

ACCIDENTS DE TCHERNOBYL ET DE FUKUSHIMA : POINTS COMMUNS ET DIFFERENCES

Didier CHAMPION

Société Française de Radioprotection

Dans les jours qui ont suivi le début de l'accident de Fukushima, le 11 mars 2011, la question de sa comparaison avec la catastrophe de Tchernobyl survenue 25 ans plus tôt s'est posée de façon de plus en plus pressante. Pour le public et des médias, cette question était principalement exprimée en termes de rejets radioactifs et d'impact sur la santé et l'environnement. Pour répondre à cette demande, les autorités japonaises se sont naturellement appuyées sur l'échelle internationale des événements nucléaires (INES) : dans un premier temps classé au niveau 5, comme l'accident de Three Miles Islands, l'accident a finalement été reclassé le 12 avril 2011 au niveau le plus élevé de cette échelle, le niveau 7, faisant de l'accident de Fukushima « l'accident nucléaire le plus grave après celui de Tchernobyl », classé au même niveau (figure 1).

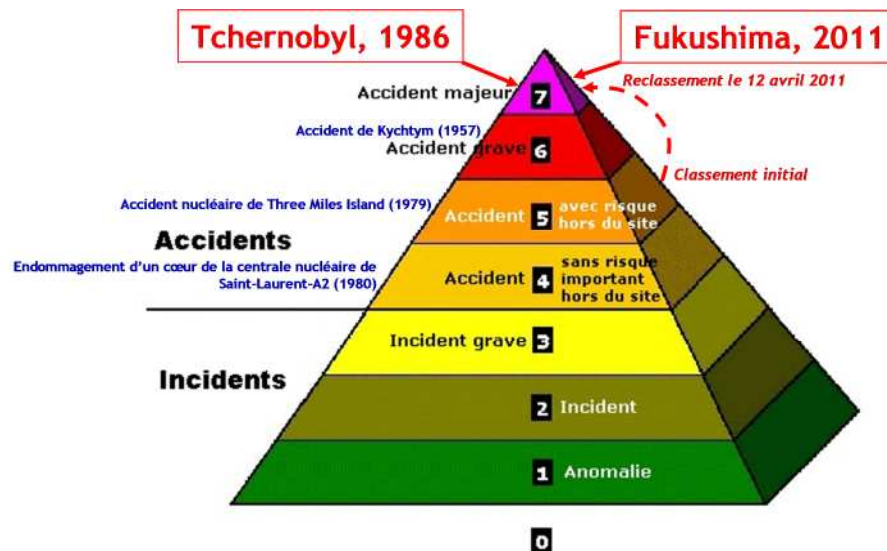


Figure 1 – Classement des accidents de Tchernobyl et de Fukushima dans l'échelle INES et comparaison avec d'autres accidents historiques

Cette similitude de classement pourrait laisser croire à un niveau de conséquences comparable. Il est vrai que ces deux accidents, avec celui plus ancien de Kychtym en Union Soviétique, ont en commun le fait d'avoir entraîné une contamination durable de territoires étendus, ce qui les distingue des autres « événements » survenus dans l'histoire du nucléaire. En réalité, la comparaison des deux accidents en termes de nature et de déroulement, de rejets radioactifs, d'impact dosimétrique sur les populations exposées, de contamination durable des territoires, de conséquences sanitaires constatées ou attendues..., présentée ci-après, montre qu'il existe certes des similitudes mais aussi des différences importantes, suggérant le caractère réducteur du classement de telles accidents majeurs et exceptionnels dans une échelle unique.

Cette comparaison repose principalement, pour ce qui concerne l'accident de Fukushima, sur les travaux de l'IRSN publiés depuis 2011 et le rapport de l'UNSCEAR publié en avril 2014, et, pour ce qui concerne l'accident de Tchernobyl, sur les rapports du « Chernobyl Forum » de l'AIEA (2006) et de l'UNSCEAR (2008).

1. Nature et déroulement des deux accidents

La comparaison qui suit porte sur les circonstances ayant provoqué les deux accidents et sur leur déroulement pendant la phase principale de rejet à l'atmosphère, montrant une nature très différente.

Accident de Tchernobyl :	Accident de Fukushima :
<ul style="list-style-type: none"> • Augmentation <u>brutale</u> et incontrôlée de la réaction nucléaire (x 100) lors de l'essai dans des conditions mal maîtrisée d'un nouveau système de refroidissement de secours du cœur, provoquant l'explosion du cœur du réacteur, la destruction du bâtiment et un incendie du graphite du réacteur • Un seul réacteur impliqué (réacteur n° 4 de type RMMK) 	<ul style="list-style-type: none"> • Séisme de forte magnitude puis tsunami provoquant la perte des alimentations électriques et des sources de refroidissement. Faute de retrouver rapidement un moyen de refroidissement, il s'ensuit la dégradation <u>progressive</u> du combustible nucléaire puis la fusion du cœur de 3 réacteurs, suivie de décompressions des enceintes de confinement et d'explosions d'hydrogène • Trois réacteurs (REB) en puissance (tranches n° 1, 2 et 3) + un réacteur (n°4) à l'arrêt avec le cœur déchargé en piscine

2. Cinétique, nature et composition des rejets radioactifs

Dans le cas de l'accident de Tchernobyl, la libération de substances radioactives à l'atmosphère a été « immédiate » et les émissions importantes se sont poursuivies en continu pendant environ 10 jours, jusqu'à la maîtrise de l'incendie.

Dans le cas de l'accident de Fukushima, les premiers rejets significatifs ont été détectés tôt le matin du 12 mars et surtout après l'explosion d'hydrogène dans le bâtiment réacteur n°1, près de 24 h après le tsunami. S'y sont ajoutés ensuite les rejets du réacteur n°3, le 14 mars, puis du réacteur n° 2 le 15 mars. Ces rejets se sont faits par « bouffées », principalement entre le 12 et le 25 mars 2011.

Les rejets radioactifs à l'atmosphère des deux accidents ont en commun la prédominance des gaz rares (notamment le xénon 133 de période 5,3 jours) et des radionucléides volatiles : les iodes (^{131}I , ^{132}I , ^{133}I), les tellures (^{132}Te , $^{129\text{m}}\text{Te}$ et ^{129}Te), les césiums (^{137}Cs , ^{134}Cs , ^{136}Cs)... Du fait de leurs périodes radioactives plus longues, seuls le césium 137 et, dans un moindre mesure, le césium 134 ont un impact radiologique durable dans l'environnement.

Une différence majeure entre les deux accidents concerne la part des radionucléides peu volatiles (strontium, ruthénium...) et réfractaires (plutonium, zirconium, cérium...) dans les rejets atmosphériques : abondants à Tchernobyl (notamment le strontium 90 et le plutonium ainsi que les débris de combustible nucléaire pulvérisés autour du site) ; pratiquement absents à Fukushima (détection de faibles concentrations de strontium 89 et 90, d'argent 110m, de lanthane 140, de niobium 95 ainsi que de plutonium 238 dans les zones les plus contaminées autour de Fukushima Daiichi ; traces éphémères de neptunium 239 mesurées à l'atmosphère le 11 avril 2011). Cette différence est cohérente avec la phénoménologie des deux accidents évoquée ci-dessus.

Sur le plan quantitatif, le tableau suivant compare les activités des principaux radionucléides rejetés à l'atmosphère, estimées pour les deux accidents. Ces estimations montrent un niveau comparable de rejet en gaz rares, mais des rejets en éléments volatiles de l'ordre de 10 à plusieurs dizaines de fois plus faibles pour l'accident de Fukushima.

	Tchernobyl (AIEA 2005)	Fukushima (UNSCEAR 2014)
Gaz rares (¹³³Xe)	6 500 PBq	7 300 PBq
Iodes (^{131,132,133}I)	~ 5 400 PBq	159 PBq
Tellures (¹³²Te)	1 150 PBq	29 PBq
Césiums	168 PBq	20 PBq
Autres (dont ^{89&90}Sr, Pu)	1 227 PBq	28 PBq ^(*)

^(*) estimation IRSN 2012

Contrairement à l'accident de Tchernobyl, pour lequel il n'est pas rapporté de rejets directs significatifs vers le milieu aquatique¹, l'accident de Fukushima a été l'origine d'importants rejets vers le milieu marin, observés à partir du 21 mars, dus à l'infiltration des eaux de refroidissement chargées en radionucléides. Ces rejets vers l'océan sont restés importants jusqu'au 6 avril 2011. Selon l'UNSCEAR, ces rejets directs vers l'océan, lors de la phase principale de rejet, représenteraient entre 3 et 6 PBq de césium 137 et de l'ordre de 3 fois plus pour l'iode 131.

3. Dispersion des rejets atmosphériques et impact sur les populations

Une première différence entre les deux accidents tient à la configuration géographique des lieux des accidents :

- à Tchernobyl, situé au cœur de l'Europe, la totalité des rejets atmosphériques s'est dispersée au dessus de zones terrestres habitées ;
- à Fukushima, situé en bord de mer, sur une île, une fraction importante des rejets s'est dispersée au dessus de l'océan inhabité, notamment les trois premiers jours.

Une seconde différence est liée à la mise en œuvre des actions de protection d'urgence appliquées aux populations les plus directement menacées par ces rejets, c'est-à-dire les plus proches du site :

- à Tchernobyl, l'évacuation des populations les plus exposées a été progressive et n'a débuté que le 27 avril 1986 (plus d'un jour après l'accident) à Prypiat alors que le débit de dose ambiant dépassait 10 mSv/h ;
- à Fukushima, l'évacuation de la population autour de la centrale accidentée est ordonnée dès le 11 mars à 20h50, d'abord dans un rayon de 2 km, étendu à 20 km le 12 mars. Au total, près de 80 000 personnes ont été évacuées avant le 15 mars à 19h ; au cours de cette période, les rejets sont majoritairement dispersés vers l'océan, limitant ainsi l'exposition des populations en cours d'évacuation.

Ces deux différences ont une incidence directe sur les doses reçues par les populations impactées :

- à Tchernobyl, la dose équivalente à la thyroïde reçue en moyenne par les populations évacuées en 1986 est estimée à 490 mSv (et varie entre 50 et plus de 5000 mSv) ; la dose efficace moyenne est estimée à 31 mSv pour le même groupe ;
- à Fukushima, parmi les populations évacuées en urgence dans la zone des 20 km, la dose équivalente à la thyroïde est estimée en moyenne à 35 mSv (jusqu'à 80 mSv pour les enfants d'un an) et la dose efficace à moins de 10 mSv.

¹ Le milieu aquatique de surface (rivières et plans d'eau) a néanmoins été impacté de manière indirecte, par les retombées des rejets atmosphériques puis par le lessivage et le transport des dépôts superficiels en milieu terrestre.

4. Etendue des territoires durablement contaminés

Les deux accidents ont en commun le fait d'avoir entraîné une contamination durable des territoires, principalement par le césium 137 et transitoirement le césium 134, auxquels s'ajoute le strontium 90 à moins d'une centaine de kilomètres autour de Tchernobyl.

Un autre point commun entre les deux accidents est la forme irrégulière et complexe des zones de dépôts radioactifs, déterminée par les trajectoires successives des panaches radioactifs et surtout par l'intensité des précipitations pluvieuses et neigeuses au moment de la dispersion des rejets.

Par contre, deux différences importantes distinguent les deux accidents :

- seul le territoire japonais a été significativement impacté par l'accident de Fukushima, alors que l'accident de Tchernobyl a eu des conséquences sur 3 pays principaux (Ukraine, Biélorussie et Russie) et dans une moindre mesure dans de nombreux autres pays européens ;
- la surface de territoire japonais ayant reçu un dépôt de césium 137 supérieur à 600 000 Bq/m² est estimée à environ 600 km², contre 13 000 km² autour de Tchernobyl, ce qui représente environ 20 fois moins.

Il faut cependant souligner le fait que cet écart ne se retrouve pas en termes de population évacuée au cours de la 1^{ère} année après l'accident : 127 000 personnes au Japon (y compris les évacuations délibérées) contre 115 000 en Ukraine, Biélorussie et Russie, ce qui représente un niveau comparable.

5. Conséquences sanitaires constatées ou attendues

S'agissant des conséquences sanitaires liées directement à l'exposition aux rayonnements ionisants, constatées ou attendues aux vues des doses reçues, la situation apparaît bien différente entre les deux accidents :

- parmi les travailleurs et intervenants extérieurs sur site : l'accident de Tchernobyl a provoqué 2 morts immédiates, 134 cas de syndrome d'irradiation aiguë dont 28 décès au cours des 4 premiers mois, les autres cas ayant présenté de sérieuses séquelles (cutanées, cataractes...) au cours des années suivantes ; à la suite de l'accident de Fukushima, aucun syndrome d'irradiation aiguë n'a été rapporté parmi les travailleurs et intervenants extérieurs (la dose efficace la plus élevée serait inférieure à 700 mSv) ;
- au sein de la population : l'accident de Tchernobyl a provoqué une épidémie de cancers de la thyroïde parmi les enfants et adolescents exposés à des doses importantes en 1986, mise en évidence à partir du début des années 90 (6548 cas entre 1991 et 2005) ; au Japon, les faibles doses à la thyroïde reçues par les enfants et les adolescents (au plus quelques dizaines de mSv) au cours de la 1^{ère} année ne conduisent pas à pronostiquer un excès de risque de cancers de la thyroïde décelable dans les années à venir.