

## Fukushima, deux ans après

L'accident survenu à la centrale nucléaire japonaise de Fukushima-Daiichi le 11 mars 2011 s'est traduit par un endommagement important des quatre réacteurs et la libération de grandes quantités de substances radioactives. Deux ans plus tard, la situation est stable et on recense très peu de cas de maladies imputables au rayonnement occasionné. Cependant, en dépit des importantes avancées réalisées, il faudra encore plusieurs années pour surmonter les multiples conséquences de la catastrophe en raison des destructions massives causées par les tsunamis.

Il est difficile d'évaluer de manière fiable 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 les zones côtières. Les tsunamis ont non seulement causé la mort de près de 16'000 personnes et la disparition de 3000 autres, mais ont également gravement endommagé plus d'un demi-million de bâtiments<sup>1</sup>. 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 durablement par l'eau de mer salée.

Toute la région qui entoure Fukushima – une région déjà peu développée – a été touchée par cette multiple catastrophe. Le bilan intermédiaire suivant porte uniquement sur les conséquences de l'accident nucléaire, à l'origine d'une partie seulement des dommages présents dans la région dévastée par les tsunamis. Les conclusions concordantes de deux commissions d'enquête<sup>2</sup> mandatées par le gouvernement japonais révèlent cependant qu'en dépit de sa violence, l'accident nucléaire aurait pu être évité si les installations de Fukushima-Daiichi avaient respecté les directives nationales et internationales en vigueur. Et bien que les lacunes sécuritaires fussent déjà connues depuis plusieurs années, ni les autorités ni l'exploitante n'ont jamais procédé aux travaux de modernisation requis.

### Autorisations partielles d'accès aux zones contaminées

Dans les premiers jours qui ont suivi l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima-Daiichi<sup>3</sup>, les autorités japonaises ont ordonné l'évacuation de la population dans un périmètre de 20 km qui entoure la centrale, et



Fukushima-Daiichi, deux ans après: état actuel des tranches 1 (droite) à 4 (gauche).

Photo: Japan Times

sur une superficie équivalente située au nord-ouest de celle-ci. Cela a concerné au total 150'000 personnes, auxquelles s'ajoutent les quelque 330'000 qui ont dû quitter les zones sinistrées par les tsunamis<sup>4</sup>. →

<sup>1</sup> Reconstruction Promotion Committee: FY2012 Interim Report, September 2012. [www.reconstruction.go.jp/english/](http://www.reconstruction.go.jp/english/)

<sup>2</sup> Investigation Committee on the Accident at the Fukushima Nuclear Power Stations, créé par le gouvernement japonais (rapport final du 23 juillet 2012), et The Fukushima Nuclear Accident Independent Investigation Commission, créée par le Parlement japonais (rapport officiel, publié à l'été 2012)

<sup>3</sup> Une description de l'accident et de ses causes est disponible dans le dossier «Fukushima – Analyse et enseignements», sur le site Internet du Forum nucléaire suisse: [www.forumnucleaire.ch](http://www.forumnucleaire.ch), sous «Faits et chiffres», «Dossiers». En mars 2013, la Société allemande pour la sécurité des installations et réacteurs nucléaires GRS a également publié une description complète et détaillée «Fukushima Daiichi, 11. März 2011 – Unfallablauf / Radiologische Folgen» («Fukushima Daiichi, 11 mars 2011 – déroulement de l'accident / conséquences radiologiques»), disponible uniquement en allemand. [www.grs.de](http://www.grs.de)

<sup>4</sup> Reconstruction Promotion Committee: FY2012 Interim Report, September 2012. [www.reconstruction.go.jp/english/](http://www.reconstruction.go.jp/english/)

Des valeurs de rayonnement sensiblement plus élevées ont été mesurées dans les points chauds locaux et à proximité immédiate de la centrale. Actuellement, le rayonnement concerne presque exclusivement des rejets de césium 137. Celui-ci a une demi-durée de vie d'environ 30 ans. Ni la présence de plutonium ni celle d'autres rayons alpha n'ont pour l'instant été mises en évidence. Le césium s'est déposé dans le sol, et pourrait donc contaminer la chaîne alimentaire par le biais des plantes et des animaux des pâturages. Durant la première année qui a suivi l'accident, des doses de radiation supérieures à 100 millisieverts (mSv) ont été enregistrées sur une surface comprise entre 100 et 150 km<sup>2</sup>, soit légèrement supérieure à celle de la ville de Zurich. Certaines de ces zones se situent dans des réserves naturelles inhabitées.

Depuis avril 2012, les parties contaminées de la zone évacuée sont progressivement réintégrées sur autorisation. Les autorités japonaises appliquent pour ce faire un système échelonné (cf. carte) basé sur les doses de radiation estimées actuellement. La valeur limite de 20 millisieverts par an (mSv/a) correspond à une scanographie globale annuelle. En d'autres termes:

les autorités japonaises utilisent des critères stricts qui rendent plus difficile le retour des personnes évacuées. Dix ans après l'accident, la radioactivité devrait avoir décliné de sorte que seules quelques douzaines de kilomètres carrés présenteront encore un taux de radiation supérieur à 20 mSv/a<sup>5</sup>.

### Des travaux de décontamination de grande ampleur

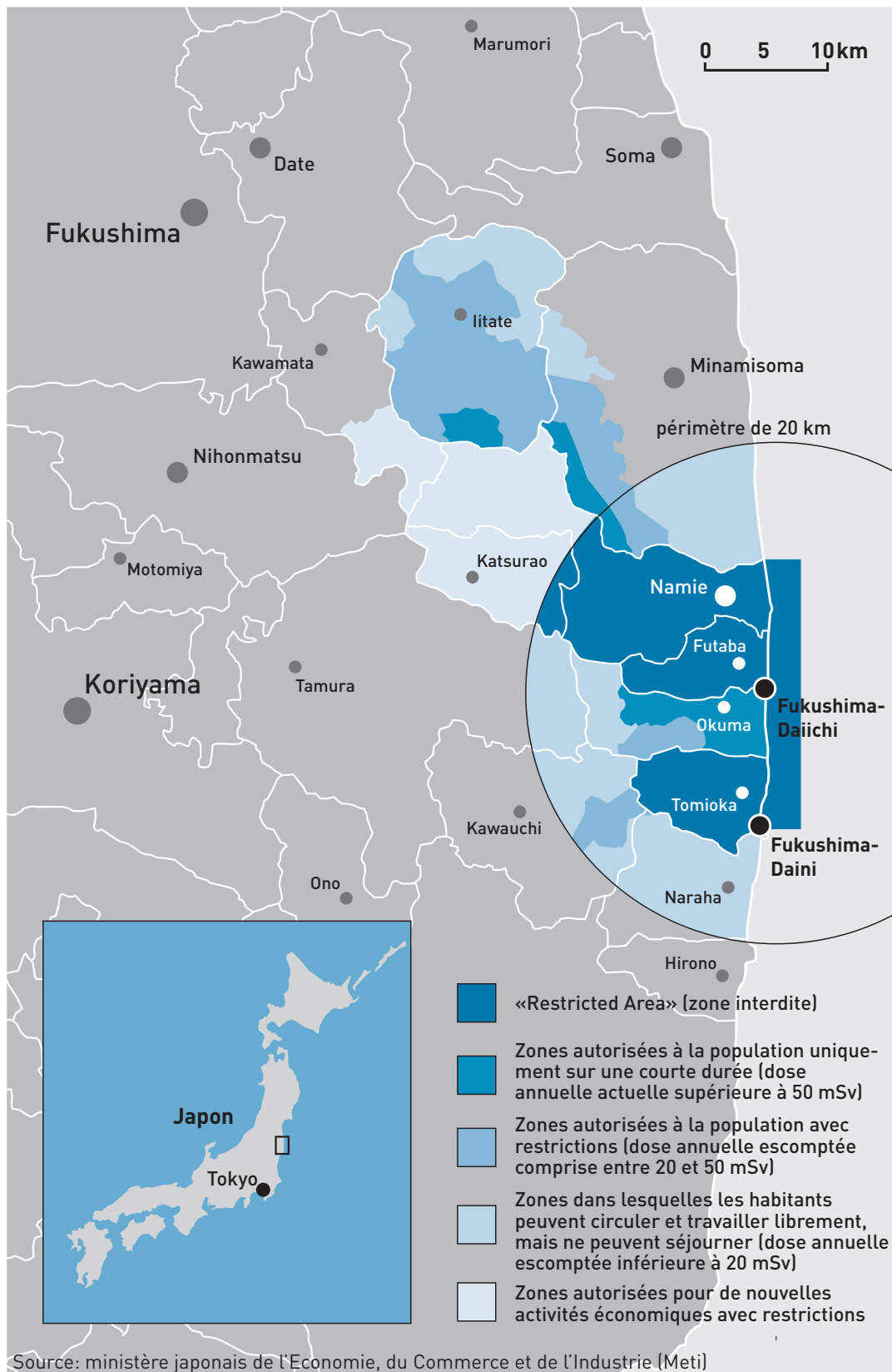
Des travaux de décontamination de grande ampleur ont été lancés à l'automne 2011 dans le but de réduire les doses de radiation. Ils sont essentiellement réalisés par des militaires. Les autorités compétentes se basent ici sur l'expérience acquise dans le cadre de Tchernobyl, et les travaux sont effectués de manière ciblée et efficace avec l'aide de l'Ukraine. Les travaux de nettoyage des écoles, lieux publics et rues ont déjà bien avancé et la décontamination des surfaces a pu être abaissée en dessous des valeurs limites à ces endroits. Dans les zones faiblement contaminées, les autorités locales reçoivent le soutien du gouvernement national

<sup>5</sup> Reconstruction Agency, Current Status and Path Toward Reconstruction, March 2013. [www.reconstruction.go.jp/english/](http://www.reconstruction.go.jp/english/)

#### Structure auxiliaire visant à permettre le déchargement ultérieur de la piscine de stockage: montage de la protection en acier de la tranche 4.

Photo: Tepco





**Directives nationales actuelles dans les zones dont l'évacuation a été ordonnée ou recommandée après l'accident (état fin 2012).**



**La problématique de la gestion des eaux: installation de réservoirs d'eau sur la centrale nucléaire.**

Photo: Tepco

afin d'atteindre des valeurs inférieures à 1 mSv/a. Les zones présentant une dose comprise entre 20 et 50 mSv/a continuent d'être décontaminées et devraient être de nouveau autorisées d'ici mars 2014. Concernant les autres régions plus fortement contaminées, les lois actuelles prévoient le retour de la population dans 10 ou 20 ans seulement.

La question du dépôt définitif des importantes quantités de déchets issus des travaux de décontamination ainsi que des quantités environ dix fois supérieures de résidus d'huile et de produits chimiques provenant de l'endommagement des installations industrielles, installations de réservoirs et canalisations suite aux tsunamis n'est pas encore réglée.

### Des valeurs limites très strictes pour les denrées alimentaires

La méfiance des consommateurs japonais vis-à-vis des produits agricoles en provenance de la préfecture de Fukushima, qui ne diminue que lentement en dépit des valeurs limites très strictes en comparaison internationale et des vastes contrôles mis en place, rend difficile le redressement de l'économie locale<sup>6</sup>. Et ce bien que des taux de césium supérieurs aux valeurs limites autorisées ont été mesurés uniquement dans 38 des 23'000 exploitations rizicoles contrôlées en 2011, et que l'exportation à l'étranger de produits frais provenant de la préfecture de Fukushima a été à nouveau autorisée en septembre 2012.

Actuellement, des denrées alimentaires font l'objet de contrôles de radioactivité réguliers dans 17 préfectures japonaises<sup>7</sup>. Depuis le renforcement des valeurs limites autorisées le 1<sup>er</sup> avril 2012, aucun dépassement n'a été constaté pour le lait frais, la volaille, les œufs et les céréales. Quelques cas ont été enregistrés de manière

sporadique pour le riz, les légumes, les fruits, le soja et le thé (1–2% des échantillons), mais quasiment aucun pour la viande de bœuf (seuls deux échantillons sur 130'095 ont présenté des valeurs supérieures). Les dépassements ont cependant été plus importants (environ 10% des échantillons) pour les champignons et les plantes comestibles. A noter que les valeurs limites au Japon sont cependant si basses que même la consommation de denrées ayant une valeur légèrement supérieure ne représente aucun risque sanitaire.

Concernant le poisson et les fruits de mer, en janvier 2013 la valeur limite de césium, également très stricte, n'a été que rarement dépassée en dehors des eaux côtières de la préfecture de Fukushima. La côte bordant Fukushima fait toujours l'objet d'une interdiction de pêche partielle, les valeurs limites étant un peu plus souvent dépassées dans cette zone. Des valeurs de césium élevées ne sont cependant enregistrées que dans le cadre de la pêche à l'intérieur de la zone portuaire de la centrale.

### La population est peu exposée au rayonnement

Jusqu'à présent, il n'a pas été démontré que le rayonnement consécutif à l'accident de Fukushima-Daiichi a nu 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 à l'intérieur de la centrale dans le cadre des travaux de décontamination. Grâce à des mesures de protection et d'évacuation prises à temps, aucun dépassement des valeurs limites de radioactivité n'a également été constaté au sein de la population vivant dans les environs. Les spécialistes de l'ONU estiment que le rayonnement n'occasionnera aucune augmentation notable des cas de maladies, les doses de radiation consécutives à l'accident ayant été trop basses pour cela.

En mai 2012, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) de l'ONU a publié une première estimation volontairement prudente de l'exposition présumée de la population au rayonnement. Le 28 février 2013, elle a précisé celle-ci en s'appuyant sur de nouvelles données disponibles, et l'a revue à la baisse<sup>8</sup>. Les spécialistes sont arrivés aux conclusions suivantes: →

<sup>6</sup> Reconstruction Promotion Committee: FY2012 Interim Report, September 2012. [www.reconstruction.go.jp/english/](http://www.reconstruction.go.jp/english/)

<sup>7</sup> Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries (MAFF): Results of inspections on radioactivity levels in agricultural products (since April 1<sup>st</sup>, 2012). [www.maff.go.jp/j/kanbo/joho/saigai/s\\_chosa/other/result\\_agri\\_2012.html](http://www.maff.go.jp/j/kanbo/joho/saigai/s_chosa/other/result_agri_2012.html)

<sup>8</sup> 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, 28 February 2013. [www.who.int/ionizing\\_radiation/pub\\_meet/fukushima\\_dose\\_assessment/en/index.html](http://www.who.int/ionizing_radiation/pub_meet/fukushima_dose_assessment/en/index.html)

- Dans la plupart des zones touchées par l'accident, les doses de radiation possibles calculées sont si basses (0,1–10 mSv durant la première année) qu'elles n'engendreront aucune augmentation notable des cas de cancer au sein de la population.
- Les habitants de Namie et Itate (en direction du nord-ouest, en dehors du périmètre d'évacuation de 20 km), évacués seulement quatre mois après l'accident, ont été les plus fortement exposés. Les doses de radiation totales calculées étaient comprises là-bas entre 12 et 25 mSv (doses efficaces, rayonnement externe et interne) durant la première année qui a suivi l'accident. En cas d'absorption de substances radioactives via l'air ou la nourriture par des enfants en bas âge, la dose à la thyroïde de ces derniers pourrait avoir atteint entre 72 et 122 mSv. Les spécialistes de l'OMS rappellent qu'il s'agit là de valeurs maximales, possibles dans des conditions particulièrement défavorables, et que les doses réelles sont vraisemblablement inférieures.

### Des conséquences sur la santé quasi inexistantes

Les spécialistes en radioprotection estiment ainsi l'augmentation du risque de cancer au cours d'une vie inférieure à un pour-cent chez les personnes les plus fortement contaminées en dehors de la centrale. L'OMS ne s'attend ainsi pas à une augmentation perceptible du taux de cancers, de même qu'elle ne prévoit pas une hausse des cas de malformations chez les nouveau-nés. Les données recueillies sur place étayaient ces calculs. Fin mai 2011, aucune des 195'345 personnes examinées ne présentait de trouble de la santé imputable au rayonnement. La dose à la thyroïde maximale enregistrée auprès de 1080 enfants se situait aux alentours de 35 mSv.



**Gestion environnementale: les eaux souterraines sont déviées et contournent l'installation.**

Photo: Tepco

Les informations recueillies par le Comité scientifique des Nations Unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants (Unsear) montrent que parmi le personnel d'intervention présent sur le site de la centrale, six personnes seulement ont reçu une dose cumulée supérieure à 250 mSv et 170 une dose supérieure à 100 mSv. Aucun membre du personnel n'a pour l'instant présenté de trouble de la santé dû au rayonnement. L'OMS juge cependant possible une augmentation perceptible du nombre de cancers de la thyroïde parmi les quelques personnes susceptibles d'avoir respiré une quantité importante d'iode radioactif dans les premiers jours qui ont suivi l'accident, notamment parmi les jeunes employés. Elle recommande ici la mise en place d'un programme de suivi médical.

### Le risque de stress psychique domine

L'expérience acquise sur plusieurs décennies au niveau mondial montre que des doses annuelles jusqu'à 100 mSv n'ont pas d'impact perceptible sur la santé. Des doses similaires issues du rayonnement naturel ont été mesurées, et même dépassées (Iran, Brésil), à plusieurs endroits de la planète sans pour autant que des conséquences aient été constatées sur la santé des populations locales. Les problèmes psychosomatiques provoqués par une évacuation durable ou le décès de proches ou de membres de la famille lors des tsunamis constituent les principaux risques pour la santé des personnes affectées. Les scientifiques de l'Unsear mettent ainsi en évidence l'importance du stress et du sentiment d'angoisse sur la santé des personnes touchées par l'accident nucléaire, comme cela avait déjà été le cas pour l'accident de Tchernobyl. Dans le cas de Fukushima, il faut ajouter également les troubles psychiques engendrés par les dégâts matériels importants causés par les tsunamis. Les informations actuelles montrent que l'accident nucléaire pousse essentiellement les jeunes à quitter définitivement cette région périphérique déjà peu développée et présentant un chômage important pour cette catégorie de la population<sup>9</sup>. (M.S./C.B.)

*L'auteur remercie Johannis Nöggerath, président de la Société suisse des ingénieurs nucléaires (SOSIN), pour son assistance professionnelle lors de la rédaction du présent article.* →

<sup>9</sup> Communiqué d'Akira Omoto, professeur de technique nucléaire à l'Université de Tokyo et membre de la Commission japonaise de l'énergie atomique, le 19 janvier 2013



### Stabilisation de la situation à Fukushima-Daiichi

Au cours des deux années qui ont suivi l'accident de réacteur, l'exploitante de la centrale, Tepco, a réalisé des travaux importants sur le site de Fukushima-Daiichi afin de garantir la protection des personnes et de l'environnement<sup>10</sup>. Les premières mesures immédiates ont été prises tout de suite après l'accident dans le but de contenir le plus possible le dégagement de substances radioactives dans l'atmosphère. L'installation a également fait l'objet de mesures supplémentaires concernant la conception technique des bâtiments afin de protéger ceux-ci en cas de pluies abondantes ou de séisme.

Ces mesures ont continué d'être développées ces deux dernières années et les installations endommagées ne rejettent aujourd'hui quasiment plus de substances radioactives. La dose de radiation supplémentaire mesurée aux portes de l'aire de la centrale se situe aujourd'hui sensiblement en dessous du rayonnement naturel. Deux mois après l'accident, les rejets dans la mer étaient déjà en dessous de la valeur limite de dose en termes de radioprotection, et se sont stabilisés à ce bas niveau. Le rayonnement à l'intérieur du bâtiment réacteur est cependant toujours très important en raison de la fusion du cœur.

### La problématique de la gestion des eaux

La gestion des eaux et des déchets sur l'aire de la centrale constitue un défi particulier pour la Tepco. L'eau contaminée est recueillie et filtrée sur le terrain de l'installation. Les substances radioactives isolées sont conditionnées et entreposées sous forme de déchets bétonnés. Une autre usine de traitement des eaux, plus grande, est mise en service progressivement, la capacité de l'installation principale construite auparavant étant limitée. L'eau ainsi traitée continue d'être stockée sur le terrain de la centrale. Bien que le taux de radioactivité soit aujourd'hui minime, cette eau ne peut cependant être déversée dans la mer. L'eau contaminée contenue dans le sol de la centrale est également recueillie et évacuée afin qu'elle ne puisse pas se déverser dans la mer. Les eaux souterraines qui s'écoulent depuis les régions plus en altitude en direction de l'ouest sont déviées par le biais d'une canalisation de drainage.

### Refroidissement des réacteurs et piscines de stockage

Les réacteurs des tranches accidentées 1 à 3 sont aujourd'hui refroidis par le biais de circuits d'eau fermés. L'eau de refroidissement qui continue de s'écouler en raison de fuites dans les systèmes de réacteur est récupérée, filtrée et réutilisée pour le refroidissement. Les températures du fond des cuves sont actuellement stabilisées entre 25 et 50 degrés Celsius.

Les piscines de stockage des quatre tranches endommagées sont refroidies par le biais de circuits de refroidissement récemment mis en place. La puissance de la chaleur résiduelle des assemblages combustibles qui s'y trouvent se chiffre en pour mille de la puissance installée d'origine. Les piscines de stockage sont intactes. Les analyses de l'eau montrent que la plupart des crayons combustibles sont eux aussi probablement intacts. Les deux assemblages combustibles récents qui ont pu être retirés de la piscine de la tranche 4 en juillet 2012 ne présentaient aucun dommage.

### Le démantèlement, étape par étape

L'enveloppe de protection qui entoure la tranche 1 a été achevée en octobre 2011. Le montage de la protection de la tranche 4 est actuellement en cours, et celui de la tranche 3 a déjà été préparé et sera lancé une fois le toit débarrassé des décombres. 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.

Une fois que les édifices de protection auront été montés, la Tepco prévoit tout d'abord de retirer le combustible des piscines de stockage. Les fuites présentes dans les tranches 1 à 3 seront colmatées dès que cela sera possible. En se basant sur l'accident de fusion de cœur 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.

<sup>10</sup> Tokyo Electric Power Company (Tepco): Current Status of Fukushima Dai-Ichi NPS, Fukushima Ministerial Conference on Nuclear Safety, December 15-16, 2012