

# La catastrophe de Fukushima

Jean Claude Zerbib (Global Chance)

*Au moment même où nous mettons sous presse ce numéro des cahiers de global Chance, le gouvernement et EDF, s'appuyant sur les conclusions très contestables de la Commission Énergies 2050, lancent une offensive de communication intense pour tenter de faire accepter à l'opinion publique l'intérêt présenté comme « évident » qu'il y aurait, pour des raisons purement économiques, à prolonger de 10 ou 20 ans la durée de fonctionnement des réacteurs actuels, en faisant tout pour faire oublier la catastrophe de Fukushima.*

*C'est pourquoi nous vous proposons ci dessous d'une part un court article qui fait le point sur le déroulement et les premières conséquences de la catastrophe de Fukushima et d'autre part une série de prises de position et de témoignages de personnalités reconnues dans le domaine de la sûreté qui montrent le degré d'irresponsabilité d'une telle campagne de communication.*

*Global Chance*

Le 11 mars 2011, à 14h46, 25 ans après Tchernobyl qui était la plus grande catastrophe du nucléaire civil, et dont les rejets avaient largement dépassé les frontières de l'Ukraine et de la proche Biélorussie, un nouveau cataclysme nucléaire a frappé cette fois le Japon.

Ce n'est plus un seul réacteur qui explose (N° 4 à Tchernobyl), mais trois réacteurs qui sont détruits à Fukushima : les réacteurs N° 1, 2 et 3 tandis qu'un quatrième, le N° 4, qui était à l'arrêt (le cœur, retiré de la cuve était placé dans la piscine de stockage), a été très endommagé.<sup>1</sup>

Un tremblement de terre, de magnitude 8,9 à 9 sur l'échelle de Richter, frappe la côte nord-est de l'île d'Honshu, l'île la plus grande et la plus peuplée du Japon. C'est le tremblement de terre le plus fort enregistré par des sismographes au Japon. Il dure deux minutes et demie.

Le déplacement brutal du fond marin<sup>2</sup>, à 120 km de la côte, provoque notamment une énorme vague qui se propage à très grande vitesse, sur un front d'environ 500 km. Arrivée à la côte en 55 minutes, cette vague atteint environ 14 mètres en arrivant au niveau du groupe de 4 réacteurs<sup>3</sup> de la 1<sup>re</sup> centrale de Fukushima (6 réacteurs), protégée par une digue de... 5,7 m.

Le corps de deux jeunes travailleurs (21 et 24 ans), portés disparus sont retrouvés dans la dernière semaine de mars. Il y avait 3 639 personnes présentes sur le site le 11 mars 2011.

1 - N'étant plus alimentée, après ébullition et évaporation de l'eau, la piscine découvrait la "tête" des assemblages combustibles qui ont dû s'endommager et produire de l'hydrogène qui occasionne feu et explosion. Un incendie s'est déclaré au niveau de la piscine d'entreposage du combustible usé le mardi 15 mars 2011. L'état du combustible stocké dans cette piscine, potentiellement affecté par l'incendie, n'est pas déterminé. Un deuxième incendie s'est déclaré le 16 mars 2011. L'ossature du bâtiment a été fortement endommagée.

2 - Un déplacement vertical du fond marin de 17 à 25 m, dans la zone maritime la plus affectée.

3 - Le Japon a déjà connu des tsunamis produisant des vagues supérieures à celle de mars 2011. Sur la petite île d'Okushiri (3 700 habitants) située à l'est d'Hokkaido dans la Mer du Japon, le 12 juillet 1993, une vague d'un maximum de 31 m de haut, n'a fait que 239 victimes grâce au système d'alerte.

Si les cinq réacteurs nucléaires, en fonctionnement dans la 1<sup>re</sup> centrale de Fukushima, se sont arrêtés automatiquement, cinq secondes après la mesure de l'onde sismique, les dégâts dus au seul tremblement de terre sont mal connus, notamment ceux relatifs aux diverses tuyauteries qui jouent le rôle important de l'apport d'eau dans les circuits de refroidissement. La vague, en pénétrant dans les réacteurs, a détruit et noyé les équipements électriques nécessaires à leur sécurité. Le système d'alimentation électrique de toute la région est interrompu et 11 diesels de secours sur 12 (installés en sous-sol), comme les pompes qui assurent le refroidissement du cœur des réacteurs, sont noyés et hors d'usage. Le 12<sup>e</sup> diesel permettra aux réacteurs N° 5 et N° 6 de conserver un système de refroidissement.

L'Agence japonaise de sûreté nucléaire<sup>4</sup> (NISA) qui avait classé la catastrophe au niveau 5 de l'Échelle internationale des événements nucléaires et radiologiques (INES), a élevé le 12 avril 2011 l'accident de Fukushima au niveau 7, celui de Tchernobyl, classé au niveau le plus haut de l'échelle.

*Il y avait, dans l'histoire des catastrophes nucléaires, un « avant » et un « après » Tchernobyl. Aujourd'hui un nouveau jalon s'impose avec Fukushima.*

## Un scénario catastrophe

Une situation imprévue dans tous les scénarios déterministes imaginés dans le monde entier : la perte simultanée de l'alimentation électrique et de la « source froide » qui permettent d'assurer le refroidissement du combustible nucléaire, dans la cuve du réacteur et dans les piscines d'entreposage. « *Fukushima a montré que l'improbable est possible* » a déclaré, M. Philippe Jamet, un responsable de la sûreté nucléaire en France<sup>5</sup>. Un propos courageux mais aussi un aveu inquiétant.

Le pire des scénarios catastrophe se développe alors avec la production d'hydrogène puis la fusion du combustible. Cette fusion serait survenue seulement 16 heures après l'arrivée de la vague, devait admettre deux mois plus tard (15 mai), TEPCO, l'exploitant de la centrale<sup>6</sup>. Le combustible en fusion<sup>7</sup> a dû percer la cuve du réacteur N° 1, de 15 à 16 cm d'épaisseur et attaquer la dalle de béton du bâtiment réacteur (7,6 mètres d'épaisseur). C'est le début du scénario d'un film imaginé dans les studios d'Hollywood en 1979 : « Le Syndrome chinois ».

Au contact de l'eau, les gaines en zirconium portées à plus de 700 °C s'oxydent. En captant l'oxygène de la vapeur d'eau, le zirconium libère de l'hydrogène et de la chaleur. L'hydrogène libéré, peut s'enflammer ou exploser spontanément suivant la concentration obtenue dans l'air. Il provoque le samedi 12 mars à 15 h 36, soit 24 h après l'arrivée de la vague sur la centrale, feu et explosion dans le réacteur N° 1 et à 11 h 01 dans le réacteur N° 3 où 7 travailleurs sont blessés. Les toits des bâtiments réacteurs sont soufflés. Le 15 mars à 6 h 10, une explosion se produit dans le réacteur N° 2. A 6 h 14, le réacteur N° 4 connaît deux grosses explosions qui causent deux brèches d'environ 8 mètres de large sur l'enceinte extérieure du bâtiment abritant le réacteur. A 9 h 38, il y a une nouvelle explosion, suivie d'un incendie de la piscine de stockage du combustible, qui s'éteint vers midi.

A l'extérieur des bâtiments réacteurs, l'intensité des rayonnements émis par le cœur sans leur écran d'eau, va atteindre des niveaux très élevés qui rendent impossible toute intervention humaine. Le 13 mars, les autorités japonaises annoncent que de l'eau de mer, enrichie en bore, était injectée dans l'enceinte de confinement. Pour Tepco, cela signifie que les réacteurs sont donc irrémédiablement détruits. Ce n'est que le 20 avril, afin de refroidir les cœurs des réacteurs, que le refroidissement à l'eau douce a repris avec des débits importants (15 m<sup>3</sup>/h) afin d'éviter les dépôts de sel cristallisés sur les structures chaudes.

Selon le rapport de TEPCO, le combustible du réacteur N° 3 fusionnera à son tour au bout de 60 h (14 mars à 20 h) et celui du réacteur N° 2, quatre jours après le tremblement de terre.

En décembre 2011, il était acquis que le combustible du réacteur N° 1 (400 éléments combustibles) était en très grande partie fondu tandis que ceux des réacteurs N° 2 et 3 (548 éléments combustibles) étaient fortement endommagés, mais dans des proportions inconnues.

4 - « NISA », est l'acronyme anglais de l'Agence nucléaire japonaise (Nuclear and Industrial Safety Agency).

5 - Revue « La Recherche », juin 2011, N° 453.

6 - Une simulation faite aux USA, dans le centre nucléaire d'Idaho, a montré que la fusion du combustible a pu débuter 3,5 heures après le passage du tsunami. Le 15 mai 2011, un important rapport de Tepco (Tokyo Electric Power Co) précisait qu'au bout de 3 h l'eau dans le cœur était à hauteur de la « tête » des combustibles, et 16 h après le tremblement de terre, tout le combustible avait fusionné et percé la cuve.

7 - Le combustible des réacteurs BWR est constitué d'un faisceau de tubes en « Zircaloy 2 » (alliage de zirconium 98,4 %, de 1,3 % d'étain, 0,1 % de fer, 0,1 % de chrome et 0,05 % de nickel) de 4 m de long, qui renferment des pastilles d'oxyde d'uranium dans lesquelles se sont formés une centaine d'isotopes stables ou radioactifs. La fusion du zircaloy est atteinte vers 1 200 °C, celle de l'ensemble des constituants, le « corium », commence à environ 2 100 °C. Elle est totale à 2 300 °C, d'après les expériences faites en France.

## La catastrophe était elle imprévisible ?

Au cours des 5 derniers siècles, il a été recensé, au Japon et dans les îles avoisinantes, 16 tsunamis avec des hauteurs de vagues supérieures à 10 mètres. Depuis 1918, six tsunamis sur seize ont occasionné des vagues de 25 à 30 mètres. La survenue d'un tsunami provoquant une vague de 14 m n'était donc pas invraisemblable.

En 2008, puis en février 2011, Tepco avait réévalué le risque présenté par un tsunami. La hauteur de la vague qui atteindrait la 1<sup>re</sup> centrale de Fukushima<sup>8</sup> avait été estimée à plus de 15 mètres de haut mais Tepco n'avait pris aucune initiative, jugeant la probabilité de sa survenue quasi nulle. La Commission indépendante de dix experts, nommés le 24 mai par le Premier ministre japonais Naoto Kan<sup>9</sup> pour enquêter sur la catastrophe de Fukushima, a publié le 25 décembre 2011 un rapport intérimaire. Elle a noté un point plus grave encore que la faute de l'exploitant, celle des responsables de la sûreté nucléaire japonais : « *L'organisme de régulation nucléaire du gouvernement (NISA) n'a pas demandé à Tepco de prendre des mesures précises, comme par exemple d'effectuer des travaux supplémentaires après avoir reçu les études par simulation de Tepco en 2008 et début 2011 concernant l'impact des tsunamis sur ses installations* ».

## Les rejets dans l'environnement

Les dégradations des trois réacteurs et de la piscine du réacteur N° 4 ont entraîné des rejets atmosphériques et marins. Les premiers rejets atmosphériques résultent des explosions et de décompressions volontaires des enceintes de confinement des réacteurs (afin d'éviter leur rupture) et les rejets en mer, de fuites d'eaux fortement contaminées (utilisées pour refroidir les combustibles endommagés) qui produisent des déversements direct en mer, depuis la centrale.

### Rejets atmosphériques

La production d'hydrogène, qui a provoquée les explosions<sup>10</sup> dans les réacteurs N° 1, 2 et 3, s'est prolongée par des rejets radioactifs atmosphériques. Les rejets les plus importants se sont produits entre le 12 et le 22 mars. Le 15 mars, en lessivant la panache de poussières radioactives, la pluie et la neige, ont été à l'origine d'importants dépôts radioactifs observés dans les territoires touchés (une bande de plus de 40 km de long suivant un axe nord-nord-ouest). Dans les 20 premiers km, ainsi que dans les trois entités administratives ayant reçu les dépôts radioactifs les plus importants (Iitate village, Katsurao et Namie), la contamination en césium 134 et 137 dépassait, jusqu'au 23 mars, le million de becquerels par m<sup>2</sup>. Jusqu'au 18 mars, les légumes à feuilles accusaient plus de 10000 Bq/kg en iode 131. A 180 km de la centrale il est trouvé des contaminations comprises entre 100 et 300 kBq/m<sup>2</sup>.

Les dépôts ont contaminé gravement les habitations, les terres (qui assurent 20 % de la production nationale de riz) et forêts à plus de 100 km de rayon autour de la centrale. Le ministère de l'environnement japonais envisage de procéder à des décontaminations de zones, partout où le débit de dose annuel sera égal ou supérieur à 5 mSv/an (la norme internationale pour le public est de 1 mSv/an). Cela concernera plus de 110000 habitations individuelles, écoles, lieux publics, etc. situés sur 1800 km<sup>2</sup> dont 70 % sont couverts par une forêt. 29 millions de m<sup>3</sup> de terres et débris contaminés seront produits.

Après de successives interdictions de vente de riz contaminé, touchant plus de 4000 exploitants, le Ministère de l'Agriculture a été contraint d'acheter, en décembre 2011, les récoltes des circonscriptions de la préfecture de Fukushima (4000 tonnes de riz contaminées<sup>11</sup> à plus de 100 becquerels par kg).

### Rejets en mer

Les rejets importants ont duré jusqu'au 8 avril 2011. Les retombées dans l'océan, d'une partie des radionucléides rejetés dans l'atmosphère lorsque les vents soufflaient en direction du Pacifique n'ont pas contribué significativement à la très forte contamination marine (0,3 % selon l'IRSN).

Les rejets de radionucléides artificiels dans le milieu marin, réalisés en quatre semaines environ, représentent sur une aussi courte période, l'apport le plus important apport jamais observé dans le monde. La contamination pro-

8 - Rapport intérimaire de la Commission d'enquête sur les accidents survenus à la centrale nucléaire de Fukushima, 26 décembre 2011.

9 - Nommé ministre de la santé en janvier 1996, Naoto Kan découvre en février une affaire de sang contaminé. Refusant de couvrir les fonctionnaires responsables, il présente publiquement ses excuses à la télévision en présence de représentants des victimes. C'est lui qui a empêché Tepco de retirer son personnel de la centrale accidentée comme l'exploitant en avait un temps l'intention.

10 - En décembre 2011, des publications scientifiques soutenaient l'hypothèse selon laquelle le réacteur N° 3 a été le siège d'une "excursion critique nucléaire" et pas seulement d'une explosion d'hydrogène.

11 - Dans l'hypothèse d'une incorporation journalière de 1,5 kg de nourriture contaminée par du césium 137, les 1mSv/an de la réglementation sont atteints avec une contamination moyenne de 140 becquerels par kg. A cette exposition interne va s'ajouter l'inhalation de poussières contaminées et l'exposition externe due aux dépôts au sol des césiums 134 et 137. Cette exposition est durable car le césium diffuse peu dans les sols.

voquée est dominée par l'iode 131 et par les césiums 34 et 137, à part égale. A proximité immédiate de la centrale (environ 500 m), les concentrations dans l'eau de mer ont atteint fin mars et début avril jusqu'à plusieurs dizaines de milliers de becquerels par litre (kBq/l) pour les césiums 134 et 137 et même dépassé les cent mille Bq/l pour l'iode 131. En plus de ces trois radionucléides principaux, du césium 136 (T = 3,1 J) et du tellure 132 (T = 3,26 J) ont été mesurés. L'estimation des rejets<sup>12</sup> faite par l'IRSN est environ 30 fois supérieure à celle de l'exploitant Tepco.

Compte tenu d'importants mouvements marins dans le Pacifique, qui apportent de l'eau non contaminée, l'activité des césiums mesurée dans l'eau de mer diminue exponentiellement avec une période de 6,9 jours. Une donnée importante pour la région qui représentait 20 % de la production nationale des produits de la mer.

**Tableau 1 : Comparaison partielle des rejets à Tchernobyl et à Fukushima**

Radionucléide	Période	Rejets atmosphériques Tchernobyl (10 <sup>15</sup> Bq)	Rejets atmosphériques Fukushima (10 <sup>15</sup> Bq)	Rejets en mer Fukushima (10 <sup>15</sup> Bq)
Xénon 133	5.3 d	6500	2000*	-
Iode 131	8.0 d	~1760	200	?
Césium 134	2.0 y	~54	30	27
Césium 137	30.0 y	~85	30	27
Tellure 132	78.0 h	~1150	90	?

Sources : Synthèses IRSN et Mise à jour 2002 de Tchernobyl : Dix ans déjà, (OCDE, 1996)

\*Estimation de l'activité de l'ensemble des gaz rares

## L'exposition des travailleurs

Dès le 14 mars 2011, le ministre de la santé japonais a porté à 250 millisieverts (mSv) la dose limite pour les intervenants dans la centrale nucléaire sinistrée. Les débits de dose autour des réacteurs accidentés ont vite atteint 500 à 1 000 mSv/h, ce qui rendait impossible toute intervention de proximité.

Selon les chiffres publiés par TEPCO, entre le 12 mars et le 30 avril, 565 salariés de la société d'électricité et 3 760 employés « d'entreprises partenaires » (sous-traitants ou intérimaires), soit un total de 4 325 travailleurs, auraient pris part aux travaux sous rayonnements. Nous ne les retrouvons cependant pas dans les données publiées le 18 juin 2011 qui ne concernent que 3 700 intervenants, dont 3 514 ont eu un bilan dosimétrique d'exposition interne (cf. tableaux 2 et 3).

**Tableau 2 : Doses externes reçues par les intervenants sur la centrale de Fukushima**

Dose (millisieverts)	Salariés de Tepco	Entreprises extérieures	Total
Plus de 250	9	0	9
200 à 250	4	4	8
150 à 199	20	6	26
100 à 149	59	22	81
50 à 99	179	109	288
20 à 49	271	352	623
10 à 19	232	523	755
Inférieur à 10	650	1074	1724
Total	1424	2090	3514

Source : TEPCO, Bilan au 20 juin 2011.

12 - L'IRSN a estimé la quantité totale de césium 137 (pratiquement égale à celle du césium 134) rejetée directement en mer du 21 mars jusqu'à mi-juillet. La valeur ainsi obtenue est de 27.1015 Bq, la majorité (82 %) ayant été rejetée avant le 8 avril.

**Tableau 3 : Doses internes reçues par les intervenants sur la centrale de Fukushima**

Dose (millisieverts)	Salariés de Tepco	Entreprises extérieures	Total
Plus de 250	7	0	7*
200 à 250	3	2	5
150 à 199	8	3	11
100 à 149	10	9	19
50 à 99	97	50	147
20 à 49	252	108	360
10 à 19	255	173	428
Inférieur à 10	792	1745	2537
Total	1424	2090	3514

\*Dont 2 ont une dose de 643 et 678 mSv due à une contamination interne à l'iode 131

Source : TEPCO, Bilan au 20 juin 2011.

Ces données des tableaux de juin 2011 ne peuvent être sommées (la sommation des doses internes et externes ne peut se faire qu'individu par individu) pour obtenir la distribution des doses totales. Cependant, Tepco précise, pour le 20 juin et le 8 décembre 2011, la distribution relative aux travailleurs qui ont reçu des doses totales (interne + externes) supérieures à 100 mSv (cf. tableau 4). Nous observons une incohérence pour les données relatives aux doses supérieures à 200 mSv.

**Tableau 4 : Doses totales reçues par les intervenants sur la centrale de Fukushima**

Dose (millisieverts)	Bilan au 20 juin 2011	Bilan au 8 décembre 2011
Plus de 250	9	6*
200 à 250	8	3
100 à 199	107	160
Nombre total de doses supérieures à 100mSv	124 sur 3514 intervenants	169 sur 17671 intervenants

\* dose étalées entre 309 mSv et 678 mSv

Sources : TEPCO, Bilans au 20 juin et au 8 décembre 2011.

## Conclusions provisoires

Dans l'état actuel de nos connaissances, la situation des intervenants japonais ne ressemble pas à celle des 830 000 « liquidators » soviétiques qui ont procédé aux diverses interventions qui suivirent la destruction du réacteur N° 4 de Tchernobyl, avec également une limite de dose théorique de 250 millisieverts par intervenant. Cependant, des articles soulèvent l'importance du nombre d'intervenants extérieurs sans formation<sup>13</sup> qui interviennent sur le parc japonais et sur le poids de la mafia japonaise (les yakusas) dans les recrutements<sup>14</sup> de la main-d'œuvre temporaire. A Tchernobyl, l'absence de dosimétrie individuelle ou le truquage de ces données, étaient notoires. La décontamination rustique du toit du réacteur N° 3, afin de permettre uniquement l'inavouée poursuite de la production électrique, s'est traduite par des doses individuelles 20 fois supérieures aux limites officielles<sup>15</sup>. Le contrôle des données dosimétriques japonaises semble moins préoccupant.

Cependant les pratiques douteuses de Tepco et de l'agence de sûreté nucléaire japonaise NISA, révélées par la presse japonaise, invitent à rester prudent.

L'évacuation des populations japonaises a été plus rapide que celles conduites autour de la centrale ukrainienne. Cependant, l'absence de mesures prophylactiques vis-à-vis de la contamination thyroïdienne par de l'iode radioactif, devrait conduire dans quelques années au Japon, à une augmentation significative des cancers de la thyroïde, plus particulièrement chez les enfants de moins de 15 ans (forte chez les moins de 4 ans).

13 - GAULENE Mathieu, Japon : les clochards du nucléaire, Reuters, 2 avril 2011.

14 - Publications du journaliste japonais indépendant, Tomohiko Suzuki, qui s'est fait embaucher à Fukushima. Il signale les disparitions de suivi d'un nombre croissant d'intervenants (69 des intervenants sur le réacteur N° 1 le 20 juin, 198 le 21 juillet, 840 le 15 décembre). Tepco reconnaît cette incapacité à identifier ces manques. Tomohiko Suzuki vient d'éditer un livre intitulé « Le pouvoir des yakusas dans le nucléaire ». Il a été publié par Bungei Shunju le 15 décembre 2011.

15 - MOLITOR Marc, TCHERNOBYL, Déni passé, Menace future? Editions Racine, avril 2011. Un ouvrage à lire absolument pour comprendre l'importance et la complexité des conséquences humaines, sociales et politiques de cette catastrophe nucléaire.

Les contrôles de la contamination sont faits au Japon par l'exploitant et les organismes officiels mais aussi les universitaires ont dressé une importante carte de la contamination<sup>16</sup> et des associations japonaises<sup>17</sup> et françaises comme l'ACRO et la CRII-RAD publient librement les résultats de mesure des prélèvements (sols, aliments d'origine terrestre et maritime, produits laitiers, urines d'enfants, poussières d'aspirateurs, etc.).

Sur les 54 réacteurs dont disposaient les 10 exploitants nucléaires japonais (30 BWR et 24 PWR) fin 2010, seuls 3 d'entre eux fonctionnent aujourd'hui. Tepco, avec ses 17 réacteurs, le tiers du parc électronucléaire japonais, est en très mauvaise posture, suite aux indemnités qu'il devra payer aux populations sinistrées et au quart de son parc détruit qu'il faudra démanteler. La population vivant dans l'environnement des centrales s'oppose au redémarrage des réacteurs arrêtés. Deux réacteurs sont en construction, dont un ABWR (OHMA) de 1325 MWe, qui devait être le premier réacteur pouvant utiliser 100 % de MOX. La construction sera-t-elle poursuivie ? Si oui, seront-ils autorisés à diverger ?

---

*16 - Sur un demi-cercle de rayon 80 km, centré sur la centrale de Fukushima, 600 universitaires japonais se sont partagé les analyses de prélèvement de sol effectués dans 2000 secteurs où 5 prélèvements ont été effectués, soit une valeur de contamination du sol par km<sup>2</sup>.*

*17 - Notamment, le Citizens' Nuclear Information Center.*