Electric a peu après déposé deux plaintes auprès de la cour. Le tribunal a déjà rejeté la première demande de lever l'ordonnance de référé en juin 2016. Il s'est maintenant une nouvelle fois prononcé dans le sens des plaignants et a aussi rejeté la deuxième plainte de Kansai Electric contre l'ordonnance en juillet 2016. Les plaignants ont notamment invoqué des doutes quant à l'évaluation sismique de sûreté. Takahama 3 et 4 n'ont pas repris l'exploitation depuis.



- ***Demande de remise en service déposée:*** Fin février 2017, l'autorité de sûreté nucléaire japonaise, la NRA, étudiait les demandes d'autorisation d'exploitation de 20 autres tranches. Celles-ci avaient été connectées au réseau entre 1976 (Mihama 3) et 2009 (Tomari 3).
- ***Pas encore de demande de remise en service déposée:*** Pour 17 tranches, aucune demande n'avait été remise à la NRA fin février 2017. C'est le cas notamment des 4 réacteurs de la centrale de Fukushima-Daini.

La NRA a confirmé fin février 2017 que les réacteurs à eau sous pression suivants remplissent eux aussi les nouvelles exigences de sûreté: Ohi 3 et 4 (mis en service en 1991 et 1993), Genkai 3 et 4 (1994 et 1997), Mihama 3 (1976) et Takahama 1 et 2 (1974 et 1975).

5 Conséquences économiques et écologiques de la politique énergétique actuelle du Japon

En raison de la déconnexion des centrales nucléaires japonaises représentant une puissance électrique totale de 40'000 mégawatts, les importations, coûteuses, d'énergie fossile, ont continué à être importantes au cours des années passées, avec les conséquences associées en termes d'émissions de CO₂. Ces importations d'énergie pèsent dans la balance des transactions courantes du pays. La balance commerciale, qui affichait encore un excédent de 6635 milliards de yens en 2010 (env. CHF 82 mia. à l'époque), a terminé l'année 2014 sur un déficit record de 12'816 milliards de yens (env. CHF 110 mia.), chiffre jamais atteint depuis la deuxième guerre mondiale. En 2015, le déficit commercial a baissé de 2835 milliards de yens (env. CHF 24 mia.). Il s'agit de la cinquième année de déficit consécutive depuis l'accident. En 2016, la balance commerciale était cependant à nouveau positive (+4'070 mia. de yens; env. CHF 36 mia.)⁴⁸.

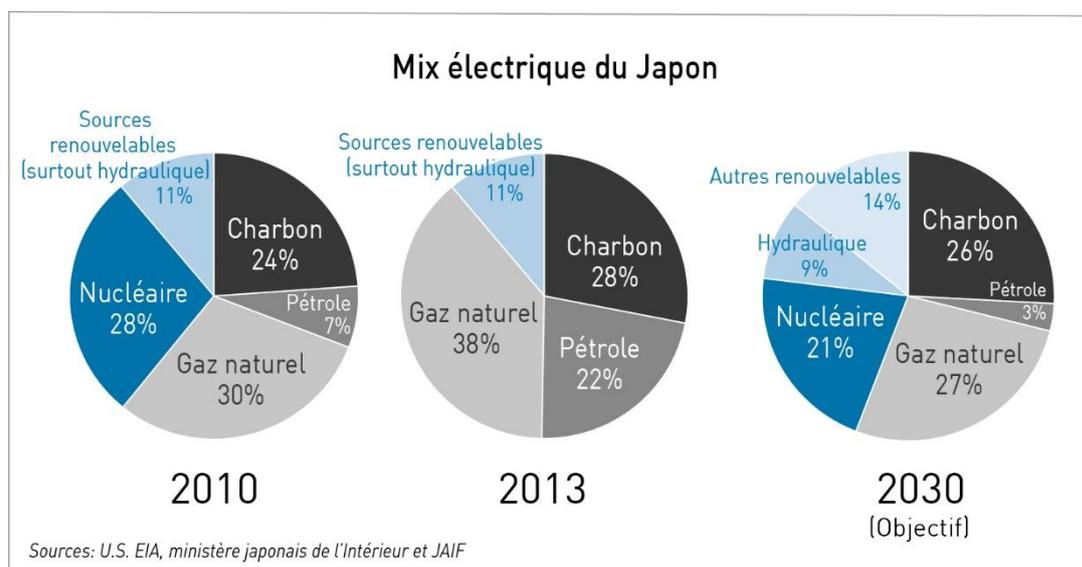
Depuis l'arrêt du parc nucléaire japonais, les 260 à 280 térawattheures d'origine nucléaire produits chaque année font cruellement défaut au Japon. Le mix d'électricité du pays a massivement changé depuis 2011. Si, avant la catastrophe naturelle de cette année-là, quelque 60% du courant provenait de centrales alimentées aux énergies fossiles, cette proportion est passée à 90% en 2013 (voir graphique). Par ailleurs, la consommation d'électricité a diminué d'un peu plus de 5% entre 2010 et 2013.

L'importation de gaz liquide par voie maritime (le Japon ne possède aucun pipeline sur la terre ferme) a augmenté d'environ 20% entre 2010 et aujourd'hui. Les coûts de ces importations ont doublé et sont passés de 36,1 milliards de francs en 2010 à 75,9 milliards en 2014. L'année dernière, ces coûts ont baissé à nouveau pour s'établir à 33,1 milliards – en partie grâce aux prix bas du gaz.⁴⁹

Deux études de 2011 et 2012 arrivent à la conclusion que le courant d'origine nucléaire est meilleur marché au Japon que celui issu du charbon ou du gaz liquéfié, même en y intégrant des coûts à hauteur de 130 milliards de dollars en raison d'un accident grave ainsi que les coûts des travaux de rééquipements. Les coûts de la rétribution du courant injecté d'origine solaire et éolienne que le pays a introduite en juillet 2012 sont même trois à cinq fois plus élevés⁵⁰.

En janvier 2015, l'institut japonais d'économie énergétique (Institute of Energy Economics, IEEJ) a publié un rapport⁵¹ portant sur quatre scénarios d'avenir dans lesquels la part du nucléaire dans l'approvisionnement en électricité allait de 0 à 30%. Il est apparu que les coûts d'électricité sont 40% plus élevés dans le scénario «0% d'énergie nucléaire» que dans le scénario «30% d'énergie nucléaire». L'IEEJ estime qu'un mix d'électricité composé de 50% d'énergies fossiles, de 25% de renouvelable (force

hydraulique incluse) et de 25% de nucléaire constituerait pour le Japon de 2030 la version optimale des points de vue de la rentabilité, de l'environnement, de la sécurité d'approvisionnement et des obstacles politiques à surmonter.



Sources:

- ¹ Reconstruction Agency: www.reconstruction.go.jp/english/
- ² Tokyo Electric Power Co. (Tepco): <http://www.tepco.co.jp/en/nu/fukushima-np/f1/index-e.html>
- ³ Nuclear Regulation Authority: Sea Area Monitoring. <http://radioactivity.nsr.go.jp/en/list/295/list-1.html>
- ⁴ Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries: www.jfa.maff.go.jp/e/
- ⁵ Tokyo Electric Power Co. (Tepco): www.tepco.co.jp/en/nu/fukushima-np/f1/index-e.html
- ⁶ Tokyo Electric Power Co. (Tepco): <http://www.tepco.co.jp/en/nu/fukushima-np/f1/pla/index-e.html>
- ⁷ Tokyo Electric Power Co. (Tepco): Fukushima Daiichi NPS Prompt Report, January 8, 2016. http://www.tepco.co.jp/en/press/corp-com/release/2016/1265513_7763.html
- ⁸ International Atomic Energy Agency (IAEA): Events and highlights on the progress related to recovery operations at Fukushima Daiichi NPS. February 2014. http://www.iaea.org/sites/default/files/infocirc_japan0214.pdf
- ⁹ Tokyo Electric Power Co. (Tepco): Fukushima Daiichi NPS Prompt Report, February 9, 2016. http://www.tepco.co.jp/en/press/corp-com/release/2016/1267045_7763.html
- ¹⁰ Tokyo Electric Power Co. (Tepco): http://www.tepco.co.jp/en/announcements/2017/1374451_10494.html
- ¹¹ Website Fukushima prefecture: <http://www.pref.fukushima.lg.jp.e.od.hp.transer.com/site/portal/list271.html>
- ¹² Forum nucléaire suisse: E-Bulletin. 17 juin 2015. <http://www.nuklearforum.ch/fr/actualites/e-bulletin/revision-des-directives-devacuation-fukushima>
- ¹³ «Fukushima Minpo News», January 30, 2016: <http://www.fukushimaminponews.com/news.html?id=623>
- ¹⁴ «The Japan Times», February 15, 2015: <http://www.japantimes.co.jp/news/2015/02/15/national/new-fukushima-bus-service-broadens-options-for-residents-near-no-go-zones/#.VOSMYGc5C71>

-
- 15 «The Japan Times». March 2, 2015: <http://www.japantimes.co.jp/news/2015/03/02/national/completion-joban-expressway-stirs-tohoku-reconstruction-hopes/#.Vs3Fjk2h270>
- 16 Reconstruction Agency, March 2017: http://www.reconstruction.go.jp/english/topics/Progress_to_date/index.html
- 17 Website Fukushima prefecture: <http://www.pref.fukushima.lg.jp.e.od.hp.transer.com/site/portal/list271.html>
- 18 Nuclear Regulation Authority: Sea Area Monitoring. <http://radioactivity.nsr.go.jp/en/list/295/list-1.html>
- 19 Reuters, December 9, 2016: <http://www.reuters.com/article/us-tepco-fukushima-costs-idUSKBN13Y047>
- 20 «The Asahi Shimbun», February 27, 2017: <http://www.asahi.com/ajw/articles/AJ201702270056.html>
- 21 Ministry of the Environment: Progress on Off-site Cleanup and Interim Storage in Japan. January 2016. http://josen.env.go.jp/en/pdf/progressseet_progress_on_cleanup_efforts.pdf?141022
- 22 dito
- 23 Ministry of Health, Labour and Welfare: http://www.mhlw.go.jp/english/topics/2011eq/dl/ws_376.pdf
- 24 Ministry of Health, Labour and Welfare: http://www.mhlw.go.jp/english/topics/2011eq/index_food.html
- 25 Japan Atomic Industrial Forum (JAIF): <http://www.jaif.or.jp/en/exports-of-peaches-from-fukushima-exceed-those-prior-to-earthquake/>
- 26 Forum nucléaire suisse: E-Bulletin, 9 février 2016. <http://www.nuklearforum.ch/de/aktuell/e-bulletin/eu-erleichtert-lebensmittelimporte-aus-japan.>
- 27 Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries: <http://www.jfa.maff.go.jp/e/>
- 28 «The Japan Times». February 28, 2017: <http://www.japantimes.co.jp/news/2017/02/28/national/fukushima-fishermen-decide-expand-fishing-zone/#.WLmKFDvhBaQ>
- 29 «The Asahi Shimbun», February 26, 2017: <http://www.asahi.com/ajw/articles/AJ201702260030.html>
- 30 «Fukushima Minpo News», October 19, 2015: <http://www.fukushimaminponews.com/news.html?id=583>
- 31 International Atomic Energy Agency (IAEA): The Fukushima Daiichi Accident. Technical Volume 4/5, Radiological Consequences. Vienna, August 2015. <https://www.iaea.org/newscenter/news/iaea-releases-director-general%E2%80%99s-report-fukushima-daiichi-accident>
- 32 dito
- 33 dito
- 34 «Fukushima Minpo News», February 13, 2015: <http://www.fukushimaminponews.com/news.html?id=468>
- 35 «Neue Zürcher Zeitung» Online, 10 mars 2015. <http://www.nzz.ch/newsticker/immer-mehr-japaner-sterben-an-fukushima-folgen-1.18498899>
- 36 «Les Echos», 13 mars 2016: https://www.lesechos.fr/13/03/2016/lesechos.fr/021763518880_les-scientifiques-ecartent-le-lien-entre-fukushima-et-les-cancers-de-la-thyroide.htm
- 37 «The Huffington Post», June 18, 2016: http://www.huffingtonpost.jp/claire-leppold/fukushima-and-the-art-of-knowing-en_b_10537440.html
- 38 Hayano R., Yamanaka S., Bronson F., Oginni B. & Muramuatsu I., 2014: Babyscan – a whole body counter for small children in Fukushima. <https://arxiv.org/abs/1402.5508v2>
- 39 World Health Organisation (WHO): Preliminary dose estimation from the nuclear accident after the 2011 Great East Japan Earthquake and Tsunami. Report of May 2012
- 40 World Health Organisation (WHO): Health risk assessment from the nuclear accident after the 2011 Great East Japan Earthquake and Tsunami based on a preliminary dose estimation. Report of February 2013.
- 41 Japan Atomic Industrial Forum (JAIF): JAIF Earthquake Report No. 173, 14 August 2011
- 42 US) National Center for Biotechnology Information (NCBI), Health Phys. 2015 Jan; 108(1), 39-43: Absence of internal radiation contamination by radioactive cesium among children affected by the Fukushima Daiichi nuclear power plant disaster. Abstract. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25437518>
- 43 Ministry of Health, Labour and Welfare: Exposure Dose Distribution of the Workers at Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant, Update 31 March 2016. http://www.mhlw.go.jp/english/topics/2011eq/workers/irpw/ede_160331.pdf

-
- ⁴⁴ International Atomic Energy Agency (IAEA): The Fukushima Daiichi Accident. Technical Volume 4/5, Radiological Consequences. Vienna, August 2015. <https://www.iaea.org/newscenter/news/iaea-releases-director-general%E2%80%99s-report-fukushima-daiichi-accident>
- ⁴⁵ Report of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR). General Assembly of the United Nations, Official Records, Sixty-eighth session, Supplement No. 46, 27-31 May 2013. http://www.unscear.org/docs/GAreports/A-68-46_e_V1385727.pdf
- ⁴⁶ Harada et al.: Radiation dose rates now and in the future for residents neighboring restricted areas if the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant. Kyoto University Graduate School of Medicine, published in the Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS), 22 janvier 2014. <http://www.pnas.org/content/111/10/E914.abstract>
- ⁴⁷ World Nuclear News, 3 June 2015: <http://www.world-nuclear-news.org/NP-Plan-sets-out-Japans-energy-mix-for-2030-0306154.html>
- ⁴⁸ Ministry of Finance: Trade Statistics of Japan. http://www.customs.go.jp/toukei/shinbun/happyou_e.htm
- ⁴⁹ dito
- ⁵⁰ World Nuclear Association (WNA): Nuclear Power in Japan, updated March 2017. <http://www.world-nuclear.org/info/Country-Profiles/Countries-G-N/Japan>
- ⁵¹ Institute of Energy Economics (IEEJ): Toward Choosing Energy Mix. January 2015. <http://eneken.ieej.or.jp/en/press/press150116c.pdf>

Contact:

Michael Schorer, Chef de la communication

Forum nucléaire suisse, Frohburgstrasse 20, 4600 Olten

Tél.: +41 (0)31 560 36 50

E-mail: michael.schorer@nuklearforum.ch