

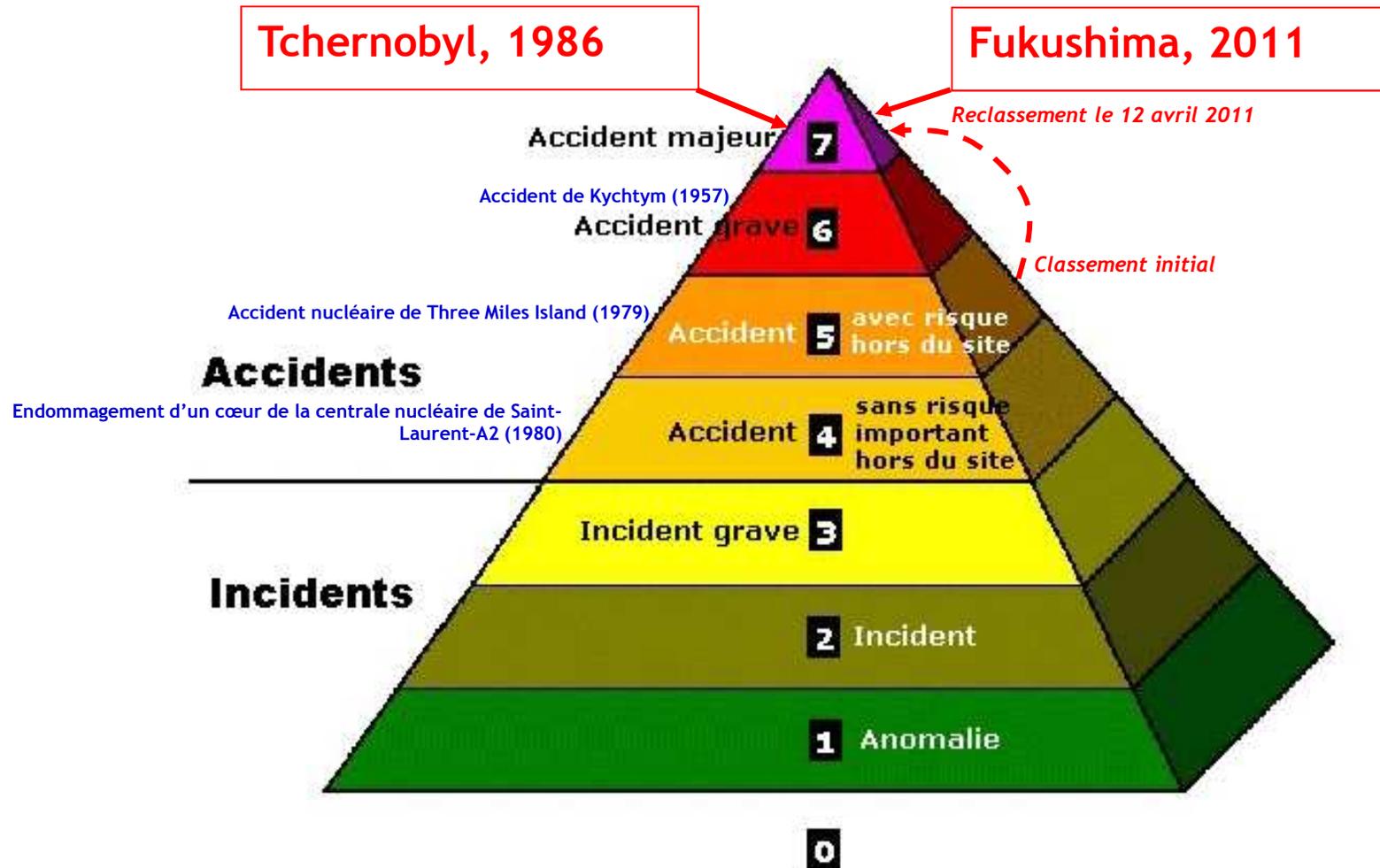
Accidents de Tchernobyl et de Fukushima : points communs et différences

Didier CHAMPION – Président de la SFRP

Deux accidents classés au niveau 7 de l'échelle INES

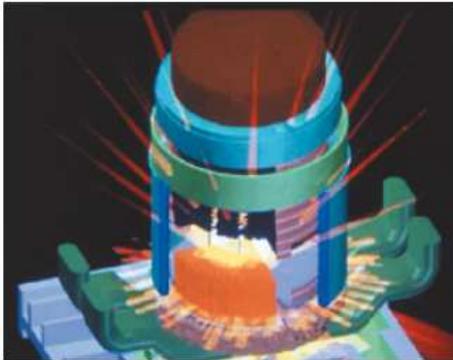
Tchernobyl, 1986

Fukushima, 2011

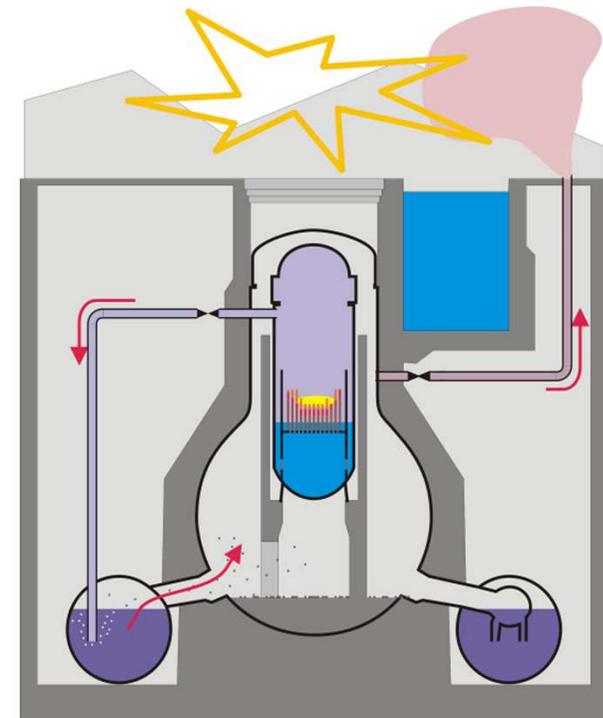


Deux accidents survenus dans des circonstances très différentes

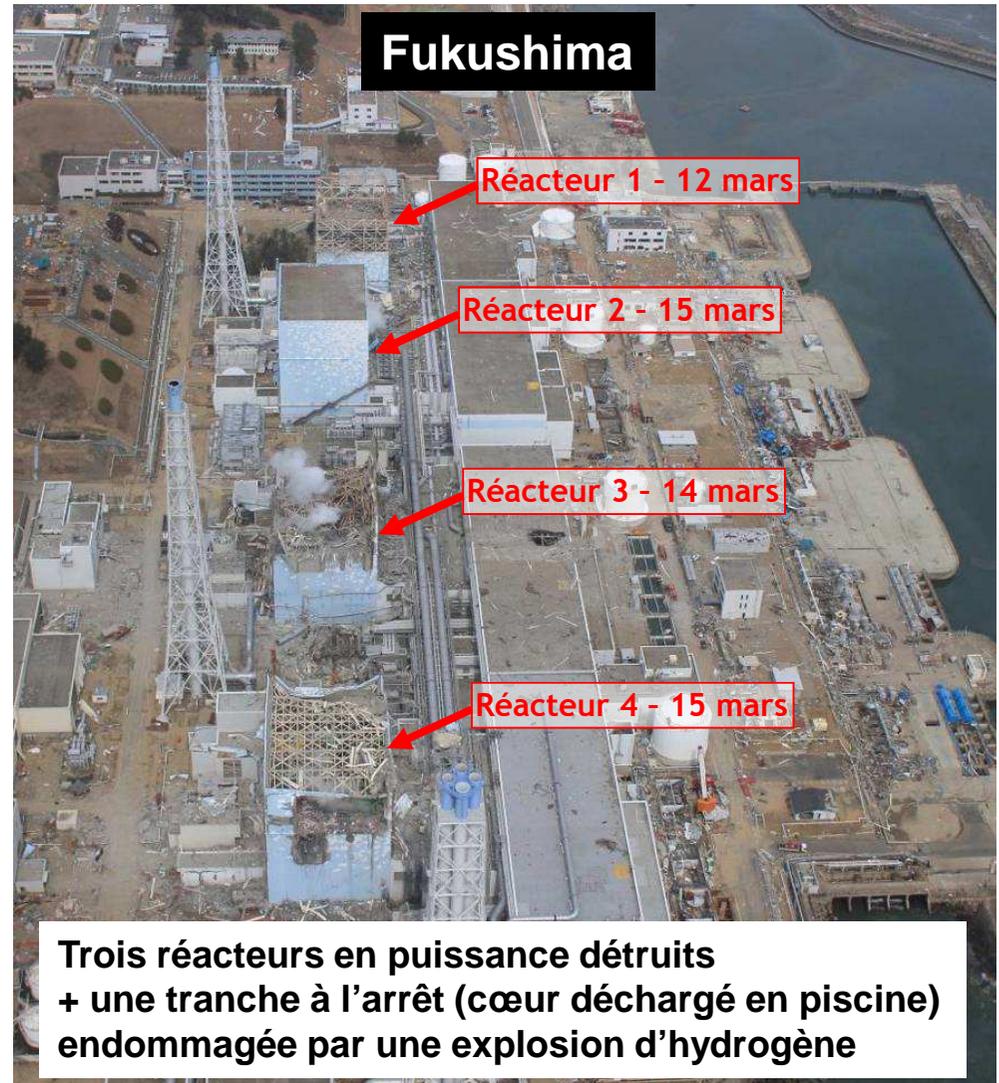
- **Accident de Tchernobyl** : augmentation brutale et incontrôlée de la réaction nucléaire (x 100) entraînant l'explosion du cœur du réacteur, la destruction du bâtiment et un incendie du graphite du réacteur



- **Accident de Fukushima** : perte des alimentations électriques et des sources de refroidissement entraînant la dégradation du combustible nucléaire puis la fusion du cœur de 3 réacteurs, suivie de décompressions des enceintes de confinement et d'explosions d'hydrogène

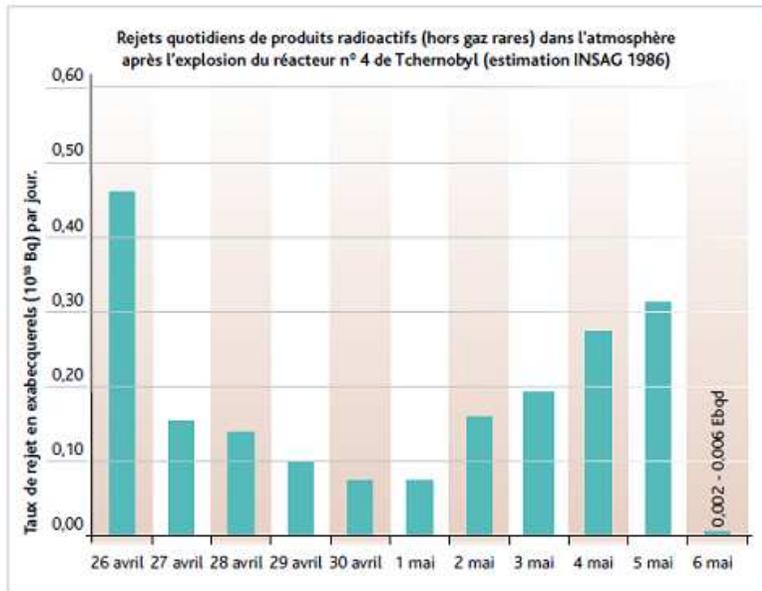


Des dommages très importants sur les deux sites nucléaires

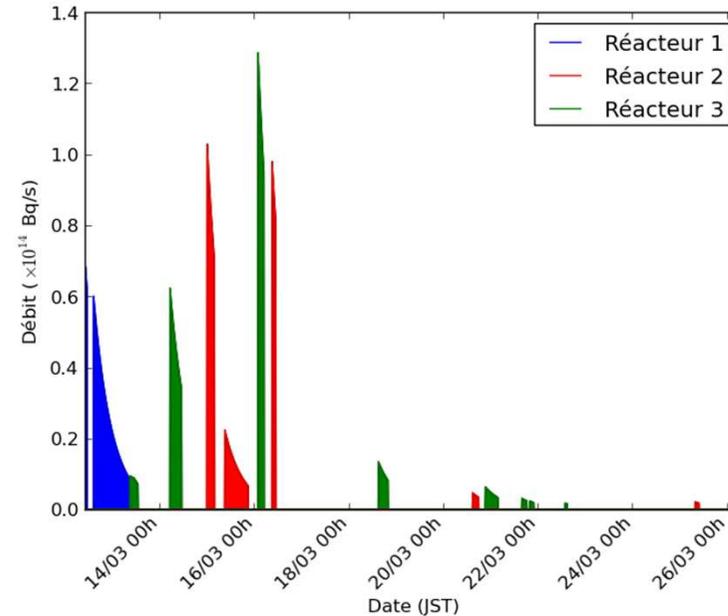


D'importants rejets radioactifs dans l'air pendant plusieurs jours

- **Tchernobyl** : des rejets continus pendant 10 jours



- **Fukushima** : une quinzaine d'épisodes de rejets discontinus entre le 12 et le 25 mars 2011



- **Des radionucléides communs aux deux accidents**

- **Des gaz rares** : majoritairement du xénon 133 (^{133}Xe , $T = 5,3$ j)
- **Des iodes radioactifs (I)** : ^{131}I ($T = 8$ jours), ^{132}I ($T = 2,3$ heures)...
- **Des tellures radioactifs (Te)** : ^{132}Te ($T = 3,2$ jours), $^{129\text{m}}\text{Te}$ ($T = 33,6$ jours)...
- **Des césiums radioactifs (Cs)** : ^{137}Cs ($T = 30$ ans), ^{134}Cs ($T = 2,1$ ans), ^{136}Cs ($T = 13,2$ jours)

Comparaison des rejets radioactifs atmosphériques

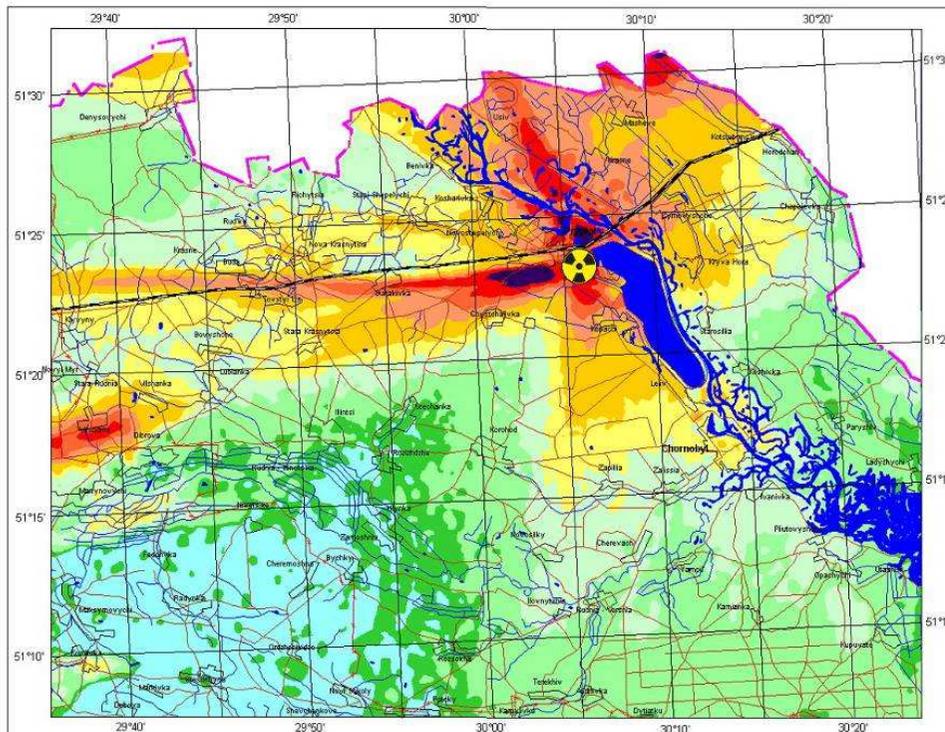
	Tchernobyl (AIEA 2005)	Fukushima	
		<i>IRSN (Mathieu et al. 2012 - Saulnier et al. 2012)</i>	<i>UNSCEAR 2014</i>
Gaz rares (¹³³Xe)	6 500 PBq	6650-12100 PBq	7 300 PBq
Iodes / ¹³¹I	5 400 PBq / 1760 PBq	408 PBq / 197-103 PBq	159 PBq / 120 PBq
Tellures	1 390 PBq	145 PBq	29 PBq (¹³² Te)
Césiums / ¹³⁷Cs	168 PBq / 85 PBq	58 PBq / 21-16 PBq	20 PBq / 8,8 PBq
Autres (dont ^{89,90}Sr, Pu)	1 227 PBq	28 PBq (*)	-

(*) estimation IRSN 2012

Contrairement à Tchernobyl, les rejets atmosphériques de radionucléides peu volatiles (strontium, ruthénium...) et réfractaires (plutonium, zirconium, cérium...) ont été limités à Fukushima : détection de faibles concentrations de ^{89,90}Sr, ^{110m}Ag, ¹⁴⁰La/¹⁴⁰Ba, ⁹⁵Nb, ²³⁸Pu dans les zones les plus contaminées autour de Fukushima Daiichi + traces éphémères de ²³⁹Np mesurées à l'atome le 11 avril 2011

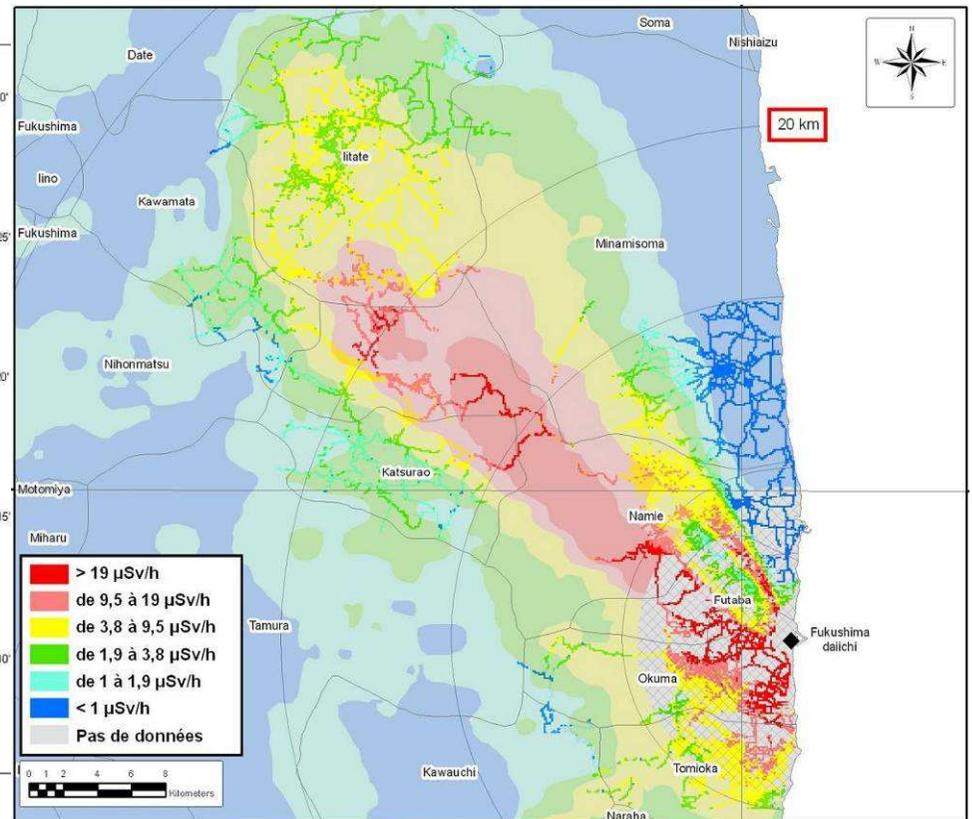
Comparaison des dépôts radioactifs à l'échelle locale

Tchernobyl



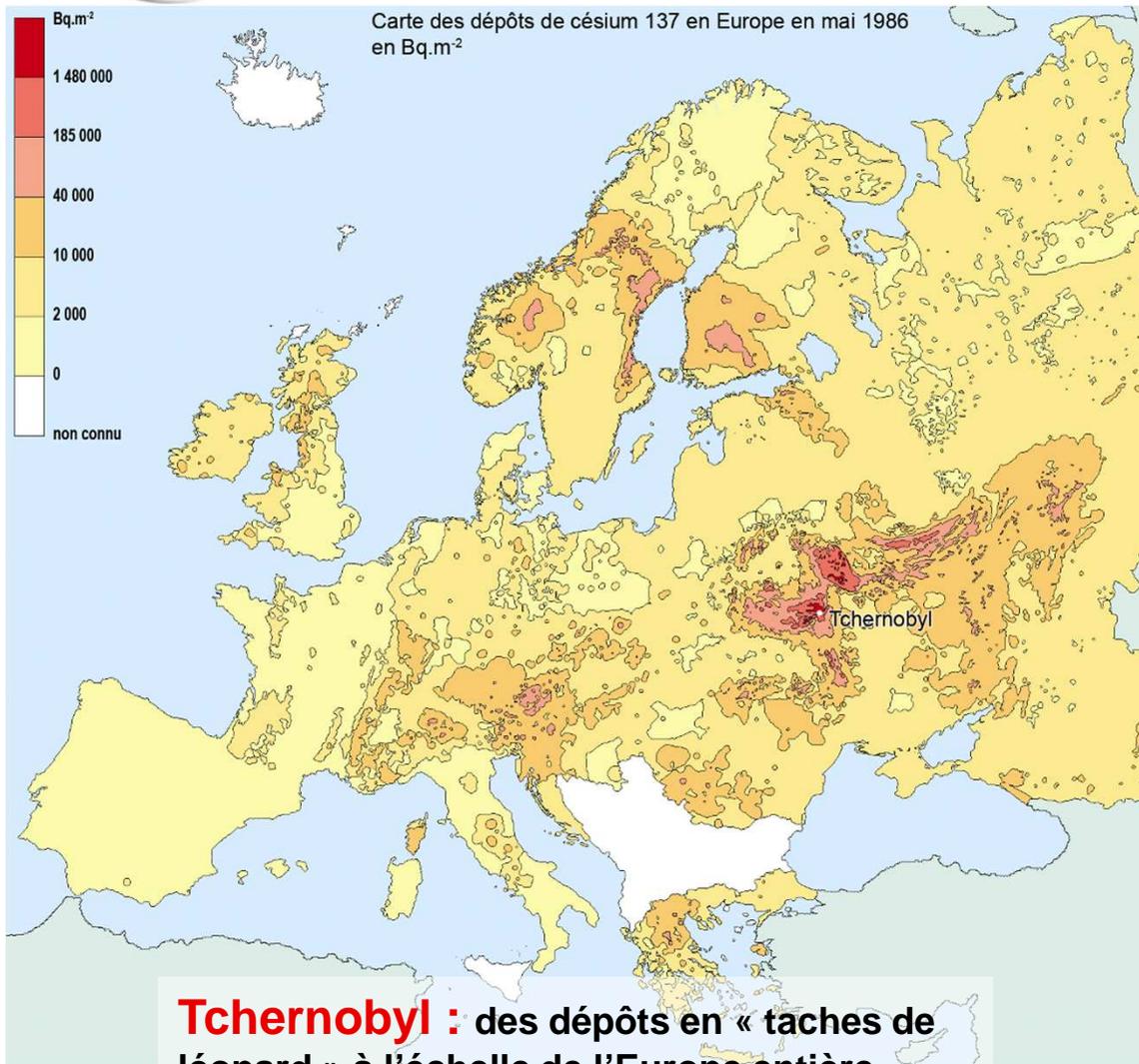
Activité surfacique du césium 137 (Bq/m²)

Fukushima

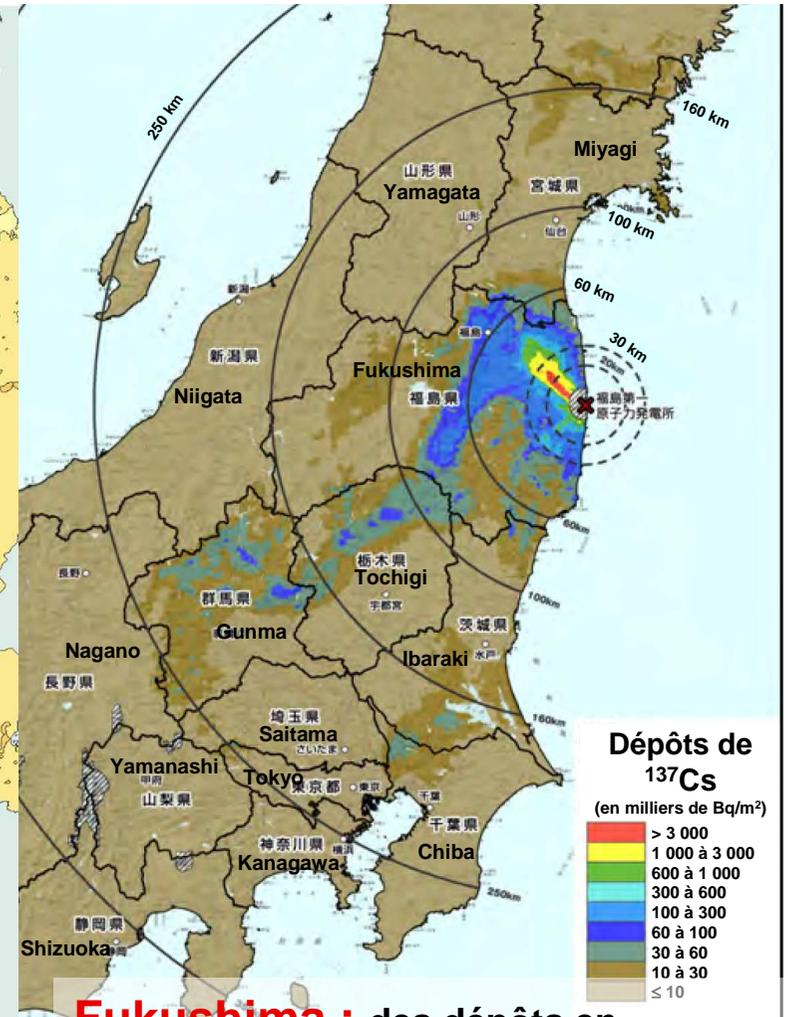


Débit de dose ambiant (1m au-dessus du sol)

Les dépôts rémanents de ^{137}Cs à l'échelle régionale/continentale



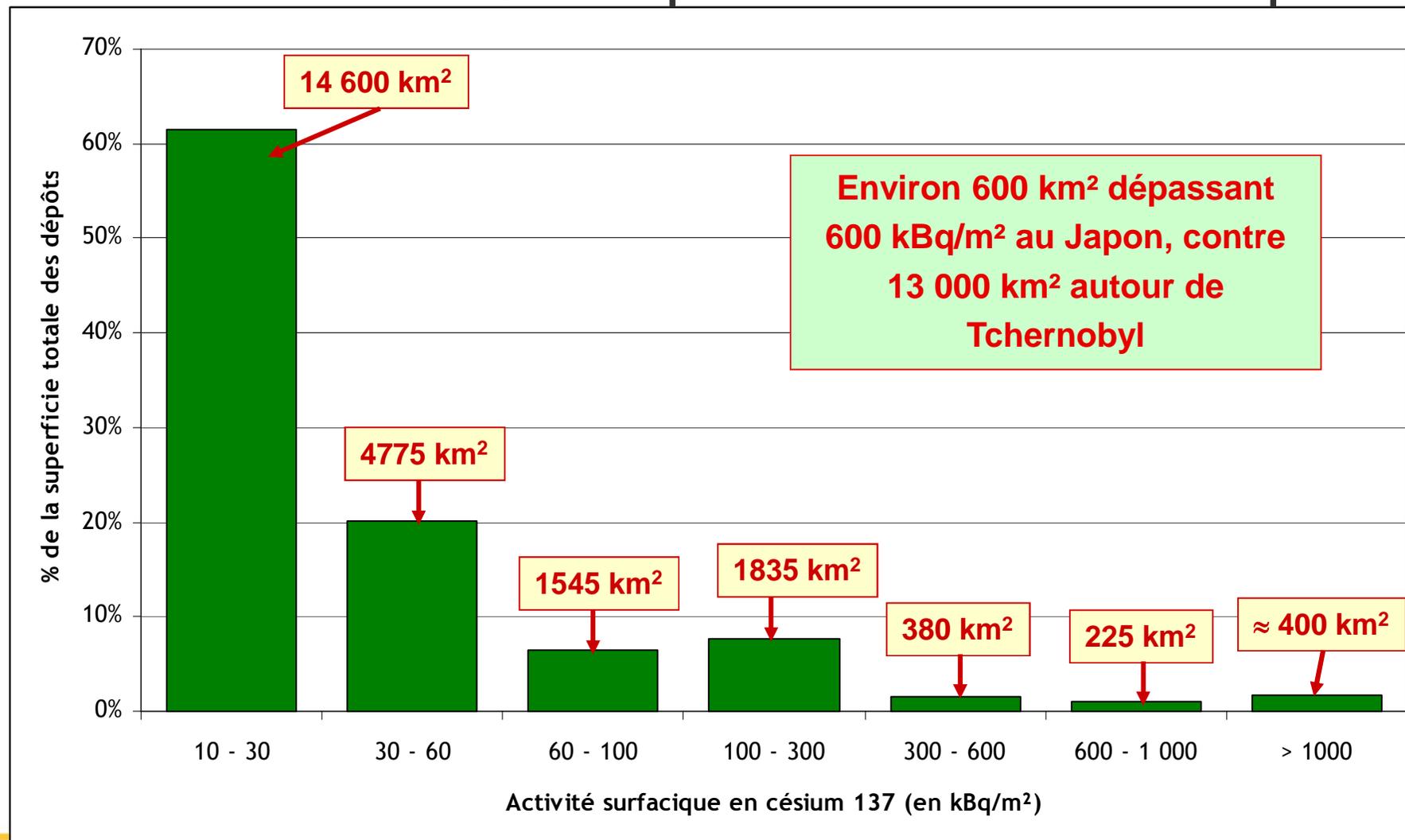
Tchernobyl : des dépôts en « taches de léopard » à l'échelle de l'Europe entière



Fukushima : des dépôts en « taches de léopard » jusqu'à 250 km

Superficie des territoires ayant reçus des dépôts de césium 137

Près de 24 000 km² avec un dépôt de césium 137 > 10 000 Bq/m²



Les facteurs ayant influencé les conséquences environnementales

- **Une configuration géographique très différente :**
 - **Site de Tchernobyl : au cœur du continent européen** = dispersion de la totalité des rejets atmosphériques sur les zones terrestres habitées
 - **Site de Fukushima : sur une île, en bord de mer** = dispersion d'une fraction importante des rejets atmosphériques au dessus de l'océan inhabité
- **Les rejets liquides radioactifs :**
 - **Tchernobyl : aucun rejet liquide significatifs** = impact du milieu aquatique continental uniquement par les retombées atmosphériques et le ruissèlement des dépôts radioactifs
 - **Fukushima : importants rejets liquides vers le milieu marin** = principalement du 21 mars au 6 avril 2011 (3 à 6 PBq de ^{137}Cs et environ 3 fois plus de ^{131}I)
- **Influence de la date de l'accident :**
 - **Tchernobyl : au cœur de printemps** = impact important sur les cultures (légumes feuilles) et les animaux d'élevage (contamination du lait et de la viande)
 - **Fukushima : à la sortie de l'hiver** = peu de production alimentaire dans les zones impactées (présence de neige) + état de développement de la végétation peu avancé

Protection et gestion des populations

- **Evacuation des zones à risque :**
 - **Tchernobyl** : évacuation progressive des populations, déjà exposées aux rejets radioactifs (débit de dose de 10 mSv/h à Pripiat au moment de son évacuation à partir du 27 avril 1986)
 - **Fukushima** : évacuation d'urgence de 80 000 personnes (rayon de 20 km) dès le début de l'accident et achevée le 15 mars avant la dispersion des rejets atmosphériques au dessus des terres + évacuation complémentaire des zones les plus contaminées à partir du 22 avril 2011
- **Protection vis-à-vis de la contamination des denrées :**
 - **Tchernobyl** : pas de mesure de protection immédiate dans les zones les plus contaminées = exposition importante aux iodes radioactifs du fait de la consommation du lait et des légumes feuilles contaminées
 - **Fukushima** : peu de denrées fortement contaminées + mesures d'interdiction et de contrôle des denrées mise en place par les autorités japonaises
- **Population impactée par la gestion de l'accident :**
 - **Tchernobyl** : 115 000 personnes évacuées en Ukraine, Biélorussie et Russie
 - **Fukushima** : 127 000 personnes évacuées (y compris évacuations délibérées)

Conséquences dosimétriques et sanitaires

• Travailleurs et intervenants sur site :

- **Tchernobyl** : 2 morts immédiates, 134 cas de syndrome d'irradiation aiguë dont 28 décès dans les 4 premiers mois ; près de 600 000 liquidateurs dont certains ayant reçu des doses élevées
- **Fukushima** : aucun décès imputables directement à l'accident ni syndrome d'irradiation aiguë rapporté ; dose efficace reçue la plus élevée < 700 mSv

• Populations :

- **Tchernobyl** : populations évacuées ayant reçues des doses équivalentes à la thyroïde estimées en moyenne à 490 mSv (varie entre 50 et plus de 5000 mSv) ; dose efficace moyenne estimée à 31 mSv – Epidémie de cancers de la thyroïde parmi les enfants et adolescents les plus exposés en 1986 (6548 entre 1991 et 2005)
- **Fukushima** : populations évacuées ayant reçues des doses équivalentes à la thyroïde estimées en moyenne à 35 mSv (jusqu'à 80 mSv pour les enfants de 1 an) ; dose efficace inférieure à 10 mSv – Aucun effet sanitaire imputable à la radioactivité n'est actuellement observé parmi les populations surveillées + faible risque sanitaire projeté à terme

Conclusions

- **Des similitudes qualitatives entre les 2 accidents :**
 - *Des réacteurs fortement endommagés avec rupture de confinement*
 - *D' importants rejets atmosphériques sur plusieurs jours, avec prédominance des gaz rares, des iodes, des tellures et des césiums radioactifs*
 - *Des phénomènes de dispersion et de dépôts comparables et complexes à modéliser*
- **Des différences significatives :**
 - *Des rejets atmosphériques moins importants à Fukushima, avec peu de radionucléides réfractaires*
 - *Des facteurs contextuels plus « favorables » à Fukushima : situation géographique, date de l'accident... sauf pour les rejets liquides*
 - *Une gestion différente de l'urgence et des conséquences sur les territoires*

Au final des conséquences sanitaires observées ou attendues très différentes, mais un nombre comparable de populations dont la vie a été bouleversée par ces accidents

• Tchernobyl

- *Rapport AIEA 2006 du « Chernobyl Forum »*
- *Travaux de synthèse publiés par l'IRSN (www.irsn.fr)*

• Fukushima

- *Rapport UNSCEAR 2014 (Report to the General Assembly - Volume 1 Scientific annex A)*
- *Nombreux travaux et documents de synthèse de l'IRSN publiés sur www.irsn.fr*