

# Fukushima et Tchernobyl

## Une 1<sup>ère</sup> comparaison des risques sanitaires

Roland Masse

Académie des technologies

Ancien directeur de l'Office de protection contre les rayonnements ionisants

### Fukushima : une catastrophe industrielle aux conséquences très lourdes

Le séisme et le Tsunami du 11 mars qui ont ravagé le Japon ont occasionné directement la mort de près de 25.000 personnes. Avant que le pays commence à déblayer ses décombres pour reconstruire, il lui faut compter sur une facture rapidement évaluée le 5 avril par le gouvernement japonais à 297 milliards de dollars auxquels devront s'ajouter le coût du démantèlement de 6 centrales nucléaires celui de la réhabilitation des zones contaminées par les radionucléides des réacteurs 1, 2 et 3 du site de Fukushima Daiichi et celui de l'exclusion d'une zone contaminée durablement. Une évaluation de l'accident nucléaire a été donnée le 31 mai par le président du Japan Center for Economic Research situant les coûts à supporter entre 70 et 245 milliards de dollars. Cette situation aboutit à diminuer de moitié la croissance escomptée en 2011 et aura aussi un coût sanitaire en obligeant à des choix qui pénaliseront le bien-être des citoyens.

Mais qu'en est-il des conséquences sanitaires de l'accident nucléaire lui-même ? On pourrait penser qu'elles sont considérables en raison de la dramatisation médiatique qu'il a suscitée. Il est encore évidemment trop tôt pour en tirer un bilan définitif mais on peut s'efforcer de les situer par rapport à l'accident de Tchernobyl du 26 avril 1986.

#### 1- Une catastrophe nucléaire classée au même niveau que Tchernobyl ?

Remarquons que la résistance au séisme des installations a été bonne malgré l'amplitude du phénomène. En conséquence c'est un accident qui s'est produit sur des réacteurs en cours d'arrêt et non en pleine puissance. La libération des produits radioactifs n'a pas été due à un emballement de la réaction en chaîne mais à divers accidents impliquant des explosions d'hydrogène par défaut de refroidissement du combustible dans sa gaine d'alliage

de zirconium. Malgré la multiplicité des conséquences du noyage des installations par le tsunami, les quantités libérées dans l'environnement par l'ensemble des réacteurs n'ont pas dépassé 10% des quantités totales libérées à Tchernobyl, comme l'a publié dès le 25 mars l'Institut de Sûreté et de Protection Nucléaire (IRSN). Les quantités totales rejetées s'établissent ainsi selon l'opérateur TEPCO fin mai.

	Rejets de Fukushima	Rejets de Tchernobyl
<b>Iode 131</b>	130-150.000 TBq	1.800.000 TBq
<b>Césium 137</b>	6-12.000 TBq	85.000 TBq
<b>Equivalence INES</b>	630.000 TBq	5.200.000 TBq

#### Activités totales rejetées à fin mai

En fait seuls les éléments gazeux (essentiellement le xénon 133) les tellures iodées et césiums ont contaminé l'environnement. D'autres radio nucléides rejetés jouent un rôle moins important notamment les gaz rares pour l'exposition externe, le tellure 132 et l'iode 132, le césium 134 pour la contamination interne. La contribution des autres produits de fission est faible, seuls participent marginalement le ruthénium-rhodium 103, le baryum-lanthane 140 et le niobium 95. Les éléments réfractaires n'ont pas été portés à une température suffisante pour participer significativement au panache radio actif. Des traces de strontium ont été détectées jusqu'à 250 Bq/kg de sol, au nord ouest de la zone évacuée, de faibles traces de plutonium ont également été détectées à un niveau équivalent à celui des retombées nucléaires de essais aériens des années 60.

Les quantités restent cependant considérables à l'échelle des unités de mesure de la radioactivité, on parle de péta becquerels, soit 10<sup>15</sup> becquerels (27.000 Ci par PBq dans l'ancien système d'unités). Pour l'iode 131, Tchernobyl c'est 1.500 PBq et Fukushima environ 90 PBq, pour le Césium 137, 85 PBq pour Tchernobyl, environ 10 PBq pour Fukushima. Leurs quantités émises dans le système de

notification de l'échelle INES conduisent à un niveau 7, le niveau le plus élevé de l'échelle de gravité internationale.

L'iode n'irradie pratiquement que la thyroïde, le césium irradie de manière homogène le corps entier, l'évaluation des doses est donc relativement facile à faire. Ce serait plus compliqué pour les produits de fission réfractaires du cœur du réacteur : ruthénium, strontium, zirconium, terres rares et le plutonium, car leur comportement environnemental et métabolique est complexe, mais ces éléments que l'on trouve en abondance à proximité de Tchernobyl ne sont qu'à l'état de traces à Fukushima.

Du point de vue de la cartographie des doses réalisée par survol aérien on constate que les valeurs de doses externes les plus élevées dans les zones de dépôt radioactif sont en général inférieures à 30 mSv par an, n'excluant pas quelques points singuliers. Dans le périmètre des 30 km autour de Fukushima Daiichi qui ont fait l'objet de contrôles par l'Agence de Vienne le 5 avril, les valeurs variaient en débit de 0,04  $\mu$ Sv par heure ce qui est une valeur normale à 2,2  $\mu$ Sv par heure ce qui correspond bien à 20 mSv par an, compatible avec des niveaux de contamination des sols en surface supérieures à plusieurs centaines de milliers de Bq par m<sup>2</sup>.

Il sera nécessaire de préciser la cartographie complexe de ces zones contaminées dont la plupart ont été rapidement évacuées. Dans une large mesure le régime des vents a épargné les terres et poussé le panache à la mer ce qui pose néanmoins un problème durable de contamination de la ressource marine, aggravé par les rejets intentionnels d'eau contaminée. Cependant les rejets aériens des 15 et 16 mars ont affecté les terres jusqu'à des distances supérieures à celles prévues par les plans d'intervention, au-delà des 30 km au Nord Ouest. Des zones rurales ont été fortement contaminées par l'iode et le césium, notamment la zone du village d'Iitate. Les niveaux atteints ont conduit l'AIEA à proposer l'évacuation de cette zone qui semble ne s'être faite que lentement et de manière incomplète. Dans son communiqué du 14 juin le Japan Atomic Industrial Forum (JAIF) indique des points singuliers à environ 60 km au nord ouest (Date, Ryo-Zen) où la limite de 20 mSv/an peut être dépassée. La carte des retombées de césium au sol fait apparaître des niveaux maxima dans un secteur angulaire d'environ 20° vers le NW depuis Fukushima Daiichi, jusqu'au-delà des 30 km. Avec des valeurs variant entre 0,02 et 3,7 millions de Bq par m<sup>2</sup>. L'agence de Vienne estime que les quantités d'iode correspondant se situent entre 0,2 et 25 millions de Bq par m<sup>2</sup>. Ces valeurs sont comparables à celles observées dans la zone évacuée de Tchernobyl.

## 2- De bonnes décisions appliquées en urgence

Malgré le désastre provoqué par le séisme et le Tsunami, l'évacuation des zones sous les retombées radioactives a été rapidement effectuée. Selon le communiqué de l'Agence de Sécurité NISA du 4 avril la déclaration d'urgence radiologique a été faite le 11 mars à

19h 03, la décision d'évacuer le périmètre de 3km autour de Fukushima Daiichi a été prise à 21h 23, celle des 10 km a été prise le 12 mars à 5h 44 et celle de la zone des 20 km le 12 mars à 18h 25, après des mesures transitoires de confinement. L'iode stable a été mis à disposition des évacués à partir du 15 mars par les autorités locales, sous contrôle de la cellule de crise locale. Le nombre d'habitations dans la zone des 20 km est de l'ordre d'une trentaine de milliers. Une zone de 10km a également été évacuée autour de Fukushima Daini et, à partir du 25 mars, des zones de confinement, de préparation à l'évacuation, puis d'évacuation sur la base du volontariat ont été décidées dans le périmètre de 20 à 30 km autour de Fukushima. Des contrôles de contamination corporelle ont été pratiqués en cours d'évacuation, les niveaux publiés étaient faibles. Le nombre d'évacués est imprécis, les chiffres donnés par les médias varient de quelques dizaines de milliers (BBC news) à 140.000 (WNC News du 12 mars).

Le ministère de l'éducation de la culture, des sports, science, et technologie (MEXT) a publié le 24 mai une carte détaillée des doses externes intégrées depuis l'accident en dehors des zones évacuées. Les valeurs les plus élevées sont situées au Nord Ouest, en limites de la zone des 30 km avec des valeurs annuelles comprises entre 6 et 30 mSv. Ces valeurs laissent prévoir des doses cumulées préoccupantes, supérieures à 100 mSv et demanderont une évacuation ou le traitement des sols contaminés.

En dehors des zones des retombées les conséquences sur le reste du Japon et en particulier sur Tokyo ont été détectées mais transitoires, témoignant du passage du nuage qui a pu augmenter sensiblement le débit de dose dans l'air. Ces bouffées n'ont pas de conséquences différentes des variations de doses annuelles dues aux fluctuations statistiques et géographiques.

Associées aux mesures multiples de la radioactivité de l'air de l'eau et des sols, la chaîne alimentaire a été contrôlée de manière apparemment efficace. Sur 4218 mesures effectuées par le ministère de la santé depuis le 19 mars jusqu'au 31 mai, 318 valeurs seulement dépassaient les limites de commercialisation dans les zones en périphérie des zones évacuées, essentiellement dans la préfecture de Fukushima. Ces niveaux de contamination ont été confirmés par l'Agence de Vienne. Les interdictions temporaires de vente et de consommation de légumes, de champignons, de viandes et de poissons locaux ont été largement diffusées. Les quantités considérées comme acceptables au Japon étaient pour l'eau de 300 Bq/L (100 Bq/L pour les enfants) pour ce qui est de l'iode 131 et de 200 Bq/L pour le césium 137 ; dans les produits laitiers 300Bq/kg pour l'iode, 200 Bq/kg pour le césium ; pour la viande, les œufs et le poisson 500 Bq/kg pour le césium alors que le niveau de 2000 Bq/kg était considéré comme acceptable pour le poisson. Ces valeurs diffèrent quelque peu de celles recommandées par notre *Codex alimentarius*.

Les restrictions concernant l'utilisation de l'eau de ville ont toutes été levées le 10 mai.

### 3- Quelles conséquences médicales et sanitaires ?

En matière de conséquences médicales et sanitaires le tableau est actuellement dominé par les problèmes ancillaires et l'anxiété consécutifs au traitement de la crise, notamment à ceux qui résultent de l'évacuation des populations. A l'instar du doyen du village s'est suicidé pour n'avoir pas à partir de son lieu de vie. Les 78.000 évacués ont été autorisés à revenir dans la zone des 20 km sous contrôle de radioprotection pour quelques heures, par contre les niveaux atteints dans la zone des 3 km interdisent aux 6.000 évacués de le faire.

Compte tenu de la rapidité de l'évacuation, des mesures de restriction de consommation des produits locaux de la chaîne alimentaire, de la distribution d'iode stable et de l'imprégnation iodée importante au Japon, il est vraisemblable que les niveaux de contamination interne de la population sont faibles. Aucune donnée publiée ne laisse envisager une importante contamination des enfants par l'iode 131. On ne dispose pas assez de données néanmoins pour conclure sur ce point, notamment dans la zone non évacuée du Nord Ouest

On ne dispose pas actuellement d'un bilan des mesures de rétention d'iode radioactif dans les thyroïdes. Toutes les mesures connues, obtenues sur les enfants évacués ou des voyageurs indiquaient des niveaux faibles.

Les niveaux d'exposition des "liquidateurs", les personnels d'intervention chargés de refroidir les réacteurs endommagés, sont nettement plus élevés. Plusieurs milliers d'agents se trouvaient sur le site de Fukushima au moment du tsunami. Le 15 mars l'Agence de Vienne indiquait que 150 d'entre eux avaient été contaminés par les produits de fission au niveau de 500 à 1500 Bq ce qui nécessitait une décontamination mais ne comportait pas de risque sanitaire. Il est apparu tardivement cependant qu'un nombre nettement plus important avait pu faire l'objet de contamination interne à partir de la découverte fin mai d'une fixation thyroïdienne respectivement de 9760 et de 7690 Bq d'iode 131 chez deux agents d'intervention, plus de 2 mois après leur contamination. Cette situation a conduit à identifier 2367 cas nouveaux de contamination interne dont l'évaluation dosimétrique est actuellement la suivante au 15 juin et ce bilan n'est pas définitif.

Nombre d'agents exposés	Dose engagée en mSv
6	> 250 mSv
3	200 – 250 mSv
7	150 – 200 mSv
13	100-150 mSv
100	50 – 100 mSv
321	20 – 50 mSv
369	10 – 20 mSv
1548	< 10 mSv

Le nombre des intervenants exposés quotidiennement depuis l'accident a varié entre 50 et 250 sur le site Fukushima Daiichi et environ 600 sont sur le site Fukushima Daini, zone de repli. Au 15 juin selon l'opérateur TEPCO, 102 agents ont dépassé la dose de 100 mSv initialement considérée comme limite réglementaire en situation d'urgence.

Par rapport à la valeur de 250 mSv fixée plus tardivement par les autorités de radioprotection, 8 d'entre eux dépassent cette limite et 6 l'approchent. Deux intervenants ont subi une contamination par immersion de la jambe dans de l'eau contaminée à un niveau ne causant pas de brûlure radiologique (2 à 3 Sv à la peau) ; ces 2 ouvriers ont été hospitalisés jusqu'au 28 mars. Les doses efficaces sont restées dans la limite de 250 mSv. Les conséquences graves immédiates pour les intervenants ont été essentiellement accidentelles : 1 mort par chute de grue, 2 noyés, un décès brutal de cause indéterminée ; 25 blessés ont été traités entre le 11 et le 25 mars.

### 4- Est-on proche de la situation créée à Tchernobyl en 1986 ?

Il est bien sûr évident que l'on n'est pas du tout dans la situation de Tchernobyl dont le nombre total de liquidateurs a été réévalué en 2011 par l'UNSCEAR à 530.000 avec une dose moyenne individuelle de 117 mSv.

Pour les pompiers intervenus pour éteindre l'incendie fin avril 1986 à Tchernobyl, 237 avaient présenté des signes d'irradiation aiguë (au dessus de 1000 mSv), 134 avaient été hospitalisés avec des doses comprises entre 800 et 16.000 mSv, 28 en moururent dans la plage de doses de 4000 à 16000 mSv, la plupart atteints de brûlures radiologiques cutanées consécutives à des irradiations locales plus de 10 fois supérieures à la dose au corps entier. Dans cette cohorte 33 décès supplémentaires ont été déplorés en dans les 20 ans qui ont suivi, dont 19 dans le groupe ayant présenté des symptômes d'irradiation aiguë. Les causes de la mort ne sont pas toutes attribuables à l'irradiation ; 4,6% de cancers ont été relevés dans ce groupe de liquidateurs ce qui ne les distingue pas de la population générale. On mesure à cette échelle le sérieux avec lequel l'accident de Fukushima a été géré.

Qu'a-t-on appris de Tchernobyl 25 ans après la catastrophe ? C'est ce que nous révèle le tout dernier rapport du comité UNSCEAR (comité des nations unies pour l'étude des effets des radiations atomiques créé en 1955) qui fait le bilan actualisé des conséquences sanitaires et médicales (UNSCEAR Annex D Health effects due to radiation from the Chernobyl accident, United Nations New York 2011) onze ans après la première évaluation qu'il avait donnée du désastre (UNSCEAR 2000).

La première information est la confirmation de 7.000 cancers de la thyroïde en très grande majorité chez les jeunes enfants. Le nombre de décès connus depuis 2006

est de 15, sans doute en augmentation depuis cette date mais dans l'avenir il ne devrait pas dépasser 5% à 10% de l'ensemble des cas opérés. Les doses thyroïdiennes moyennes ont été évaluées à 500 mSv. Dans la zone affectée par les retombées d'iode vivaient plus de 2 millions d'enfants. Les doses thyroïdiennes moyennes attribuées à 6,4 millions d'habitants de ces régions étaient de 100 mSv. Par rapport à Fukushima on se trouve manifestement dans un tout autre ordre de grandeur : on peut envisager au Japon des dépassement de doses thyroïdiennes mais elles ne peuvent affecter qu'un nombre très limité d'enfants et à des niveaux manifestement inférieurs à ceux de Tchernobyl : les mesures de protection ont été mises en place rapidement, - la consommation de produits laitiers locaux, à l'origine de la catastrophe à Tchernobyl, ne peut être du même ordre de grandeur - et la carence en iode, facteur aggravant, n'affecte pas le Japon.

La seconde information du rapport UNSCEAR 2011 est plus rassurante pour les riverains de Tchernobyl. Ni chez les 530.000 liquidateurs, ni chez les 6. 400.000 habitants des zones contaminées (plus de 37.000 Bq/m<sup>2</sup> déposés sur le sol) on ne distingue d'augmentation établie des cancers (à l'exception des cancers thyroïdiens chez les enfants) ni de tout autre pathologie en relation avec l'exposition reçue. Cette information concerne aussi les maladies congénitales et héréditaires dont on ne distingue pas d'augmentation liée à l'exposition aux rayonnements après Tchernobyl. C'est une information dérangeante, elle ne coïncide pas avec les alarmes médiatiques récurrentes, mais elle s'appuie sur l'expérience acquise par 65 années de réunions annuelles du Comité UNSCEAR des Nations Unies, réunissant les épidémiologistes et radiobiologistes de référence de l'ensemble du monde scientifique dans ce domaine, ceux qui publient leurs données dans les revues soumises à l'évaluation des pairs. Elle est cohérente avec ce que l'on sait des survivants Hiroshima Nagasaki et des données de l'irradiation médicale. On comprend pourquoi l'OMS a tenu à préciser que les conséquences sanitaires de l'accident de Fukushima seraient minimales.

Ces conclusions font contraste avec le ressenti des populations riveraines de l'accident de Tchernobyl qui attribuent une grande part de leurs maux à leur irradiation. En 2000 le choc entre l'évidence médiatique et le dire des experts fut tel que le secrétaire général de l'Onu, Kofi Annan, dépêcha en l'Office de coordination des affaires humanitaires (Ocha) pour faire le point sur la situation. Kofi Annan déclara : « Plus de sept millions de nos frères ne peuvent se payer le luxe d'oublier. Ils continuent à souffrir chaque jour de ce qui s'est passé. [...] On ne connaîtra peut-être jamais le nombre de victimes, trois millions d'enfants ont besoin d'être soignés, beaucoup mourront prématurément. » Néanmoins à l'occasion de réunions conjointes entre les experts médicaux et les représentants de l'OCHA, qui débutèrent à Kiev en avril 2001 et aboutirent en février 2002 à un rapport commun de l'Ocha, l'OMS, l'Unicef et le Pnud (Programme des Nations unies pour le développement) confirmèrent les conclusions de

l'UNSCEAR, comme le fit le forum Tchernobyl publié par l'OMS en 2005.

Le rapport UNSCEAR 2011 pour sa part reprend les conclusions du forum Tchernobyl pour établir la distinction nécessaire entre l'accident lui-même et ses conséquences radiopathologiques, celles qui sont imputables aux doses reçues, et les conséquences sociales de l'accident : crise économique, pauvreté, détresse des évacués, carences alimentaires, perte de confiance en l'avenir manifestée entre autres par une émigration des classes jeunes, le refus d'enfant et le refuge dans des conduites à risque : alcoolisme et tabagisme. Ces effets collatéraux ont sans aucun doute un effet majeur sur le bien être des populations affectées qui vivent finalement, abandonnés depuis 25 ans dans un état de stress post traumatique chronique entretenu par la constatation quotidienne de la contamination interminable de leur milieu de vie. Ces effets n'ont aucun lien avec les doses reçues mais le prix sanitaire en est sans doute élevé. Il exige que la gestion de crise post accidentelle soit considérée comme une priorité.

Est-ce que le Japon saura gérer ce type de crise ? Tout l'enjeu de l'utilisation de l'énergie nucléaire en dépend. Toutes les études montrent, comme le rappelle l'étude EXTERNE européenne, que l'énergie nucléaire est économe en termes de pertes de vies même en incluant les accidents de type Tchernobyl, au même niveau que l'hydraulique et l'éolien et son coût est très inférieur au coût sanitaire de la combustion des combustibles fossiles et de la biomasse. Réalise-t-on réellement que l'épidémiologie montre directement en Europe que plus 250 000 décès par an sont dus à l'inhalation de particules fines, aux oxydes d'azote et à la production photochimique d'ozone résultant de la combustion du pétrole du gaz et du charbon ? Le bois, les substances organiques brûlées, sont aussi générateurs de ces toxiques et l'OMS alerte l'opinion en évaluant à 1,6 million de morts par an le coût sanitaire de ces combustibles utilisés à foyer ouvert dans les pays en voie de développement. Et on ne tient pas compte ici du coût sanitaire probable vers lequel nous entraîne la production de gaz à effet de serre.

De son côté, comme on l'a vu, le nucléaire entraîne des effets sanitaires dus à l'exposition de l'homme aux radiations ionisantes, mais encore faut-il les situer à des niveaux compatibles avec la réalité des faits épidémiologiques que le public ignore manifestement, un important effort de pédagogie est donc à faire. Dans l'immédiat cependant l'urgence est de conserver aux Japonais la confiance nécessaire envers les autorités chargées de la gestion de crise pour ne pas se trouver en face d'une crise majeure elle, due au stress post accidentel, éventuellement aggravé par des fantasmes et des décisions politiques maladroites.