



# RAPPORT DE SYNTHÈSE DE LA MISSION D'ÉTUDE AU JAPON DES MEMBRES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION DE L'ANCCLI

DU 7 AU 15 AVRIL 2024



**anccli**  
LA SÛRETÉ NUCLÉAIRE PARLONS EN !



*Au nom de l'ANCCLI, je tiens à exprimer mes plus sincères remerciements à toutes celles et ceux qui ont rendu possible la mission d'étude au Japon conduite en avril 2024 par les membres du Conseil d'administration de notre fédération, accompagnés de l'équipe permanente de l'ANCCLI.*

*Cette mission s'inscrit dans notre volonté de tirer et comprendre les enseignements des accidents nucléaires passés afin d'améliorer, en France, les dispositifs de sûreté, de transparence et de dialogue entre les parties prenantes. C'est dans cet esprit que nous nous sommes rendus sur les territoires de Futaba, Namie, Kawauchi, Kawamata, à la centrale de Fukushima Daiichi, à celle d'Onagawa et au laboratoire de mesure de la radioactivité de la préfecture de Fukushima.*

*Nous avons pu rencontrer de nombreux élus locaux, acteurs institutionnels et membres de la société civile de ces territoires. Leurs témoignages nous ont profondément marqués, tant par leur sincérité que par leur courage. Ce retour d'expérience humain et technique, plus de treize ans après l'accident, constitue un apport précieux pour nourrir notre réflexion individuelle et collective sur la gestion d'un accident nucléaire, ses conséquences à long terme et les conditions de la reconstruction.*

*Nous adressons un remerciement tout particulier à l'ambassade de France au Japon, dont le soutien logistique et l'implication dans l'organisation de l'ensemble de nos rencontres à Fukushima ont été déterminants pour la réussite de cette mission. Leur appui a grandement facilité nos échanges avec les acteurs japonais et nous a permis de mener un travail d'une grande richesse.*

*Nous remercions sincèrement tous nos amis japonais.*

Jean-Claude Delalonde  
Président de l'Anccli



# PRÉAMBULE

Le 11 mars 2011, à 14h46, un séisme d'une magnitude de 9 sur l'échelle de Richter frappe l'est du Japon. L'épicentre se situe à 150 km au nord de Tokyo et à 145 km à l'est d'Okuma et de Futaba, dans l'océan Pacifique.

Le tremblement de terre provoque une coupure des alimentations électriques externes de la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi. Les trois réacteurs en activité (n° 1, 2 et 3) s'arrêtent automatiquement grâce à l'insertion des grappes de commande dans les cœurs, interrompant ainsi la réaction de fission. Le réacteur n° 4 est à l'arrêt, son cœur ayant été transféré dans sa piscine d'entreposage du combustible. Les réacteurs n° 5 et 6 sont également à l'arrêt pour maintenance.



Figure 1. Photo du parcours du musée commémoratif de Futaba (Crédit : Anccli)

Les générateurs diesel de secours démarrent immédiatement pour alimenter les pompes de refroidissement nécessaires à l'évacuation de la puissance résiduelle des réacteurs.

A 15h41, le lieu de l'épicentre et la force du tremblement de terre entraînent un tsunami. Avec sa plus grosse vague, il arrive sur la centrale de Fukushima Daiichi avec une hauteur de 14 à 15 mètres et passe au-dessus de la digue de protection de 10 mètres de haut. L'eau noie les pompes de refroidissement et pénètre dans les bâtiments des îlots nucléaires.

Au fil des heures, les réacteurs n° 1, 2, 3 et 4 perdent leurs sources électriques et leur source froide.

En dévastant le site de la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi, ces événements naturels exceptionnels sont à l'origine de la fusion des cœurs de trois des six réacteurs et de la perte de refroidissement de 4 piscines d'entreposage de combustibles usés. Des explosions sont survenues dans les bâtiments des réacteurs 1 à 4 du fait notamment de la production d'hydrogène lors de la dégradation des combustibles à très haute température. S'en sont suivis des rejets radioactifs dans l'environnement nécessitant l'évacuation de près de 80 000 habitants et la mise à l'abri de plus de 60 000 personnes.

L'accident a été classé au niveau 7 de l'échelle internationale INES<sup>1</sup>.

Ces deux événements naturels et l'accident nucléaire ont gravement affecté le territoire japonais, avec des conséquences majeures pour les populations et les infrastructures.

Treize ans après l'accident nucléaire de Fukushima, les membres du Conseil d'Administration de l'ANCCLI ont réalisé une mission de 11 jours au Japon afin d'enrichir leurs connaissances et d'approcher la réalité d'une situation post-accidentelle.

Ce voyage a été réalisé grâce au soutien de l'Ambassade de France au Japon et visait à essayer, en quelques jours, d'avoir un panorama le plus complet possible de la situation vu du côté des institutions, des élus et des citoyens.

L'objectif pour les membres de l'ANCCLI était de visualiser les conséquences de la catastrophe nucléaire, de découvrir les solutions envisagées et mises en place et d'apprécier les réussites comme les échecs.

**Une mission exceptionnelle au cœur de la gestion post-accidentelle qui, quelle que soit l'opinion que nous puissions avoir vis-à-vis de l'énergie nucléaire n'a pu nous laisser indifférent.**

---

<sup>1</sup>L'échelle internationale INES (International Nuclear and Radiological Event Scale) permet à chaque pays de pouvoir communiquer de manière similaire sur la gravité d'un événement en lien avec la sûreté nucléaire ou la radioprotection du public et des travailleurs.



Figure 2. Photos des installations de la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi quelques heures et jours après le tsunami (Crédit : Tepco)



# SOMMAIRE

GLOSSAIRE	3
-----------	---

LA MISSION	5
------------	---

LES GROUPES	6
NOS THÉMATIQUES DE TRAVAIL	7
NOS ACCOMPAGNANTS	8
NOTRE PARCOURS	10

INTRODUCTION	13
--------------	----

LA SITUATION NUCLÉAIRE AU JAPON	15
---------------------------------	----

L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE AU JAPON	15
LA CATASTROPHE SURVENUE À LA CENTRALE DE FUKUSHIMA DAIICHI	22
L'ACCIDENT DE FUKUSHIMA ET LA REFORGE DE LA RÉGLEMENTATION	28
LES QUESTIONS DE NOTRE DÉLÉGATION ET LES RÉPONSES APPORTÉES	31

CENTRE PRÉFECTORAL DE CONTRÔLE ET DE SUIVI DE LA RADIOACTIVITÉ SUR LES PRODUITS AGROALIMENTAIRES DE KORIYAMA	33
--	----

LES ACTIONS MENÉES APRÈS L'ACCIDENT DE FUKUSHIMA	33
LES CONTRÔLES RADIOLOGIQUES	34
VISITE DES LABORATOIRES	36
LE TERRITOIRE DE FUKUSHIMA TOURNÉ VERS L'AVENIR	38

RENCONTRES AVEC LES EXPLOITANTS	39
LE SITE DE FUKUSHIMA DAIICHI - TEPCO	39
ENTREPOSAGE DES TERRES ISSUES DES TRAVAUX DE DÉCONTAMINATION – JESCO À OKUMA	65
VISITE DE LA CENTRALE NUCLÉAIRE D'ONAGAWA	70
RENCONTRES AVEC LES ÉLUS	81
VISITE DE LA VILLE DE KAWAUCHI ET RENCONTRE AVEC LE MAIRE	81
VISITE DE LA VILLE DE FUTABA ET RENCONTRE AVEC LE MAIRE	93
VISITE DE LA VILLE DE NAMIE ET RENCONTRE AVEC LE MAIRE	102
RENCONTRES AVEC LES HABITANTS	113
PRÉSENTATION DU VILLAGE DE YAMAKIYA	113
ONG "DIALOGUE DE FUKUSHIMA"	118
L'UNIVERSITÉ DE FUKUSHIMA	120
DÉBITS DE DOSE MESURÉS PENDANT LA MISSION	123
MESURES DE LA RADIOACTIVITÉ	123
IMPACT SUR LES POPULATIONS	128
RÉSUMÉ DES MESURES	130
CONCLUSION	131
EXPRESSIONS PERSONNELLES	135

# GLOSSAIRE

ALPS : Advanced Liquid Processing System

ANCCLI : Association Nationale des Comités et Commissions locales d'Information

ASN : Autorité de sûreté nucléaire

ASNR : Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (fusion de l'ASN et de l'IRSN)

ASTRID : Advanced Sodium Technological Reactor for Industrial Demonstration

CLI : Commission locale d'Information

Codirpa : Comité Directeur de la gestion post-accidentelle

IRSN : Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire

JAEA : Japan Atomic Energy Agency

JNFL : Japan Nuclear Fuel Limited

METI : Ministère de l'Économie, du Commerce et de l'Industrie

NISA : Nuclear and Industrial Safety Agency

NRA : Nuclear Regulation Authority

ONG : Organisation Non Gouvernementale

REB : Réacteurs à Eau Bouillante

REP : Réacteur à Eau Pressurisée

MHI : Mitsubishi Heavy Industry



Crédit ANCCLI / Réalisation Sita

# LA MISSION

Pour préparer la mission et organiser les rencontres, les membres du Conseil d'administration ont été répartis en groupes. Chaque groupe comprenait des représentants de tous les collèges de l'ANCCLI et avait plusieurs thématiques attribuées pour préparer les rendez-vous avec nos interlocuteurs japonais. Ils ont été accompagnés par l'équipe de l'ANCCLI : Yves LHEUREUX, Coralie Pineau et Kévin BASOL.

(A : collège associatif, E : collège des élus, P : collège des personnes qualifiées, O : collège des organisations syndicales)

COMBREDET Nicole	Saint-Laurent-des-Eaux (A)
CHAUVENSY Jean-Louis	Paluel-Penly (E)
GUILLAUD Florion	Blayais (P)
LOZAY Caroline	Paluel-Penly (O)

TERRACHER Jacques	Civaux (A)
MORLON Francis	Ecrin Malvési (E)
DAILCROIX Brigitte	Cadarache (P)
MERCIER Patrick	Cadarache (O)

LABAT Serge	Golfech (A)
HUGUET Pascal	Saint-Laurent-des-Eaux (E)
DELALONDE Jean-Claude	Gravelines (P)
MOULIN Emmanuel	Blayais (O)

GERIN Anne	Saint-Alban, Creys-Malville, CEA ILL (E)
DRUEZ Yveline	Flamanville (P)
PERROTTE Yann	Orano La Hague (O)

ZIROVNIK Rachel	Cattenom (E)
BARON Yves	Orano La Hague (P)
PLAT Jean-Pierre	Chinon (O)
NOE Maïté	Cadarache (E)
VALLAT Christophe	CLIGEET (O)

## LES GROUPES

	LHEUREUX Yves PINEAU Coralie BASOL Kévin
Groupe A	COMBREDET Nicole CHAUVENSY Jean-Louis GUILLAUD Florion LOZAY Caroline
Groupe B	TERRACHER Jacques MORLON Francis DAILCROIX Brigitte MERCIER Patrick
Groupe C	LABAT Serge HUGUET Pascal DELALONDE Jean-Claude MOULIN Emmanuel
Groupe D	GERIN Anne DRUEZ Yveline PERROTTE Yann
Groupe E	ZIROVNIK Rachel BARON Yves PLAT Jean-Pierre NOE Maïté VALLAT Christophe

## NOS THÉMATIQUES DE TRAVAIL

### Organisation générale

Centrale de Fukushima-Daiichi  
Centre préfectoral de contrôle et de suivi des produits agroalimentaires

Démantèlement des installations accidentées  
Société civile : habitants, élus, associations

Installations de gestion de déchets post-accidentels  
Musée commémoratif des catastrophes du Tohoku et de Fukushima-Daiichi & rencontre du Maire de Futaba

Difficultés et enjeux de revitalisation d'un territoire

Echanges avec les salariés de la centrale et les équipes de secours  
Mesures dans l'environnement et résultats  
Comprendre comment les entreprises hors nucléaire ont géré la catastrophe

## NOS ACCOMPAGNANTS

### ÉQUIPE DE L'AMBASSADE

Gilles BERNARD-Michel -  
Conseiller nucléaire

Chieko KOTANI - Assistante  
du conseiller nucléaire

Mathilde FELKAR - Attachée,  
service nucléaire

### INTERPRÈTE

Seiko TAKANO

### ACCOMPAGNATEUR

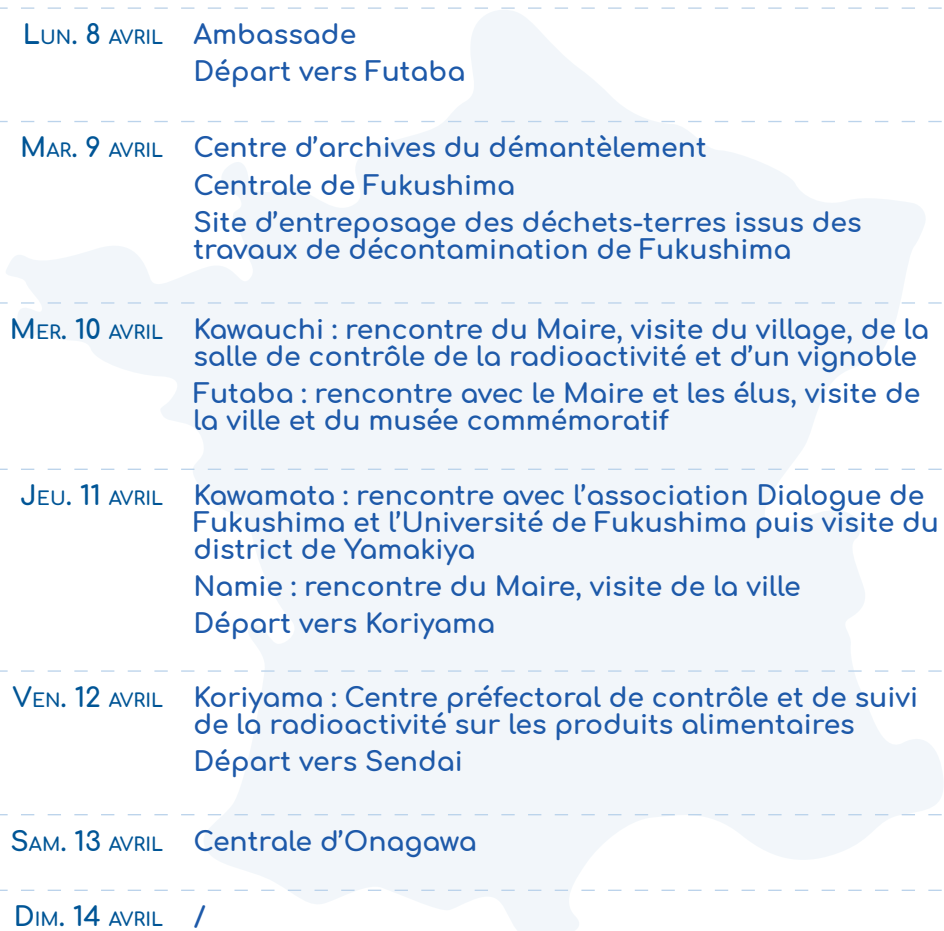
Benjamin DENNEL



Figure 3. Photo de la délégation - 7 avril 2024 (Crédit : Anccli)



## NOTRE PARCOURS



DIM. 7 AVRIL	Réunion de préparation
LUN. 8 AVRIL	Ambassade Départ vers Futaba
MAR. 9 AVRIL	Centre d'archives du démantèlement Centrale de Fukushima Site d'entreposage des déchets-terres issus des travaux de décontamination de Fukushima
MER. 10 AVRIL	Kawauchi : rencontre du Maire, visite du village, de la salle de contrôle de la radioactivité et d'un vignoble Futaba : rencontre avec le Maire et les élus, visite de la ville et du musée commémoratif
JEU. 11 AVRIL	Kawamata : rencontre avec l'association Dialogue de Fukushima et l'Université de Fukushima puis visite du district de Yamakiya Namie : rencontre du Maire, visite de la ville Départ vers Koriyama
VEN. 12 AVRIL	Koriyama : Centre préfectoral de contrôle et de suivi de la radioactivité sur les produits alimentaires Départ vers Sendai
SAM. 13 AVRIL	Centrale d'Onagawa
DIM. 14 AVRIL	/
LUN. 15 AVRIL	Kashiwasaki : rencontre du Maire de Kashiwasaki pour le Président et l'équipe de l'ANCCLI



Sources: Esri, DeLorme, Garmin, FAO, NOAA, USGS, © OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community, Esri, USGS

Figure 4. Trajet de la délégation (Crédit : Anccli)



# INTRODUCTION

L'ANCCLI et les CLI sont impliquées depuis de nombreuses années dans les réflexions locales et nationales sur le post-accident. Des membres de CLI participent activement, depuis 2005, aux travaux du CODIRPA (Comité directeur pour la gestion de la phase post-accidentelle d'un accident nucléaire). L'ANCCLI a écrit, en 2017, son premier Livre Blanc sur le sujet et des CLI ont pu localement initier des ateliers de réflexions.

Fort de ces implications, le Conseil d'Administration de l'ANCCLI souhaitait organiser une mission d'étude au Japon. En effet, quoi de plus efficace qu'une immersion dans ce territoire - qui a vécu une crise majeure et qui en gère encore, aujourd'hui, les conséquences - pour aider les membres de CLI à renforcer leur compréhension des enjeux d'une gestion post-accidentelle d'un accident nucléaire.

Les échanges et l'expérience de cette mission serviront à partager le ressenti des membres du Conseil d'Administration de l'ANCCLI avec les autres acteurs du nucléaire, en France, et à alimenter ainsi les réflexions dans les différents groupes de travail auxquels nous participons.

Une des richesses de l'ANCCLI est sa diversité. Composée de 4 collèges aux sensibilités variées, il s'agissait donc pour l'ANCCLI d'inscrire cette mission dans un cadre pluraliste, convivial et respectueux des attentes de chacun des participants.

Afin de remplir toutes nos missions, les membres du Conseil d'Administration se sont réunis en amont afin de préparer au mieux ce voyage d'étude visant à :

- cerner les objectifs attendus par les membres du Conseil d'Administration,
- s'assurer que le programme permettrait d'aborder un très large éventail de lieux et d'acteurs.

Sur la base de ces éléments d'attentes, l'ANCCLI, en lien avec l'Ambassade de France au Japon, a construit une mission dense et variée permettant de rencontrer institutions, élus, exploitants et citoyens tant autour de Fukushima que dans les territoires accueillant des activités nucléaires mais qui n'ont pas été accidentées (Onagawa, Kashiwazaki).



Ce rapport a été écrit sur la base des notes fournies par la délégation des membres du Conseil d'Administration qui ont participé à ce voyage d'étude. Il reprend quasiment stricto sensu les termes et ressentis de chacun aux différentes étapes. Les points faisant consensus font l'objet de recommandations de la part de l'ANCCLI.

Au-delà de ces notes individuelles, le rapport a aussi ouvert une partie dédiée à la libre expression respectant la sensibilité et le point de vue de chacun.

*« Le retour à une situation proche de la normale est un défi considérable »*

# LA SITUATION NUCLÉAIRE AU JAPON

Notre mission au Japon commence par une rencontre avec les représentants de l'Ambassade de France au Japon (M. BERNARD-MICHEL, Mme KOTANI et Mme FELKAR) qui nous accueillent et nous présentent la situation énergétique du Japon et l'état de son parc nucléaire.



Figure 5. Rendez-vous à l'ambassade de France (Crédit : Anccli)

## L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE AU JAPON

### LE PARTENARIAT FRANCO-JAPONAIS DANS LE DOMAINE NUCLÉAIRE

En préambule, il nous est rappelé que la France et le Japon entretiennent des liens étroits dans le domaine de l'industrie nucléaire, une collaboration qui s'inscrit dans une stratégie de partage de technologies et de savoir-faire. La France et le Japon ont créé de nombreux partenariats dans le secteur nucléaire par de multiples accords entre les entreprises françaises et japonaises :

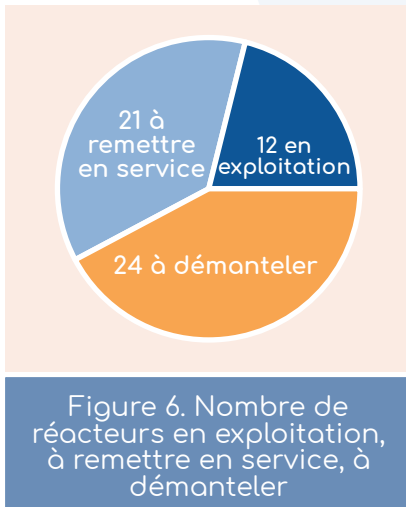
- Orano : fourniture de combustible Mox, transfert de technologies mises en œuvre à la Hague et assistance technique au démarrage des installations japonaises (traitement du combustible, fabrication du Mox).
- EDF et Framatome : contribution à la maintenance et l'exploitation des réacteurs, coopérations industrielles dans le démantèlement (avec Cyclelife - filiale EDF) et la gestion des déchets.
- Framatome : fourniture de combustibles nucléaires.

De même, le Japon a des participations dans le nucléaire français :

- Contributions de Japan Nuclear Fuel Limited (JNFL) (5 %) et Mitsubishi Heavy Industry (MHI) (5 %) au capital d'Orano ;
- Contribution de MHI à hauteur de 19,75 % au capital de Framatome ;
- Partenariats avec les grands équipementiers japonais : MHI, Toshiba, Japan Steel Works (JSW), notamment pour la fourniture de gros composants.

Enfin, il existe des collaborations scientifiques riches de plus de 30 ans d'interactions : cycle du combustible, gestion des déchets, sûreté-sécurité, radioprotection, réacteurs, fusion nucléaire ou encore démantèlement et l'assainissement de Fukushima.

## PANORAMA ÉNERGÉTIQUE ET NUCLÉAIRE DU JAPON



Après la catastrophe de Fukushima en 2011, qui a conduit à l'arrêt de ses 57 réacteurs sous le Gouvernement de Naoto Kan, le Japon amorce, aujourd'hui, une nouvelle phase. **En 2024, le pays prévoit de remettre en service 33 réacteurs, tandis que 24 seront définitivement démantelés.** A la date de notre mission, 12 réacteurs sont déjà en exploitation.

Le Japon, puissance industrielle majeure, ne dispose pas de ressources énergétiques naturelles exploitables sur son territoire. Cette contrainte a

- **Avant la catastrophe de Fukushima :**
  - › 57 réacteurs avec 2 technologies :
    - » des réacteurs à eau pressurisée (REP) ;
    - » des réacteurs à eau bouillante (REB) de technologie américano-canadienne ;
  - › 3 réacteurs étaient en cours de construction ;
  - › ce parc nucléaire était géré par 12 opérateurs régionaux différents.
- **À la suite de la catastrophe de Fukushima :**
  - › 24 réacteurs déclassés et à démanteler
  - › 33 réacteurs à mettre aux normes avant redémarrage - conditionnés par l'accord de la NRA (Autorité de sûreté Japonaise) et des autorités locales.
- **A date :**
  - › 12 réacteurs REP redémarrés
  - › 2 réacteurs REB prévus cette année et 2 en 2025
  - › La construction des 3 réacteurs qui étaient en cours en 2011 est toujours sur pause.

motivé le développement du nucléaire par le passé et orienté, aujourd'hui, la diversification vers les énergies renouvelables, en particulier le solaire. Lors de notre mission, nous avons constaté de nombreux champs de panneaux photovoltaïques, bien plus répandus que les installations d'éoliennes.

Néanmoins, le Japon reste confronté à de nombreux défis, notamment les risques naturels : séismes, tsunamis, pluies violentes et épisodes de fortes températures. Ces aléas engendrent de nombreux investissements pour la sûreté des infrastructures énergétiques, particulièrement pour les installations nucléaires.

Une autre caractéristique notable est l'architecture de son réseau électrique. Contrairement à la France, qui bénéficie d'une interconnexion européenne robuste, le Japon est énergétiquement isolé du fait de sa situation géographique insulaire. De plus, son réseau interne est divisé historiquement en deux systèmes de fréquence : 50 Hz à l'est et 60 Hz à l'ouest. Bien qu'il existe des dispositifs d'interconnexion, la gestion reste complexe, notamment en raison de la diversité des opérateurs au nombre de 12.

Enfin, l'autosuffisance énergétique du Japon, qui atteignait 20 % en 2010, a chuté, après l'accident de Fukushima-Daiichi, à 6,3 %, avec une forte dépendance aux importations, notamment de gaz naturel liquéfié et de pétrole. Aujourd'hui, elle se situe autour de 13 %.

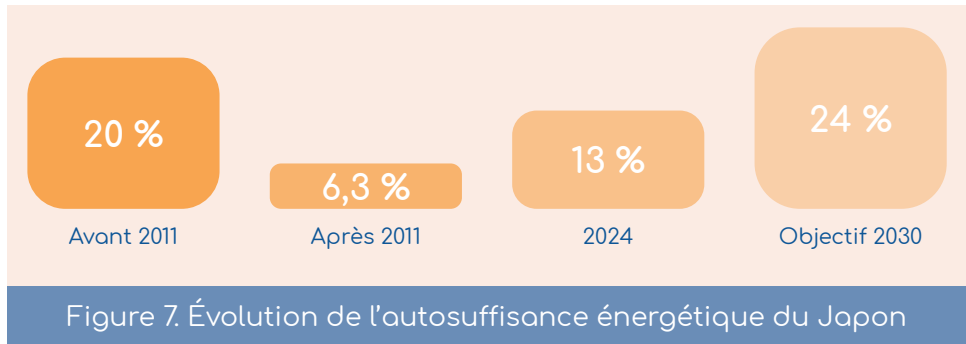


Figure 7. Évolution de l'autosuffisance énergétique du Japon

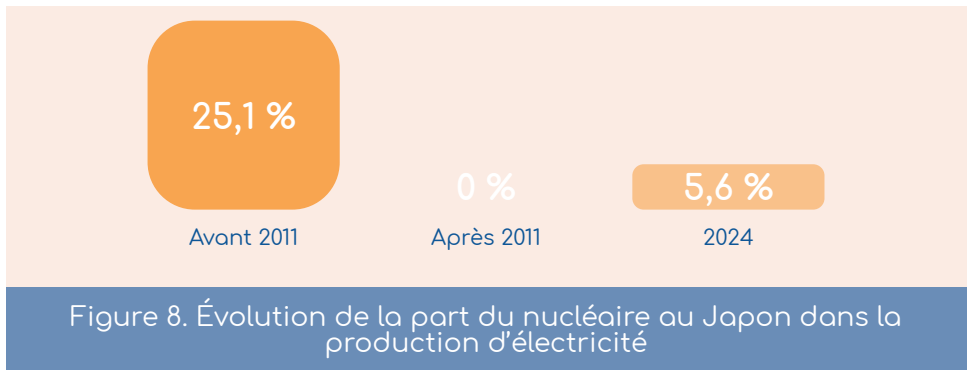
Le Japon a alors déployé plusieurs plans stratégiques pour une société décarbonée à l'horizon 2050, avec :

- Le 6<sup>e</sup> plan pour la période 2021-2024 avec pour objectif un mix électrique à 2030 avec 36-37 % d'énergies renouvelables et 20-22 % d'énergie nucléaire et une indépendance énergétique visée de 24 %.
- Le « Green Transformation Plan », visant à valoriser l'énergie nucléaire, a été signé en 2022. Cette valorisation sera faite dans la mesure du nécessaire pour une diminution de la dépendance au nucléaire à terme.
- Une loi pour rendre applicable ce plan devrait être signée en 2025.

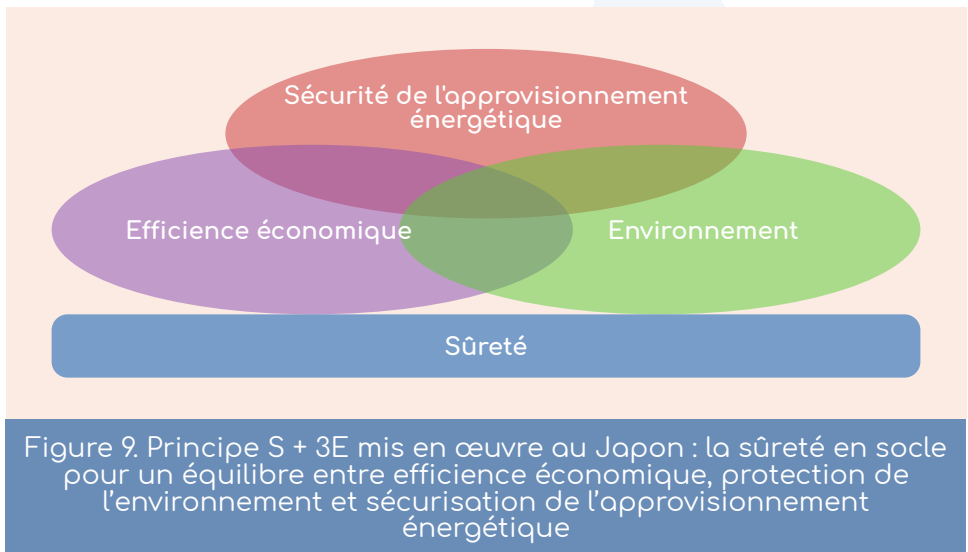
Par ailleurs, plusieurs projets sont prévus à courts termes sur d'autres technologies que le nucléaire :

- Méthane synthétique ;
- Hydrogène ;
- Ammoniac pour stockage électrique.

L'énergie nucléaire japonaise a fortement diminué, elle représente aujourd'hui 5,6% de la production d'électricité en 2024 contre 25,1% en 2010. Cependant, l'augmentation des énergies renouvelables (hors géothermie car il est interdit d'utiliser l'eau thermale au Japon) est positive pour le pays.



Pour renforcer son autosuffisance énergétique, le Japon cherche un nouvel équilibre entre nucléaire, énergies renouvelables et protection de ses ressources naturelles protégées (telles que les sources thermales) pour compenser la baisse de l'utilisation de ressources carbonées (pétrole, charbon, gaz).



La NRA (équivalent de l'ASNR en France) a donné son accord pour le redémarrage de 5 réacteurs à eau bouillante (REB) qui sont maintenant en attente de l'accord des instances locales ou de travaux. Au Japon, les autorités locales, mairies et préfectures, disposent de plus de pouvoir décisionnel qu'en France.

Au Japon, des visites décennales sont mises en œuvre à partir de la 30<sup>e</sup> année de fonctionnement – en France, c'est dès la 10<sup>e</sup> année.

Pour un premier objectif fixé à 2030, le Japon souhaite donc redémarrer 22 réacteurs pour permettre l'atteinte de l'objectif zéro carbone en 2050 avec un budget de 1 000 milliards d'euros. Dans ce cadre, les réacteurs seront gardés en service jusqu'à 60 ans de fonctionnement et 80 ans de vieillissement environ, en tenant compte de la période d'arrêt due à la catastrophe. À ce jour :

- 9 centrales ont entre 30 et 34 ans ;
- 8 centrales ont entre 35 et 39 ans ;
- 4 centrales ont plus de 40 ans.

## LA RELANCE DES AUTRES ACTIVITÉS NUCLÉAIRES

La relance du nucléaire au Japon s'accompagne de projets sur la gestion du combustible et le démantèlement.

Le Japon fait partie des trois pays au monde à avoir une approche dite « cycle fermé » comme la France et la Russie (même s'il n'est en réalité qu'incomplètement fermé car le recyclage des matières ne peut, aujourd'hui, être mis en œuvre qu'une fois), par opposition au cycle dit « ouvert », pratiqué dans d'autres pays dans lesquels les combustibles usés sont directement stockés sans recyclage. Le cycle du combustible est fermé pour l'uranium sous forme d'oxyde mais ouvert pour l'uranium sous forme métallique sans filiale de retraitement. La gestion japonaise du combustible est présentée sur le schéma ci-contre.

Concernant le combustible Mox, l'objectif du Japon est d'en insérer dans 12 réacteurs d'ici 2030. Un réacteur devrait être moxé en 2025. Une chaîne de traitement du combustible par procédé Purex (J-Mox), permettra la fabrication de Mox sur le site de Rokkashō – les travaux de construction devraient être achevés en 2027. Concernant la chaîne de traitement des déchets, son redémarrage est prévu en 2025 après des travaux sur le procédé de vitrification qui était considéré non robuste depuis 2008. Au Japon, il y a, à ce jour, 1830 colis de déchets vitrifiés.

Au Japon, les piscines de combustibles usés sont remplies à hauteur de 80% voire plus. Il est donc prévu des stockages à sec. Les piscines d'entreposage de combustibles usés seront saturées en 2027, même avec la forte réduction du parc de réacteurs.

Le Japon compte également sur des Réacteurs à Neutrons Rapides (type ASTRID en France) pour éliminer des déchets hautement radioactifs et ainsi produire des radioéléments à vie courte favorisant la gestion des déchets sur le court terme. Un projet (650 MWe) est attendu pour 2050.

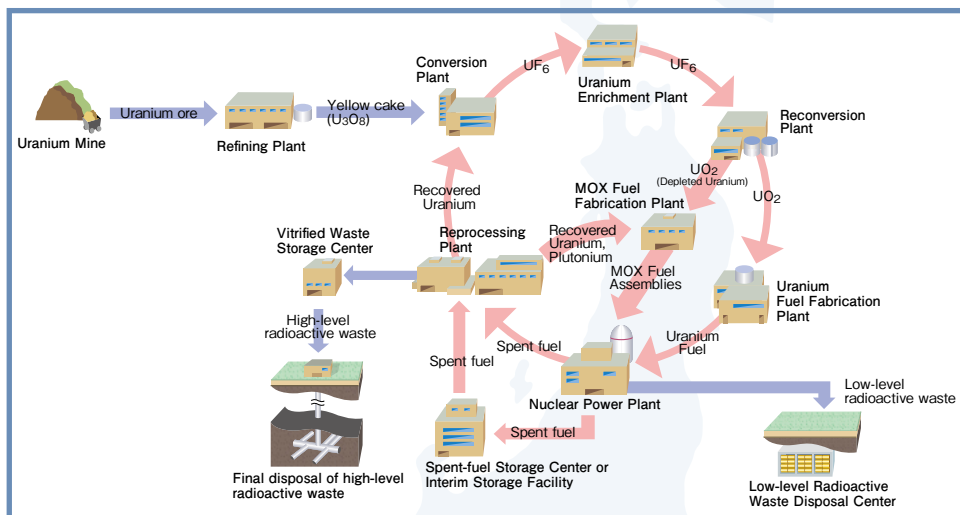


Figure 10. « Cycle du combustible » au Japon (Source : FEPC)

Au Japon, il a été décidé que les déchets hautement radioactifs (déchets vitrifiés) seront éliminés dans une formation rocheuse, hôte stable à plus de 300 mètres sous terre. Un système à barrières multiples composé de barrières artificielles et naturelles (géologiques) isolera les déchets de l'environnement et contiendra les déchets radioactifs sur de longues périodes. Le gouvernement japonais prévoit de lancer l'exploitation de cette installation de stockage final des déchets hautement radioactifs à la fin des années 2030. L'organisation de la gestion des déchets nucléaires du Japon (NUMO) a été créée en tant qu'entité responsable du stockage final conformément à la loi sur le stockage final. Le site de stockage n'a pas

encore été déterminé. Deux communes sont volontaires mais elles doivent être loin d'une faille sismique. C'est le ministère de l'Industrie (METI) qui donnera son accord. Les études sont encore en cours. Pour comparaison, en France, les études ont eu lieu dans les années 1980 et nous faisons partie des pays les plus avancés sur le sujet et l'Andra vient de déposer la demande d'autorisation de création pour le projet Cigéo (centre de stockage géologique profond pour les déchets radioactifs de haute et moyenne activité à vie longue).

Le démantèlement des réacteurs de Fukushima est un grand défi pour le Japon – bien plus compliqué que les travaux de redémarrage avec les nouvelles normes. Le coût des travaux de sûreté et de mise en conformité de l'ensemble des centrales nucléaires du Japon est évalué à 5000 milliards de yens, soit environ 50 milliards d'euros. L'investissement est donc de plus d'un milliard d'euros par tranche.

Au Japon, il nous est rapporté que le sondage d'opinion est peu favorable au nucléaire, mais cela reste très divers en fonction des régions et des sujets. Il n'y a pas de mouvement de masse populaire, ni pour ni contre le nucléaire.

## LA CATASTROPHE SURVENUE À LA CENTRALE DE FUKUSHIMA DAIICHI

La centrale nucléaire de Fukushima comporte six réacteurs. Les réacteurs n° 5 et n° 6, construits plus tard, se situent sur une plateforme à une vingtaine de mètres au-dessus du niveau de la mer alors que les réacteurs 1 à 4 se situent à 10 mètres au-dessus du niveau de la mer et leur station de pompage à seulement 4 mètres au-dessus du niveau de la mer. Le 11 mars 2011, les réacteurs n° 1, n° 2 et n° 3 sont en fonctionnement. Les réacteurs n° 4, n° 5 et n° 6 sont à l'arrêt pour maintenance.

Le 11 mars 2011 à 14h46, un séisme de magnitude 9 frappe le Japon - la centrale de Fukushima se situe à 145 km de l'épicentre du séisme.

La détection des premières secousses provoque l'arrêt automatique des réacteurs en production. Le tremblement de terre entraîne la destruction des 6 lignes extérieures d'alimentations électriques et le démarrage des 12 groupes électrogènes diesels de secours pour faire fonctionner les pompes de refroidissement.



Figure 11. Arrivée du tsunami sur la digue de la centrale de Fukushima Daiichi - mars 2011 (Crédit : Tepco)

Le 11 mars 2011 à 15h51, un tsunami provoqué par le tremblement de terre aborde la côte orientale du Japon. La vague atteint une hauteur estimée à 30 mètres à certains endroits de la côte japonaise et pénètre jusqu'à 10 km à l'intérieur des terres ravageant près de 600 km de côtes, détruisant de nombreuses villes et zones portuaires.

La vague du tsunami atteint la centrale de Fukushima avec une hauteur de près de 15 mètres. L'installation, bâtie pour résister à un séisme de magnitude 8 et à un tsunami de 5,7 mètres de haut, est entièrement inondée.

Les prises d'eau en mer sont dégradées et conduisent à la perte de la source froide. Puis, la centrale perd les diesels des réacteurs 1 à 4. Les réacteurs 5 et 6 n'ont pas été atteints.



Figure 12. Arrivée du tsunami sur des réservoirs d'eau de la centrale de Fukushima Daiichi - mars 2011 (Crédit : Tepco)

À la suite de la perte des diesels, un système d'ultime secours s'est mis en marche permettant de faire circuler de l'eau dans les tores au pied des réacteurs, puis s'est arrêté par défaillance des batteries électriques.

Sans possibilité de refroidissement, le cœur des réacteurs 1, 2 et 3 et les assemblages de combustibles usés, entreposés dans les piscines de ces réacteurs, ainsi que dans celles du réacteur 4 subissent une augmentation importante de température jusqu'à dépasser les valeurs au-delà desquelles la gaine, enveloppant les pastilles de combustible, se désagrège, entraînant la fonte du combustible.

Les dépressurisations volontaires entreprises par l'exploitant pour limiter la pression dans le bâtiment réacteur conduisent aux premiers rejets radioactifs dans l'environnement. Mais le mauvais fonctionnement des événements de décompression ou la détérioration des tores de refroidissement ont conduit à l'accumulation d'hydrogène dans les bâtiments réacteurs.

Le samedi 12 mars à 15h36, une forte explosion d'hydrogène se produit dans le bâtiment du réacteur n° 1 avec projection des débris et panache de fumée ou de vapeur d'hydrogène.

Le lundi 14 mars à 11h01, une seconde explosion se produit, cette fois au bâtiment réacteur n°3, soufflant le toit du bâtiment et faisant 11 blessés.



Figure 13. Photo du réacteur n° 3 après son explosion - mars 2011  
(Crédit : Tepco)

Le mardi 15 mars à 6h10, une troisième explosion au niveau du bâtiment réacteur n°2 a lieu et serait due une nouvelle fois à de l'hydrogène accumulé.

Le mardi 15 mars à 06h14, Tepco annonce qu'une partie du bâtiment réacteur n°4 est endommagée.

Parallèlement, les piscines de désactivation des tranches 1 à 4 ne sont plus refroidies, faute d'alimentation électrique. Le combustible usé, continuant à émettre de la chaleur, a mené l'eau des piscines à ébullition, entraînant une baisse du niveau d'eau.

À ce stade, les premiers radionucléides vont être rejetés massivement dans l'atmosphère.

L'ensemble des acteurs va devoir gérer la phase accidentelle. Face à cette situation accidentelle grave :

- L'exploitant va tenter de refroidir les installations puis de réduire les émissions, tout en exposant le moins possible les salariés ;
- Les autorités vont prendre les mesures pour protéger la population.

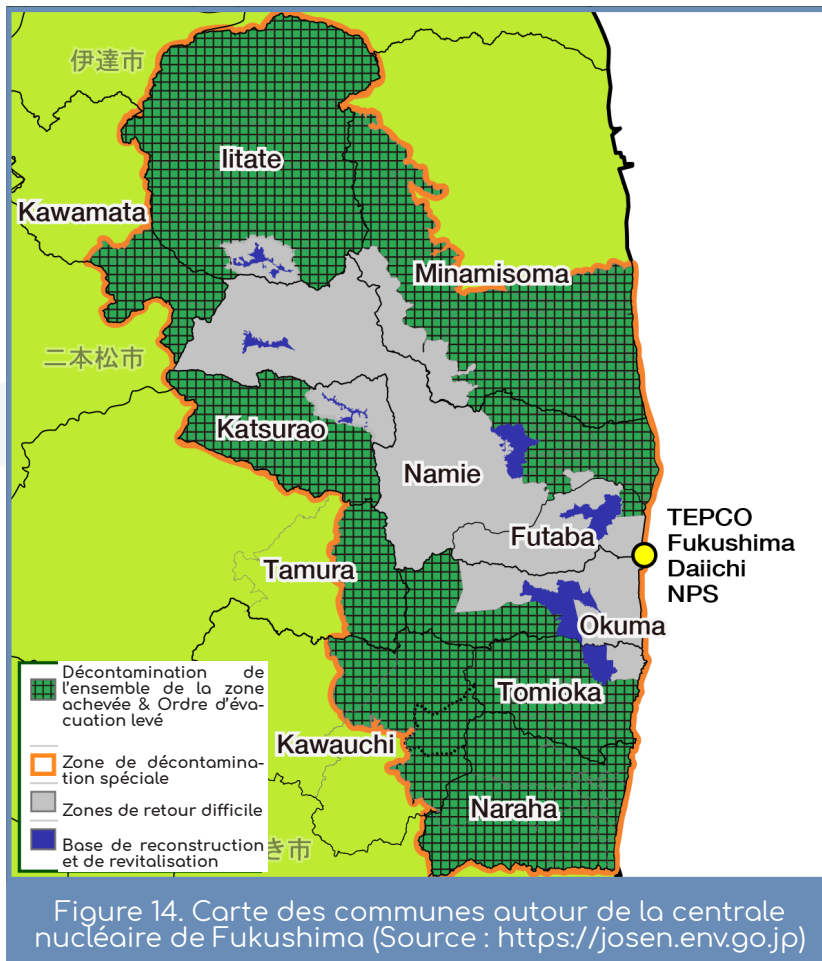
## RÉSUMÉ DU BILAN HUMAIN, SOCIAL ET SOCIÉTAL

La catastrophe nucléaire de Fukushima a occasionné l'évacuation de plus de 164 000 personnes. Il y a eu un ordre d'évacuation et de confinement sur les 20 km autour de la centrale. En janvier 2023, 16 000 personnes sont de retour dans les communes évacuées soit seulement 10 % de retour en 12 ans. Les activités agricoles, de pêches et industrielles doivent se réinventer.

- Ce n'est qu'après la troisième explosion, soit le 15 mars 2011, que, tant les autorités que l'exploitant Tepco ont commencé à prendre conscience de l'ampleur de l'accident.
- De même, ce n'est que le 12 octobre 2012 (soit 19 mois après la catastrophe nucléaire) que Tepco a admis pour la première fois qu'elle avait, dans ses études de sûreté, minimisé le risque de tsunami de peur qu'une fermeture soit exigée pour améliorer la sûreté<sup>1</sup>.
- Coût de l'accident estimé, à ce jour, à 450 milliards d'euros.
- Sur le site, 96 % des zones de la centrale nucléaire sont désormais accessibles en tenue civile, témoignant des avancées dans la décontamination du site.

<sup>1</sup>Source AIEA / Rapport NAIIC / Communiqués de presse NISA / Tepco / AFP]

En août 2022, 7 municipalités évacuées sur 11 présentent encore des zones sous ordre d'évacuation. En voici la carte :



## GESTION DES DÉCHETS

La gestion des réacteurs endommagés reste un sujet sensible. A côté de cette gestion, des enjeux forts sont présents autour de la gestion des déchets de 3 types :

- Les terres contaminées : 14 milliards de m<sup>3</sup> de sol ont été décontaminés.
- Les déchets générés par le démantèlement : le volume estimé (hors retrait de corium) serait de 805000 m<sup>3</sup> et 272000 m<sup>3</sup> après les travaux de réduction de volume.
- Le corium : 880 tonnes. Ces matériaux nécessitent des solutions spécifiques pour leur extraction et leur stockage à long terme. En effet, divers matériaux ayant fondu au fond des cuves posent des défis techniques majeurs. À ce jour, la stratégie de récupération de ces déchets n'est pas encore finalisée. Trois scénarios sont actuellement à l'étude.
- L'eau de refroidissement contaminée : 1,3 million de m<sup>3</sup> d'eau de refroidissement contaminée sont actuellement stockés dans plus de 1 000 cuves sur le site. Après traitement et dilution, la concentration initiale de tritium, estimée à 100 000 Bq/L, est réduite à 1 000 Bq/L, en deçà de la limite réglementaire de 1 500 Bq/L.

Le rejet progressif en mer de ces eaux traitées est prévu sur une période de 30 ans. En 2023, trois campagnes de relargage ont été effectuées, et ce nombre passera à quatre en 2024. Cette décision a suscité des désapprobations à l'échelle internationale, notamment de la part de la Chine, qui a imposé des embargos et des sanctions envers le Japon. Cependant, des efforts sont en cours pour améliorer la situation et apaiser les tensions diplomatiques.



Figure 15. Photo des réservoirs d'eau contaminée (Crédit : Tepco)

## L'ACCIDENT DE FUKUSHIMA ET LA REFORME DE LA RÉGLEMENTATION

Le retour d'expérience de l'accident de Fukushima conduit à prendre en compte trois risques majeurs différents : fusion nucléaire du cœur, tsunami et séismes majeurs. C'est à ces conditions d'intégration de ces 3 risques majeurs que la remise en service des réacteurs nucléaires est autorisée.

L'Autorité de Régulation Nucléaire (NRA) est l'organisme de sûreté nucléaire du Japon. Créée le 19 septembre 2012, elle est placée sous la tutelle du ministère japonais de l'Environnement, tout en opérant de manière indépendante. Sa mission principale est de moderniser la réglementation des activités nucléaires et d'assurer son application, dans le but de protéger la population et l'environnement.

La création de la NRA fait suite à l'accident nucléaire de Fukushima et aux critiques adressées à son prédécesseur, l'Agence japonaise de sûreté nucléaire (NISA). Cette dernière était rattachée au ministère de l'Économie, du Commerce et de l'Industrie (METI) et était perçue comme insuffisamment indépendante, en raison du rôle de ce ministère en tant que promoteur du nucléaire civil.

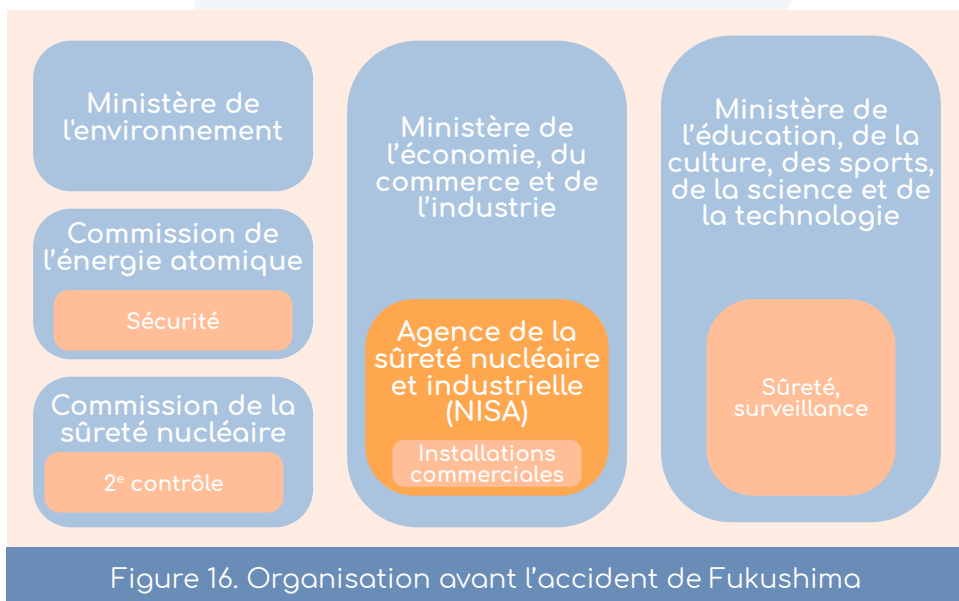


Figure 16. Organisation avant l'accident de Fukushima

Cette question d'impartialité a été soulevée dans plusieurs rapports, notamment :

- le rapport d'enquête parlementaire sur l'accident de Fukushima,
- le rapport de la commission consultative sur la réforme du système de sûreté nucléaire au Japon,
- et l'article 1 de la loi fondatrice de la NRA.

La NRA se veut aujourd'hui indépendante et transparente. Le public a accès aux travaux et peut assister à des réunions. Des auditions publiques sont tenues.

La réglementation a été renforcée, couvrant à la fois les domaines de risques déjà identifiés et des aspects nouveaux, tels que la dispersion radioactive, les mesures de secours et de prévention. Le Japon étant particulièrement exposé aux séismes, la NRA a introduit des normes plus strictes pour évaluer l'accélération des mouvements sismiques dans l'ensemble des centrales.

Un des enseignements majeurs de Fukushima a été la clarification nécessaire du pouvoir de décision en cas d'urgence. Avant la réforme,

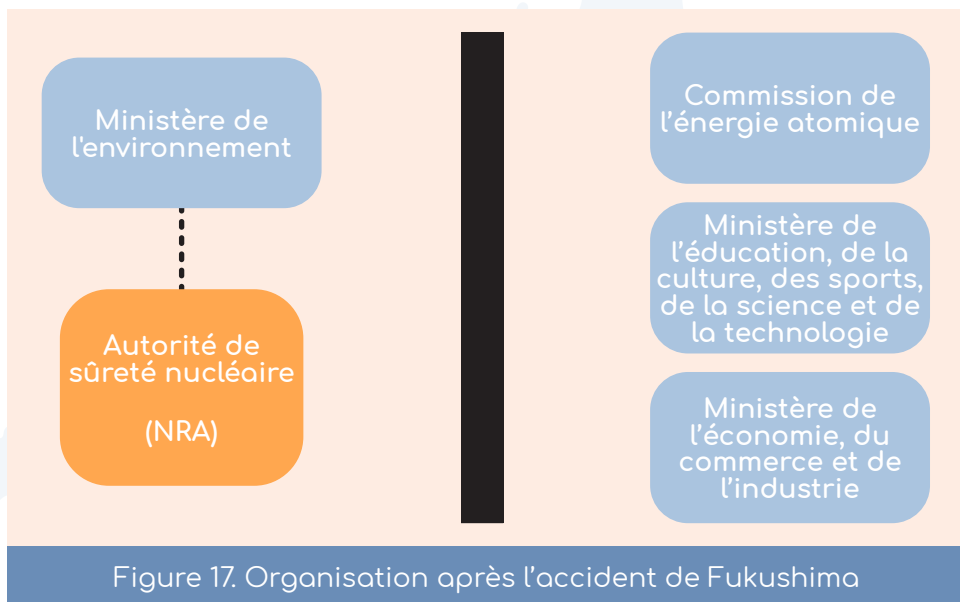


Figure 17. Organisation après l'accident de Fukushima

les processus décisionnels étaient trop longs et complexes, avec des décisions parfois remontées jusqu'au Premier ministre pour des détails opérationnels, comme l'utilisation d'une cuve d'eau. Désormais, cette responsabilité incombe directement au directeur de la centrale concernée, qui détient le pouvoir décisionnel sur le terrain. Cette délégation de responsabilité n'exclut pas l'information régulière des autorités, notamment du gouvernement. La NRA a un pouvoir de conseil et de prescription. Le Gouvernement garde la responsabilité de la protection des populations et des actions à mener à l'extérieur du site nucléaire.

Avant Fukushima, personne au Japon n'avait pensé que le cœur d'un réacteur nucléaire pouvait fondre.

À la suite de l'accident, le gouvernement japonais a ajouté 4 nouveaux règlements et notamment un sur «La suppression de dispersion du matériel fondu<sup>1</sup>».

Autre paramètre à prendre en compte : les axes routiers pour l'évacuation

- À Namie, les routes embouteillées pendant l'évacuation avaient exposé les personnes déplacées au nuage radioactif pendant des heures.
- Aujourd'hui, c'est la remise en service de la centrale de Kashiwazaki qui est retardée à cause de l'état de la structure du réseau routier insuffisant pour permettre une bonne évacuation de la population en cas d'accident.

---

<sup>1</sup>Les japonais ne parlent pas de corium mais de « matériel fondu » ou « débris ».

### Quels sont les nouveaux seuils de tenue au séisme ?

*Les seuils de qualification au séisme des centrales nucléaires ont été réévalués : passage de 580 à 1000 gal<sup>1</sup>. Si une centrale ne respecte pas ces seuils, elle ne peut plus exploiter.*

### Quelle est la hauteur de la protection du risque de tsunami ?

*Les centrales nucléaires ont dorénavant l'obligation de renforcer leurs digues pour lutter contre le tsunami.*

### Comment a évolué la réglementation autour du risque hydrogène ?

*Plusieurs réglementations ont évolué comme celle qui impose les appareils de mesure de l'hydrogène dans le bâtiment réacteur. La technologie des recombineurs à hydrogène a également été changée car les recombineurs présents au moment de l'accident n'ont pas fonctionné. Les centrales japonaises sont dorénavant équipées de système d'ignition de l'hydrogène par une mise à feu de celui-ci.*

### Quelles sont les modifications majeures en termes de protection vis-à-vis du risque de perte d'alimentation en eau de refroidissement et en électricité ?

*Des alimentations d'appoint en eau et en électricité ont été mises en place :*

- Multiplication des sources d'eau hors et dans les centrales et possibilité d'utiliser de l'eau douce ou de l'eau de mer.*
- Multiplication des sources d'électricité par l'apport de générateurs diesels supplémentaires.*

### Existe-t-il une force d'action rapide du nucléaire ?

*Pour assurer la sécurité des tranches, l'exploitant Tepco pense qu'il faut que la tranche soit autonome mais s'il y a vraiment un souci, il sera toujours possible d'avoir de l'entraide entre centrales d'un même opérateur ou même d'un autre opérateur ou du constructeur des centrales, Mitsubishi.*

*La NRA a alors exigé la mise en place d'une force d'action rapide, capable d'intervenir en cas de situation critique, afin de renforcer la réactivité et l'efficacité dans la gestion des crises nucléaires. Mais, contrairement à la France, le Japon a fait le choix d'avoir une équipe*

---

<sup>1</sup>Gal = unité d'accélération du mouvement de la terre

tranche par tranche, avec quelques collaborations possibles inter-tranches.

Quels sont les limites d'exposition, pour les travailleurs, à la radioactivité induite par leur activité au sein d'une installation nucléaire ?

La limite d'exposition d'un travailleur dépend de la situation :

- 100 mSv/5 ans en fonctionnement normal,
- + 100 mSv pendant un accident,
- + 250 mSv si accident type Fukushima soit 450 mSv/an maximum.

Comment la NRA s'assure-t-elle de la mise en œuvre de ses recommandations ?

La NRA s'assure de la mise en œuvre de ses recommandations en plusieurs étapes. Elle demande aux exploitants d'écrire leurs règles d'exploitation en respectant les normes et les préconisations de la NRA. Les règles des exploitants sont examinées par la NRA et rendues publiques.

Elle organise des rencontres avec les présidents des exploitants.

Elle réalise des inspections sur place avec notamment des inspecteurs à résidence sur chaque installation nucléaire.

# CENTRE PRÉFECTORAL DE CONTRÔLE ET DE SUIVI DE LA RADIOACTIVITÉ SUR LES PRODUITS AGRICULTURELS DE KORIYAMA

Afin de comprendre l'impact sur les activités de la production alimentaire et l'accompagnement qui a été déployé pour les professionnels du secteur, nous nous rendons au centre préfectoral de contrôle et de suivi de la radioactivité sur les productions agricoles, le vendredi 12 avril 2024.

Créé en 2006, le centre est placé sous la tutelle de la Préfecture de Fukushima. Sa mission principale est de soutenir l'activité agricole locale en formant les jeunes agriculteurs, en analysant les aliments et en développant de nouvelles variétés adaptées au territoire.

La production a baissé mais l'exportation a progressé :

- La baisse est due au non-retour des jeunes sur les exploitations.
- 50% des sols sont réutilisés.
- L'industrialisation de l'agriculture est mis en place pour augmenter la production.

## LES ACTIONS MENÉES APRÈS L'ACCIDENT DE FUKUSHIMA

L'accident de la centrale nucléaire en 2011 a gravement impacté la préfecture de Fukushima, un territoire historiquement tourné vers l'agriculture, la pêche et la sylviculture. Depuis, d'importants efforts ont été réalisés pour décontaminer les sols et relancer les activités agricoles. Parmi les méthodes utilisées, il y a :

- le retrait des 5 premiers centimètres de terre, où se concentre le césium 137,
- le labourage inversé pour enfouir les particules contaminées,
- le lavage et grattage des écorces,
- l'ajout d'engrais potassique dans les rizières, réduisant ainsi l'absorption du césium 137 par les plants.

Un focus particulier a été mis sur la réduction de l'activité liée au césium 137, qui se fixe principalement sur les minéraux argileux et reste concentré dans les cinq premiers centimètres de la couche terrestre (qui sont généralement les plus fertiles).

## LES CONTRÔLES RADIOLOGIQUES

Le centre de contrôle effectue des analyses approfondies pour garantir la sécurité de la production agricole, ainsi que des produits de la pêche, de l'élevage et des fruits et légumes.



Figure 18. Photo au sein des laboratoires de Koriyama - plan d'échantillonnage et de contrôle des différents aliments (Crédit : Anclli)

Norme japonaise pour l'alimentation:

- 100 Bq/kg pour tous les aliments
- soit 10 fois plus exigeante que la norme internationale.

Les contrôles sont organisés de la façon suivante :

- Le plan d'échantillonnage est défini par le bureau préfectoral.
- Les producteurs prélèvent eux-mêmes les échantillons selon les règles établies et les transmettent au laboratoire.
- Les employés du laboratoire réalisent la découpe, la préparation et l'analyse des échantillons, à raison de dizaines par jour.
- Chaque jour de la semaine est dédié à certains types d'aliment – par exemple, le lundi est dédié au riz brun, aux fruits et légumes, au lait et aux produits de la pêche.
- Les analyses, basées sur des détecteurs semi-conducteurs au germanium, permettent de mesurer les isotopes de césiums 134 et 137.

#### Bilan des contrôles :

- Entre 2011 et 2022, plus de 270 000 échantillons ont été analysés, soit environ 65 par jour.
- Plus de 11000 produits, représentant près de 500 références, ont été vérifiés.
- Aucun dépassement de la limite réglementaire n'a été détecté depuis 2015.

Les équipements de mesure sont contrôlés annuellement par l'Agence Internationale de l'Énergie Atomique (AIEA).

Si un produit dépasse la limite de 100 Bq/kg en césium 137 :

- Les résultats sont transmis au niveau national.
- Les producteurs et distributeurs concernés sont informés de l'interdiction de vente.
- Les producteurs sont soumis à un suivi rigoureux pour garantir la conformité des futurs produits.

Depuis 2020, des contrôles par échantillonnage ont été introduits, en raison de l'absence de dépassements depuis plusieurs années. Dans les cas où des autocontrôles locaux révèlent une anomalie, les échantillons sont envoyés pour une analyse approfondie.

Le centre préfectoral accompagne la promotion des produits de Fukushima pour la restauration de la confiance des consommateurs. Cela est notamment passé par la création d'un label GAP (Bonnes Pratiques Agricoles) garantissant la qualité et l'export de produits locaux (riz, pêches, poires), si leur activité en césium 137 est inférieure à 100 Bq/kg.

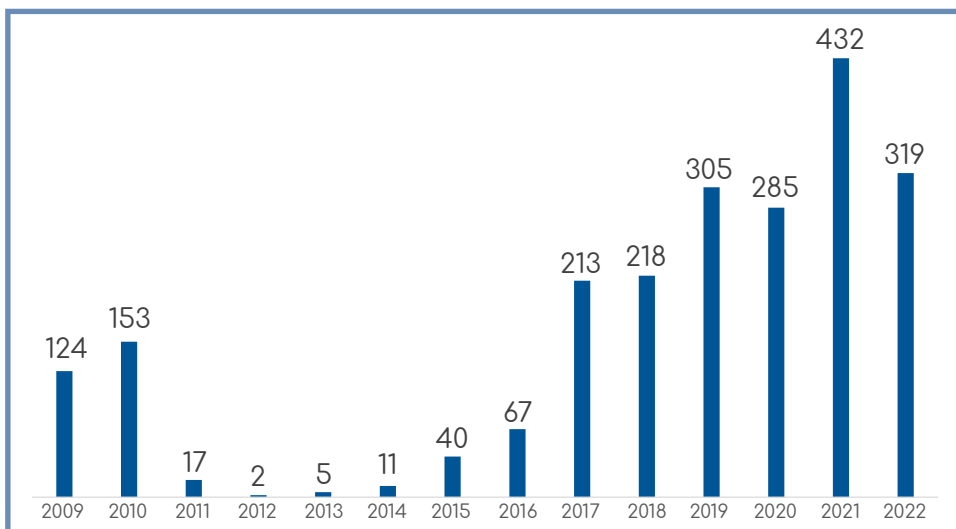


Figure 20. Quantités de riz, fruits et légumes provenant de la Préfecture de Fukushima exportées au fil des années (en tonnes)

## VISITE DES LABORATOIRES

Nous quittons nos chaussures et enfilons des chaussons pour passer les portes du laboratoire et voir de près les salles de préparation des échantillons et les appareils de mesures de la radioactivité.

Le laboratoire, dédié à l'analyse de la radioactivité, emploie 114 salariés, dont 14 spécialistes chargés de mesurer les niveaux de césium 137, césium 134 et potassium 40 grâce à des techniques avancées de spectrométrie gamma. En complément, chaque échantillon fait l'objet d'un contrôle minutieux de contamination externe afin d'assurer la sécurité sanitaire des produits.



Figure 19. Photo au sein des laboratoires de Koriyama (Crédit : Anccli)

La fréquence des analyses varie selon les produits agricoles et leur cycle de production. Le riz, principal produit de la région, est contrôlé quotidiennement, tandis que d'autres denrées comme la viande, les œufs et le miel sont analysées une fois par mois. Le laboratoire étend ses contrôles à une large gamme de produits, incluant graines, végétaux, fruits, lait, porc, poulet, canard, cheval, poisson, champignons et miel.

Chaque analyse dure environ 33 minutes, permettant d'atteindre une limite de détection fixée à 9 Bq/kg. En moyenne, 150 échantillons sont testés chaque jour. Parmi les produits examinés, ce sont les champignons et les fleurs de montagne qui présentent généralement les niveaux de radioactivité les plus élevés, en raison de leur capacité à accumuler les éléments radioactifs présents dans l'environnement.



Le laboratoire de contrôle agricole ne mesure pas le tritium dans l'eau. Cette responsabilité incombe à d'autres structures, comme Tepco et le ministère de l'Environnement. Les analyses sont réalisées par des laboratoires tiers, notamment la JAEA (Japan Atomic Energy Agency) d'Okuma.

Toutefois, à l'exception de quelques contrôles réalisés directement dans les communes, il semble qu'aucun laboratoire indépendant ne soit impliqué dans ces analyses.

Figure 21. Photo au sein des laboratoires de Koriyama - appareil de mesure (Crédit : Anccli)

## LE TERRITOIRE DE FUKUSHIMA Tourné vers l'avenir

Les écarts de prix des produits agricoles sur le territoire de Fukushima restent significatifs par rapport aux autres régions japonaises. On note des différences atteignant 1 000 yens par kilogramme de riz et 100 yens par kilogramme de poisson ou de viande. Cette situation engendre une grande frustration chez les producteurs de Fukushima.



Figure 22. Publications pour la promotion de l'agriculture autour de Fukushima (Crédit : Ancli)

Pour répondre aux défis de la revitalisation de l'agriculture, le laboratoire de Fukushima a misé sur le développement de nouvelles variétés afin d'améliorer la qualité et les rendements. Depuis plusieurs années, il a créé 44 nouvelles espèces, comme le riz Fuku Warai, dont le développement a nécessité 14 années de recherche, ou encore les fraises Yuyake Berry. En 2023, la production de riz a mobilisé 14 groupes de recherche, aboutissant à la culture de 77 hectares et la vente de 375 tonnes. La production de fraises a, quant à elle, atteint 90 tonnes en 2023, avec l'objectif d'étendre les surfaces cultivées à plus de 10 hectares d'ici 2025. Selon les responsables du centre, « ces produits sont une lumière d'espoir ».

Dans un contexte de déclin de la main-d'œuvre agricole, la mécanisation, la robotique et les systèmes automatiques sont au cœur des études pour soutenir les rendements. Cependant, la culture d'organismes génétiquement modifiés ne semble pas envisagée. Un choix assumé par la préfecture, qui met en avant les produits locaux comme une source de fierté et un symbole de résilience. Comme le souligne un responsable : « Nous avons beaucoup de produits agricoles intéressants. C'est une façon de reprendre confiance en soi. Manger et parler positivement de Fukushima. »

Dans les zones évacuées, 50% des terres sont cultivées à nouveau.

# RENCONTRES AVEC LES EXPLOITANTS

## LE SITE DE FUKUSHIMA DAIICHI - TEPCO

Pour commencer la visite sur le site de Fukushima-Daiichi, nous sommes reçus par des employés de Tepco, au centre d'archives du démantèlement de la centrale nucléaire. Avant toute explication, la personne qui nous reçoit nous présente ses excuses pour les dommages que l'accident de la centrale nucléaire a causés en s'inclinant suivant la tradition japonaise.

Nous poursuivons par un film présentant les détails de la catastrophe qui, lui aussi, commence par un message d'excuses. Le film présente le déroulé de la journée du 11 mars 2011 avec les images du tremblement de terre, à 14h46 et, du tsunami qui, 50 minutes plus tard, s'abat sur la centrale de Fukushima entraînant la perte d'électricité et l'altération des 4 premières tranches. Il rappelle que dès le 11 mars 2011, les habitants sont évacués sur un périmètre de 3 km. Puis, le 12 mars, ce périmètre d'évacuation est élargi à 10 km et par la suite à 20 km autour de la centrale.

Il nous informe que la ville de **Tomioaka** recensait une population de **16 000 personnes**. Douze mille sont revenus à la suite de la levée des restrictions **en 2017**, mais **seulement 2300 personnes y habitent** réellement. Les **restrictions ont été levées sur 95 % de la surface** de la commune. Un habitant dit : « Depuis deux ans, on peut marcher et regarder les cerisiers. Une fête du printemps a même eu lieu le week-end dernier. »

Sur la commune d'**Okuma**, commune voisine, **50 % seulement des surfaces ont bénéficié des levées d'interdiction**. C'est une zone où le retour est difficile. **Seulement 650 habitants sont présents actuellement contre 10 000 enregistrés**. La levée des restrictions n'a été effectuée qu'au mois de **juin 2022**. Beaucoup de maisons sont en cours de démolition. Les champs de riz sont abandonnés. C'est sur cette commune et celle de Futaba que 16 km<sup>2</sup> ont été mobilisés pour entreposer les terres polluées.

En avril 2023, l'école primaire et le collège ont rouvert pour 30 enfants.

Certaines entrées de rues sont protégées par des points de contrôle dans lesquelles trois agents en combinaison, casque et masque vérifient les identités. Il n'y a pas d'accès public. Seuls les propriétaires ont le droit de venir 30 fois par an dans leur maison. L'intervenant arrête son exposé pour une nouvelle fois s'excuser auprès des habitants.

Enfin, il nous présente aussi **l'entreposage qui est prévu pour 14 millions de mètres cubes de gravats**. Ce n'est pas un stockage définitif. C'est seulement pour 30 ans soit jusqu'en 2045. L'objectif est de diminuer la contamination, de réutiliser de la matière et donc de diminuer le volume de déchets à stocker. L'accès à la zone est réglementé.

Ce reportage est un aperçu de ce que nous allons aborder et voir durant cette journée du 9 avril 2024 sur le site de Fukushima ainsi que durant la semaine.

## L'ÉTAT DES INSTALLATIONS : DE L'ACCIDENT À AUJOURD'HUI

La centrale nucléaire de Fukushima Daiichi, composée de six réacteurs à eau bouillante (REB) mis en service entre 1971 et 1979, s'étend sur un vaste site réparti sur plusieurs communes. Une falaise de 35 mètres au-dessus du niveau de la mer a été nivelée pour construire les quatre premiers réacteurs (tranches 1 à 4). Ils furent installés à 10 mètres au-dessus du niveau de la mer, tandis que les tranches 5 et 6 furent érigées à une altitude légèrement plus élevée, à une vingtaine de mètres. Ce détail, bien que technique, a joué un rôle crucial lors du tsunami de 2011.

**Le 11 mars 2011, les réacteurs 1 (460 MWe), 2 et 3 (784 MWe chacun) étaient en pleine activité.** Le réacteur 4 (784 MWe) était à l'arrêt pour maintenance depuis novembre 2010, tandis que les réacteurs 5 (784 MWe) et 6 (1 100 MWe) étaient également arrêtés, depuis janvier 2011, pour des travaux similaires. Les cœurs de ces trois derniers réacteurs avaient été transférés dans leurs piscines respectives d'entreposage des combustibles usés.

Les piscines de désactivation des réacteurs renferment toutes des assemblages de combustibles usés. Ces assemblages, après un certain temps de désactivation, sont transférés dans une piscine centralisée située près du réacteur n° 4. Lors de l'accident, cette piscine centralisée contenait plus de 6 375 assemblages devant être refroidis en continu.

**A 14h46, dès les premières secousses**, les réacteurs n° 1, n° 2 et n° 3, en fonctionnement, s'arrêtent automatiquement grâce à l'insertion des grappes de contrôle. Les groupes électrogènes de secours se mettent en marche pour alimenter les systèmes nécessaires, notamment ceux dédiés à l'évacuation de la puissance résiduelle. Les opérateurs suivent les procédures prévues pour ces situations, et une équipe d'urgence est mise en place.



Figure 23. Arrivée du tsunami dans différentes parties de l'installation (Crédit : Tepco)

A 15h40, le tsunami atteint la centrale avec des vagues de 14 à 15 mètres, dépassant de près de 10 mètres la hauteur de la digue de protection. Les installations sont submergées. Les stations de pompage, situées à 4 mètres au-dessus du niveau de la mer, sont fortement endommagées, rendant inopérantes les pompes nécessaires au refroidissement des réacteurs et des piscines de désactivation. L'eau pénètre aussi dans les bâtiments des réacteurs, situés à 10 mètres d'altitude, provoquant la perte des groupes électrogènes de secours et des tableaux électriques associés.

Seul le groupe électrogène du réacteur n° 6 reste fonctionnel, car il est refroidi par air et installé à une altitude supérieure. Il est utilisé pour maintenir le refroidissement des réacteurs n° 5 et n° 6, qui nécessitent



Figure 24. Vue panoramique de l'état de la centrale de Fukushima Daiichi, le 2 mars 2024 (Crédit : Tepco)

moins de puissance de refroidissement, étant à l'arrêt prolongé. En revanche, les réacteurs n°1, n°2 et n°3 se retrouvent sans alimentation électrique ni système de refroidissement, bien que leur puissance résiduelle soit encore importante, représentant environ 0,5 % de leur puissance nominale (plusieurs mégawatts). La perte des batteries des réacteurs n°1 et n°2 complique la situation en privant les opérateurs d'informations sur l'état des systèmes et de l'éclairage dans les salles de commandes.

La perte des sources électriques affecte également les moyens d'information et de communication nécessaires à la gestion de la crise. Les équipements requis pour intervenir doivent être apportés de l'extérieur. Malgré les répliques sismiques, la menace de nouveaux tsunamis et des niveaux élevés d'irradiation, les équipes mettent en œuvre des actions pour limiter les conséquences, mais la complexité de la situation entraîne des difficultés dans la coordination et l'interprétation des données disponibles.

Les pages suivantes présentent l'évolution des réacteurs du jour de l'accident à nos jours.

## Tranche n° 1



Figure 25. Tranche n° 1 après son explosion (Crédit : Tepco)

### LE JOUR DE L'ACCIDENT

Le réacteur est à pleine puissance, sa piscine d'entreposage contient 392 assemblages de combustibles usés.

Le séisme conduit à une augmentation de la pression du circuit primaire par la fermeture automatique des vannes du système d'évacuation de la vapeur de la cuve vers la turbine.

L'arrivée du tsunami entraîne une perte totale des alimentations électriques qui rend indisponibles les informations nécessaires au suivi du réacteur en salle de commandes.

Après le séisme et le tsunami, le réacteur n'a plus de refroidissement permanent. À peine 5 heures après le tsunami, le cœur entre en fusion.

Pour retrouver de façon plus pérenne de l'électricité en salle de commandes, des batteries de véhicules sont utilisées. Cela permettra aux opérateurs de voir un début de dénoyage du cœur – alors qu'en réalité il est déjà fortement endommagé – avant qu'un opérateur se rende compte qu'un membre de l'équipe de quart enregistre sur son dosimètre une dose de  $800 \mu\text{Sv}$  en 10 secondes devant la porte d'entrée du bâtiment du réacteur.

Vers minuit, les équipes constatent que la pression de l'enceinte de confinement est de 6 bars – bien supérieure à la pression de dimensionnement.

## DANS LES JOURS QUI ONT SUIVI

L'éventage du bâtiment est décidé dans la nuit du 11 au 12 mars mais n'est effectif qu'en début d'après-midi par suite des nombreuses difficultés techniques pour réaliser cette opération dans les conditions auxquelles sont confrontés les opérateurs.

De l'eau douce est injectée, mais l'explosion du bâtiment réacteur due à l'hydrogène présent dans le bâtiment, le 12 mars à 15h36, entraîne l'arrêt de cette injection. De l'acide borique est ajouté en fin de journée pour éviter le risque de criticité.

De l'eau de mer est alors injectée. Mais le 14 mars, cette injection est également interrompue à la suite de la vidange de la fosse contenant l'eau de mer et à l'explosion du bâtiment du réacteur n° 3.

À la fin du mois de mars, les injections en eau douce et en eau de mer sont à nouveau opérationnelles.

Tepeco a conclu à la fusion totale du cœur et à la percée de la cuve du réacteur 1, avec épandage de corium (mélange de combustible fondu, de gaines en zircaloy oxydées et de métaux) dans le fond de l'enceinte de confinement.

## LES TRAVAUX RÉALISÉS, EN COURS ET À VENIR

La toiture du bâtiment n'étant plus suffisante, une couverture est installée en 2015. Une couverture complémentaire au-dessus de la piscine est installée en 2022.

De nombreuses investigations robotisées sont réalisées.

Les assemblages ne sont pas encore évacués. Des décombres dans la piscine d'entreposage de combustibles empêche la récupération du combustible usé. Ces décombres font une protection radiologique. Le retrait est prévu en 2027-2028.

L'opérateur estime que la piscine est encore en eau mais rien ne permet de le prouver hormis le débit de dose ambiant à proximité de la tranche.

## Tranche n° 2



Figure 26. Tranche n° 2, le 29 septembre 2011 (Crédit : Tepco)

### LE JOUR DE L'ACCIDENT

Le réacteur est à pleine puissance, sa piscine d'entreposage contient 615 assemblages de combustibles usés.

Le séisme conduit à une augmentation de la pression du circuit primaire par la fermeture automatique des vannes du système d'évacuation de la vapeur de la cuve vers la turbine.

**L'arrivée du tsunami entraîne une perte totale des alimentations électriques qui rend les informations nécessaires au suivi du réacteur en salle de commandes indisponibles.**

## DANS LES JOURS QUI ONT SUIVI

Après le séisme et le tsunami, le réacteur est refroidi pendant 3 jours.

L'explosion du réacteur n° 3, le 14 mars, amène une rupture du refroidissement pendant près de 7 heures mais reprend avec de l'eau de mer en fin de journée.

Un bruit d'explosion est entendu, le 15 mars à 6h14.

Tepco a également conclu à une fusion du cœur et une percée de la cuve et a confirmé qu'un panneau d'évacuation de la pression a été forcé lors de l'une des explosions précédentes – ce qui a sans doute permis de ne pas avoir d'explosion majeure sur ce réacteur.

## LES TRAVAUX RÉALISÉS, EN COURS ET À VENIR

Un coffrage est réalisé sur la paroi ouverte du bâtiment réacteur en mars 2013.

Comme pour le réacteur n° 1, de nombreuses investigations robotisées mais aussi de radiographies sont réalisées.

La cheminée d'évacuation d'air commune des tranches n° 1 et n° 2 est démantelée en 2019 et 2020.

Les assemblages de combustibles sont encore dans la piscine d'entreposage.



Figure 27. Salle de commande centrale des tranches n°1 et 2, le 22 septembre 2011 (Crédit : Tepco)

## Tranche n° 3



Figure 29. Tranche n° 3, le 29 septembre 2011 (Crédit : Tepco)

### LE JOUR DE L'ACCIDENT

Le réacteur est à pleine puissance et sa piscine d'entreposage contient 566 assemblages de combustibles usés.

Le séisme conduit à une augmentation de la pression du circuit primaire par la fermeture automatique des vannes du système d'évacuation de la vapeur de la cuve vers la turbine.

**L'arrivée du tsunami entraîne une perte totale des alimentations électriques qui rend les informations nécessaires au suivi du réacteur en salle de commande indisponibles.**

## DANS LES JOURS QUI ONT SUIVI

Sur le réacteur n°3, les premiers événements sont comparables à ceux du réacteur n° 2. Néanmoins, le 12 mars, à 11h36, le système de refroidissement s'arrête et les équipes ne parviennent pas à le redémarrer. Une heure plus tard, le système de contrôle du niveau d'eau dans la cuve démarre mais son pilotage consomme de l'énergie prise sur les batteries – les équipes craignent que ces batteries s'épuisent.

En début de soirée, les équipes perdent l'information du niveau d'eau dans la cuve car la batterie est faible. Au milieu de la nuit, le système de contrôle du niveau d'eau est arrêté pour être remplacé par le refroidissement avec l'eau du système incendie, qui va se révéler impossible. Le réacteur n° 3 perd alors tout système de refroidissement.

L'éventage du bâtiment réacteur est réalisé en fin d'après-midi le 12 mars 2011.

La fusion du cœur commence dans la nuit du 12 au 13 mars.

L'injection d'eau de mer est finalement en place le 13 mars en milieu de journée grâce à la baisse de pression dans la cuve mais sera encore interrompue quelques heures.

**Le bâtiment du réacteur n° 3 explose le 14 mars, à 11h01.**

**Tepco a également conclu à une fusion du cœur et une percée de la cuve.**

## LES TRAVAUX RÉALISÉS, EN COURS ET À VENIR

De nombreuses enquêtes sont réalisées à l'intérieur du bâtiment.

En 2017 et 2018, un dôme est installé en haut du bâtiment réacteur.

En 2019, commencent les travaux de retraits des combustibles présents dans la piscine. Les 566 assemblages sont complètement retirés le 28 février 2021.

## Tranche n° 4

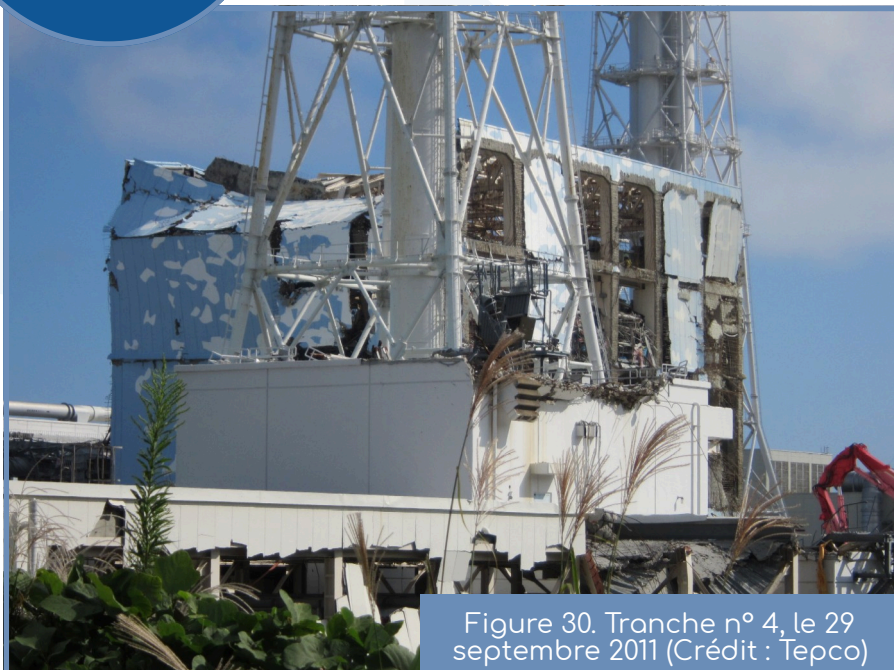


Figure 30. Tranche n° 4, le 29 septembre 2011 (Crédit : Tepco)

### LE JOUR DE L'ACCIDENT

Le réacteur est à l'arrêt et déchargé.

Sa piscine d'entreposage de combustibles est, quant à elle, bien remplie avec l'équivalent de 3 cœurs soit 1535 assemblages entraînant une puissance de 2,26 MW – un peu plus de 10 fois plus que pour les autres tranches (1 à 3).

## DANS LES JOURS QUI ONT SUIVI

La piscine (comme pour les autres tranches) n'est pas une priorité.

Néanmoins, sur cette tranche, le 15 mars, à 6h00, une explosion se produit. Elle est due à l'arrivée de gaz du bâtiment réacteur n° 3 par une ventilation commune.

## LES TRAVAUX RÉALISÉS, EN COURS ET À VENIR

Un équipement de refroidissement alternatif est installé dès juillet 2011 au sein de la piscine.

Une couverture est installée en juillet 2013 au-dessus du bâtiment.

L'enlèvement des gravats au-dessus des assemblages, dans la piscine, est achevé en mars 2014. Ceci permettra le retrait complet des assemblages le 22 décembre 2014.



Figure 31. Tranche n° 4 avec la mise en place des installations permettant le retrait des combustibles de la piscine, le 29 mai 2013 (Crédit : Tepco)

## LES DIFFICULTÉS DE LA GESTION DE CRISE

Lors de l'accident une cellule d'urgence était pilotée en direct par le premier ministre et une cellule de crise en local était pilotée par Tepco. Cinq jours après l'accident, ces deux cellules ont fusionné.

*Pendant l'accident, il faut avoir en tête que les 4 opérateurs en salle de commande sont dans le noir complet (seules des lampes à piles ou sur batterie sont alors disponibles), qu'il n'y a plus de retransmission d'alarmes. Ils sont complètement en aveugle, en incapacité de piloter le réacteur. De plus, ils viennent de subir un énorme séisme, ils sont tombés à terre tout comme leur documentation, le mobilier...*

### RECOMMANDATION

Il serait intéressant, en France, de préparer nos opérateurs, dans les situations avec perte totale de l'alimentation électrique, à effectuer des exercices dans le noir complet, sans la retransmission des alarmes, c'est-à-dire, dans les mêmes conditions que les opérateurs de Tepco lors de l'accident de Fukushima Daiichi.

## LES ENJEUX DU DÉMANTÈLEMENT

Aujourd'hui, l'objectif de Tepco est de démanteler les 6 tranches de Fukushima-Daiichi.

Dès 2011, Tepco a restauré la réfrigération des trois coriums des réacteurs 1, 2 et 3, contenant les débris de 1496 éléments combustibles, pour les solidifier et limiter les émissions. **Les explorations du fond des puits de cuve par des robots ont confirmé que les coriums étaient désormais froids en raison de la décroissance radioactive et de l'arrosage par un débit continu d'eau.** Les coriums sont à une température inférieure à 30 °C, en surface, car l'eau de refroidissement ressort à 20°C. **Les coriums restent cependant radioactifs.** Ils sont constitués de débris mobiles, qui pourraient être prélevés, mais également de parties « vitrifiées » qui devront être cassées avant extraction.

L'objectif actuel est de caractériser ces débris, dont la quantité est estimée à près de 880 tonnes, par leur composition physico-chimique et leurs caractéristiques mécaniques. Compte-tenu des difficultés d'accès à ces coriums et du niveau d'irradiation, des mini-robots ont été conçus.

Un retrait de plusieurs grammes de débris a été expérimenté en fin d'année 2024 sur la tranche 2 à l'aide d'un bras télescopique au travers d'un trou de 60 cm pour ensuite être analysé. Des appareils et des drones résistants à 1000 Gray seront utilisés.

L'ampleur des dégâts et les conditions extrêmement difficiles d'intervention impliquent un démantèlement étalé sur une longue période et qui devrait être achevé dans un délai de quarante ans.

Ce plan comprend trois phases :

- Retirer les éléments combustibles des piscines de désactivation. Le retrait du combustible restant entreposé dans les deux dernières piscines devrait commencer en 2024 (tranche 2) et après 2027 (tranche 1) ;
- Retirer le combustible fondu et endommagé des trois réacteurs accidentés. L'échéancier dépendra du programme de recherche engagé et de la connaissance de l'état des installations ;
- Démanteler complètement les installations à l'horizon 2050/2060.

Figure 32. Retrait des assemblages combustibles de la piscine de la tranche n° 4

Figure 33. (Crédit : Tepco)



## LES ENJEUX LIÉS À L'EAU DE REFROIDISSEMENT

L'eau utilisée pour refroidir en continu les cœurs fondus est traitée par absorption du césium, puis réinjectée dans un circuit fermé pour être réutilisée dans ce processus de refroidissement. Cependant, une partie de cette eau de refroidissement, contaminée, s'infiltre dans les fissures des structures des bâtiments des réacteurs. Cette eau

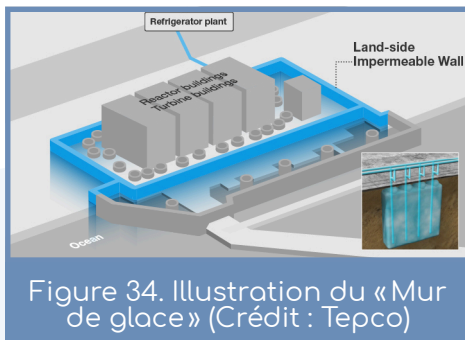


Figure 34. Illustration du « Mur de glace » (Crédit : Tepco)

contaminée se mélange aux eaux de ruissellement qui passent quotidiennement dans les sous-sols des réacteurs. Pour limiter cette infiltration, un système de pompage en amont et un système de conduites enterrées de 30 mètres de profondeur (avec du chlorure de calcium à - 35°C) permet de créer un « mur de glace » dans le sol. Malgré cela, environ 90 m<sup>3</sup> d'eau, provenant du milieu naturel, passent quotidiennement. Cette eau est alors contaminée et nécessite son pompage et son entreposage dans des cuves de 1 000 m<sup>3</sup> chacune. Actuellement, le site compte environ 1 000 cuves :

- 30 % des cuves contiennent une eau respectant les seuils de rejet pour tous les radioéléments, à l'exception du tritium.
- 70 % des cuves contiennent une eau non conforme, qui nécessite un retraitement supplémentaire via le système ALPS (Système avancé de traitement des liquides). Le retraitement commence par l'élimination du césium et du strontium.

Le site dispose de trois bâtiments équipés pour le traitement :

- 2 bâtiments, équipés chacun de trois lignes de traitement Toshiba, permettant de traiter jusqu'à 750 m<sup>3</sup>/jour par bâtiment.
- 1 bâtiment équipé d'une ligne conçue par Hitachi, capable de traiter jusqu'à 500 m<sup>3</sup>/jour.
- Le système ALPS utilise des procédés de pompage, de filtration et des réactions chimiques pour éliminer jusqu'à 62 radionucléides. Cependant, il ne permet pas de traiter le tritium. Les eaux conformes aux seuils de rejet sont diluées et contrôlées avant leur rejet en mer.

Tableau 1. Données sur la radioactivité des eaux en 2022 (en becquerel par litre) (Crédit : Tepco)

	Césium 137	Strontium 90	Tritium
Limite de rejet	90	30	1 500
Avant adsorption du césium	26 080 000	8 578 000	Non mesuré
Après traitement du strontium	3 245	27 410	Non mesuré
Après traitement ALPS	Non détecté	Non détecté	366 200



Figure 35. Échantillons d'eau, le 31 octobre 2023 (Crédit : Tepco)

Les rejets en mer sont réalisés à 1 km de la centrale, à une profondeur de 12 mètres, après une dilution des eaux traitées pour respecter les limites de rejets. Le premier rejet a eu lieu le 24 août 2023, suivi de trois autres jusqu'au 17 mars 2024. Sept rejets sont prévus pour l'année 2024. À ce jour, aucun dépassement des seuils réglementaires n'a été observé et des contrôles réguliers de l'eau de mer sont réalisés. L'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) a créé une page Internet didactique sur les données, en direct, des rejets<sup>1</sup>. Elle a également publié un rapport complet sur le système ALPS et les rejets en mer en 2023<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> <https://www.iaea.org/topics/response/fukushima-daiichi-nuclear-accident/fukushima-daiichi-alps-treated-water-discharge/tepcos-data>

<sup>2</sup> [https://www.iaea.org/sites/default/files/iaea\\_comprehensive\\_alps\\_report.pdf](https://www.iaea.org/sites/default/files/iaea_comprehensive_alps_report.pdf)

Les données sont également accessibles sur le site du ministère de l'Environnement japonais, qui assure un suivi transparent des mesures et des rejets<sup>1</sup>.

## LES TRAVAILLEURS

### ORGANISATION ET CONDITIONS DE TRAVAIL

Aujourd'hui, environ 6 000 personnes travaillent chaque jour sur le site de la centrale de Fukushima Daiichi, dont 1 200 employés dans les bureaux de Tepco. Ces bureaux, situés dans un bâtiment spécialement conçu sans fenêtres, limitent l'exposition à la radioactivité. Environ 4 000 à 5 000 travailleurs sont mobilisés quotidiennement sur le chantier, venant de 50 entreprises contractantes. La gestion des opérations est assurée par sept équipes de Tepco dédiées à la surveillance des chantiers et au traitement des eaux contaminées.

Pour faire face au risque d'incendie, une équipe autonome de pompiers est présente en permanence sur le site. En cas d'incident majeur, des pompiers extérieurs peuvent être déployés en renfort. L'accès aux zones incendiées reste limité en raison des contraintes liées à la dosimétrie. Des exercices mensuels sont organisés pour former les équipes à des scénarios d'urgence, notamment en cas d'incendie ou de déversement de produits chimiques. Ces exercices portent sur l'évacuation, la communication et l'organisation des secours.

Avant l'accident, la majorité des salariés vivaient à Futaba. Aujourd'hui, une partie a été relogée à Iwaki, mais Tepco a construit des logements à Okuma pour héberger les travailleurs, et certains reviennent progressivement à Futaba.

---

<sup>1</sup>[https://www.iaea.org/sites/default/files/iaea\\_comprehensive\\_alps\\_report.pdf](https://www.iaea.org/sites/default/files/iaea_comprehensive_alps_report.pdf)

## IMPACT SANITAIRE ET SUIVI MÉDICAL DES TRAVAILLEURS

Lors de l'accident, une dizaine de travailleurs ont reçu une dose cumulée de 200 mSv. Les agents peuvent bénéficier d'un suivi médical annuel, mais cela reste une démarche volontaire non obligatoire. Pour rappel, au Japon, la limite d'exposition pour les travailleurs du nucléaire est fixée à 100 mSv sur cinq ans, soit une moyenne de 20 mSv/an, avec une limite annuelle maximale de 50 mSv (comparée à 20 mSv/an maximum en France).

**En 2023, un salarié travaillant sur l'unité ALPS a été contaminé sans conséquence sanitaire.**

Les femmes représentent environ 10 % des effectifs sur le site. Elles bénéficient d'un suivi dosimétrique renforcé : leur exposition est mesurée mensuellement, contre tous les trois mois pour les hommes. Ces mesures reflètent une gestion stricte des conditions de travail et de la sécurité sur le site, en tenant compte des contraintes spécifiques liées à l'environnement post-accidentel. Le suivi épidémiologique des agents reste limité, car un suivi médical obligatoire n'a pas été institué après l'accident.

## RÉCIT DE LA VISITE DE LA CENTRALE DE FUKUSHIMA DAICHI

*Notre visite débute sous un ciel gris, la pluie ajoutant une atmosphère pesante. Dès notre arrivée, nous entrons dans le nouveau bâtiment administratif de Tepco, une structure moderne conçue sans fenêtres pour limiter l'exposition à la radioactivité. Ici, 1 200 personnes travaillent quotidiennement. L'entrée est surprenante par sa simplicité : la seule précaution visible consiste à changer de chaussures. Une immense étagère accueille plus de 750 paires de chaussures et 1 000 casiers.*

*Le vice-président de l'entreprise en charge du démantèlement nous accueille. Son exposé est clair et technique, détaillant les avancées des travaux et les défis encore à relever. Il évoque les premiers rejets en mer des eaux traitées, initiés le 24 août 2023, et précise qu'à ce jour, aucune anomalie n'a été relevée dans les prélèvements effectués sur les eaux marines. Cependant, la responsabilité reste lourde, notamment vis-à-*

*vis des communautés locales, fortement dépendantes de la pêche.*

*Une fois à l'extérieur, le contraste est saisissant. Sous la pluie, des travailleurs marchent en pantalons remontés, baskets aux pieds, témoignant des 95 % de zones accessibles en tenue civile sur le site de la centrale nucléaire. Nous montons dans un bus équipé de dosimètres pour mesurer l'exposition aux radiations tout au long de la visite.*



Figure 36. Délégation dans la salle de réunion, sans fenêtre, le 9 avril 2024 (Crédit : Tepco)

10h50 : le dosimètre affiche 0,02  $\mu\text{Sv/h}$ .

*Nous passons à proximité des tranches 5 et 6, qui n'ont pas été endommagées lors de l'accident.*

10h57 : la mesure passe à 0,2  $\mu\text{Sv/h}$ .

*Ces tranches, situées à une altitude légèrement supérieure à celle des tranches 1 à 4, ont été épargnées grâce à une alimentation électrique de secours qui a résisté au tsunami.*



Figure 37. Délégation aux alentours de la centrale de Fukushima Daiichi, le 9 avril 2024 (Crédit : Tepco)

*Nous descendons pour accéder à une plate-forme d'observation. Malgré la pluie et le vent, nous observons les réacteurs accidentés en contrebas. Les panneaux pédagogiques détaillent les impacts du tsunami, notamment une cuve déformée sous la force des vagues. En parcourant le site, les stigmates de la catastrophe sont visibles. Véritable crève-cœur pour un exploitant nucléaire, les réacteurs éventrés.*

11h24 : 1,4  $\mu\text{Sv/h}$ .

*Les dosimètres s'emballent à mesure que nous approchons.*

11h38 : 7,01  $\mu\text{Sv/h}$ .

11h46 : 20,7  $\mu\text{Sv/h}$  devant les réacteurs 1 et 2.

11h58 : 57,5  $\mu\text{Sv/h}$ .

Pour atteindre le plus haut à 68,3  $\mu\text{Sv/h}$ .

*Les eaux traitées sont stockées dans des cuves doublées de bâches, et les résidus radioactifs sont confinés dans des conteneurs en béton. Nous observons plus de 400 cuves vertes en attente de destruction.*

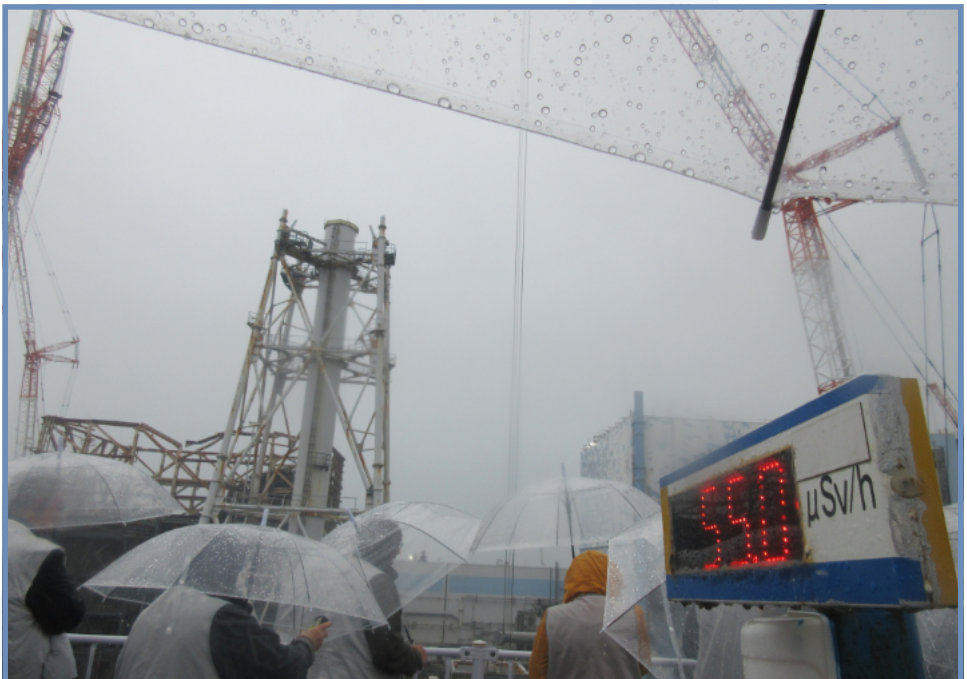


Figure 38. Délégation auprès des tranches accidentées n° 1 et n° 2, le 9 avril 2024 (Crédit : Tepco)

*Le site abrite également un bâtiment antisismique, construit six mois avant l'accident. Doté d'amortisseurs capables de résister à des secousses de 900 Gal, il sert de cellule de crise.*

*En quittant le site, nous faisons un arrêt près d'une ancienne maison de retraite située à 3 km de la centrale. Ce lieu, évacué à la hâte le soir du 11 mars 2011, reste figé dans le temps. Les voitures aux pneus dégonflés sont recouvertes de mousse et de lichen. À l'intérieur, les jeux de société sont toujours disposés sur les tables.*

*Nous passons également devant une ancienne ferme aquacole ravagée par le tsunami, qui utilisait autrefois l'eau chaude de la centrale pour son activité. Ce site est désormais un mémorial, rappelant la force dévastatrice de la catastrophe.*

*Nous poursuivons notre visite en nous intéressant aux conséquences environnementales de l'accident. À la question du suivi des habitats naturels et de la faune sauvage, la réponse est simple mais révélatrice : seule la zone de Nadolo fait l'objet d'un suivi spécifique. Ce secteur, utilisé comme zone d'expérimentation, permet de mesurer l'impact de la radioactivité sur les écosystèmes et la biodiversité. Ailleurs, les données manquent, et l'avenir reste incertain pour les populations animales et végétales.*

*La zone où nous nous trouvons, autrefois habitée, est aujourd'hui vidée de ses résidents. Les anciens propriétaires, évacués*



Figure 39. Photo de la délégation auprès d'une maison de retraite abandonnée, très proche de la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi, le 9 avril 2024 (Crédit : Anccli)

depuis 2011, sont autorisés à revenir jusqu'à 30 fois par an, mais uniquement pour des visites sans nuitée. Un programme de préparation est toutefois envisagé avant une éventuelle levée des restrictions, un projet encore lointain pour de nombreux secteurs.

Sur place, les traces de l'évacuation sont omniprésentes. Les véhicules abandonnés depuis la catastrophe restent figés dans le paysage.



Leur sort est incertain : il est interdit de les déplacer en dehors de la zone. Seuls les engins de chantier peuvent en sortir, à condition d'avoir été nettoyés et de ne pas dépasser une dose de  $0,5 \mu\text{Sv}$ . Une étude sur le recyclage ou la destruction des véhicules contaminés est en cours. Ces carcasses appartiennent désormais à l'État japonais, les anciens propriétaires ayant été indemnisés.

Figure 40. Photo de la délégation sur un parking proche de la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi, le 9 avril 2024  
(Crédit : Anccli)

Nous interrogeons un employé sur les caractéristiques des sols et des eaux. Il nous explique simplement : « L'eau trouble issue des terres contient du césium. L'eau claire, elle, en contient beaucoup moins. » Il conclut que le sol agit comme un filtre naturel, retenant une partie des contaminants.

Ces explications, données avec calme et pragmatisme, traduisent la complexité de la gestion des impacts environnementaux. Sur le terrain, entre absence d'habitant, véhicules abandonnés et écosystèmes altérés, la nature se réapproprie peu à peu l'espace, dans une coexistence étrange avec les marques durables de la radioactivité.

*Nous sommes frappés par l'immensité des défis techniques, environnementaux et humains que représente le démantèlement de Fukushima Daiichi. Malgré les avancées réalisées depuis 2011, les stigmates de la catastrophe sont encore bien visibles, et les travaux de reconstruction, de gestion des déchets et de réhabilitation de la région s'annoncent longs et complexes.*

*Avant l'accident, la forêt allait jusqu'à la mer, mais il a fallu faire de la place pour l'entreposage des déchets et des cuves. Ils ont gardé 300 cerisiers (emblèmes nationaux) devant les bâtiments des salariés contre les 1000 présents avant l'accident. Nous avons la chance de les voir en fleurs lors de notre visite.*

Dose individuelle prise : 0,01 mSv soit 10 µSv.

#### REMARQUE

L'ordre d'évacuation est intervenu très rapidement après l'inondation de la centrale (1h15), est-ce que nous serions aussi réactifs en France ?

## LES QUESTIONS DE NOTRE DÉLÉGATION ET LES RÉPONSES APPORTÉES

### Qu'en est-il du suivi radiologique ?

Les travailleurs de la centrale sont soumis à un contrôle obligatoire de leurs dosimètres, permettant de surveiller les doses de radiation reçues sur le site.

Un exercice d'évacuation radiologique et chimique est organisé chaque mois. Ces entraînements servent à préparer le personnel et à améliorer les procédures de communication en cas d'urgence.

Concernant le suivi médical, une visite annuelle est proposée, mais elle reste facultative. Ceux qui refusent ce suivi ne subissent aucune sanction.

### Comment le personnel de Tepco est-il organisé depuis 2011 ?

Depuis l'accident, Tepco a revu la gestion de son personnel. Une résidence a été construite à Okuma pour accueillir les travailleurs, et environ 750 employés y résident actuellement.

Contrairement à la pratique antérieure, qui prévoyait une rotation du

personnel tous les trois ans, le personnel spécialisé dans le démantèlement reste désormais à Fukushima en raison de la spécificité des tâches.

### Quels incidents ont affecté la réputation de Tepco ?

Des falsifications et des non-déclarations d'événements post-accident ont été rapportées, suscitant l'intervention de la NRA (Autorité de Régulation Nucléaire japonaise). Cette dernière a menacé Tepco de retirer son autorisation d'exploitation si des améliorations substantielles en matière de sûreté et de transparence n'étaient pas apportées.

### Quel produit est utilisé pour geler le sol autour des réacteurs ?

Le sol est gelé à  $-35^{\circ}\text{C}$  à l'aide de chlorure de calcium injecté dans des tuyaux enfouis à 30 mètres de profondeur.

### Comment est suivi le tritium dans l'eau ?

Le tritium est mesuré dans les rejets liquides au même titre que les autres radionucléides, mais il ne fait pas l'objet d'un suivi spécifique.

### Quelles sont les valeurs de contamination des rejets en mer ?

- Césium 137 : 90 Bq/L
- Strontium 90 : 30 Bq/L
- Tritium : selon le plan de TEPCO, après traitement, le taux de tritium est fixé à 1500 Bq/L soit 1/40 de la norme gouvernementale fixée à 60 000 Bq/L. Les analyses de l'eau tritiée rejetée effectuées par l'AIEA démontrent des niveaux de tritium largement inférieurs à la limite de 1 500 becquerels/litre. Les échantillons tests sont prélevés à 3 km de la centrale à 11 endroits différents. Les résultats de ces tests prélevés entre le 24 août 2023 (date du début du rejet) et le 11 septembre 2023 (fin du premier rejet) font état d'une concentration en tritium inférieure à 10 becquerels par litre (limites : 700 Bq/L dans un rayon de 3km de la centrale).

### Quelles mesures ont été prises pour améliorer la gestion des incendies ?

Un service de pompiers réside désormais sur le site 24h/24.

Aucun système de détection incendie n'est actuellement opérationnel dans les réacteurs.

Des exercices mensuels d'évacuation sont organisés, portant sur les

risques incendie et chimique. Ces entraînements permettent également de tester les procédures de diffusion de l'information.

### Comment est gérée une situation d'incendie dans une zone à proximité du corium ?

En cas d'incendie, des cellules d'urgence sont immédiatement activées.

Les personnels non essentiels, y compris les sous-traitants, sont évacués des zones concernées.

Dans les zones de haute température ou à proximité du corium, seules des équipes formées et en effectif réduit interviennent, en respectant des consignes strictes pour limiter les doses reçues.

Combien de salariés étaient présents sur le site au moment de l'accident ?

Environ 750 employés de Tepco travaillaient sur le site. Aucun chiffre précis n'est disponible pour les sous-traitants, ce qui est surprenant.

### Quelles doses de radiation ont été reçues par le personnel ?

La personne la plus exposée a reçu une dose supérieure à 250 mSv (valeur exacte non précisée).

Moins de 10 personnes ont reçu une dose excédant 200 mSv.

### Où réside le personnel actuel ?

Avant l'accident, la majorité des employés vivaient dans les communes environnantes, notamment Futaba.

Aujourd'hui, ils sont répartis entre Okuma (résidence Tepco), Naraha et Futaba.

### Comment est organisé le suivi médical post-accident ?

Le suivi médical post-accident n'est pas obligatoire. Une visite annuelle est proposée par l'État, mais son caractère facultatif pose des questions sur la possibilité de mener des études épidémiologiques fiables.

## ENTREPOSAGE DES TERRES ISSUES DES TRAVAUX DE DÉCONTAMINATION – JESCO À OKUMA

Jesco, une entreprise comptant environ 600 salariés, est chargée de la gestion des sites d'entreposage des terres issues des travaux de décontamination (site, routes, terres agricoles...). La société de retraitement est détenue à 99 % par l'État et sous couvert du ministère de l'Environnement.

L'installation couvre 1 600 hectares et l'entreposage des big-bags a débuté le 13 mars 2015, soit 4 ans après la catastrophe, pour une durée intermédiaire de 30 ans, avec une échéance fixée donc au 12 mars 2045.

Cela implique l'ouverture des sites, puis l'enlèvement ou la réutilisation des terres contaminées. Les nombreux acteurs que nous avons pu rencontrer (élus, exploitants, citoyens) considèrent que cette échéance ne pourra pas être respectée.

La loi japonaise impose que le stockage définitif ne devra pas se situer dans la préfecture de Fukushima. À terme, l'objectif est de rendre les terres à leurs propriétaires et dans leur état initial.

Dans la préfecture de Fukushima et les préfectures voisines, la décision de décontaminer les zones contaminées par les retombées radioactives a été prise en novembre 2011 avec un classement :

- Zones spéciales de décontamination (SDZ) : 1117 km<sup>2</sup> dans les 11 municipalités évacuées après l'accident.
- Zones de suivi intensif de la contamination (ICA) : 7836 km<sup>2</sup> dans 40 municipalités non évacuées mais présentant une radioactivité significative.

Pour la décontamination, la technique est la suivante :

- Décapage des 5 premiers centimètres de sol (terres agricoles et résidentielles). Cette méthode a permis de réduire les concentrations de césium 137 de 80 % dans les zones traitées.
- Remplacement de la couche de sol décapée par du granite concassé local.

- Zones résidentielles : nettoyage des toitures, gouttières et fossés.
- Forêts : seules les zones situées à 20 mètres des habitations ont été traitées (ébranchage, ramassage de feuilles).
- Épandage de substances (zéolites, engrais potassiques) fixant le césium pour limiter son relargage dans les zones plus éloignées des lieux de vie.

Si au départ, l'idée était relativement simple, le chantier de nettoyage, commencé en 2013 et achevé en 2019, a quant à lui été colossal.

Sur un site autrefois mesuré à 100 mSv/h, le débit de dose a été divisé par 10. Les terres ayant une activité inférieure à 8 000 Bq/kg sont considérées comme non radioactives et redeviennent cultivables. Le riz produit est contrôlé avant consommation.

Contrairement aux plaines agricoles et résidentielles, les zones boisées et montagneuses n'ont pas été décontaminées, à cause de la difficulté et des coûts très importants que représenteraient ces opérations (128 milliards d'euros, selon une des études intégrées à la revue publiée dans SOIL.) Or, celles-ci couvrent 75 % des surfaces situées dans le cône du panache radioactif. Ces forêts constituent un réservoir potentiel à long terme de césium, qui peut être redistribué par suite de l'érosion des sols, aux glissements de terrain et aux crues, en particulier lors des typhons qui peuvent traverser la région entre juillet et octobre. Cela explique l'importance de continuer à suivre régulièrement les niveaux de radioactivité dans les sédiments au niveau des fleuves côtiers et des lacs.

Le gibier, notamment la population de sangliers, est en forte augmentation. Il y a 3 ou 4 ans, ils ont dû en capturer en raison de leur nombre. Leur niveau de contamination mesurée atteignait 1 000 Bq/kg frais, bien au-delà des 100 Bq/kg tolérés pour les aliments.

### REMARQUES

Nous avons vu beaucoup de camions de transports de terres contaminées sur la route ainsi qu'énormément de pelleteuses illustrant l'ampleur des travaux de décontamination.

Il est prévu de décontaminer 52 communes de la préfecture de Fukushima.

- Coût total de la gestion des déchets : 24 milliards d'euros
- Personnel impliqué : 16 000 personnes
- Volume de déchets généré : 20 000 000 m<sup>3</sup>
- Volume de terres entreposées: 13 760 000 m<sup>3</sup>
- Nombre de camions pour le transport : 2 200 000
- Surface dédiée à l'entreposage : 16 km<sup>2</sup>
- Les déchets entreposés ont une activité supérieure 100 000 Bq/kg

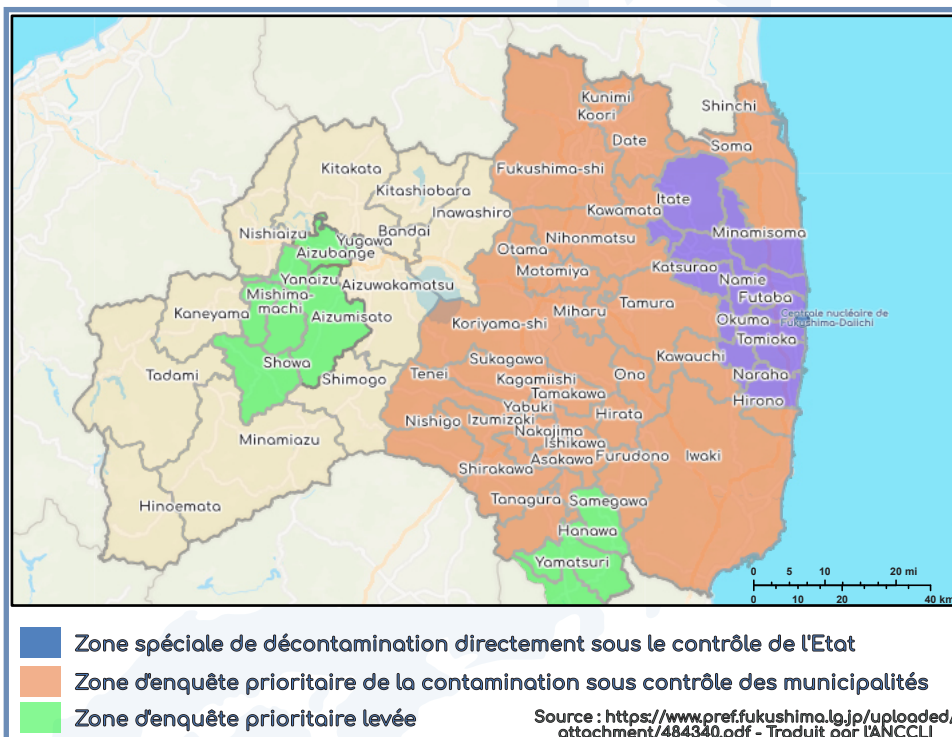


Figure 41. Carte de la préfecture de Fukushima et des zones de décontamination (Crédit : Anccli)

Tableau 2. Données sur la radioactivité des eaux en 2022 (en becquerel par litre) (Crédit : Tepco)

Année	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	A venir
Communes décontaminées	6	13	2	2	3	7	11	2	6

Une fois les déchets arrivés sur le site de Jesco, ils suivent un processus de tri avant traitement ou entreposage :

- **Les terres contaminées sont mises en entreposage :**
  - › dans des alvéoles de 15 mètres de profondeur,
  - › sous bâche et recouvertes 5 mètres de terre propre.
- **Les déchets verts sont incinérés sur site pour réduire leur volume.**
  - › Dans l'incinérateur, la température est descendue à 200°C pour solidifier la substance et ainsi éviter la dispersion des radioéléments.
  - › Les cendres sont ensuite fondues à 1300°C pour diminuer encore les volumes.
  - › L'entreposage est réalisé dans un fût en acier.

Il est confirmé que du méthane s'évapore sous les bâches, bien que cela ne soit pas mesuré.

#### REMARQUE

A posteriori, nous nous posons des questions sur les rejets atmosphériques de l'incinérateur et les mesures effectuées.

D'ici 30 ans, l'État doit rendre à leur état initial les 16 km<sup>2</sup> de terres, qui abritaient 2 700 habitants avant l'accident nucléaire. Actuellement, 90 % de ces terres, appartenant auparavant à des particuliers, ont été vendues à l'État.

Certaines familles possédaient des terres depuis plus de 700 ans et ne veulent pas les céder. Certains regrettent encore maintenant d'avoir vendu leur terre.

En 2045, le gouvernement espère pouvoir réutiliser les terres dont la radioactivité sera inférieure à 8000 Bq/kg. Trois projets de

démonstration, suscitant l'opposition des habitants, sont en cours. L'État prétend «faire le maximum», ce qui est perçu comme mensonger. Sur le site de démonstration, l'idée est de réutiliser la terre dans des infrastructures, comme des fondations routières. Des données sont publiées pour convaincre de cette faisabilité. Des essais sont notamment en cours à Itate, ainsi qu'un projet de parc à Shinjuku Gyen. Des données sont régulièrement publiées pour convaincre de leur possible réutilisation.

### REMARQUE

Les eaux de ruissellement ne semblent pas collectées (bois non décontaminés, débris à même le sol), le lessivage par l'eau de pluie des déchets a dû engendrer de la contamination surfacique avec des cumuls probables de points chauds dans le lit des rivières (d'où la mesure de point de contamination loin du territoire de Fukushima (plus au sud, vers Tokyo). Les Japonais ne parlent jamais de contamination surfacique en Bq/cm<sup>2</sup> mais seulement en débit de dose ambiant. Les forêts ne sont pas décontaminées et ne le seront jamais, mais elles ne sont pas interdites pour autant.

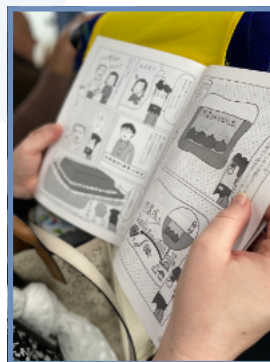


Figure 42. Différents outils pédagogiques pour expliquer la gestion des déchets et terres contaminées (Crédit : Anccli)

# VISITE DE LA CENTRALE NUCLÉAIRE D'ONAGAWA

## SON HISTOIRE

Nous nous rendons sur la centrale nucléaire d'Onagawa, le 13 avril 2024.

Elle est située sur la côte pacifique à l'Ouest de l'île principale du Japon, l'île de Honshu, plus précisément sur la péninsule d'Oshika, près de Matsushima, parmi une zone considérée comme abritant les plus beaux paysages du Japon.

Elle est installée, à 14,8 mètres au-dessus du niveau de la mer, sur une superficie de 173 hectares, à environ 70 km au nord de Sendai, sur le territoire de deux communes ; en partie sur la ville d'Ishinomaki et sur le bourg d'Onagawa, (district d'Oshika de la préfecture de Miyagi ). Il y a 3 routes qui mènent à la centrale, une dans la colline et 2 en contre bas utilisées par les secours notamment.



Figure 43. Photo de la centrale nucléaire d'Onagawa d'Epc  
(Crédit : Epc)

La centrale nucléaire de Onagawa est exploitée par la Tohoku Electric Power Company (Epcō) société anonyme qui exploite aussi la centrale d'Higashi-Dori. Cette société ne doit pas être confondue avec la Tokyo Electric Power Company souvent désignée par l'acronyme « Tepco ».

Près de 2 000 personnes travaillent, sur les trois tranches, en temps normal à la centrale d'Onagawa.

Elle est composée de 3 réacteurs à eau bouillante qui sont à l'arrêt depuis le tsunami de mars 2011 :

- Le réacteur n°1 de 524 MWe, mis en exploitation en juin 1984 est en attente de démantèlement.
- Le réacteur n°2 de 825 MWe, mis en exploitation en juillet 1985 est en attente de redémarrage après la fin des travaux de renforcement de la sûreté
- Le réacteur n°3 de 825 MWe, mis en exploitation en janvier 2002 fait l'objet d'études de rentabilité pour savoir s'il sera remis en service ou démantelé.

Bien que nous n'ayons pas eu la possibilité de rencontrer le personnel de la centrale et les équipes de secours – nous sommes samedi, le personnel ne travaille pas – la présentation de la part du Vice-directeur de la centrale et de l'adjoint du directeur de la centrale a répondu à nombre de questions que nous nous posions.

La centrale nucléaire d'Onagawa était la centrale nucléaire la plus proche de l'épicentre du séisme de mars 2011, deux fois plus proche que celle de Fukushima Daiichi.

Malgré quelques dégâts, les trois réacteurs de la centrale ont résisté avec succès au tremblement de terre et au tsunami de Tohoku, démontrant la capacité d'une installation nucléaire bien conçue à résister, à l'un des plus puissants séismes de compression majeure et à l'un des tsunamis le plus haut jamais enregistrés. Les réacteurs de la centrale d'Onagawa se sont également arrêtés en toute sécurité (Arrêt Automatique Réacteurs puis passage en Arrêt à Froid des installations), sans incident.

Plusieurs éléments l'expliquent :

- Une position géographique différente : la centrale nucléaire d'Onagawa a une position bien plus latérale que celle de Fukushima, qui était presque de front avec l'angle d'arrivée des vagues du tsunami. Ceci a réduit la force d'impact des vagues, même si le niveau de l'eau est monté dans les mêmes proportions sur les deux sites.
- Une digue et un terrain plus élevé : bien que les centrales de Fukushima Daiichi et d'Onagawa soient similaires à bien des égards, la différence la plus évidente est que Tohoku Electric a construit les bâtiments du réacteur d'Onagawa à une altitude plus élevée (14,8 mètres au-dessus du niveau de la mer) que les bâtiments du réacteur de Tepco à Fukushima.
- Un refroidissement préservé : les concepteurs de la Centrale d'Onagawa, avaient également pensé au fait précédent l'arrivée de la première vague d'un tsunami : le retrait important de l'eau. Aussi, avait-il été prévu que les tuyaux pompant l'eau de mer (destinée au refroidissement), aient leurs bouches placées à grande profondeur allié à la forme des puisards évitant le désamorçage des pompes hydrauliques. Ceci a eu l'heureuse conséquence de ne pas tarir la source de refroidissement des réacteurs.
- Intervention d'urgence. Tohoku Electric a également adopté une approche différente en matière d'intervention d'urgence, plus organisée, collaborative et contrôlée que celle de Tepco. Tohoku Electric a mis en place un centre d'intervention d'urgence à la centrale d'Onagawa, ainsi qu'au siège de l'entreprise.

En revanche, le port de pêche et la ville d'Onagawa, situés au fond d'une baie, ont été impactés de plein fouet, détruisant aux trois quarts les infrastructures qui sont toutes reconstruites aujourd'hui.

Hirai Yanosuke a été vice-président de la Tohoku Electric Company de 1960 à 1975. Il était catégorique sur les protocoles de sécurité et soucieux quant à l'importance de la protection contre les catastrophes naturelles. Sur son insistance et malgré les surcoûts engagés, l'entreprise a construit la centrale et sa digue à 14,8 mètres au-dessus du niveau de la mer, soit près de cinq fois la hauteur des prévisions.

L'entreprise a effectué diverses études et simulations pour anticiper les tsunamis avant le début de la construction en 1980. Les premières prévisions ont montré que les tsunamis dans la région avaient historiquement une hauteur d'environ 13 mètres. C'est cette hauteur qui a servi au dimensionnement de la centrale.

Après la construction, Tohoku Electric a également effectué des contrôles de sécurité périodiques pour assurer la sécurité de l'usine et des personnes. Un plan d'évacuation d'urgence existe au niveau communal et est validé au niveau national.

Selon la Commission d'enquête indépendante sur l'accident nucléaire de Fukushima (NAIIC) de la Diète nationale du Japon, la construction initiale de la centrale de Fukushima Daiichi était basée sur les informations sismologiques existantes, mais des recherches ultérieures ont montré que les niveaux de tsunami avaient été sous-estimés.

Alors que Tohoku Electric a tiré les leçons des tremblements de terre et des tsunamis passés, dont un au Chili le 28 février 2010, et a continuellement amélioré ses contre-mesures, Tepco a, quant à elle, ignoré ces avertissements. D'autant plus que Tepco avait, en 1967, enlevé 25 mètres de la falaise naturelle de 35 mètres de hauteur du site de la centrale de Daiichi pour faciliter le transport de l'équipement et réduire les coûts de construction puis construit les bâtiments du réacteur à une altitude beaucoup plus basse de 10 mètres.

## LE 11 MARS 2011 ET LES JOURS QUI ONT SUIVI

Un centre de crise local et un au niveau national ont été créés immédiatement après le tremblement de terre. Le quartier général a soutenu les opérateurs de la centrale minute par minute tout au long de la catastrophe. Des superviseurs et des ingénieurs en chef ont été dépêchés dans les salles de commandes principales des réacteurs endommagés pour prendre des décisions, et l'information a été envoyée en temps opportun à tous les niveaux de l'équipe d'intervention.

Lors de la catastrophe, les salariés du site de la centrale d'Onagawa sont restés « coincés » à l'intérieur de la centrale pendant plusieurs jours. Heureusement, aucun décès n'a été déploré parmi les employés sur site à cause du tsunami, bien que beaucoup d'entre eux aient perdu des membres de leur famille vivant dans les communes littorales des environs et, pour certains, toute leur famille à cause de

la vague. Certains salariés ont pu regagner leur domicile à pied et ont été remplacés par d'autres.

Se sont également réfugiés, dans la centrale, 364 habitants des environs, pendant trois mois. Initialement, ils avaient été accueillis au centre d'information du public (CIP), mais en raison des coupures d'eau et d'électricité sur ce site, ils ont été transférés dans le gymnase de la centrale, où ils ont pu rester à l'abri, au cœur du site nucléaire.

Les secours ont été facilités par l'héliport de la centrale, qui disposait d'un hélicoptère permanent. Cet équipement a permis d'évacuer les blessés, de venir en aide aux femmes enceintes et d'apporter de la nourriture aux réfugiés.

Dès le lendemain de la catastrophe, la centrale d'Onagawa a détecté une augmentation de la radioactivité ambiante due à l'arrivée de radionucléides provenant de la centrale de Fukushima. Cependant, les employés ne savaient pas immédiatement que cette contamination venait de Fukushima. Des recherches ont été effectuées en interne pour sécuriser les installations avant qu'ils n'apprennent, bien plus tard, l'origine de cette hausse de radioactivité.

En termes de communication, le 11 mars 2011, le téléphone interne avec le siège de Tohoku Electric a toujours fonctionné, tout comme le téléphone satellitaire, permettant une gestion efficace de la situation malgré l'ampleur de la catastrophe.

## LA PRISE EN COMPTE DU RETOUR D'EXPÉRIENCE DE FUKUSHIMA

La centrale d'Onagawa est actuellement la plus avancée dans son plan de reconstruction post-Fukushima. Environ 5 000 personnes y travaillent pour assurer la mise en conformité, principalement sur des travaux de génie civil.

La tranche 1 a été déclassée, car le réacteur, âgé de 40 ans, était trop ancien pour justifier des travaux de sûreté. Le redémarrage de la tranche 2 est prévu en septembre 2024, bien qu'initialement son redémarrage ait été planifié pour mai 2024, soit 13 ans après la

catastrophe de Fukushima. Ce retard est dû à des travaux supplémentaires nécessaires pour améliorer sa sûreté. Ce sera le premier réacteur REB (Réacteur à Eau Bouillante) à redémarrer. Concernant la tranche 3, les discussions sur son redémarrage sont encore en cours.

La nouvelle digue mesure 680 mètres de long pour 29 mètres au-dessus de la mer. La demande des scientifiques pour la mise en



Figure 44. Photo de la centrale nucléaire d'Onagawa d'Epcoc - au pied de la digue de 29 mètres (Crédit : Epcoc)

protection du site d'un tsunami était de 23,4 mètres maximum. L'entreprise a fait le choix de monter à 29 mètres qui est la hauteur la plus haute réalisable avec cette technique de pieu.

De nombreux travaux de renforcement structurel et de sûreté ont été engagés :

- **Antisismique :**

- › Installation de 6 600 renforcements antisismiques.
- › Renforcement des structures du bâtiment réacteur et modernisation sismique des conduites de vapeur principales.
- › Supports sismiques pour les unités de commande hydraulique.
- › Barrières en salle de commandes pour protéger les opérateurs lors de séismes.

- **Contre les tsunamis :**

- › Construction d'une digue de protection emblématique, haute de 29 m et longue de 800 m, conçue pour résister à un tsunami estimé à 23,1 m.
- › La digue possède une structure en pieux d'acier de 2,2 à 2,5 m de diamètre, enfoncés jusqu'à la roche, avec des barrières en acier pour résister à l'eau et aux débris.

- **Sécurisation des sources d'alimentation électrique**

- › Installation de trois générateurs diesel de secours par tranche, connectés au réseau électrique.
- › Mise en place de lignes électriques de secours extérieures permettant un secours mutuel entre tranches.
- › Déploiement de quatre camions générateurs à turbine à gaz (deux de 4 500 KVA/3 600 KW chacun, et deux unités de contrôle), stationnés à 60 m au-dessus du niveau de la mer.
- › Trois cuves à fioul enterrées, dont une de 100 000 litres.

- **Gestion de l'eau et refroidissement**

- › Réservoir de stockage d'eau douce de 11 000 m<sup>3</sup> couplé à un camion-pompe pour refroidir le réacteur et la piscine de désactivation.
- › Pompes à injection d'eau fonctionnant sans électricité.
- › Installation d'un mur de séparation entre les pompes.

- **Gestion chimique et radiologique**

- › Mise en place de 19 recombineurs d'hydrogène sur la tranche 2 et du filtre "U5" (déjà en usage en France).
- › Système de ventilation de confinement filtrée pour maîtriser les rejets en cas d'explosion.
- › Canons à eau pour limiter la dispersion de matières radioactives.

- **Autres aménagements :**

- › Construction d'un centre d'intervention d'urgence de 4 305 m<sup>2</sup> (deux étages hors sol et deux en sous-sol), capable d'accueillir jusqu'à 200 personnes. Ce bâtiment est équipé d'installations électriques, de communications, et d'habitabilité, avec des fondations antisismiques de 6 m et des filtres sur les bouches d'arrivée d'air.
- › Aménagement de paroi coupe-feu autour du site, par déboisement et pulvérisation de mortier ignifuge sur des zones montagneuses.

L'ensemble de ces modifications doit permettre à la centrale de continuer à fonctionner et gérer la crise sans aide extérieure pendant une semaine.

Pour Tohoku Electric, le redémarrage de la centrale d'Onagawa fait suite à un investissement total de 570 milliards de yens (3,48 milliards d'euros) dans les mesures de sécurité visant à respecter des règles plus strictes adoptées après la catastrophe de Fukushima.

*En sortant de cette matinée à Onagawa, nous nous posons de nombreuses questions sur ce qu'on ferait en France.*

- En France, présence d'un hélicoptère sur le site mais pas d'hélicoptère présent sur site : serait-ce utile ?*
- En France, existe-t-il un plan d'évacuation par centrale notamment en fonction des vents dominants, de la capacité des routes... ?*
- Est-ce que les centrales seraient autonomes pendant 1 semaine en France ?*
- Est-ce que le fait d'arrimer au sol les véhicules serait une bonne pratique à déployer en France pour les véhicules de la FARN ?*

#### REMARQUE

Il n'y a pas de portique de contrôle de radioactivité (C3 notamment) en sortie de site. De même, la piscine combustible est située juste au-dessus du bâtiment réacteur qui entraîne un mode dit « commun » qui n'existe pas sur les REP en France.

### LES QUESTIONS DE NOTRE DÉLÉGATION ET LES RÉPONSES APPORTÉES

Quel a été l'impact du tsunami sur les bâtiments de la centrale d'Onagawa ?

La ville d'Onagawa a été la plus touchée de la péninsule par le tremblement de terre et le tsunami. La péninsule a subi un affaissement d'un mètre.

La centrale s'est retrouvée isolée.

Des dégâts ont été constatés dans le bâtiment des turbines des tranches en fonctionnement. Les infrastructures du site, comme les routes, ont été endommagées et certains bâtiments présentaient des

fissures. En revanche, les bâtiments réacteurs n'ont pas subi de dommages structurels.

### Quel a été l'impact du tsunami sur le personnel ?

Le personnel est resté calme, discret et discipliné, appliquant les consignes qu'il connaissait pour gérer une crise.

Les relèves ont été compliquées : certaines fonctions n'ont pas pu être assurées en continu, car des salariés étaient occupés à débayer les dégâts chez eux. Certains ont dû rentrer à pied.

Les routes impraticables ont empêché de nombreux employés de rentrer chez eux pendant plusieurs jours, certaines restant bloquées pendant une semaine.

Dès que possible, des engins ont commencé à débayer et les travaux de reconstruction ont débuté rapidement, par la seule volonté de l'exploitant nucléaire, sans l'aide des autorités.

Le 12 mars, une montée de la radioactivité a été détectée sur le site, perturbant l'équipe qui ne comprenait pas immédiatement la source de cette contamination :

- Le site a enregistré un débit de dose de 21  $\mu\text{Sv}/\text{heure}$ , déclenchant l'état d'urgence à 12h50, conformément à la législation japonaise. Dix minutes plus tard, ce niveau est retombé à 10  $\mu\text{Sv}/\text{heure}$ .
- À 13h55, l'AIEA a confirmé que des niveaux de radioactivité supérieurs aux normes avaient été détectés autour de la centrale.
- À 21h45, les autorités japonaises ont déterminé que ces retombées provenaient de la centrale de Fukushima Daiichi, offrant les premières indications sur la propagation des radionucléides en termes d'orientation et de vitesse.

### Comment les organisations ont-elles évolué après le tsunami ?

L'organigramme et les missions ont été adaptés. Depuis 13 ans, la centrale est en phase de surveillance. Mais, en vue du redémarrage, des formations sont organisées pour renforcer les compétences des opérateurs et agents de maintenance.

Une cellule de crise existait déjà avant le tsunami et continue de fonctionner.

Actuellement, 600 salariés de Tohoku Epco travaillent sur le site, représentant 40 % des effectifs totaux.

### Quels critères guident les travaux de mise en conformité de la centrale ?

*Avant l'accident de Fukushima, la réglementation était supervisée par le ministère de l'Économie et le ministère de l'Environnement. Désormais, la NRA (Nuclear Regulation Authority), une autorité indépendante, impose les normes et exige leur application stricte par les exploitants.*

*Les travaux de mise en conformité actuels sont obligatoires et identiques pour tous les exploitants. Cependant, Tohoku Electric a toujours privilégié la sûreté et la sécurité.*

*Les travaux les plus importants ont concerné le génie civil.*

*Environ 5000 personnes, issues de différents métiers, ont participé à ces travaux de mise en conformité.*

Le projet de redémarrage de la centrale d'ONAGAWA 2 représente un véritable défi pour Tohoku Electric Power Company, tant pour les équipes de la centrale que pour les dirigeants et les actionnaires.

Véritable symbole, le réacteur n° 2 d'Onagawa sera à la fois le premier réacteur à être redémarré après la catastrophe de 2011 dans la zone touchée par le tremblement de terre. Il sera le premier réacteur de type REB à reprendre ses activités dans le pays à la suite de la catastrophe. Après les essais fonctionnels en septembre, le défi a été relevé le 29 octobre dernier avec le redémarrage du réacteur n°2.



# RENCONTRES AVEC LES ÉLUS

## VISITE DE LA VILLE DE KAWAUCHI ET RENCONTRE AVEC LE MAIRE

Le maire, M. Yuko Endo, débute son intervention en exprimant toute sa fierté de sa ville et des paysages, « c'est cet environnement qui le rend détendu ».

Commune située à l'intérieur de la zone de 20 km de la centrale de Fukushima, le village montagneux, agricole et d'élevage, a été classé dans la zone d'exclusion en 2011 puis reclassé, en 2012, sur les 2 zones : « zone préparée à la levée des restrictions » et « zone de résidence restreinte ». Les restrictions sont finalement levées sur l'ensemble du territoire en 2016. Le taux de retour est de 80% aujourd'hui. Des initiatives pour l'évaluation de la situation radiologique du village et des expositions des villageois ont été menées par les habitants. La commune essaie de réactiver ses industries principales en créant de nouvelles activités (comme viticulture-œnologie, etc.). L'Université de Nagasaki soutient le village de Kawauchi dès 2011 pour la surveillance et le suivi de la radioactivité.



Figure 45. Photo de la délégation devant la mairie de Kawauchi (Crédit : Anccli)

## L'ÉVACUATION DE KAWAUCHI

Voici le rappel des faits pour bien comprendre les informations officielles du Japon et celles détenues par la population au moment de l'accident :

- 11 mars 2011 - 19h03 : déclaration d'urgence nucléaire.
- 11 mars 2011 - 21h23 : ordre de l'État d'évacuation des habitants à 3 km de la centrale.
- 12 mars 2011 - 5h44 : ordre de l'État d'évacuation des habitants à 10 km de la centrale.

À Kawauchi, le maire nous explique qu'il a eu peu d'information de la part de la centrale au moment des faits et pas plus de la part du gouvernement. C'est lui seul qui a pris la décision, le 16 mars 2011 d'évacuer sa population à Koriyama à 1 heure de Kawauchi, soit 5 jours après l'événement.

Entre 6000 et 8000 habitants de Tomioka sont arrivés en exil à Kawauchi pensant être suffisamment loin de la centrale et en hauteur vis-à-vis des conséquences du tsunami. À Tomioka au moment de l'accident, il n'y avait pas d'information de la part de la centrale et il n'y avait plus d'électricité, les habitants ont évacué vers Kawauchi sans savoir qu'il y avait eu un accident nucléaire. C'est en arrivant à Kawauchi et en regardant la télévision qu'ils ont appris l'accident et qu'ils ont décidé de prendre les comprimés d'iode, mais trop tard. Il faut se rappeler qu'à la suite du tsunami, beaucoup de moyens de communication étaient coupés. Une seule chaîne de télévision fonctionnait. Et les habitants qui croyaient aux mythes du « zéro risque nucléaire » ont dû se rendre à l'évidence en voyant les images.

Le maire de Kawauchi a donc dû gérer également l'évacuation de ces premiers exilés. L'évacuation a été compliquée, avec beaucoup de stress et de la promiscuité.

## LE RETOUR SUR LA DISTRIBUTION DE COMPRIMÉS D'IODE

Les quatre communes proches de la centrale avaient un stock stratégique. La commune de Kawauchi quant à elle n'en avait pas.

Ce n'est qu'au 15 mars 2011, que la question de la distribution de comprimés d'iode a été posée ; lors de l'arrivée des citoyens de la commune de Tomioka qui, eux, avaient un stock stratégique. Les adultes ont pu en bénéficier, puis les enfants, et un doute est resté sur le fait de pouvoir en donner à des femmes enceintes bien que l'organisation mondiale de la santé priorise justement les femmes enceintes. Dans tous les cas, une prise de comprimés d'iode 5 jours après la catastrophe était alors inefficace.

Depuis l'accident, la mairie de Kawauchi a acheté des comprimés d'iode pour sa population.

### REMARQUE

La prise des comprimés d'iode ne semble pas avoir fait l'objet d'une communication de la part du gouvernement, ce sont les habitants ou les maires qui ont pris l'initiative d'administrer les comprimés d'iode mais évidemment pas au moment opportun. Nous voyons que la sécurisation des moyens de communication lors d'un tel événement est primordiale pour la survie de la population.

### LE RETOUR À KAWAUCHI

Le 31 janvier 2012, le maire est autorisé à revenir à Kawauchi car le débit de dose ambiant est faible. Le maire a installé une mairie provisoire au niveau du lieu d'évacuation. La première chose qu'il a faite a été de recenser sa population, chose rendue difficile par l'éclatement des habitants de Kawauchi sur plusieurs communes autour de Koriyama.

Le 1<sup>er</sup> avril 2012, retour de la mairie à Kawauchi (soit 1 an après) afin de préparer le retour des habitants.



Figure 46. Photo de la mairie provisoire de Kawauchi (Crédit : Kawauchi)

A cette époque, le retour est très difficile car il y a beaucoup d'angoisse et de peur au sein de la population. Les conditions de vie étaient difficiles et il fallait aménager l'environnement quotidien. Les personnes âgées ont voulu revenir rapidement mais les jeunes ne voulaient pas par peur et par crainte pour leurs enfants.

Le maire a mis en place une communication importante sur le risque de radioactivité : une infirmière se rendait dans chaque habitation pour répondre aux questions et expliquer car le problème de santé était leur souci majeur. Cette infirmière a logé pendant 3 ans chez l'habitant.

Évacuer est plus facile à dire et à comprendre mais revenir est très difficile. La population a une méfiance importante envers l'Etat et le département (anxiété, discrimination, futur incertain).

Le 14 juin 2016, les restrictions sont levées sur l'ensemble de la commune, soit 5 ans après l'accident nucléaire.

« Il faut être prêt à toute éventualité », souligne un responsable local en rappelant l'importance de former la génération future et d'améliorer la communication pour faire face aux crises.



L'emblème de la commune, une grenouille, symbolise le retour chez soi.

L'accident nucléaire a imposé un changement de vie radical, mais la commune de Kawauchi, portée par des projets innovants et une volonté de reconstruction, se tourne résolument vers un avenir positif malgré les nombreux défis qui subsistent.

Le mandat de Maire au Japon est de quatre ans. Des élections ont eu lieu au moment de l'exil, et beaucoup de maires, fatigués de la charge qui leur incombait à la suite des événements, n'ont pas voulu ou n'ont pas pu être réélus. Le maire de Kawauchi, M. Endo, est le seul maire réélu autour de Futaba.

## LE RETOUR SUR LA COMMUNICATION MISE EN ŒUVRE APRÈS L'ACCIDENT

La mairie a beaucoup communiqué sur la radioactivité et a fait venir une experte pour répondre aux différentes questions des habitants. L'experte est restée 3 ans et demi avec les habitants. Cette personne a effectué des actions de communication et sensibilisation de la population notamment pour répondre à des questions lors du retour dans la commune.

Les habitants les plus inquiets par le problème de la radioactivité ont été les femmes avec enfants. Elles ont donc posé beaucoup de questions pour connaître l'impact de la radioactivité sur les activités des enfants comme savoir si elles pouvaient laisser les enfants et le linge dehors.

Deux universitaires sont également venus expliquer les tests sanitaires réalisés notamment sur la thyroïde, dont le professeur Takamura présent lors de notre visite.

Il y a un contrôle de la thyroïde tous les 2 ans pour les habitants de Kawauchi.

## LE VILLAGE DE KAWAUCHI AUJOURD'HUI, 13 ANS APRÈS

Nous pouvons synthétiser la vie de Kawauchi, aujourd'hui, sous deux angles :

- **Le premier autour de la reconstruction et les espoirs d'avenir avec :**
  - › *Le retour progressif des habitants :*
    - » *En 2011, la commune comptait 3028 habitants. En 2024, ils sont 2271, soit un retour de 80,9 %.*
    - » *Toutefois, plus de 50 % de la population est désormais âgée.*
  - › *La relance économique et agricole avec :*
    - » *Le retour des industriels et développement d'une agriculture innovante, notamment en hydroponie.*
    - » *La mise en place de cultures spécifiques :*
      - *Vignes : Chardonnay, Cabernet Sauvignon, Merlot pour le vin, et Viognier pour le raisin de table.*
      - *Fraises : Une culture emblématique pour la région.*

- » *Le laboratoire de Kawauchi joue un rôle clé dans le soutien à ces activités agricoles et industrielles.*
- › *La reconstruction des infrastructures :*
  - » *Pour les routes : Développement d'infrastructures routières essentielles pour les échanges économiques.*
  - » *Pour les logements : Subventions pour la reconstruction de maisons privées et pour les logements publics.*
  - » *Pour l'école : rouverte en 2011 après le regroupement des écoles des communes voisines dont l'évolution du nombre d'élèves est la suivante :*
    - *2010 : 232 élèves.*
    - *2011 : 76 élèves (après le tsunami).*
    - *2012 : 36 élèves.*
    - *2023 : 98 élèves.*
  - » *Pour le budget communal :*
    - *3 milliards de yens en 2011 (environ 20 000 000 euros en 2024)*
    - *Augmentation à 10-12 milliards pendant la période post-accident, avant de revenir à la normale en 2024.*



Figure 47. Photo des opérations de décontamination (Crédit : Kawauchi)

- **Le second autour des défis et des enjeux sociaux avec :**
  - › *Le vieillissement et la perte de population :*
    - » *Une partie des jeunes refuse de revenir, accentuant le vieillissement démographique.*
    - » *La population restante dépend de plus en plus de l'administration locale.*
  - › *Les conflits et frictions dans la population autour de 3 sujets notamment :*
    - » *Eau traitée sur le site de Tepco : les rejets font débats au sein de la population.*
    - » *Déchets radioactifs : Entreposage intermédiaire prévu jusqu'en 2045, avec le doute persistant sur la capacité à décontaminer toutes les communes.*
    - » *Indemnisations : Inégalités entre les habitants.*
  - › *Les conséquences humaines :*
    - » *L'accident a profondément bouleversé la vie des habitants, provoquant stress et dépression, notamment chez les personnes âgées.*
    - » *La possibilité de retour a aussi créé des conflits au sein des familles tout comme le sujet des indemnisations.*
    - » *Décès liés à l'évacuation :*
      - *102 décès dans la commune de Kawauchi.*
      - *À l'échelle de la préfecture : 1830 morts dus au séisme et au tsunami, mais 2335 décès supplémentaires causés par l'évacuation.*

**L'évacuation a cassé les relations humaines et a remis en cause la dignité humaine.**

Tous les élus rencontrés que ce soit à Kawauchi, Futaba ou Namie, sont résolument tournés vers l'avenir, certains ont même davantage évoqué la reconstruction que l'accident en lui-même. Nous avons tous pu ressentir comme une envie de tourner la page et d'arrêter d'en parler.

**La reconstruction du village de Kawauchi est, elle aussi, résolument tournée vers l'avenir.**

## **CONCLUSION DU MAIRE DE KAWAUCHI**

« L'accident nucléaire a complètement cassé nos vies. La dignité de l'homme est bafouée. Qu'est-ce que c'est que vivre pour un agriculteur s'il est en exil ? » - Témoignage du Maire

Selon le maire de Kawauchi, la population doit se préparer. En effet, ce sont les habitants qui subissent les catastrophes et la fragilité mentale devient chronique.

Pour lui, les solutions viennent du terrain. En 2013, il est allé à Tchernobyl pour se rendre compte réellement des choses par lui-même, c'est différent des écrits. Il a ainsi pu mettre en œuvre des pratiques issues de son expérience à Tchernobyl.

Le fait d'avoir des informations de la part des médias et de communiquer sur le risque est primordial.

Il nous évoque le fait de ne pas être en colère et qu'il faut penser davantage à reconstruire pour créer un futur différent, pas identique à l'ancien, innover.

Il nous dit qu'il faut rebondir, positiver, former les habitants, communiquer positivement pour la génération future. Communiquer sur nos origines, nos racines, ne pas oublier d'où on vient pour recréer cette cohésion sociale qui a disparu avec l'accident.

La reconstruction passe aussi par la mise en place d'outils pour échanger avec les gens et redynamiser le tissu social. Une nouvelle école a ainsi été construite par le regroupement des écoles anciennes. Un tiers des 20 % de population non revenue sont des familles avec jeunes enfants. La reconstruction de l'école fait donc partie d'une stratégie pour rassurer les familles et envisager leur retour.

## VISITE DE LA SALLE DE CONTRÔLE DE RADIOACTIVITÉ

À Kawauchi, les habitants et les élus ont souhaité prendre en main le contrôle de la radioactivité dans leur alimentation. Nous visitons la salle de contrôle mise en place sur la commune.

Le laboratoire, situé à Kawauchi, est ouvert aux habitants, aux industries locales, et même aux communes voisines. Il emploie trois habitants pour assurer le contrôle des aliments.



Figure 48. Photo de la visite de la salle de mesure de la radioactivité (Crédit : Anccli)

Depuis la création du laboratoire local, 32 700 analyses ont été effectuées sur une grande variété de produits : légumes, plantes, poissons, fruits, riz, miel, viandes, nouilles, et œufs. Parmi ces échantillons, seulement 36, soit moins de 1 %, ont dépassé le seuil critique de 100 Bq/kg. Les principaux produits contaminés identifiés sont les champignons, le gibier, notamment les sangliers, et certaines plantes de montagne.

Deux appareils de spectrométrie gamma sont utilisés pour mesurer la radioactivité des aliments, en particulier les isotopes 134 et 137 du césium, garantissant que les produits locaux respectent les normes.

Lorsqu'un produit est apporté pour analyse, il est d'abord mixé, et un échantillon de 500 g est prélevé. La mesure au spectromètre gamma dure environ 30 minutes, et les résultats, imprimés sur place, sont remis directement aux personnes concernées.

Les aliments contenant moins de 50 Bq/kg sont considérés propres à la consommation et peuvent être vendus. Ceux dont la radioactivité se situe entre 50 et 100 Bq/kg ne sont pas autorisés à la vente, mais les habitants peuvent les consommer chez eux. Les produits dépassant 100 Bq/kg sont classés comme contaminés et éliminés en tant que déchets classiques.

Par ailleurs, un magasin local permet la vente des produits conformes, présentant une radioactivité inférieure à 50 Bq/kg. Ce dépôt-vente est accessible à tous, y compris aux non-résidents de Kawauchi.

En ce qui concerne les productions agricoles, la décontamination des champs de riz a été effectuée avec soin, notamment par

retournement des sols ou décapage, permettant une reprise des cultures en toute sécurité. Bien que l'étiquetage des produits agricoles de Fukushima ait été obligatoire jusqu'en 2017, cette contrainte a été levée. Cependant, les contrôles rigoureux se poursuivent pour garantir la confiance des consommateurs.

Le système de surveillance mis en place à Kawauchi illustre l'engagement de la commune à protéger ses habitants tout en soutenant une reprise économique durable. Grâce à ces efforts, la sécurité alimentaire est devenue un facteur de résilience pour la communauté.

### VISITE DU VIGNOBLE

C'est dans le cadre de la revitalisation que la mairie, avec l'aide de l'État, a créé cette exploitation viticole situé à 710 mètres d'altitude sur un terroir granitique.



Figure 49. Photo de la visite du vignoble  
(Crédit : Anccli)

À ce jour, 11 000 cepes de vigne ont déjà été plantés et 10 000 sont en projet. Les récoltes ont lieu de la fin septembre au début du mois de novembre. Les raisins sont testés ainsi que le vin. Les premiers résultats n'affichent aucune radioactivité détectable. La première vinification a débuté en 2020, après que l'exploitant de Kawauchi a été formé par un vigneron de Yamashi. A côté de la culture du raisin pour le vin, 40 agriculteurs produisent du raisin de table. Aucun n'utilise de produit phytosanitaire.

La dynamisation de la ville est passée par l'aménagement de parc industriel et de nouvelles filières, comme : le vin, le raisin de table et la culture de fraises. Les habitants sont très attachés à la terre et les efforts de revitalisation se sont essentiellement portés sur l'agriculture.

### TÉMOIGNAGE DU PROFESSEUR TAKAMURA

Une semaine après l'accident, il nous explique qu'il s'est rendu à Fukushima pour participer à la communication de risque. Il raconte que les habitants étaient dans une confusion totale.

L'Université où travaille le Professeur a créé un bureau à Kawauchi. C'est ce qui a permis d'envoyer l'étudiante diplômée qui avait 24 ans à l'époque.

Les exils ont eu lieu en plusieurs étapes - à ce titre Fukushima est très différents de Tchernobyl, où une zone interdite d'accès, de 30 km, a été établie dès le départ, sans retour, malgré la faible radioactivité. L'option prise par le gouvernement japonais est différente : il a misé sur un retour rapide des populations sur les zones décontaminées. Dès 2011, habitants et élus œuvrent pour cette possibilité de retour.

La catastrophe de Fukushima doit permettre un retour d'expérience sur l'évacuation.

Le rôle des élus et des fonctionnaires au moment de l'exil a été très complexe. En effet, ils gardaient la responsabilité de leur citoyens quand bien même ceux-ci pouvaient être dispersés sur plusieurs lieux. Au Japon, 38 départements se sont portés candidats pour accueillir

les habitants en exil. Les maires ont conservé leurs prérogatives de protection des habitants, même logés dans une salle d'exposition ou dans un gymnase. Ceux-ci ont travaillé à la construction, notamment de logements provisoires ou à la négociation avec les autorités locales pour de possibles logements temporaires.

La question du devenir du cheptel et des animaux domestiques, de la population évacuée, a été une lourde problématique, en effet, plus de 650 000 animaux ont dû être euthanasiés.

Pour les entreprises, l'évacuation ayant eu lieu le 15 mars, ce temps a été suffisant pour prendre ce qui était nécessaire dont les données informatiques telles que les références clients. Près de 90 % des entreprises ont repris leur activité. Les entrepreneurs qui ont arrêté l'ont fait plutôt parce qu'ils étaient trop vieux mais dans l'ensemble leur chiffre d'affaires a diminué.

**Bien que les doses reçues par les gens de Kawauchi fussent faibles, l'exil fut difficile et angoissant.**

*Ce que nous retenons en partant de Kawauchi, c'est que la colère n'est pas un outil. Nous retenons également la fierté du Maire (depuis 24 ans et récemment réélu) pour sa commune et son émerveillement pour le paysage qui l'entoure. Nous comprenons également que vouloir retrouver la situation comme elle l'était avant l'accident n'est pas la bonne solution et, en tout cas, n'est pas celle choisie ici.*

#### RECOMMANDATION

Les territoires devraient réfléchir, en amont d'une crise – qu'elle soit causée par un accident industriel ou une catastrophe naturelle – à sa résilience et à un avenir alternatif.

#### QUESTIONNEMENT

Faut-il étendre nos zones PPI en France à 30 km ? Faut-il avoir un PPI pour la gestion de crise et un plan dédié au post-accident dont le périmètre serait bien plus étendu ?

## VISITE DE LA VILLE DE FUTABA ET RENCONTRE AVEC LE MAIRE

*« La ville est riche en nature, entourée par la mer et les montagnes » - Les premiers mots prononcés par le Maire lors de notre rencontre*

La ville de Futaba, située à 5 km de la centrale de Fukushima est la ville qui a le plus souffert de l'accident nucléaire de Fukushima. Une grande partie de la ville est encore dans la zone d'exclusion, les levées de restrictions se feront en dernier. Un nouveau plan gouvernemental de décontamination a été mis en place pour réduire plus encore la contamination dans la zone d'exclusion.

Avant le tsunami, la ville de Futaba accueillait notamment une industrie du foulard avec la marque « Embrassez-moi » et une activité de tourisme.

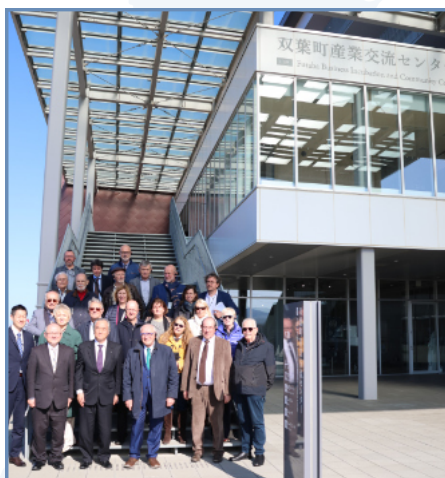


Figure 50. Photo devant la Mairie de Futaba (Crédit : Ancli)

La ville de Futaba déplore 181 décès, dont 21 personnes sont décédées à cause du tsunami et 5 personnes n'ont jamais été retrouvées.

Si le maire reste critique par rapport au manque de vigilance d'une entreprise qui a entraîné l'accident nucléaire, il défend que le nucléaire peut-être une bonne chose pour diminuer la part de l'énergie fossile et répondre à l'enjeu du changement climatique. Dans les faits, les deux réacteurs qui sont sur son territoire, sont amenés à être démantelés.

*« Toutes les maisons et forêts sont condamnées » poursuit le Maire*

Dès les premières minutes le Maire nous exprime sa fatigue. En effet, au Japon, les maires exercent beaucoup de responsabilités, ils ont géré l'évacuation, la reconstruction et se sont sentis seuls...**ils sont tous fatigués par les 13 ans qui viennent de s'écouler depuis l'accident et veulent tourner la page.**

## LES MESURES D'URGENCE MISES EN PLACE LORS DE L'ACCIDENT

Pour bien comprendre la situation à Futaba et les informations détenues par la population au moment de l'accident, voici les principaux éléments des premières heures.

Le 11 mars 2011, à la suite du séisme, la population n'a pas été évacuée malgré l'alerte de l'État car, selon le maire de Futaba, les habitants pensaient que la vague mesurerait seulement un mètre de haut, et non 15 mètres.

**Le 11 mars, à 19h03, l'urgence nucléaire est déclarée.**

Le 11 mars, à 21h23, l'État donne l'ordre d'évacuation des habitants dans un rayon de 3 kilomètres autour de la centrale nucléaire de Fukushima.

Le 12 mars 2011, à 5h44, l'État donne l'ordre d'évacuation des habitants dans un rayon de 10 km. Le 12 mars, à 7h30, le Maire de Futaba annonce donc l'évacuation des 7 140 habitants. À 14h, la mairie est fermée. À 15h36, le premier réacteur nucléaire de la centrale de Fukushima explosait.

### RECOMMANDATION

L'accident de Fukushima Daiichi a montré que cela peut aller très vite. Il aura fallu moins de 24 heures après la perte de refroidissement des réacteurs de Fukushima pour que le premier réacteur explose. Il paraît primordial d'étudier la possibilité de prendre la décision d'évacuer la population immédiatement après la perte de refroidissement.

Notons que c'est le maire qui a décidé, seul, du lieu d'évacuation car l'État n'a donné aucune directive<sup>1</sup>. Le maire a alors mis des cars à disposition pour évacuer mais les routes étant impraticables à cause du tsunami, les habitants ont dû prendre leur voiture. Les habitants de la ville de Futaba ont d'abord été évacués à Kawamata mais cette ville s'est retrouvée sous le nuage radioactif. Ils ont donc dû se diriger vers Iwaki. Concernant les comprimés d'iode, ils ont été administrés aux enfants de moins de 15 ans après l'évacuation en arrivant à Iwaki, ils n'ont donc servi à rien car ils ont été administrés trop tard et surtout après le passage sous le nuage.

Les habitants de Futaba sont restés à Iwaki jusqu'en 2022. Ils ont été accueillis dans un lycée les 30 premiers mois. Les habitants pensaient que l'évacuation durerait 3 jours et qu'ils reviendraient rapidement. Ils sont alors partis en emportant très peu de choses. Finalement, l'éloignement aura duré au moins 11 ans.

Ce n'est que le 25 septembre 2022, que la mairie de Futaba a rouvert. A ce moment-là, soit 11 ans après l'accident nucléaire, seulement 15% de la ville est habitable.

#### RECOMMANDATION

Il est très important que les mairies travaillent leur plan communal de sauvegarde sur le volet de l'évacuation avec les autorités afin de savoir où et comment évacuer en cas d'accident nucléaire. Cette préparation sera décisive en cas d'événement. Il semble aussi très important de prévoir des lieux d'accueil de la population en cas d'arrivée d'habitants des communes voisines, et donc aussi au-delà du périmètre PPI.

---

<sup>1</sup>Au Japon, les maires ont un plus large éventail de prérogatives.

## REMARQUE

Tout comme à Kawauchi, à Futaba, la prise des comprimés d'iode ne semble pas avoir fait l'objet d'une communication de la part du Gouvernement, ce sont les habitants ou les maires qui ont pris l'initiative d'administrer les comprimés d'iode.

Nous voyons que la sécurisation des moyens de communication lors d'un tel événement est primordiale.

## LE RETOUR DANS LA VILLE DE FUTABA



Figure 51. Photo d'un dessin de la nouvelle ville de Futaba (Crédit : Ancli)

Pour rappel, les critères de retour sur un territoire contaminé sont :

- Une radioactivité < 20 mSv/an soit 3,8  $\mu$ Sv/h ;
- Des infrastructures d'accueil ;
- Acceptation de la population.

Budget pour la reconstruction de la commune : 15 milliards de yens soit 100 millions d'euros.

En 2024, seulement 1% des habitants sont de retour, soit environ une centaine de personnes et cela concerne plutôt des personnes âgées de plus de 60 ans. Il n'y a quasiment pas d'habitant à Futaba. Les rizières ont donc été abandonnées, faute de personnels et les arbres ont pris la place. Même les salariés de la mairie viennent d'une autre collectivité.

Concernant la contamination des sols, selon la mairie de Futaba, le césium 137 ne pénètre pas à plus de 10 cm dans le sol. Concernant les arbres, ils n'ont pas été décontaminés, il y a une dispersion de contamination mais cela est faible. Le césium 137 suit finalement le cycle de l'eau, il a été lessivé par la pluie et a fini avec les eaux de ruissellement dans la mer.

#### REMARQUE

En considérant les opérations importantes de décontamination des sols et des zones préparées pour le retour des populations ainsi que des faibles niveaux de radioactivité autorisés dans les denrées alimentaires, les Japonais prennent principalement en compte l'exposition externe. La vision fine et continue de la contamination du territoire concerne principalement les zones habitées où nous avons vu de nombreux compteurs. Au vu de la surface, ils ont choisi de ne pas décontaminer les forêts, les rivières et les zones montagneuses. De même, lorsqu'ils manipulent la terre contaminée, la remise en suspension dans l'air de la radioactivité n'est pas mesurée tout comme la contamination surfacique sur les engins, les ouvriers, les routes.

## LA VILLE DE FUTABA AUJOURD'HUI, 13 ANS APRÈS

Pour illustrer la vie à Futaba 13 ans après, nous partons avec le Maire pour une visite à pied.

À date, soit 13 ans après, 85% du territoire de la ville est encore contaminé.

Au 30 août 2023, 15 % de la surface de la commune est redevenue habitable mais après 2 ans seulement une centaine d'habitants seulement sont revenus sur le territoire.



Figure 52. Photo de la nouvelle gare de Futaba (Crédit : Anccli)

A la mairie de Futaba au moment de la visite, le débit équivalent de dose est de 0,054  $\mu\text{Sv/h}$  et de 0,083  $\mu\text{Sv/h}$  à la gare.

En mars 2020, l'autoroute a été rouverte, puis la gare. La mairie a été rouverte le 9 septembre 2022, et le Maire actuel a été confronté à « une montagne de problèmes ». Le budget actuel de la municipalité est de 15 milliards de yens.

L'ancien centre-ville n'a pas été touché par le tsunami mais les maisons sont vouées à être démolies. Seule la maison de l'ancien médecin, qui a plus de 100 ans, va être conservée au titre du patrimoine. La ville reste néanmoins entourée par des zones de retour

difficile dans lesquelles le contrôle de la circulation est encore actif. Actuellement, seul le crématorium a reçu une dérogation pour être rouvert bien qu'il se trouve sur cette zone non décontaminée.

*Nous voyons des hommes gardant des barrières, toute la journée, au cours de notre parcours à pied mais nous avons fait le même constat lors des déplacements en car tout autour de la centrale nucléaire.*

Un nouveau bourg a donc été construit avec une Mairie imposante, un quartier d'habitation flambant neuf, une clinique et une nouvelle gare (pour 50 voyageurs jour). Les quartiers nouvellement construits sont destinés prioritairement aux personnes touchées par le sinistre. Une part est aussi réservée pour des logements sociaux. Les candidats ne sont malheureusement pas nombreux et l'État donne des primes, notamment pour les jeunes couples, à l'installation. Cette prime s'élève aujourd'hui à hauteur de 5 millions de yens, soit environ 33 000 euros.

La municipalité, avec l'aide de l'État, a entrepris de lourds travaux pour la création d'un parc industriel qui accueillera à terme 25 entreprises dont 18 sont déjà implantées. Les terrains sont loués aux entreprises et des aides de l'État sont apportées aux entreprises pour l'installation, à hauteur de 75% du coût de la construction.

Malgré tout cela, le taux de retour est extrêmement faible. Selon le Maire, cela n'est pas dû à la radioactivité, mais au fait que les gens ont refait leur vie ailleurs (*ce discours est finalement contradictoire avec l'attachement à la terre exprimée la veille sur la zone d'entreposage des déchets*). Il faut aussi le mettre en corrélation avec une aspiration des jeunes générations à vivre en territoire plus urbanisé, comme ce fut également le cas en France et ailleurs). L'objectif à cinq ans est d'avoir une population de 2 000 habitants.

La reconstruction vient de commencer, la mairie doit encore recréer des infrastructures afin de permettre le retour de la population : logements, zone d'activité... Les routes et les logements sont reconstruits avec le budget de l'État. Avant l'accident, il y avait des rizières en bord de mer mais avec le tsunami et l'entrée d'eau de mer sur les terres, celles-ci sont devenues incultivables. Une partie de la zone utilisable et constructible a été ouverte aux entrepreneurs. Le

maire n'exclut pas la construction d'un nouveau complexe hôtelier.

Pour la population initiale de Futaba, un suivi de santé des habitants est réalisé une fois par an, il est pris en charge par la collectivité. Sont contrôlés : yeux, oreilles, estomac, rein, paramètres sanguins, thyroïde, tension. Il a été dénombré 119 cas de cancer de la thyroïde sur 300 000 personnes dans la Préfecture de Fukushima. Ce taux semble supérieur au taux mondial, mais il semblerait qu'il soit le même que sur une population témoin japonaise. Le Professeur souligne que la tumeur ne devient pas très grande et qu'on meurt parfois sans avoir connaissance de cette tumeur. Depuis Fukushima, on contrôle tout le monde donc on en trouve plus et des cas ont été trouvés chez des personnes plus âgées.

Nous terminons notre journée à Futaba par la visite du musée commémoratif.

Depuis son ouverture en septembre 2020, le musée mémorial a accueilli 90 000 visiteurs donc 4 000 étrangers. La visite débute dans une alcôve du rez-de-chaussée où, à l'aide d'une projection, nous remontons dans les premiers instants du 11 mars 2011. Ensuite, le visiteur emprunte un cheminement en colimaçon jalonné des principales dates clés : de la construction du site nucléaire en 1971, à la catastrophe du 11 mars 2011. Les archives et la muséographie se situent au premier étage « pour éviter les dégâts d'un nouveau tsunami ».

**Le récit porté par le directeur du Museum cherche à démontrer que l'impact de l'accident nucléaire n'est pas tant une problématique sanitaire qu'une problématique organisationnelle, qui a déstructuré le territoire, la société et entraîné ainsi la perte de vies humaines.**

Pour lui, tout débute par l'énorme embouteillage formé par la population fuyant la zone de tsunami sans information alors que le premier réacteur vient d'exploser. Beaucoup de gens ont perdu la vie lors du déplacement. En tout 165 000 personnes ont été déplacées. Il est très critique sur l'évacuation, notamment celle des hôpitaux dans des conditions non pertinentes, il se demande s'il était nécessaire de déplacer la population des patients. Il souligne de nouveau, la perte des animaux d'élevage. « L'euthanasie était-elle nécessaire ? » Il

complète et termine en rappelant que « Beaucoup d'enfants ne sortaient plus à l'extérieur. Ceci a causé une augmentation de l'obésité. Comment faire face à cet effet indirect et non pas direct de la radioactivité ? »



Figure 53. Photos au sein du musée commémoratif de Futoba (Crédit : Anccli)

## VISITE DE LA VILLE DE NAMIE ET RENCONTRE AVEC LE MAIRE



Figure 54. Photo de la rencontre avec le Maire de Namie (Crédit : Anccli)

Namie se situe à 260 km de Tokyo et à 10 km de la centrale de Fukushima. En 2011, la ville de Namie comptait 21 434 habitants avec 6 écoles primaires et 3 collèges pour 1700 enfants.

Le Maire rencontré est élu depuis 2 ans, il était Conseiller du département en 2011.

Il est allé à Tchernobyl après l'accident afin de prendre le retour d'expérience ukrainien. Il relève une des différences de

l'accident de Fukushima : à Tchernobyl il y a eu dispersion de combustible usé, à Fukushima ça n'a pas été le cas, seul des radioéléments ont été dispersés.

Selon lui, le Japon a été le premier pays au monde à réagir aussi bien après une catastrophe nucléaire, notamment par les actions de décontaminations des sols, des bâtiments...

Il nous dit : « Au bout de 13 ans, la vie a repris, alors qu'au moment de l'accident, le gouvernement pensait que le territoire était fichu. Je suis heureux que ce soit le contraire ».

### ÉVACUATION DE LA VILLE DE NAMIE

Dans la commune de Namie, le tsunami a submergé une superficie de 6 km<sup>2</sup>, détruisant 651 maisons. On dénombre 182 victimes par le tsunami, dont 31 sont toujours portées disparues, à ce jour. Par ailleurs, près de 1 000 entreprises ont été dévastées, et un quartier entier de la ville a été entièrement anéanti.

Le lendemain de l'accident nucléaire, les secours n'ont pas pu intervenir pour venir en aide aux sinistrés du tsunami, car la

commune était en cours d'évacuation. Le maire n'a donc pas pu mobiliser les équipes de secours en raison de l'urgence liée à la catastrophe nucléaire.

Le Maire nous raconte :  
« Il y avait déjà eu un exercice d'évacuation et un entraînement mais comme on pensait que la centrale était sûre, on n'a pas imaginé que c'était possible ! »

Le 12 mars 2011, les informations officielles peinaient à parvenir aux autorités locales. Dans ce contexte, la mairie de Namie a pris seule la décision d'évacuer plus de 21 000 habitants, à l'instar de la commune voisine de Futaba. Il est à noter que le premier réacteur de la centrale de Fukushima Daiichi a explosé ce même jour à 15h36.

Selon le maire de Namie à l'époque, la compagnie Tepco n'a pas respecté ses engagements : aucune information claire n'a été communiquée à la population ou aux autorités locales. Les routes et les lignes téléphoniques étant coupées, les habitants ont appris l'obligation d'évacuer non par les autorités officielles, mais par la télévision. Pendant ce laps de temps, la ville s'est retrouvée exposée à un nuage radioactif.

**A Namie, il n'y a pas eu de consigne d'évacuation concertée et l'évacuation a donc été trop tardive. La mairie n'avait pas connaissance de la catastrophe nucléaire qui se jouait. Ils ont alors évacué sous le nuage sans le savoir.**

Dans un premier temps, la population a été évacuée vers Tsushima. Toutefois, dès le 14 mars 2011, certains habitants ont constaté, en utilisant des dosimètres placés sur leurs cheveux, des niveaux élevés de radiation. Ils ont alors pris la décision de se raser les cheveux pour limiter la contamination.

Le 15 mars 2011, après l'explosion des réacteurs, les habitants ont décidé de quitter à nouveau la région pour se rendre à Nihonmatsu, en dehors du territoire de Fukushima. Là-bas, ils ont été pris en charge par les forces militaires, qui ont procédé

L'adjoint au Maire raconte : « 200 personnes avaient voulu rester sur Namie, je suis revenu avec les militaires pour les chercher. C'est à ce moment-là que j'ai été le plus exposé. Mes cheveux, notamment, présentaient une forte activité au dosimètre. Je me suis donc coupé les cheveux. »

à leur décontamination. Cependant, de nombreuses personnes étaient réticentes à l'idée d'un nouvel exode, par crainte d'être à nouveau exposées à la contamination.

Les habitants ont d'abord évacué dans des gymnases et ensuite dans 212 hôtels pour 5500 habitants. Ensuite, ils ont été logés dans des maisons provisoires et des appartements non utilisés.

Le maintien du lien avec la population a été difficile pendant cette période. En effet, malgré la réquisition de logements, d'hôtels, ou de gymnases, la population a très rapidement été séparée dans plusieurs localités.

La mairie a donc rencontré de grosses difficultés pendant l'évacuation : difficultés pour communiquer, difficultés pour donner de la nourriture car les habitants étaient dispersés dans différents lieux.

La communauté est détruite car 90% des habitants ont quitté la ville de Namie.  
La ville compte aujourd'hui 52 élèves en maternelle, 48 en primaire et 20 collégiens.  
Sur les 1000 entreprises seulement 220 ont repris leurs activités, soit 20%.

C'est la croix rouge qui a distribué le matériel électroménager dans les logements provisoires.

En 2012, la mairie a recruté une personne pour faire du porte à porte afin de connaître les besoins et échanger avec les habitants. Il a fallu référencer les habitants en fonction des lieux de refuge et créer un comité des habitants par zone de refuge.

Lorsque les habitants ont évacué, les gens qui les ont reçus craignaient d'être contaminés à leur tour, il en a été de même à l'école pour les enfants.

**440 personnes sont décédées pendant la période d'évacuation.**

## LE RETOUR DANS LA VILLE DE NAMIE

En 2012, un an après la catastrophe, le débit de dose atmosphérique était de 0,3  $\mu\text{Sv/h}$ .

Le 31 mars 2017, les restrictions ont commencé à être levées.

En 2023, le maire a fait une demande pour que plus d'espace soit décontaminé et donc viable à terme.

## LA VILLE DE NAMIE AUJOURD'HUI, 13 ANS APRÈS

En avril 2024, il y a toujours 80% de zones non accessibles à Namie, avec des autorisations spécifiques pour y accéder.

Près de 2200 habitants sont de retour à Namie (soit 10% de la population initiale) mais 30% des habitants ne sont pas originaires de Namie et viennent de l'extérieur ; les anciens habitants ont trouvé du travail et un logement ailleurs.

De même le manque de soins, d'hôpitaux et l'angoisse de la radioactivité ne donnent pas envie aux habitants de revenir. Il n'y a pas de médecin permanent.

Il y a aujourd'hui 275 hectares de rizières contre 1952 hectares en 2011 principalement dû au fait que les jeunes ne veulent pas reprendre l'activité agricole des parents. Le riz récolté fait l'objet d'un contrôle de la radioactivité avant d'être distribué.

La pêche a repris et la ville s'est également tournée vers de nouveaux produits comme les fleurs, l'élevage (traite de 2000 vaches pour 2025). Le fumier issu des vaches servira à fertiliser les nouvelles terres agricoles qui ne sont plus aussi fertiles depuis la décontamination.

La ville investit dans l'énergie hydrogène (9000 tonnes produites/an), les bus et voitures publiques fonctionnent avec des piles à hydrogène.

Concernant le port de pêche, la question des rejets d'eau contaminée est problématique pour la commercialisation des produits de la mer, notamment à l'export. « Les 94 bateaux de pêche présents avant le tsunami ont tous été détruits, mais les poissons sont toujours bons et il existe une forte demande notamment à Tokyo. ». La flotte actuelle



Figure 55. Photo de l'entreprise d'hydrogène à Namie (Crédit : Ancli)

est de 29 bateaux. Le reprise d'activité a été soutenue par l'État. Une compensation financière a été mise en place pour aider la profession. La stratégie des pêcheurs semblait de rester à un seuil d'autorisation de prélèvement moitié moins élevé par rapport à avant 2011, pour éviter l'insuffisance des ventes ou les ventes à perte. « L'intérêt de cette stratégie n'est pas partagé par l'ensemble des professionnels. »

Ils ont planté une forêt de pins noirs sur 200 m de large, entre l'océan et la ville, pour atténuer la force des tsunamis de 30%, elle sera opérationnelle dans 30 ans.

Le Maire trouve que la reconstruction va trop vite par rapport aux retours. Quand il n'y aura plus de subventions, on ne pourra pas, par exemple, maintenir un réseau d'eau prévu pour 20 000 habitants s'il n'y a que 2 000 habitants.

Sondage 2020 : sur 4359 ménages, 54,5% ne veulent pas revenir ; 25,3% sont indécis, 10,8% sont revenus dont 72% ont plus de 50 ans

En résumé, à Namie :

- **Concernant la situation démographique :**

- › *La région est confrontée à une baisse de population et un vieillissement de ses habitants.*
- › *De nombreux élèves proviennent de communes extérieures.*

- › *Concernant la main-d'œuvre agricole, la pénurie est persistante.*
- › *Enregistrement sur Demande : il ouvre droit à des aides financières pour une durée de 10 ans et il confère également le droit de vote et marque l'appartenance à la commune.*
- **Concernant l'industrie et les initiatives énergétiques :**
  - › *Un laboratoire de recherche dédié à la production d'hydrogène est opérationnel, avec une capacité de 900 tonnes par an.*
  - › *Les sociétés historiquement impliquées dans le nucléaire investissent désormais dans les énergies renouvelables :*
    - › *Toshiba : depuis 2018, construction du centre FH2R pour la production d'hydrogène alimenté par une centrale solaire de 20 MW, destiné aux véhicules à pile à combustible.*
    - › *Mitsubishi : installation à Yatsuda d'une centrale solaire de 88 MW, générant une capacité de 60 MW.*
- **Concernant la recherche :**
  - › *Création (avril 2023) de l'Institut International de Recherche, d'Enseignement et d'Innovation, sous l'égide de l'Agence Gouvernementale de Reconstruction, avec les domaines suivants :*
    - › *Robotique pour le démantèlement nucléaire.*
    - › *Drones, robotisation et IA pour l'agriculture.*
    - › *Recherches fondamentales sur la production végétale et le bioéthanol.*
    - › *Études sur les radioisotopes et leur application dans le développement de nouveaux médicaments et en imagerie médicale.*
  - › *Un travail sur l'eau a permis de faire de l'eau de Namie "Namie Water", une eau primée par une sélection monde pendant 3 ans.*



Figure 56.  
Photo d'une  
zone  
d'entreposage  
des terres  
contaminées  
à Namie  
(Crédit :  
Anccli)

- **Concernant les activités agricoles :**

- › *Décontamination des terres :*

- » *Sur 600 hectares, 43 % des terres sont sans restriction en 2021, tandis que 57 % demeurent sous restrictions.*

- » *Les sols, appauvris par le décapage des 5 cm supérieurs, nécessitent l'ajout de fertilisants industriels et naturels.*

- › *Reconfiguration des exploitations :*

- » *La vente des terrains est strictement encadrée.*

- » *Projet de regroupement des terres pour les louer à des entreprises agricoles.*

- » *Aides financières de l'État pour encourager la réinstallation.*

- › *Évolution des productions :*

- » *Réduction de la culture du riz : de 1 952 hectares en 2010 à seulement 275 hectares en 2023.*

- » *Diversification : production de fleurs (remplaçant le tabac) et d'oignons.*

- » *Élevage modernisé : robotisation d'exploitations sur 25 hectares pour atteindre 2 000 bovins d'ici 2025.*

Le Maire conclut la visite en affichant l'objectif de la ville à l'horizon 2050 d'être neutre en carbone et en rappelant qu'ils ont perdu leurs biens mais pas leur culture ancestrale optimiste et orientée vers l'avenir pour les générations futures. Leur slogan est « Namie will be revived » (Namie sera reconstruite).



Figure 57. Photo du début de notre visite en bus à Namie avec un guide de Hope Tourism (Crédit : Anccli)

## VISITE DE L'ÉCOLE FACE À L'OcéAN

Lors de la visite de Namie, nous avons pu visiter l'école d'Ukedo, seul bâtiment encore debout face à la mer.

Deux jours avant la catastrophe du Tohoku, il y avait déjà eu un séisme, et les professeurs avaient analysés comment se mettre en sécurité, en haut d'une colline en cas de tsunami. Le 11 mars 2011, les 13 professeurs présents au moment du séisme ont alors pu être réactifs. De plus, un enfant connaissait un raccourci, qu'il utilisait lui-même pour aller plus rapidement et facilement de l'école à son entraînement de base-ball. Bien préparés, ils ont sauvé la vie des 80 élèves, âgés de 7 à 12 ans.



Figure 59. Photo de l'exposition au sein de l'école de Namie - sont fléchées : l'école et la colline (Crédit : Anccli)



Figure 58. Photo de l'école - est fléchée : la hauteur de la vague au sein de l'école (Crédit : Anccli)

## REMARQUE

Cette anecdote permet de rappeler l'importance de la préparation à l'évacuation. Il est primordial d'avoir un schéma d'évacuation à l'échelle territoriale et communale.

Après le drame, certains ont voulu démolir l'école, mais avec le temps, les avis ont changé, notamment de la part des enfants, et le site est devenu un mémorial.

### LES QUESTIONS DE NOTRE DÉLÉGATION ET LES RÉPONSES APPORTÉES

#### Y avait-il une culture du risque avant la catastrophe ?

*Pas d'entraînement d'évacuation sur le risque nucléaire. Les Japonais n'ont jamais imaginé qu'il pouvait y avoir un accident.*

#### Y a-t-il eu distribution préventive de comprimés d'iode ?

*Il n'y a pas eu de distribution préventive de comprimés d'iode car il n'a jamais été envisagé sérieusement un accident nucléaire.*

#### La municipalité a-t-elle été partie prenante dans l'évaluation des besoins de la population après l'évacuation ?

*Au moment de l'évacuation et au début, tout le nécessaire est arrivé du Japon. Pour les premiers besoins c'est surtout le manque de nourriture qui était important. Il y a eu un recueil des besoins des habitants pour avoir le nécessaire. La Croix Rouge a distribué des réfrigérateurs, lave-linges, télévisions, micro-ondes, couvertures, etc.*

#### Avez-vous pu prendre en charge les personnes âgées les plus touchées psychologiquement ?

*Cela s'est fait beaucoup plus tard. Une personne a été recrutée avec les subventions de l'État qui a fait du porte-à-porte pour connaître les difficultés. La première chose que nous devons faire, c'était de savoir où se situaient les habitants et dresser des listes car ils étaient dispersés. Une création d'un comité des habitants avec 50 foyers a été instaurée pour recueillir les besoins.*

### Pourquoi les populations ne reviennent pas ?

*Elles se sont installées ailleurs, il y a une angoisse sur les services sociaux, pour la radioactivité, 90% de la population est en dehors de la commune. La 1ère tâche est de retrouver où étaient les habitants à partir de la liste des évacués et où ils se sont réfugiés. Puis on a recruté une personne pour les aider psychologiquement individuellement.*

### Quels sont les moyens mis en place aujourd'hui pour économiser l'énergie ?

*La sensibilisation est nécessaire, mais NAMIE est déjà 0 carbone. L'état demande que l'hydrogène soit opérationnel en 2026 et que le solaire fasse partie du mix énergétique.*



# RENCONTRES AVEC LES HABITANTS

## PRÉSENTATION DU VILLAGE DE YAMAKIYA

Le village de Yamakiya, dans le district de Kawamata, est **situé à 40 km de la centrale de Fukushima** et à 500 m d'altitude. Yamakiya a été intégré au district de Kawamata en 1955, célèbre pour sa production de soie. Il est très isolé du reste de Kawamata, il y a donc peu de sentiment d'appartenance entre la ville et le district. Du 17<sup>e</sup> au 19<sup>e</sup> siècle, ce lieu était situé sur la route du sel entre Soma et Nihonmatsu.



L'ordre d'évacuation de Yamakiya n'a été donné que le 22 avril 2011, soit plus d'un mois après la catastrophe. C'est en mesurant le débit de dose que les habitants ont décidé d'évacuer.

Le laboratoire national des sciences et technologies industrielles avancées et l'université de Chiba ont aidé aux mesures de la dosimétrie atmosphérique et à la mesure de la contamination des champignons, des plantes, de zones en montagne...

### Les habitants sont revenus en 2017.

L'ONG Dialogue de Fukushima soutient la création de projets pour attirer des personnes extérieures, tout en aidant à la mesure de la radioactivité. Cependant, elle ne propose pas de solutions concrètes. Elle a été créée dès novembre 2011 sous l'impulsion de l'IRSN et du CIPR (Commission Internationale de Prévention de la Radioactivité). Depuis 2019, cette association fonctionne en toute autonomie et indépendance. L'ANCCLI contribue à son fonctionnement depuis 2 ans.

L'Université de Fukushima mobilise ses étudiants pour étudier l'impact de l'accident sur les populations. Des bénévoles se rendent tous les deux mois au domicile des habitants âgés pour leur offrir un soutien psychologique.



Figure 61. Photo de la délégation lors de la présentation de l'université (Crédit : Anccli)

## GESTION DE LA RADIOACTIVITÉ SUR LE TERRITOIRE

Après l'accident nucléaire, la radioactivité s'est dispersée vers le nord et les rivières.

La décontamination des terres a commencé en décembre 2011 pour s'achever en 2017, à Yamakiya. Toutes les rizières ont été décontaminées en enlevant les premiers centimètres de terre ainsi que les routes. Cette opération a généré 54 000 m<sup>3</sup> de déchets radioactifs, entreposés dans des sacs noirs sur la commune jusqu'en 2021. Ils ont ensuite été transférés dans une zone de stockage intermédiaire.

Les montagnes et les forêts restent encore contaminées. En revanche, pour les arbres dans les zones où la radioactivité est inférieure à 3,8 µSv/h, ils sont considérés exploitables pour le chauffage ou la vente. Selon le gouvernement japonais, le césium 137 a pénétré jusqu'au premier cerne des troncs d'arbre. En enlevant cette première couche, le bois peut être utilisé.

Les habitants peuvent contrôler la radioactivité ambiante via des balises de contrôle et des dosimètres disponibles à la mairie. Cependant, pour analyser la terre de leur jardin, ils doivent s'adresser à un laboratoire à leurs frais.

Les aliments peuvent être contrôlés à la mairie. Si leur activité est inférieure à 100 Bq/kg, ils sont considérés comme consommables. Les animaux d'élevage destinés à la consommation humaine sont également soumis à des contrôles. En revanche, aucune étude n'a été menée sur les animaux sauvages.

Les habitants peuvent surveiller leur exposition interne via une anthropogammamétrie, disponible à l'hôpital, dans les crèches ou via les tournées du véhicule sanitaire. Cependant, peu de personnes demandent ce contrôle, car elles font confiance à la décontamination réalisée.

La mairie dispose également d'une commission d'experts qui calcule la dose efficace (incluant l'inhalation, l'ingestion et l'exposition externe). Cependant, la dose inhalée est considérée comme

négligeable sauf sur les chantiers de démantèlement de la centrale. La dose efficace est principalement due à l'exposition externe, rarement à l'ingestion, et reste souvent inférieure à 1 mSv/an, sauf dans certaines zones.

Aucune réunion d'information n'avait été organisée pour expliquer les conséquences de l'accident aux habitants avant l'arrivée de l'association Dialogue Fukushima. Seule une aide psychologique avait été mise en place, notamment pour les personnes âgées, grâce à des visites bimensuelles réalisées par des associations bénévoles.

En novembre 2017, des réunions ont été organisées avec les agriculteurs et les habitants pour discuter de la gestion des sacs noirs contenant les terres contaminées.

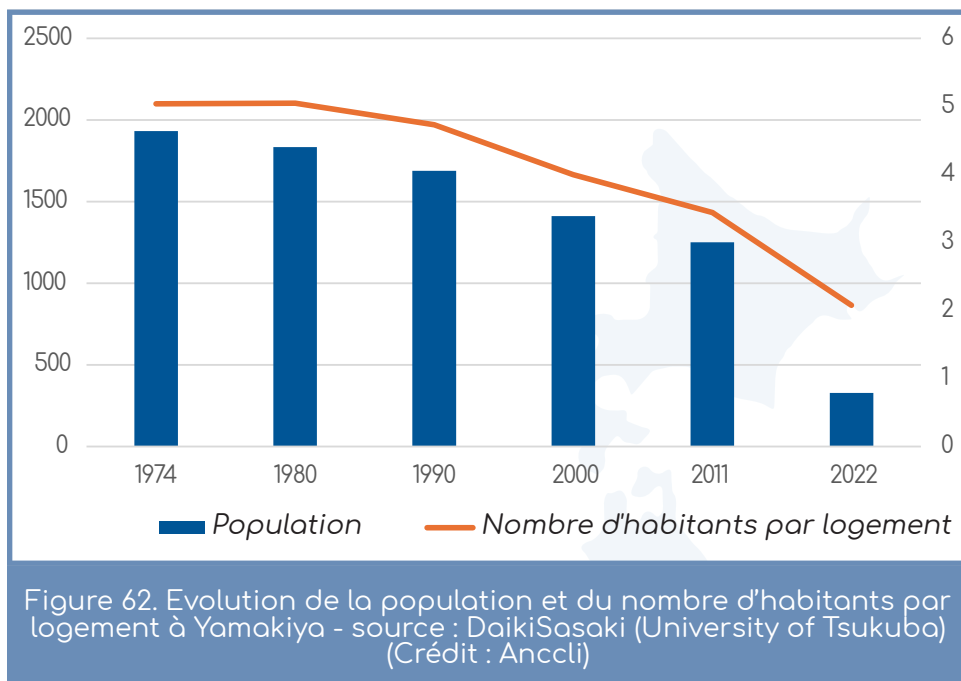
## LA VIE APRÈS L'ACCIDENT

### SOUTIEN FINANCIER ET DÉMOGRAPHIQUE

Tepco a versé des dommages et intérêts aux sinistrés, compensant partiellement la perte de salaire des employés jusqu'en 2021. Depuis cette date, l'État incite les gens à revenir s'installer sur la côte, avec des aides de 1 million de yens pour un célibataire et 2 millions de yens (environ 12 000 €) pour un couple. Ces aides, indisponibles pour ceux revenus avant 2021, provoquent des tensions.

En 2011, Yamakiya comptait 1933 habitants; en 2022, seulement 329 étaient revenus, majoritairement des personnes de plus de 60 ans. En décembre 2022, seuls six habitants de moins de 20 ans vivaient dans la commune. L'école primaire, rouverte en 2017, a fermé en 2018 faute d'élèves, tandis que le collège encore ouvert ne compte que huit élèves venant de l'extérieur.

43% des terres agricoles dans les zones décontaminées sont à nouveau cultivées, mais la main-d'œuvre manque cruellement. L'État subventionne les agriculteurs pour relancer l'activité agricole. Cependant, la vente des terrains reste difficile, et le gouvernement projette de regrouper les terres agricoles pour y installer des entreprises agricoles.



### TRANSFORMATIONS SOCIALES ET PSYCHOLOGIQUES

Traditionnellement, trois générations travaillaient sur une même exploitation agricole au Japon. Après l'accident, les jeunes générations ne sont pas revenues, laissant les fermes aux hommes de plus de 60 ans. Peu d'études ont été menées sur ces dynamiques sociales, mais les tensions entre nouveaux arrivants attirés par les subventions et anciens habitants sont perceptibles.

Les zones côtières, désormais inhabitées, ont été transformées en villages d'entreprises. Cependant, de nombreux habitants ressentent un manque d'humanité dans la reconstruction, estimant que les projets d'urbanisation ne recréent pas de véritable communauté.

Les habitants restent anxieux face à un éventuel nouvel accident nucléaire. Beaucoup gardent de l'essence dans leur voiture pour pouvoir fuir à tout moment. Ils sont méfiants quant à la consommation de produits locaux, bien que peu l'admettent publiquement.

Les efforts de décontamination sont globalement appréciés, mais les habitants critiquent la gestion de la terre contaminée et le stockage des déchets. Ils souhaitent une décontamination des forêts, mais le gouvernement s'y oppose en raison des déchets engendrés.

« À côté de la centrale, il n'y a quasiment que des hommes qui travaillent, donc les habitants ne sont quasiment que des hommes » « Sur la côte, si vous rencontrez des fonctionnaires de la mairie, ce ne sont également que des hommes. »

Les réunions organisées depuis 2024 par l'État se limitent à des communications descendantes, sans consultation des habitants. Les décisions unilatérales concernant la gestion des zones contaminées exacerbent les frustrations.

Sur le terrain, plusieurs points nous interpellent :

- **Absence de signalisation** : il n'y a aucun panneau interdisant l'accès aux forêts ou affichant les débits de dose mesurés. Selon les interlocuteurs locaux, les Japonais, très disciplinés, n'ont pas besoin de signalisation systématique. Une simple barrière à l'entrée des chemins suffit, la responsabilité étant laissée à chacun.
- **Paysages des zones sinistrées** : les zones évacuées offrent un panorama de forêts, montagnes et lacs.
- **Problèmes pour les petites communes** : ces dernières peinent à se reconstruire, notamment en raison du manque d'experts pour les accompagner. L'absence de cohérence entre communes est frappante, notamment en matière d'urbanisation. Par exemple, plusieurs villages projettent chacun de construire une école, bien que les besoins réels ne le justifient pas.

## ONG "DIALOGUE DE FUKUSHIMA"

L'ONG Dialogue de Fukushima joue un rôle essentiel dans la création de projets visant à attirer des personnes extérieures à la région et participe activement à la mesure de la radioactivité. Son objectif principal n'est pas de proposer des solutions directes, mais de favoriser le dialogue.

Ryoko Ando, chercheuse à l'université de Fukushima, mobilise des

étudiants pour développer des connaissances sur l'accident nucléaire et son impact sur les populations. Ses travaux s'intéressent notamment aux dynamiques sociales engendrées par l'exil, puis par le retour progressif des habitants dans les zones évacuées.

Au Japon, la culture de la concertation et du dialogue interprofessionnel est peu développée, ce qui représente un défi majeur. Par exemple, les membres de JESCO viennent observer, mais il reste beaucoup à faire pour établir des échanges structurés entre professionnels.

Concernant la gestion post-accidentelle, les échanges avec l'administration ont souvent été perçus comme insatisfaisants par la population, notamment pour les opérations de décontamination. Les décisions étaient prises de manière unilatérale, avec une division des responsabilités peu claire :

- **Le ministère de l'Environnement gérait les zones d'évacuation.**
- **Les collectivités locales s'occupaient des zones de décontamination.**



Figure 63. Photo de l'échange de capteurs Openradiation entre l'ANCCLI et Dialogue de Fukushima (Crédit : Anccli)

L'Université de Fukushima a fourni un support psychologique en faisant du porte-à-porte pour aider les habitants. Pour les personnes âgées, le suivi se fait tous les deux mois avec un accompagnement par des bénévoles, mais il n'y a pas d'implication de l'Université dans la réinstallation des populations.

Les principaux ressentis sur cette phase de retour sont le manque d'humanité et la difficulté de construire une communauté avec la décroissance d'un territoire, on nous rappelle que « l'aménagement urbain et les constructions ne font pas la communauté ».

Un jeune étudiant en sociologie témoigne de la difficulté de recréer une vie en société. Il est arrivé en 2017 et a pu à cette époque, créer des activités. Cela n'a pas été sans difficulté, car dans ce contexte rural, avec une population vieillissante, le communautarisme est de règle.

Les aides financières publiques importantes pour la reconstruction sont une opportunité pour le territoire, mais entraîne moins de cohérence entre les communes. « Il n'y a plus de projet commun ».

Il y a une différence entre habitants enregistrés et résidents : être enregistré permet d'avoir le soutien, les indemnités, le droit de vote, et le sentiment d'appartenance. Il nous indique que les problèmes entre anciens et nouveaux habitants sont que ces derniers ne sont attirés que par les primes et ne respectent pas la mémoire du territoire.

Le sentiment personnel du professeur sur la reconstruction est qu'une génération ne sera pas suffisante. Il y a tout juste une prise de conscience, mais « les subventions de l'État sont un cadeau empoisonné ».

Il y a énormément de demandes pour la décontamination de la forêt, mais celle-ci entraînerait trop de déchets et un risque important de destruction de la nature. La sylviculture était présente avant mais n'est plus possible maintenant. Néanmoins, si la levée de restrictions de la commune est effective, l'utilisation du bois pour le chauffage ou la construction reste possible. Dans les campagnes, les populations

se promènent de nouveau dans les forêts. Ils peuvent manger des produits naturels tous les jours. Si dans les premiers temps, ils effectuaient des mesures sur les plantes cueillies ou sur le gibier, maintenant, il y a de moins en moins de personnes qui s'en inquiètent. Une des problématiques de ces massifs non fréquentés pendant de nombreuses années est la prolifération du sanglier notamment qui entraîne un impact sur les habitants et la production agricole.

Il n'existe aucune réglementation quant au fait de pénétrer dans une forêt non décontaminée. Les collectivités considèrent que les habitants sont bien informés des risques, donc que « chacun est responsable ». Lors du retour des populations, un prêt de dosimètre pouvait être mis en place par la mairie. En revanche l'analyse des sols ne pouvait être faite qu'aux frais des demandeurs.

**Même si elle ne le dit pas, une part de la population a peur d'un nouvel accident, et c'est aussi une raison du non-retour.**

Les communes proches de la centrale sont de petite superficie car elles n'ont pas fusionné comme les autres parce qu'elles avaient un budget conséquent provenant de l'activité de la centrale. Cela reste toujours une cause de tension entre les différentes municipalités de Fukushima. Les restaurations et les réalisations sont trop importantes et elles entraînent un sentiment de dévaluation du cadre de vie. Les habitants ne reconnaissent pas leur ville et cela participe à leur désengagement.

**Chez ceux qui sont revenus, on observe une angoisse enfouie.**

Il est à noter qu'il n'y a pas eu de rencontre directe avec les habitants. Nous n'avons donc pas le ressenti de ces derniers et voici les questions que nous aurions souhaité leur poser. :

- Le gouvernement a lancé un programme de surveillance sanitaire après l'accident pour les jeunes de moins de 18 ans. Vos enfants font-ils partie de cette surveillance?
- Vous avez été évacué par les autorités après la catastrophe, comment avez-vous vécu ce déplacement?
- 12 ans après, êtes-vous retourné dans votre ville?
- Vos enfants sont-ils revenus avec vous?

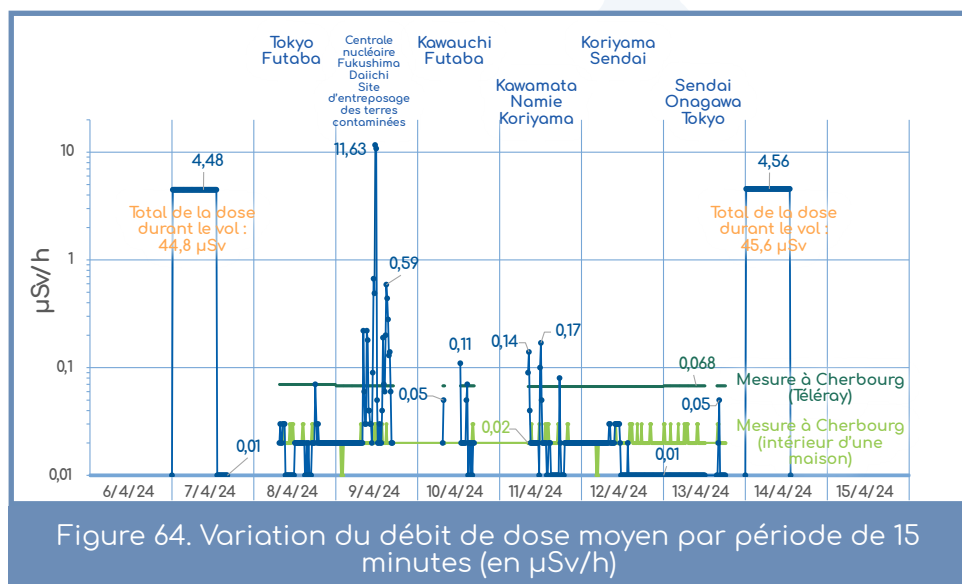
- A votre retour avez-vous modifié votre façon de vivre?
- Les exercices de crise que vous effectuez régulièrement vous ont-ils été utiles?
- Quand l'augmentation des seuils de radioactivité a été décidé, en avez-vous été informé?
- Cela a-t-il eu une incidence sur votre santé?



# MESURES DE LA RADIOACTIVITÉ

Lors de ce voyage d'étude, des mesures de débit de dose ont été réalisées dans chaque lieu de passage avec un dosimètre opérationnel du type RADEYE étalonné avec du césium 137. L'activité de ce radionucléide est l'activité la plus importante dans les zones contaminées.

## DÉBITS DE DOSE MESURÉS PENDANT LA MISSION



Sur l'axe des abscisses sont représentées les dates de passage et sur l'axe des ordonnées sont représentés les débits de dose mesurés en  $\mu\text{Sv/h}$  (microsievert par heure). Compte tenu de la très grande variation des débits de dose (facteur 1000), l'échelle sur cet axe n'est pas linéaire mais logarithmique.

Chaque mesure correspond à une moyenne des débits de dose mesurés pendant 15 minutes.

On peut s'apercevoir que le débit de dose à Tokyo varie de 0,01 à 0,02  $\mu\text{Sv/h}$ . A la même période, le débit de dose à Paris varie autour de 0,04  $\mu\text{Sv/h}$ .

Dans les zones impactées par l'accident, sont situées les villes de Futaba, Kawauchi, Namie. Le débit de dose relevé dans ces villes dépasse parfois 0,1  $\mu\text{Sv/h}$ .

Lorsqu'on s'éloigne de Fukushima, vers Onagawa, on retrouve des débits de dose habituels, compris entre 0,01 et 0,02  $\mu\text{Sv/h}$ . Le rayonnement tellurique au Japon est en moyenne 2 fois plus faible qu'en France. Cette différence provient de la radioactivité des sols français dont la concentration en uranium 238 et en thorium 232 est beaucoup plus importante.

A titre de comparaison :

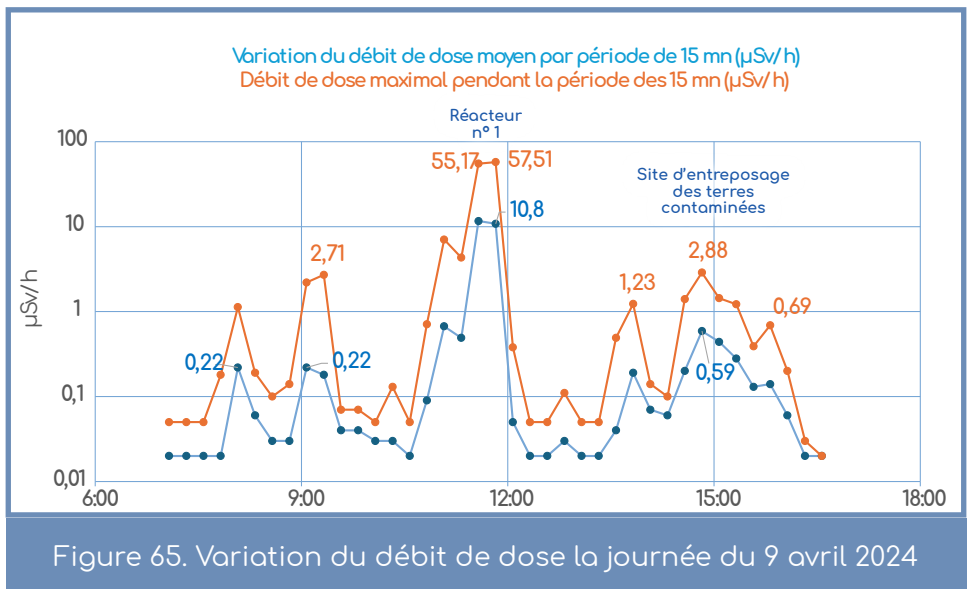
- Le marquage vert clair représente le débit de dose mesuré à l'intérieur d'une maison à Cherbourg : celui-ci varie de 0,02 à 0,03  $\mu\text{Sv/h}$
- Le marquage vert foncé représente le débit de dose (0,068  $\mu\text{Sv/h}$ ) mesuré par la balise Téléry de l'IRSN à Cherbourg.

Le dosimètre opérationnel utilisé n'étant pas étalonné pour mesurer le rayonnement cosmique, les doses reçues lors des vols entre Paris et Tokyo ont été calculées avec le logiciel Sieverts de l'IRSN. Ce logiciel est utilisé par les compagnies aériennes pour calculer la dose reçue par le personnel navigant. Le débit de dose mesuré lors des vols aller et retour est d'environ 4,5  $\mu\text{Sv/h}$  et représente environ 90  $\mu\text{SV}$  pour les vols aller et retour Paris-Tokyo.

Le graphique suivant compile les mesures de la journée du 9 avril 2024 lors de la visite de la centrale et du site de l'entreposage des terres.

Le tracé en bleu représente comme précédemment la moyenne pendant 15 minutes des débits de dose mesurés.

Ce dosimètre enregistre aussi le débit de dose maximal mesuré



pendant la période des 15 minutes. C'est le tracé en orange.

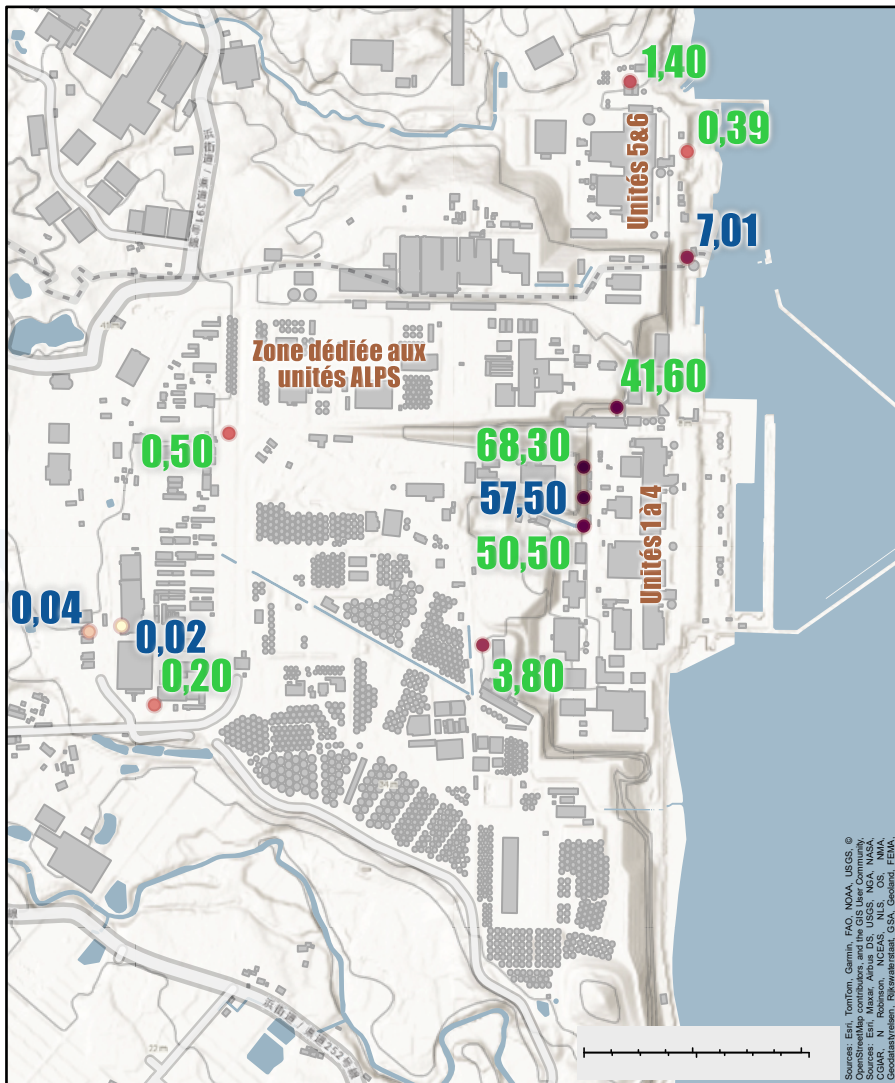
Lors du parcours pour atteindre le centre des archives de Tepco à Tomioka nous avons traversé une zone boisée dans laquelle les débits de dose variaient de 0,05 à 2,71  $\mu\text{Sv/h}$ .

A l'entrée de la centrale (à 10h00), le débit de dose était de 0,07  $\mu\text{Sv/h}$ , lors du parcours effectué dans la centrale les débits de dose ont varié de 0,05 et 58  $\mu\text{Sv/h}$ .

**Le débit de dose maximal de 57,5  $\mu\text{Sv/h}$  a été mesuré sur une plateforme à environ à 50 mètres du réacteur n° 1, qui a explosé lors de l'accident.**

D'une façon générale, sur le site de Tepco, les débits de dose mesurés aux différents endroits par des dosimètres différents correspondent.

Pour comparaison, une personne qui reste 1 heure sur la plate-forme face au réacteur n° 1 accidenté (57,5  $\mu\text{Sv}$ ) reçoit approximativement la même dose que celle reçue lors du vol Paris-Tokyo (44,8  $\mu\text{Sv}$ ).



Source: Esri, TomTom, Garmin, FAO, NOAA, USGS, © OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community. © 2024 Esri. All rights reserved. © 2024 Esri, NGA, NPS, NMA, CGAR, N Robinson, NCEAS, NLS, OS, NGA, Geodatasystemen, Blykwaterstaat, GSA, Geoland, FEMA.

- 0 - 0,02
- > 0,02 - 0,05
- > 0,05 - 0,10
- > 0,10 - 0,3
- > 0,3 - 0,6
- > 0,6 - 1,6
- > 1,6 - 5
- > 5 - 10
- > 10 - 35
- > 35 - 68

Figure 66. Débits de dose ambiants mesurés en  $\mu\text{Sv/h}$  (moyenne par 15 minutes) par Tepco (en vert) et par l'ANCCLI avec le dosimètre opérationnel RADEYE (en bleu), le 9 avril 2024 (Crédit : Anccli)



Sources: Esri, TomTom, Garmin, FAO, NOAA, USGS, © OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community.  
 Sources: Esri, Maxar, Airbus DS, USGS, NGA, NASA, CIA/R, N. Hansen, NCEAS, NLS, OS, JMA, Geobase/Geospatial, GSA, Geoland, TELIA.



Figure 67. Débits de dose ambiants en  $\mu\text{Sv/h}$  (moyenne par période de 15 minutes) le long de notre parcours du 7 au 13 avril 2024 (Crédit : Anclli)

Le site d'entreposage des terres contaminées est attenant à la centrale accidentée.

Les sacs de terres récoltés dans les zones contaminées sont recyclés dans une usine spécialement construite. Dans celle-ci les sacs sont déchiquetés, un tri est effectué pour séparer les terres, les roches, les racines, les sacs. Une partie est incinérée et les cendres dont l'activité est inférieure à 8 000 Bq/kg sont envoyées dans des décharges conventionnelles. Les cendres dont l'activité dépasse cette activité sont conditionnées dans des conteneurs stockés sur le site.

Les terres contaminées sont étalées en couche sur ce site d'entreposage pour une durée maximale de 30 ans. Le gouvernement espère que ces terres seront réparties dans tout le Japon. Actuellement il est très difficile de trouver des régions ou des villes qui acceptent ces terres. Sur ce site d'entreposage, les débits de dose mesurés sont compris entre 0,5 à 3  $\mu\text{Sv/h}$ .

L'ensemble des mesures de débit de dose a été rassemblé sur une carte qui peut être consultée en suivant le lien, ci-après :

<https://anccli.maps.arcgis.com/apps/mapviewer/index.html?webmap=eddbcb09ccc241ad8289644e5681883b>

## IMPACT SUR LES POPULATIONS

### DOSE PAR IRRADIATION

Lors de notre séjour, les débits de dose journaliers moyens correspondent :

- le 8 avril 2024 à 0,02  $\mu\text{Sv/h}$ ,
- le 9 avril 2024 à 0,40  $\mu\text{Sv/h}$ ,
- le 10 avril 2024 à 0,03  $\mu\text{Sv/h}$ ,
- le 11 avril 2024 à 0,025  $\mu\text{Sv/h}$ ,
- le 12 avril 2024 à 0,015  $\mu\text{Sv/h}$ ,
- le 13 avril 2024 à 0,010  $\mu\text{Sv/h}$ .

En ne prenant pas en compte la journée particulière de la visite de la centrale accidentée, lors de notre passage dans les villes de Namie, Futaba, Kawauchi, Kamawata, Yamakiya, Koriyama, Onagawa, le débit de dose moyen journalier le plus élevé correspond à 0,03  $\mu\text{Sv/h}$ . Le calcul de la dose annuelle par irradiation en prenant ce débit de dose surestimé serait de 263  $\mu\text{Sv}$ .

## DOSE PAR INGESTION DES DENRÉES PRODUITES

Dans les denrées alimentaires, l'activité du césium 137 était prédominante dans les années après l'accident. En avril 2012, les autorités japonaises ont interdit la commercialisation de produits dont l'activité des denrées alimentaires était supérieure à 100 Bq/kg. Pour les enfants l'activité des aliments ne devait pas dépasser 50 Bq/kg.

Le centre de contrôle de la surveillance des produits agricoles, forestiers et halieutiques de la préfecture de Fukushima, à Koriyama, que nous avons visité, réalise des mesures sur les denrées alimentaires prélevées dans la Préfecture.

Les résultats des mesures peuvent être consultés sur le site :

<https://www.new-fukushima.jp/top>

Actuellement, l'activité du césium 137 dans la totalité des denrées à quelques exceptions près, est inférieure au seuil de décision des mesures (10 Bq/kg).

Le Ministère japonais de l'Agriculture, des Forêts et de la Pêche montre (indice « Healthy Japan 21 ») que la ration alimentaire d'un japonais par an est de :

- Céréales 93 kg dont 51 kg de riz
- Fruits 31 kg
- Légumes 90 kg
- Viandes 33 kg
- Lait et produits laitiers 90 kg
- Poissons 53.7 kg

La dose par ingestion pour 10 Bq/kg de césium 137 (activité maximale estimée) dans ces aliments engendre une dose efficace de 0,051 mSv par an. Pour les personnes qui ingèrent du gibier dont l'activité en césium 137 est de 100 Bq/kg à raison de 100 g par semaine (5,2 kg/an), la dose supplémentaire par ingestion de cet aliment serait de 0,007 mSv/an.

La dose totale par ingestion en prenant en compte une consommation de gibier serait de 0,057 mSv/an.

## DOSE PAR INHALATION

Actuellement, la dose par inhalation de radionucléides provenant de l'accident est négligeable par rapport aux doses par irradiation et ingestion.

### RÉSUMÉ DES MESURES

Ces calculs montrent que la dose efficace (irradiation + ingestion + inhalation) avec des débits de dose et des activités surestimées reste inférieure à 1 mSv par an.

Lors de l'entretien que nous avons eu à Kawauchi avec Mme ANDO et les professeurs de l'université de Fukushima, ceux-ci confirmaient que la dose efficace actuelle reçue par les habitants était très inférieure à 1 mSv.

A titre de comparaison, au Japon la dose efficace moyenne annuelle due à la radioactivité naturelle est de 2,2 mSv<sup>1</sup>. La dose efficace totale (naturelle et artificielle) correspond à environ 3 mSv. Cette dose totale est du même ordre de grandeur, voire inférieure à la dose efficace annuelle française qui s'élève à 5 mSv (Bilan de l'état radiologique de l'environnement français de 2021 à 2023)<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup>Source : UNSCEAR - comité scientifique des nations unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants – Rapport de 2020 sur les conséquences radiologiques de l'accident de Fukushima

<sup>2</sup>Source : IRSN - Bilan radiologique de l'environnement français de 2021 à 2023

# CONCLUSION

Quelle que soit l'opinion que l'on peut avoir à l'égard de l'énergie nucléaire, la catastrophe de Fukushima, survenue le 11 mars 2011, constitue un événement marquant qui ne peut laisser indifférent. Cet accident a mis en lumière des enjeux cruciaux : ceux bien sûr de la radioprotection et de la protection des travailleurs, des citoyens et de l'environnement mais aussi, ceux relatifs aux conséquences économiques, sociétales et psychologiques.

Treize ans après cette triple catastrophe (séisme, tsunami, accident nucléaire), la région de Fukushima reste profondément transformée. **Bien que des efforts considérables aient été déployés pour la décontamination, la reconstruction et la revitalisation économique, il est évident que rien ne sera jamais comme avant.** Les zones les plus affectées, notamment dans un rayon de 20 km autour de la centrale, peinent à retrouver leur dynamisme d'antan. Malgré les subventions publiques et les initiatives locales, des villages entiers, autrefois peuplés de plusieurs milliers d'habitants (Okuma, Futaba), comptent aujourd'hui à peine quelques centaines de résidents. Le départ définitif des jeunes actifs, qui ont reconstruit leur vie ailleurs, laisse ces communes dans une situation démographique affaiblie.

La catastrophe a également révélé une approche culturelle singulière du risque nucléaire et de la résilience. Le Japon, à travers des efforts collectifs exemplaires et une recherche constante de qualité, a su relancer certaines de ses activités économiques, notamment agricoles. Les produits alimentaires issus de la région de Fukushima, tels que le riz, les pêches ou encore la viande, sont désormais soumis à des contrôles stricts, rassurant ainsi consommateurs et marchés d'exportation. **En 2021, les exportations agricoles de Fukushima ont même surpassé leurs niveaux d'avant l'accident, illustrant cette capacité à reconstruire et à innover. Cet esprit de résilience est incarné par le concept du Kintsugi, l'art de réparer les cicatrices en les sublimant, une philosophie qui reflète la manière dont le Japon se relève de cette épreuve.**

**Cependant, de nombreux défis demeurent.** Les travaux de démantèlement des réacteurs accidentés sont loin d'être achevés, notamment l'extraction des débris fondus (corium), une tâche qui nécessitera encore plusieurs décennies. Les forêts environnantes, impossibles à décontaminer, continueront d'abriter des traces de contamination radioactive. La gestion des déchets radioactifs liquides et solides issus de la catastrophe reste, 13 ans après, une priorité nationale dont le traitement prendra des décennies.

Par ailleurs, le manque de coordination entre les communes dans la reconstruction, le manque de concertation dans les plans d'urbanisme et l'incapacité d'établir une cartographie exhaustive de la contamination territoriale (notamment des zones forestières) sont des éléments qui interrogent sur les leçons à tirer de cette catastrophe et sur la difficile priorisation des actions à engager dans la phase post-accidentelle.

À travers cette mission d'étude, l'ANCCLI souhaite formuler des recommandations qu'elle considère comme essentielles pour renforcer la préparation et la résilience face à un éventuel accident nucléaire en France :

- **Améliorer la préparation à l'accident nucléaire :**
  - › *Construire des exercices réalistes qui doivent inclure des scénarios de crise extrême (perte d'électricité, routes impraticables, communication coupée) afin de plonger les acteurs dans la complexité et le stress de matériels indisponibles.*
  - › *Favoriser l'organisation et la concertation entre les communes pour une réponse coordonnée et adaptée des collectivités locales en situation de crise et post-accidentelle.*
- **Renforcer l'autonomie et les moyens d'intervention :**
  - › *S'assurer qu'un site nucléaire peut fonctionner en autonomie pendant au moins une semaine et prévoir des équipements pour pallier l'imprévisible.*
- **Optimiser les plans de gestion de crise :**
  - › *Si les PPI restent une évidence sur le rayon 0-20 km, l'ANCCLI suggère la création d'un plan particulier de coordination, assorti au PPI, sur le rayon 20-50 km qui assurerait :*
    - » *la mise en place d'un inventaire des lieux d'accueil de la population en cas de crise nucléaire majeure, tant sur le court, le moyen et le long terme,*
    - » *la coordination inter-communale des actions post-accidentelles à mener en*

*priorité et de manière concertée,  
» la coordination des acteurs territoriaux responsables de lieux de vie des habitants (maison de quartier, associations...) et plus spécifiquement de leur rôle en phase post-accidentelle.*

- **Repenser la relation Préfet-Maire dans la phase post-accidentelle :**
  - » *Au Japon, comme en France, la communication locale passe avant tout par le Maire vers lequel les habitants se tourneront immédiatement en cas de crise et après la crise. L'ANCCLI considère que les Maires ne sont pas assez associés aux décisions et qu'une coordination plus étroite doit-être établie entre les acteurs de la décision (Préfet) et les communes.*
- **Anticiper la résilience des territoires :**
  - » *L'ANCCLI considère que les territoires nucléarisés doivent engager des réflexions sur l'après nucléaire, que cela soit dû à la fermeture d'une installation ou à un accident grave. Il faut s'y préparer en se projetant sur de nouvelles activités, sur de la reconversion, sur l'imagination collective...*
  - » *Dans le cadre de ces réflexions, les territoires pourraient également imaginer leur avenir s'ils devaient se transformer radicalement ; notamment les territoires agricoles qui pourraient être amenés à devoir changer les espèces cultivées et /ou le modèle agricole (élevage, lait...).*
- **Anticiper les améliorations de sûreté**
  - » *L'ANCCLI considère que la sûreté et la protection des populations doivent rester une priorité absolue. Si la catastrophe de Fukushima n'avait pas existé, les travaux dits du « noyau dur », visant à renforcer d'un niveau bien supérieur la sûreté des installations nucléaires, n'auraient probablement pas vu le jour. Pourtant aujourd'hui, partout dans le monde, ils sont vus comme une avancée exemplaire. L'ANCCLI souhaite que les progressions majeures en sûreté n'attendent pas un nouvel accident. Bien évidemment, il ne s'agit pas de plonger les exploitants dans une situation financière complexe mais de trouver la bonne équation à ce difficile équilibre « sûreté-économie ».*

Enfin, cette mission n'a fait que conforter le besoin crucial de développer une culture du dialogue, de l'anticipation et de la préparation, en intégrant pleinement les collectivités, les citoyens et les acteurs locaux dans la réflexion sur la sûreté nucléaire.

**Cette mission d'étude, nous rappelle que, face à une telle catastrophe, il ne suffit pas de reconstruire physiquement les infrastructures : il faut aussi reconstruire la confiance, recréer du lien social, redonner une identité aux territoires sinistrés et permettre aux populations d'y retrouver une vie digne. À ce titre, en France, les**

CLI, tiers de confiance des territoires, jouent un rôle fondamental en tant qu'acteurs du dialogue et de la concertation.

Treize ans après Fukushima, le Japon continue de nous offrir une leçon d'optimisme, de résilience et de pragmatisme. Ces enseignements doivent nous inspirer à agir avec lucidité et responsabilité sur nos propres territoires.



# EXPRESSIONS PERSONNELLES

Quelques-uns des membres de la délégation ont souhaité apporter une contribution personnelle en complément des pages précédentes.

*C'est l'équivalent d'un département rural français qui a été frappé par cette catastrophe nucléaire majeure. L'ampleur doit questionner nos choix stratégiques et mobiliser de nouveaux moyens pour prévenir des risques et de leurs conséquences sur des périmètres adaptés.*

*Malgré la débauche de moyens pour nous faire comprendre que la radioactivité n'a causé aucun mort mais que l'évacuation, peut-être mal maîtrisée ou dimensionnée, serait la seule fautive, ou que l'ampleur du Tsunami, lui, a surpris et emporté malheureusement de nombreuses vies.*

*Toute la beauté, l'exotisme, la rigueur et l'excellence technologique japonaise ont été balayés par le doute de la réelle maîtrise de l'aléa, des solutions de « reconstruction » et des suivis des impacts sociaux et sanitaires sur le long terme.*

*Je doute que nous soyons correctement préparés à la gestion d'un tel accident.*

**Francis Morlon - Membre de la CLI Écrin Malvés**

*Pour la mission au Japon, j'avais pris le parti, avant le départ, de ne pas me renseigner ; c'est-à-dire de ne pas regarder trop de documentaires, de chiffres etc. J'en étais restée à ma connaissance de l'accident, tel qu'il avait été repris par les médias à l'époque, et avec les connaissances que j'ai pu acquérir en étant désignée comme représentante du Département de la Moselle pour être à la tête de la CLI de Cattenom.*

*Mon sentiment au retour de ce voyage est le suivant. Tout d'abord, j'ai pu remarquer qu'entre l'accident de Fukushima Daiichi et celui de la centrale d'Onagawa, les capacités à réagir ont été très différentes. J'ai eu l'impression qu'à Fukushima il n'y avait aucune préparation à ce genre d'accident, et qu'à Onagawa, l'accident a pu être évité, peut-être dû au fait de la géographie de la centrale et parce qu'il y avait déjà des mesures prises (telles que la digue et aussi une double alimentation en eau et des diesels d'ultime secours entre autres). Cela a permis d'éviter la fusion du cœur des réacteurs de la centrale d'Onagawa. Ce constat me pousse à m'interroger sur la gestion par des compagnies privées donc différentes des centrales nucléaires. Par rapport à cela, je me réjouis de savoir qu'en France, il y a un seul et unique exploitant qui est EDF parce que cela permet d'avoir une gestion identique sur toutes les centrales nucléaires. Avec la perspective de constructions de SMR, il faudra rester vigilant à une exigence de sécurité identique.*

*L'enseignement que j'ai pu également en tirer et qu'il faut absolument faire entrer la gestion du risque, dans chaque maison, auprès de chaque individu. En parlant de risque, bien sûr, je parle du risque nucléaire, mais pas uniquement. Actuellement, avec le changement climatique, on peut voir qu'on*

*assiste à des épisodes d'inondations et de sécheresse qui oblige la population à adopter des comportements adéquats. En tant que maire d'une commune qui se situe dans le périmètre de 10 km autour d'une centrale nucléaire, j'ai vraiment pris conscience de l'importance d'avoir, à jour, les documents qui permettent de réagir en cas de crise : le plan communal de sauvegarde et le Dicrim. Je comprends mieux maintenant la volonté de l'État. La préfecture sensibilise tous les élus pour que ces documents existent et surtout soient à jour.*

*En revanche, ce que je peux déplorer c'est que même si ces documents existent, il y a très peu d'exercices d'évacuation réels. Les exercices qui sont pratiqués sont essentiellement des exercices sur table et sont en général proposés par des communes qui sont volontaires. Ce qui serait souhaitable, en France, c'est de pouvoir avoir de vrais exercices d'évacuation. Je suis consciente de la difficulté de la mise en œuvre de ce genre d'exercice, mais, comme nous avons déjà tous pu l'expérimenter, nos réactions ne sont pas toujours les mêmes lorsque nous sommes dans une situation de crise. C'est la raison pour laquelle, je pense, qu'il est important de tester en vrai, les dispositifs que nous avons consignés sur un document papier.*


*Ce voyage a été très riche en enseignements et a renforcé ma volonté de mener à bien les missions des CLI. L'une d'elle étant, bien sûr, la transparence et l'accès à l'information afin de pouvoir diffuser et expliquer au grand public, à la population, les dysfonctionnements qui peuvent parfois arriver dans une centrale nucléaire, mais surtout faire prendre conscience aussi de tout ce qui est mis en œuvre pour la sûreté, au quotidien, dans les installations nucléaires, pour éviter au maximum les incidents et accidents.*

**Rachel Zirovnik - Membre de la CLI de Cattenom**

*Mon sentiment : la population ayant été mal préparée à un accident multiple et n'ayant pas été impliquée dans la gestion post-accidentelle, elle a réagi instinctivement. L'Etat étant injoignable, il n'a pas joué son rôle de gestion de crise et de protection. Son action, en retard de la réalité du terrain, a induit une perte de confiance de la population envers les institutions. Pour ce qui est de la centrale de Fukushima, l'impréparation des acteurs a provoqué une suite d'erreurs de décisions qui ont conduit au désastre que l'on connaît aujourd'hui.*

*Cependant les moyens mis en œuvre depuis 12 ans pour nettoyer et reconstruire sont considérables. Pour les Japonais, en dehors de la gestion des séismes, il ne peut rien leur arriver, cela implique une impréparation sur les grandes catastrophes.*

**Patrick Mercier - Membre de la CLI de Cadarache**



*Malgré tous les exercices de crise que les Japonais ont l'habitude de faire, il n'y avait pas de culture du risque nucléaire avant la catastrophe, ni d'entraînement d'évacuation, car les Japonais n'ont jamais imaginé qu'il pouvait y avoir un accident.*

*Du reste lors de nos déplacements, nous avons traversé beaucoup de tunnels où aucun système de ventilation et issues de secours ne sont prévues. La réponse à ma question fut : aucun incendie ne peut arriver. Donc, le retour d'expérience sur Fukushima n'est pas appliqué pour les autres risques.*

*Les élus se sont retrouvés seuls pour gérer la catastrophe car aucune information ne leur a été transmise par l'Etat. L'évacuation fut compliquée à la suite du séisme qui avait détruit les infrastructures routières. Aucune distribution des comprimés d'iode sans avis médical.*

**Brigitte Dailcroix - Membre de la CLI de Cadarache**

*Impossible de ne pas revenir marqué après un tel voyage car c'est une chose de parler d'une catastrophe, c'est très différent de se confronter à la réalité de ce qu'ont vécu et vivent encore la population touchée par cet accident nucléaire.*

*C'est étonnant de constater qu'avec un historique tel qu'a le Japon vis-à-vis du danger du nucléaire, les autorités ont réussi à convaincre toute la population que l'énergie générée par l'atome était sûre et maîtrisée. De ce fait, aucun plan de prévention avec les évacuations éventuelles n'avait été mis en place. Avoir une telle proportion de production nucléaire sans que l'état se dote d'un organisme de contrôle, avant cet accident, est pour le moins étonnant pour ne pas dire plus... Confier aux seules entreprises privées la gestion d'un tel risque était pour le moins aventureux, chacun connaît la finalité mercantile des investisseurs.*

*Le tsunami a certes causé plus de décès que les retombées radioactives issus de la fusion des cœurs des réacteurs de la centrale, mais aujourd'hui force est de constater que les villes touchées par la vague meurtrière sont reconstruites et que la vie a repris normalement. Mais là où le nuage radioactif est passé ce n'est que désolation, destruction de la structure sociétale et malgré les sommes colossales investies et la volonté des élus locaux, ces territoires sont compliqués à réinvestir et ce pour de très nombreuses années.*

*Soyons et restons donc très vigilants au sein de nos organisations, avec nos moyens, pour que nous ne soyons jamais confrontés à un tel désastre.*

**Serge Labat - Membre de la CLI de Golfech**

*Des entretiens et constats faits lors de ce voyage d'étude, découle la nécessaire anticipation d'une situation accidentelle afin de pallier la sidération et le manque possible de directives.*

*Chacun dans son rôle, les responsables que sont les maires et les exploitants travaillent à élaborer les documents réglementaires : les plans communaux de sauvegarde (P C S) et les plans d'urgence interne (P U I).*

*Les exercices de crise des I N B (théoriquement tous les 5 ans) sont l'occasion de mettre en présence les différents acteurs sous la houlette de la préfecture. Il est nécessaire que celle-ci assure un rôle de coordination, mais aussi d'animation lors des phases amont et post-exercice de crise. L'élargissement des acteurs à au moins un membre par collègue de CLI et à son président devrait être systématique.*

*Une fois les axes d'amélioration collectivement identifiés et les enseignements tirés, la préfecture, mais aussi la mairie (encore tiers de confiance auprès de beaucoup d'habitants) et les CLI, organismes locaux également, pourront contribuer à informer les populations sur le post-accidentel et montrer ainsi que l'hypothèse d'un accident n'est pas niée et que les institutions travaillent à la mise en place de contre-feux, le cas échéant.*

**Yveline Druetz - Membre de la CLI de Flamanville**

*Tout d'abord, je tiens à remercier l'ANCCLI et plus particulièrement Coralie Pineau pour l'organisation sans faille de ce voyage.*

*Je tiens aussi à remercier l'ensemble des personnes que nous avons rencontrées qui ont accepté de répondre à nos questions et qui nous ont permis de visiter les différentes installations nucléaires, laboratoires, écoles, villes et villoges afin de mieux comprendre cette catastrophe et ses suites.*

*Pour notre mission, nous avons tous émis des souhaits de personnes à interviewer et de lieux à visiter. Le programme ainsi que l'organisation sur place (guide, interprète et chauffeur) nous a permis de mener à bien notre mission.*

*Mes réflexions, impressions et mon ressenti personnel.*

- 3 impacts différents suivant les endroits. Certains ont été frappés par le tremblement de terre, d'autres en plus par le tsunami et d'autres l'accident nucléaire ce qui a rendu encore plus complexe l'organisation des secours en fonction des dégâts occasionnés.*
- Les autorités comme les exploitants avaient ignoré la possibilité d'un accident nucléaire. Ils n'y étaient donc pas préparés. Le maire d'une commune proche de Fukushima nous a dit avoir pris la décision d'évacuer ses concitoyens d'après les informations télévisées alors que la commune voisine a eu des informations de la part des autorités.*
- Il y a plusieurs exploitants nucléaires privés et donc plusieurs visions de la sûreté. J'ai pu ressentir des différences d'anticipation et de moyens mis en œuvre lors des visites de Fukushima Daiichi (TEPCO) et Onagawa (Tôhoku EPCO). À méditer...*
- Absence de service de secours et de lutte contre l'incendie permanent sur les centrales avant l'accident.*
- Pas d'autorité de sûreté nucléaire indépendante de l'État avant l'accident.*

- *Aucun suivi médical obligatoire des salariés du nucléaire au Japon. Ni avant, ni après la catastrophe. Juste proposé une fois par an.*
- *J'ai été très impressionné par le nombre de terrains dédiés à l'entreposage des sacs de déchets nucléaires, notamment de terre contaminée. Les autorités disent vouloir évacuer l'ensemble de ces déchets d'ici plusieurs années dans une autre région du Japon pour un stockage définitif. Personne n'y croit vraiment dans les zones concernées.*
- *D'autre part, les autorités encouragent de diverses manières un retour de la population dans les zones autorisées. C'est très coûteux. Beaucoup d'investissements de la part de l'État pour un maigre résultat. Manque de confiance de la population surtout de la part des plus jeunes. Conflits familiaux entre générations.*

*Mon interrogation :*

- *Est-ce judicieux de vouloir évacuer des millions de mètres cubes de déchets dans une autre région ?*
- *Est-ce judicieux de vouloir faire revenir les citoyens sur leur terre ?*
- *N'aurait-il pas été préférable de considérer cette zone qui ne sera jamais totalement saine (forêts, montagnes impossible à décontaminer) comme futur lieu de stockage et d'encourager les populations à aller vivre ailleurs ?*

*Ce n'est pas le choix que le Japon a fait essentiellement pour ne pas déraciner et pénaliser ses personnes déjà durement éprouvées.*

*Pour conclure, beaucoup d'émotions lors de ce voyage. Malgré ce que je savais de l'accident, rien ne vaut la réalité du terrain et des rencontres.*

*Je voudrais, pour finir, saluer la dignité, l'humilité et la disponibilité des personnes rencontrées. Jamais de colère ni de haine. Toujours tournées vers l'avenir.*

**Christophe Vallat - Membre de la CLIGEET**

*Au pays du soleil levant, tout renaît toujours : le jour, la floraison des cerisiers, la vie après les catastrophes. Ce que les « Fukushima ken min » (habitants du département) appellent la « grande catastrophe de Tohoku », le séisme et le tsunami de l'Est du Japon de mars 2011, est appelé en Europe et en France « catastrophe de Fukushima ».*

*Nos amis Japonais ne confondent pas le séisme et le tsunami et leurs 18.000 morts et disparus, avec l'accident nucléaire, qui a fait un peu plus de 2200 victimes par les évacuations.*

*Un tel voyage laisse des impressions contrastées : d'abord c'est le dépaysement qui frappe, les différences entre la vie dans deux pays aux antipodes, et pas seulement la gastronomie. Là-bas tout semble toujours en ordre, le sentiment d'insécurité est généralement absent ; le respect de l'autre est tellement poussé qu'il semble inné, au point de voir rarement les émotions s'exprimer ; l'autorité est peu contestée.*

*Nous avons vu des maires, des habitants groupés qui dialoguent, des universitaires, des fonctionnaires municipaux. On est frappé par la volonté affichée de faire renaître à la vie normale les territoires et communes dévastés par le séisme, puis le tsunami, puis l'accident nucléaire ; communes parfois considérées comme un havre de paix et de liberté ! On ne peut qu'admirer l'optimisme et la ténacité de tous face à l'adversité.*

**Yann Perrotte - Membre de la CLI Orano La Hague**

*Ce voyage d'étude très dense mais trop court pour tout voir de l'état actuel de la région de Fukushima, nous a cependant permis d'évaluer les « coûts » de la catastrophe nucléaire sur les plans financiers, matériels, et humains. Aucune entreprise, aucune assurance, ne peut financer une opération de reconquête du territoire après un accident nucléaire majeur. Seul, un État puissant peut le faire en engageant une dette considérable qui hypothèque lourdement son avenir.*

*Au Japon, pays montagneux de 123 millions d'habitants, les terres habitables et cultivables sont rares : il faut les sauver de la pollution radioactive. Décontaminer, démolir, évacuer, stocker, gérer les déchets, les éliminer, reconstruire, créer de nouvelles activités, tout en entreprenant la transition énergétique...voilà le défi lancé à la province de Fukushima et qui fait tout pour y parvenir à moyen terme.*

*L'avenir du nucléaire se joue en ce moment au Japon qui a déjà remis en service 12 de ses 57 réacteurs mais qui doit en démanteler 24. Une relance partielle pour quelques 25 années avec « en même temps » une sortie programmée du nucléaire. Aucune construction de nouveau réacteur n'est prévue.*

*Le Japon est bien obligé de faire face à ces « coûts » de l'accident nucléaire car il doit reconquérir les territoires évacués, contrairement à ce qui se passe en Ukraine où la région de Tchernobyl est abandonnée. Le Japon tente donc d'amoindrir les dégâts économiques en limitant sa relance du nucléaire et en développant les énergies renouvelables, la filière hydrogène, et les industries nouvelles. Il semble qu'il soit en situation de réussir sa transformation, mais à quel prix ?*

*Le rêve du nucléaire était d'apporter opulence, confort, bonheur : il a tourné au cauchemar.*

**Jacques Terracher - Membre de la CLI de Civaux**

*Il m'apparaît clairement au travers de ce que nous avons pu voir, écouter des explications qui nous ont été données et des informations recueillies çà et là sur des sites dédiés que le Japon a su et pu réagir avec efficacité à cette triple catastrophe.*

*Mais il y a lieu de remarquer que ces tragédies ont provoqué un changement considérable dans l'attitude des Japonais (concernés) vis-à-vis des Autorités et même à critiquer d'autres japonais devant des étrangers.*

*Par ailleurs, il est apparu des problèmes sociétaux de grandes ampleur qui ont nécessité et nécessitent encore des traitements appropriés tant en communication qu'en structures spécifiques d'échange et de dialogue.*

*On peut noter que la durée d'éloignement réduit considérablement le retour des personnes déplacées. C'est tout simplement logique, plus le temps passe plus on se réinstalle dans sa nouvelle région, on crée des liens (enfants, travail...) qui freinent le départ. D'autant plus que demeurent les restrictions liées à la radioactivité rémanente : physiques ou psychologiques.*

*De plus, les indemnités versées aux habitants même évacués, ont permis à ces derniers de mieux se réinsérer dans leur nouvelle vie ailleurs.*

*L'accident de la Centrale a obligé d'inventer d'autres méthodes culturelles, de rompre avec l'agriculture de plein champs pour passer tout de suite à une agriculture moderne, affranchie du problème de la radioactivité, des aléas saisonniers, palliant le manque de main d'œuvre, et faisant appel à une haute technicité.*

*L'industrie n'est pas en reste, puisqu'il a fallu mettre en place d'autres sources d'énergie (éolien, solaire) et d'économie. Sans oublier l'impact sur la fabrication de matériel de TP, de robots pour intervenir sur les réacteurs ou en zones contaminées, sur la fabrication de divers éléments ou produits métallurgiques ou de synthèse, sur l'élaboration d'équipements spécifiques à l'énergie nucléaire.*

*Les autorités ont fort justement réagi en choisissant de moderniser complètement les outils de production et orienter des zones agricoles anciennes vers une industrialisation moderne.*

*La singularité de l'économie du Japon : insulaire, autosuffisante, moderne, industrielle, technologique, avec un excellent bilan commercial, a permis à ce pays de faire face financièrement à ce colossal défi sans détruire son économie. Un autre pays moins industrialisé pourrait-il le faire ?*

**Florion Guillaud - Membre de la CLIN du Blayais**

*C'est avec une certaine appréhension que je me suis embarquée dans ce voyage, sachant pertinemment que la majorité des participants serait très favorable au nucléaire, et que l'étiquette « anti-nucléaire » me serait vite collée au front.*

*Pourtant, je crois qu'il fallait y aller, car quand on combat un système on doit en connaître les rouages et ne jamais cesser d'apprendre sur le sujet. Et, bien sûr, je n'ai pas été déçue !*

*C'est d'ailleurs une question pertinente d'un des barons du groupe qui m'a permis de clarifier ma position : « Tu as fait des études de géologie, et alors si tu connais les questions scientifiques comment peux-tu être hostile au nucléaire ?? ». Parce que l'on ne pourrait y être hostile que par ignorance...*

*J'ai donc répondu que justement c'est la connaissance de la géologie qui m'a appris ce qui différencie nos vies de celles des éléments radioactifs : l'échelle de temps.*

*Nos vies dépassent rarement un siècle, la radioactivité perdure sur des milliers, voire des millions d'années, comme les phénomènes géologiques. Malheureusement, la plupart des politiques ignorent ces notions, et ils vivent à l'échelle de leur mandat, et éventuellement du deuxième mandat qu'ils espèrent conquérir. Et ils agissent en conséquence, sans vision du long terme.*

*Une veille citoyenne s'impose donc car l'ignorance et l'approximation en matière de nucléaire ne pardonnent pas !*

*C'est donc plus avec le regard d'une géologue que je commenterai ce voyage, écartant ainsi tout procès en dogmatisme...*

*Le risque sismique au Japon. C'est une lapalissade de dire qu'il*

*est très élevé sur tout l'archipel, et le risque de tsunami existe aussi sur la côte ouest, comme l'a prouvé le tremblement de terre du 1<sup>er</sup> janvier 2024 qui a affecté la centrale de Sika, dont les deux réacteurs ont alors été fermés. Les exercices de préparation aux séismes existent bien à Tokyo et ailleurs, prouvant que la conscience de ce risque est réelle. Pourtant, en visitant la centrale de Fukushima, on ne peut qu'être effaré en constatant la proximité avec le niveau de la mer*

*Alors ce choix du nucléaire au Japon est-il un bon choix?*

*La voix de la contestation je l'ai entendue lors de mes deux rendez-vous au siège de Greenpeace Japon à Tokyo. Elle existe et elle est courageuse. Évidemment, l'autorisation de laisser la population revenir dans des zones pouvant atteindre jusqu'à 20mS/an est très critiquée, alors qu'on sait qu'à Tchernobyl au delà de 1mS/an c'est zone interdite! Il y a plus de place en Ukraine qu'au Japon...*

*La promesse de TEPCO qui rejette en mer à 1 km de la côte des eaux de refroidissement contaminées jusqu'en 2053 ne semble pas crédible chez Greenpeace, cela durera beaucoup plus selon eux.*

*L'absence de décontamination des forêts, à l'instar des terres arables, laisse la population très vulnérable. Mais que vont devenir les 14 millions de m<sup>3</sup> de terre contaminée qui représentent 14 millions de big bags entreposés sur 16 km<sup>2</sup>? Personne ne le sait en réalité.*

*Encore un grand merci pour ce si beau voyage très instructif.*

**Nicole Combredet - Membre de la  
CLI de Saint-Laurent-des-Eaux**

*A travers ce voyage, j'ai pu constater sur le terrain les conséquences sanitaires, organisationnelles, humaines, culturelles, environnementales mais aussi technologiques occasionnées par l'accident nucléaire survenu au Japon ce 11 mars 2011.*

*Treize ans après l'accident nucléaire de Fukushima, le Japon est encore en train de se reconstruire...doucement. Les travaux de démantèlement de la centrale nucléaire de Fukushima sont en cours et des prouesses d'ingéniosité sont encore à construire afin d'extraire le corium des trois réacteurs dont le cœur a fondu.*

*Les communes environnantes, grâce aux subventions de l'État se relèvent difficilement, peinant à retrouver leur population, leur culture, leur identité tout simplement...*

*Le regard des Japonais face au risque nucléaire est irrévocablement différent...par la même occasion notre regard, doit également évoluer pour prendre en compte tous les enseignements de cet accident.*

*Voici mes principales recommandations/remarques à éventuellement transposer sur le territoire français :*

- S'assurer qu'un site nucléaire peut être autonome pendant 1 semaine.*
- Créer un plan d'évacuation par centrale nucléaire en impliquant les communes et en prenant en compte les vents dominants et la capacité d'évacuation des routes. Effectivement, l'un des principaux enseignements de ce voyage d'études est la préparation à l'accident afin de savoir en amont où et comment évacuer en cas d'accident nucléaire.*
- Il est primordial de prendre la décision d'évacuer une centrale nucléaire immédiatement après la perte de refroidissement du réacteur nucléaire car la cinétique de dégradation du cœur est très rapide (moins de 24h).*
- Arrimer les véhicules de crise/secours dans les zones à risque sismique élevé.*

- *Réaliser davantage d'exercice de crise sans électricité (salle de commande dans le noir).*
- *La prise des comprimés d'iode est à optimiser via une communication robuste et sécurisée en toute circonstance.*

*Voici les points qui me questionnent encore aujourd'hui au retour de ce voyage d'études :*

- *L'absence d'étude épidémiologique car les contrôles sanitaires ne sont pas obligatoires que ce soit pour les travailleurs ou pour les habitants des zones évacuées.*
- *Les eaux de ruissellement, les forêts, ne font pas l'objet de contrôles radiologiques. De ce fait, il n'y a pas de cartographie précise de la contamination du territoire.*
- *L'ordre d'évacuation est intervenu très rapidement après l'immersion de la centrale (1h15), est-ce que nous serions aussi réactifs en France ?*
- *Les forêts ne sont pas décontaminées et ne le seront jamais, mais elles ne sont pas interdites pour autant.*
- *Le risque sécuritaire est très peu pris en compte dans les deux centrales nucléaires visitées.*
- *Faut-il étendre nos zones PPI en France à 30 km ?*
- *Il semble que les Japonais aient complètement occultés la contamination surfacique des sols au profit du seul contrôle de la radioactivité par l'exposition externe en mesurant uniquement le débit équivalent de dose ambiant en Cs 137.*
- *L'absence de cohérence entre les communes pour réaménager le territoire. Il n'y a pas de plan d'urbanisation concerté.*

*Comme vous pouvez le constater les questions sont encore nombreuses et méritent notre plus grande attention...le dialogue, les échanges, la préparation, l'anticipation sont des valeurs à continuer de développer sur nos territoires et les CLI ont toutes leurs places pour y jouer un rôle prépondérant !*

*Je remercie chaleureusement l'ANCCLI de m'avoir permis de participer à ce séjour, riche d'enseignements.*

**Caroline Lozay - Membre de la CLIN Paluel-Penly**

*Au-delà de la découverte d'un pays fascinant, d'habitants résilients et combattifs, de compagnons de voyage agréables et très impliqués dans la démarche, je retiens quelques idées fortes qui me semblent primordiales dans la gestion des installations nucléaires :*

- N'avoir qu'un seul opérateur nucléaire notamment dans l'exploitation des centrales de production d'électricité garantit une uniformisation des mesures de sûreté et de pratiques dans les processus industriels. (2 centrales visitées, 2 exploitants différents = 2 systèmes très différents dans les mesures de protection contre le risque tsunami)*
- Une autorité de sûreté indépendante et disposant de moyens réglementaires forts et coercitifs en cas de manquement*
- Une indispensable sensibilisation des populations avoisinantes aux risques et aux consignes de confinement et/ou évacuation en lien avec les élus locaux*
- Une latitude et un pouvoir de gestion de crise à adapter pour être au plus près des réalités de terrain*
- Une transparence sur les enjeux des industries (nucléaire, chimie, hydrogène, micro ou nanotechnologies, etc...)*

**Anne Gérin - Présidente des 3 CLI de l'Isère**



**ANCCLI**

226 Chemin de Belluc, 82 000 MONTAUBAN, France

Site Internet : [www.anccli.org](http://www.anccli.org)

Tous droits réservés ANCCLI

Credits des photos de couverture : Anccli



# 2011.3.11

## 14:46

### 東日本大震災発生

最大震度7、M9.0

日本観測史上最大規模の地震

Great East Japan Earthquake.

Maximum seismic intensity of Ten the JMA scale M9.0

Largest earthquake in Japan's recorded history



## 15:00

津波発生



## 15:30

津波到達

津波の到達時刻は、津波の発生時刻から約15分後である。

津波の高さは、最大で約10メートルに達した。

津波の到達時刻は、津波の発生時刻から約15分後である。

津波の高さは、最大で約10メートルに達した。

津波の到達時刻は、津波の発生時刻から約15分後である。

津波の高さは、最大で約10メートルに達した。

津波の到達時刻は、津波の発生時刻から約15分後である。

津波の高さは、最大で約10メートルに達した。

津波の到達時刻は、津波の発生時刻から約15分後である。

津波の高さは、最大で約10メートルに達した。

津波の到達時刻は、津波の発生時刻から約15分後である。

津波の高さは、最大で約10メートルに達した。

津波の到達時刻は、津波の発生時刻から約15分後である。

津波の高さは、最大で約10メートルに達した。

津波の到達時刻は、津波の発生時刻から約15分後である。

津波の高さは、最大で約10メートルに達した。

津波の到達時刻は、津波の発生時刻から約15分後である。

津波の高さは、最大で約10メートルに達した。

津波の到達時刻は、津波の発生時刻から約15分後である。

津波の高さは、最大で約10メートルに達した。

津波の到達時刻は、津波の発生時刻から約15分後である。

津波の高さは、最大で約10メートルに達した。

津波の到達時刻は、津波の発生時刻から約15分後である。

津波の高さは、最大で約10メートルに達した。

津波の到達時刻は、津波の発生時刻から約15分後である。

津波の高さは、最大で約10メートルに達した。

津波の到達時刻は、津波の発生時刻から約15分後である。

Q1  
アースシェイク  
タブレット