

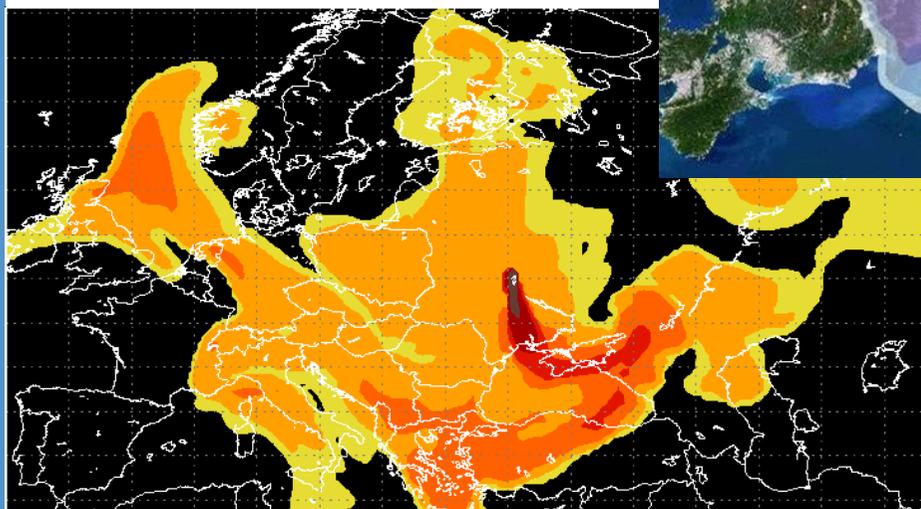
IRSN

INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

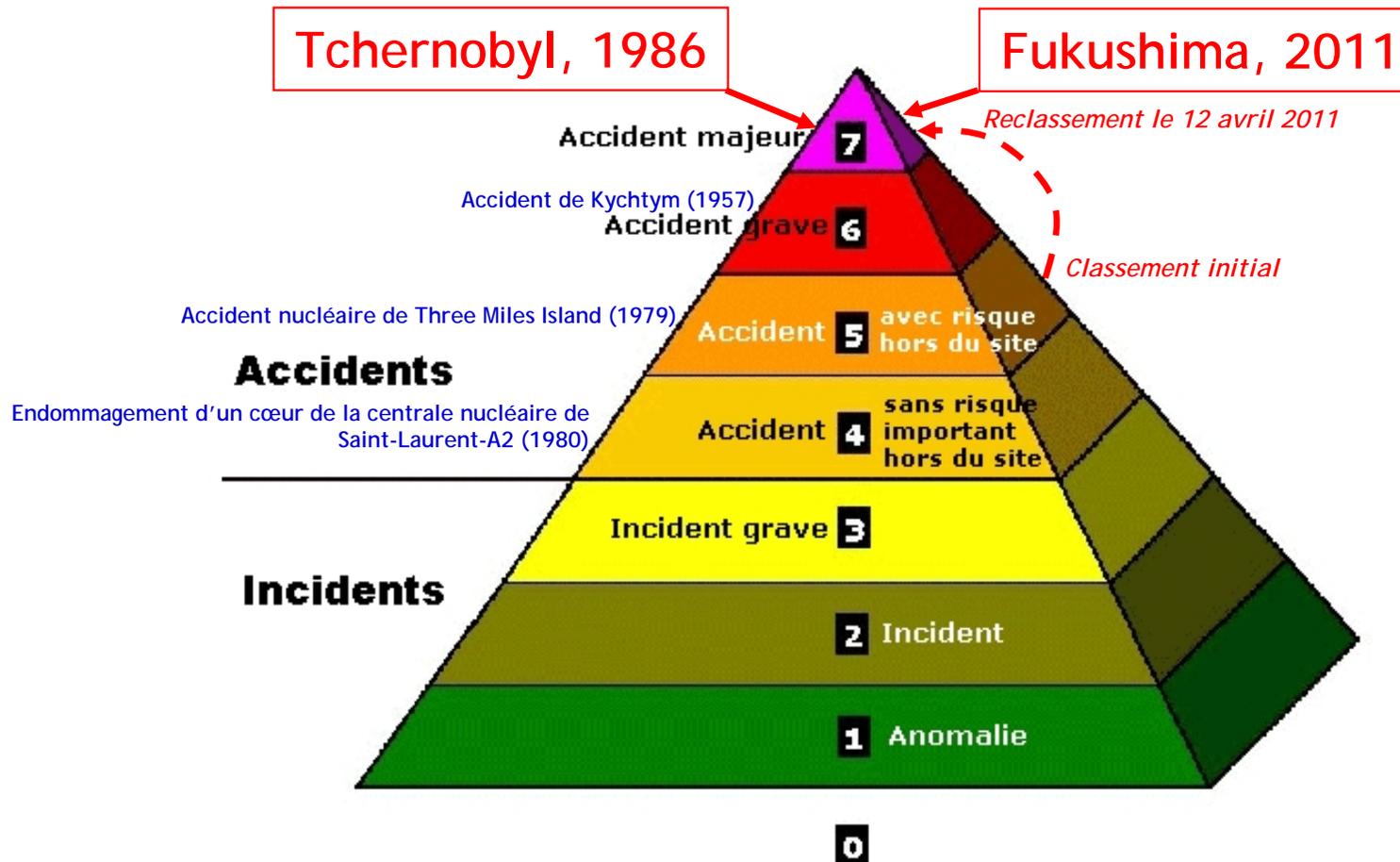
Faire avancer la sûreté nucléaire

Accident de Tchernobyl et accident de Fukushima

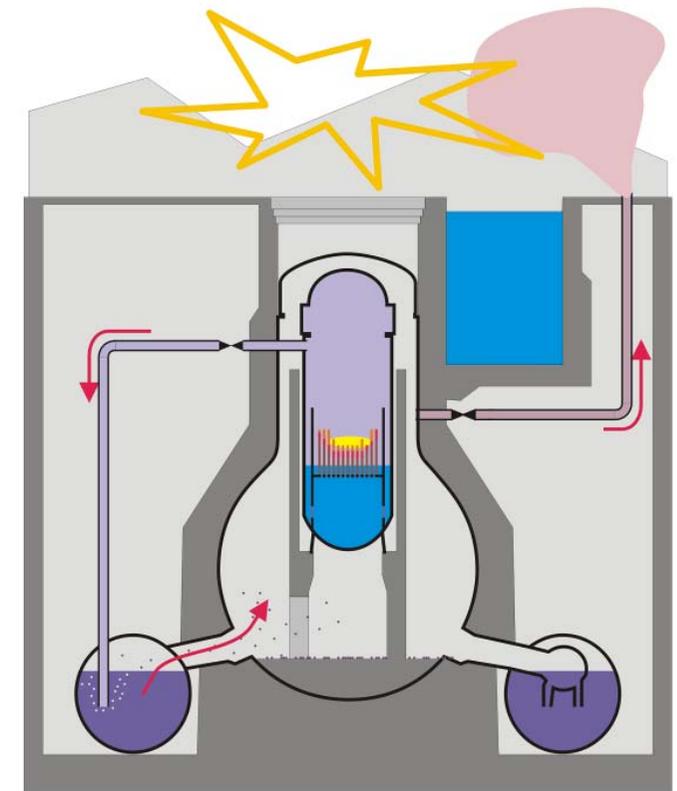
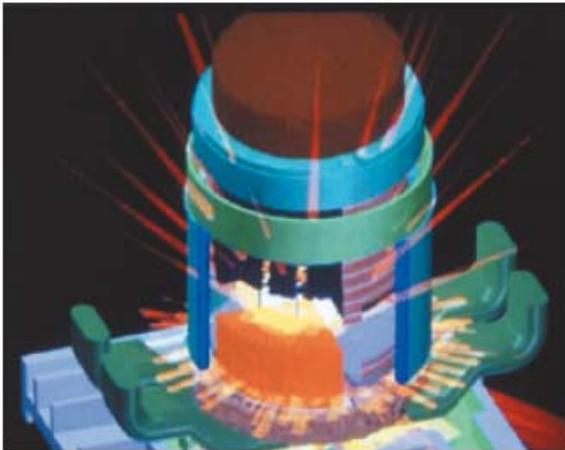
Points communs et différences



- Echelle INES** : échelle internationale des événements nucléaires permettant de situer la gravité des accidents nucléaires, utilisée pour l'information du public et des médias

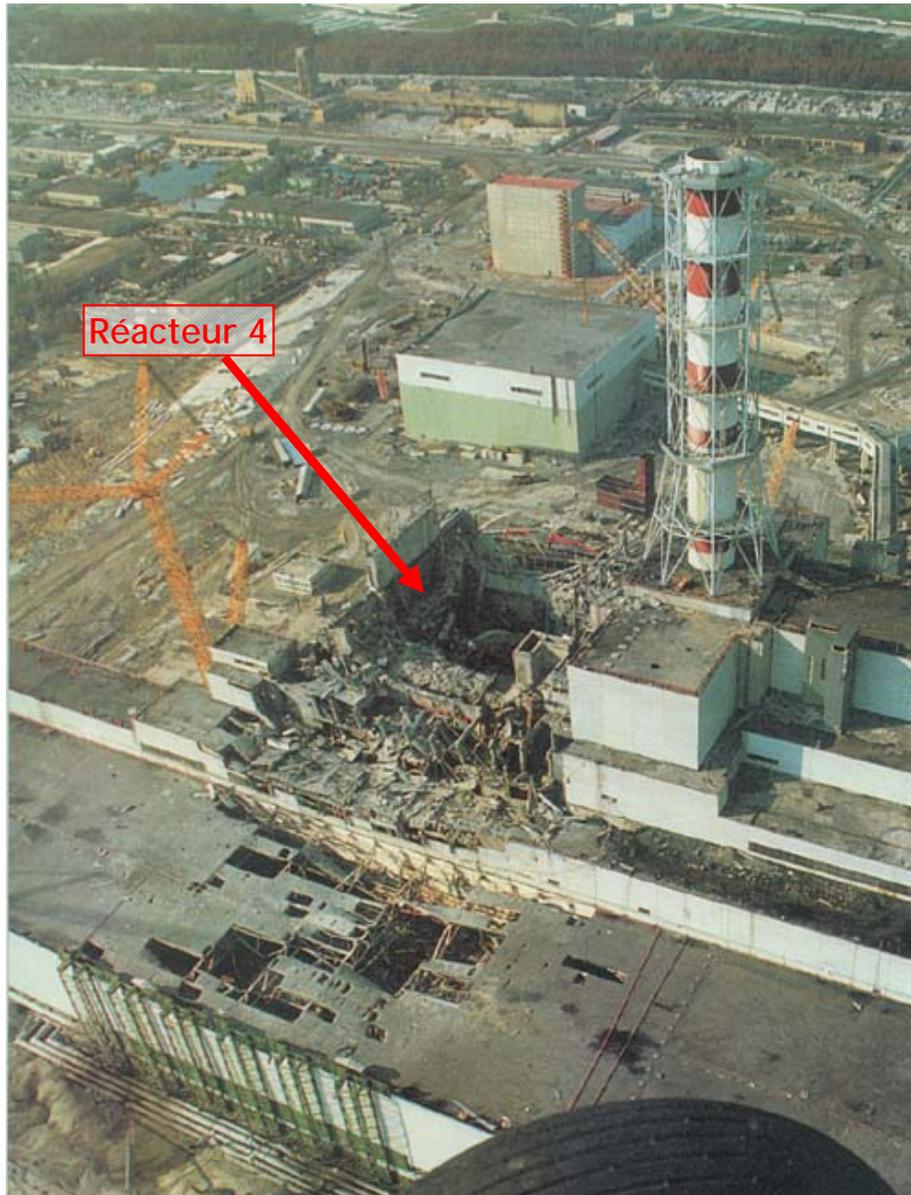


Accident de Tchernobyl (26 avril 1986) : augmentation brutale et incontrôlée de la réaction nucléaire (x 100) entraînant l'explosion du cœur du réacteur, la destruction du bâtiment et un incendie du graphite du réacteur



Accident de Fukushima (11 mars 2011) : 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

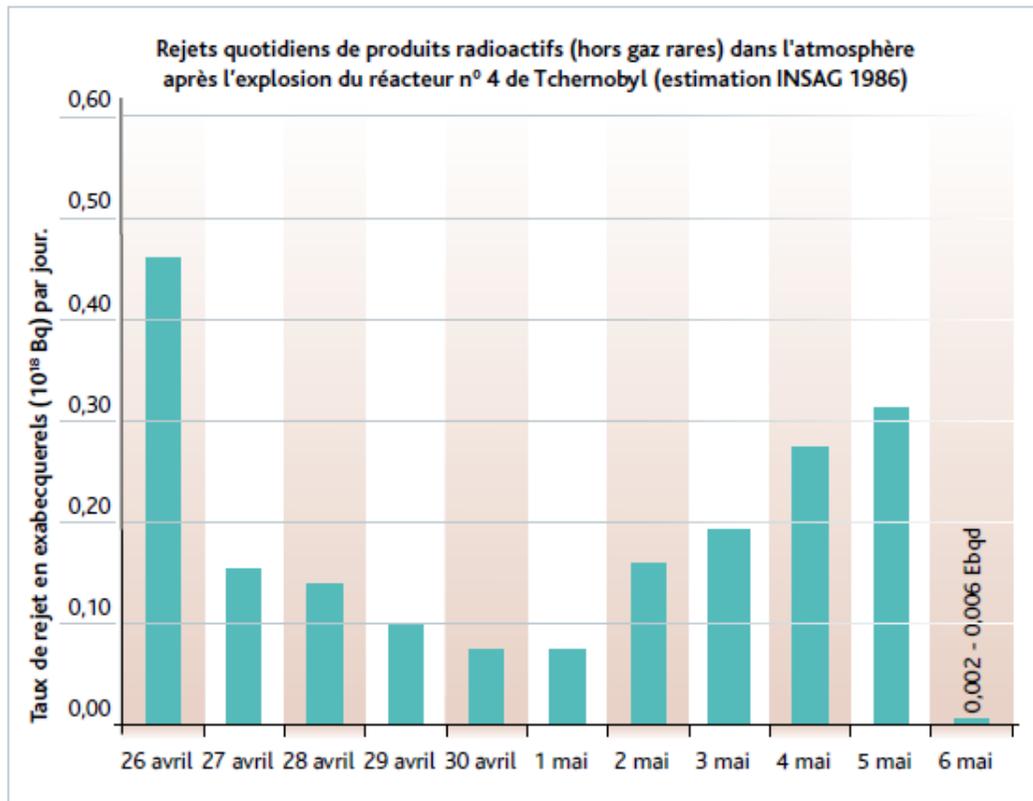
Tchernobyl



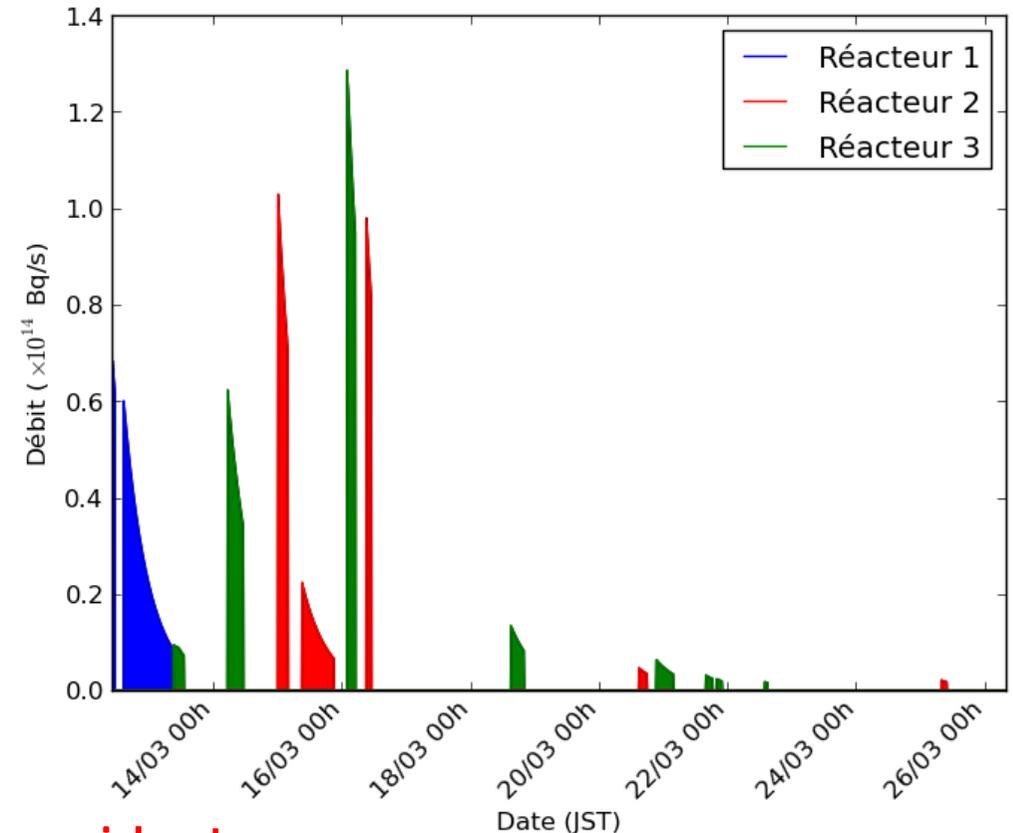
Fukushima Dai-ichi



Tchernobyl : des rejets continus pendant 10 jours



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



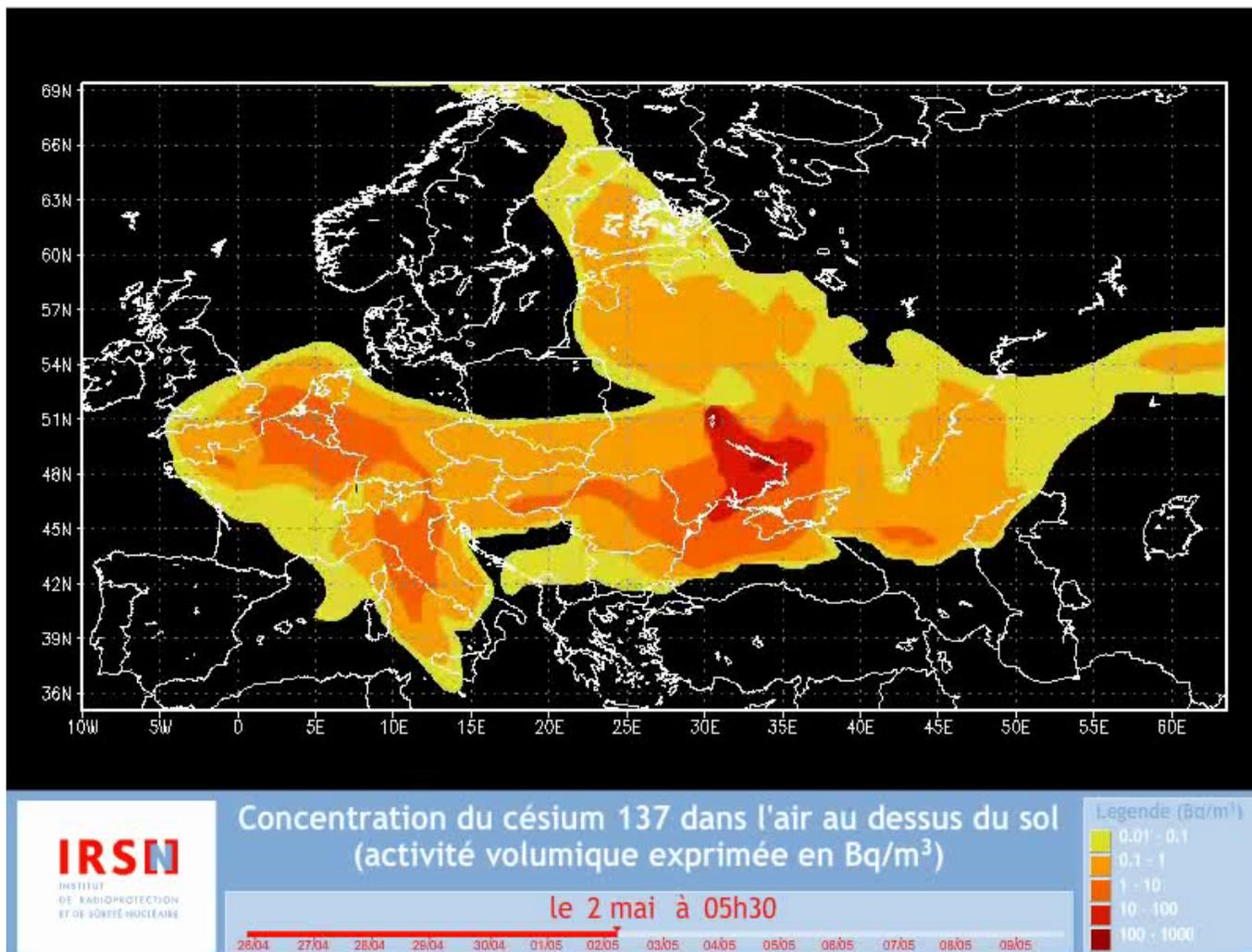
Des radionucléides communs aux deux accidents

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

	Tchernobyl (AIEA 2005)		Fukushima (estimation IRSN 2011)	
Gaz rares	6 533 PBq	≈	6 550 PBq	1/1
Iodes	4 260 PBq	>	408 PBq	1/10
Tellures	1 390 PBq	>	145 PBq	1/10
Césiums	168 PBq	>	58 PBq	1/3
Autres (dont ⁹⁰ Sr, Pu)	1 227 PBq	>>	28 PBq	1/44

PBq = pétabecquerel = 10^{15} Bq

Tchernobyl



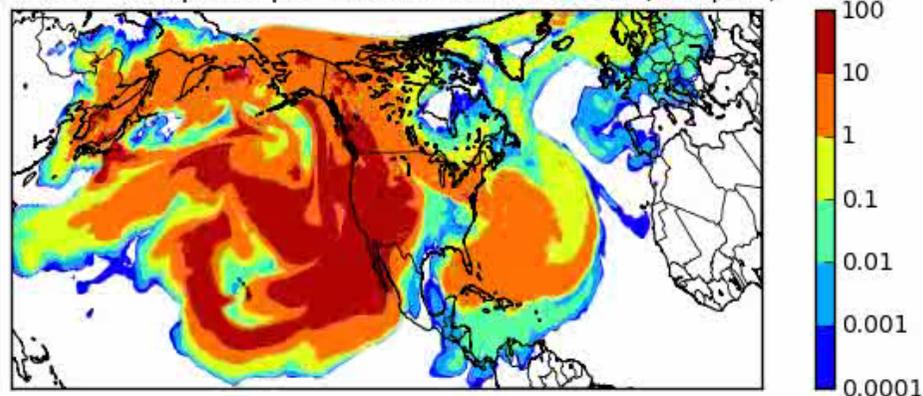
[> Voir la simulation](#)

Dispersion à l'échelle de l'Europe (conséquences importantes pour l'Ukraine, la Russie et la Biélorussie) puis dans l'ensemble de l'hémisphère nord

Fukushima

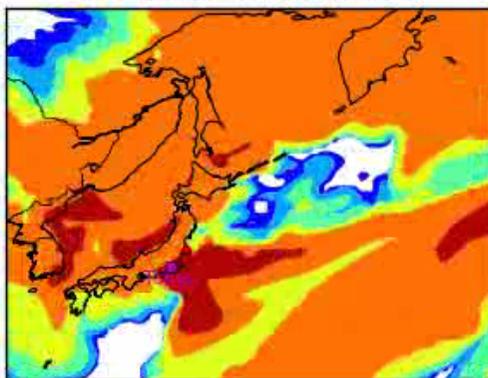


Concentration du césium 137
en milli becquerel par mètre cube dans l'air (mBq/m³)

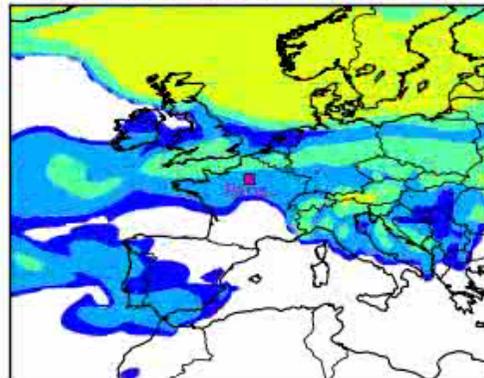


[> Voir la simulation](#)

23/03/2011 07h00 (JST)

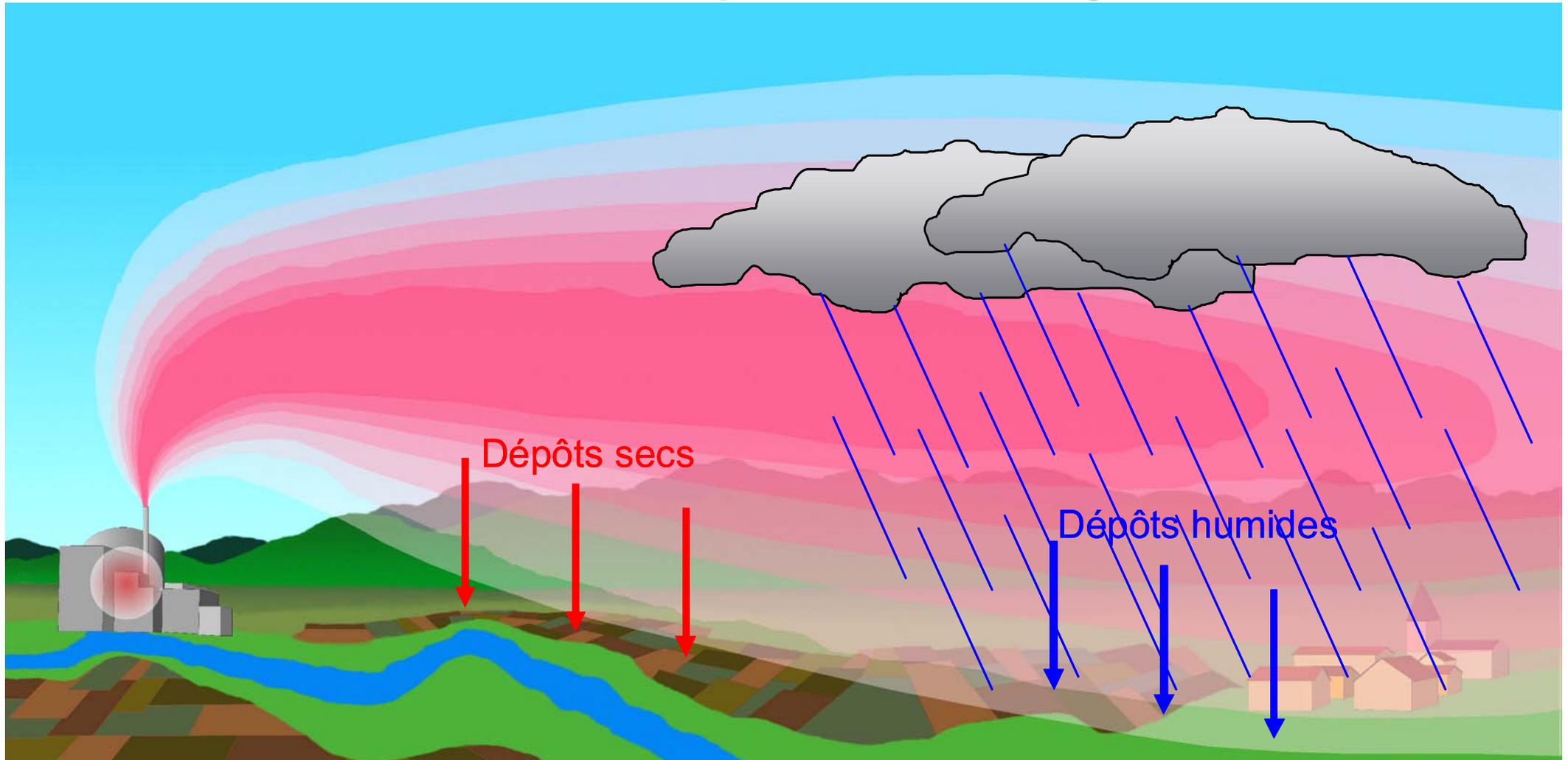


22/03/2011 22h00 (Heure TU)



Dispersion à l'échelle du Japon, puis au dessus du Pacifique, puis dans l'ensemble de l'hémisphère nord

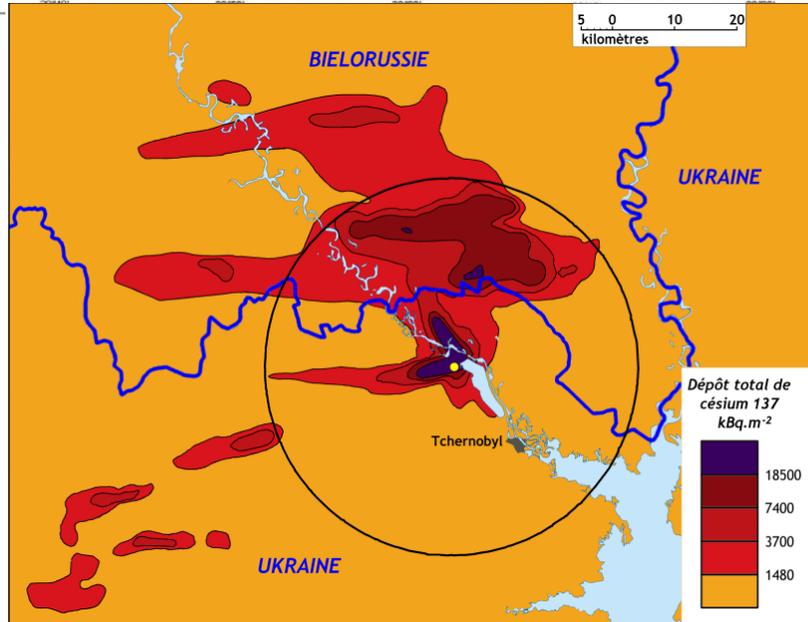
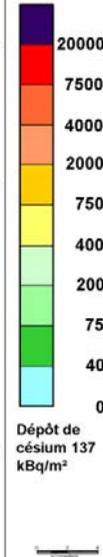
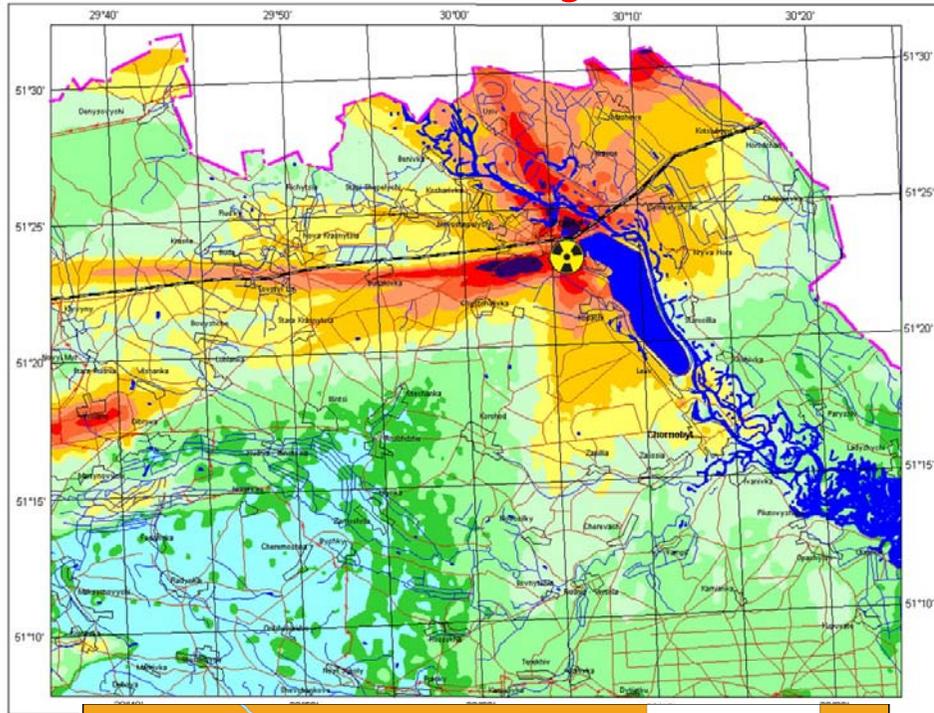
La formation des dépôts radioactifs lors de la dispersion des rejets



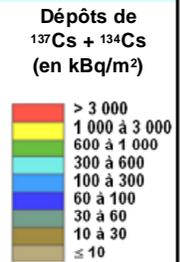
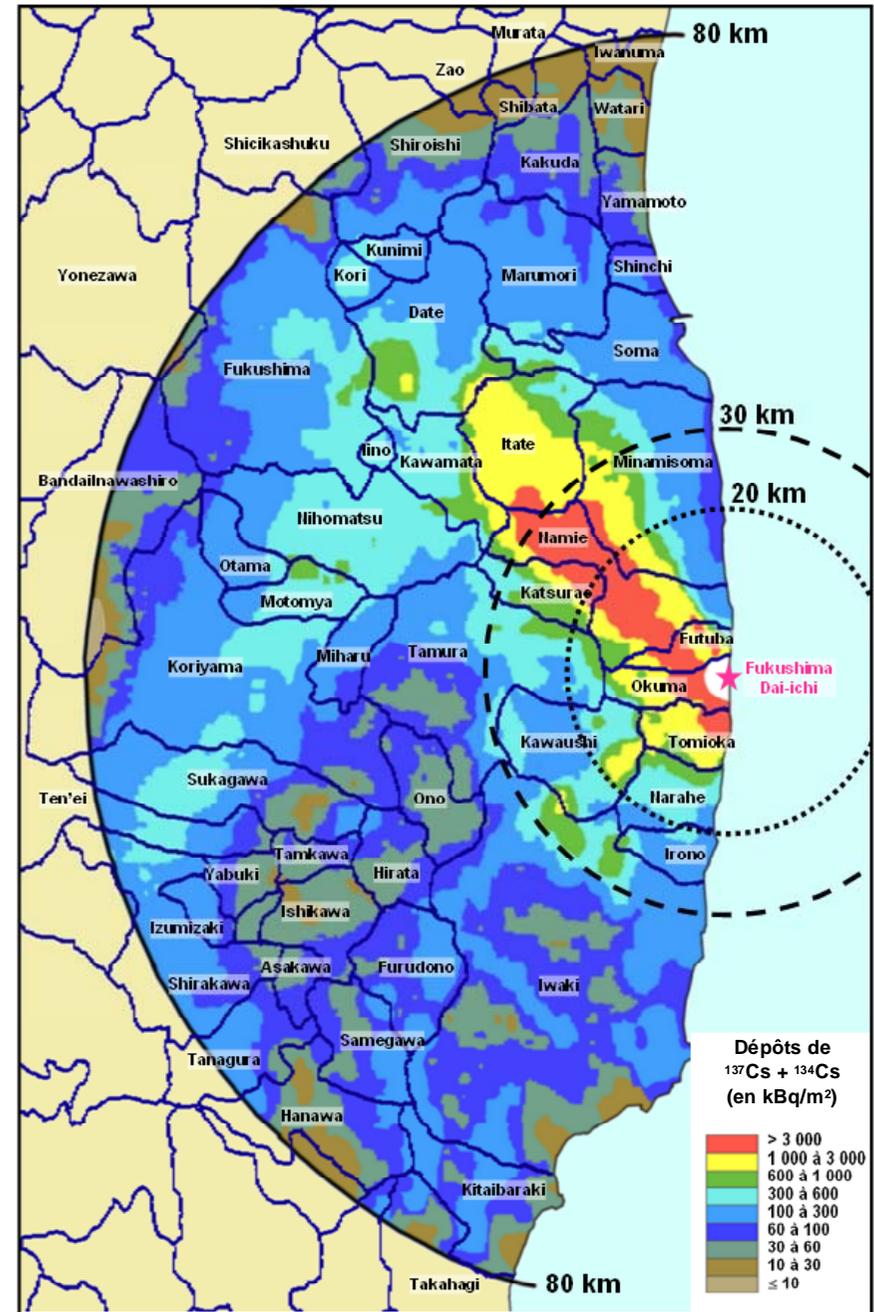
Conséquences immédiates du dépôt radioactif :

- Augmentation du débit de dose ambiant (en $\mu\text{Sv/h}$)
- Contamination des feuilles des végétaux = impact important sur la chaîne alimentaire

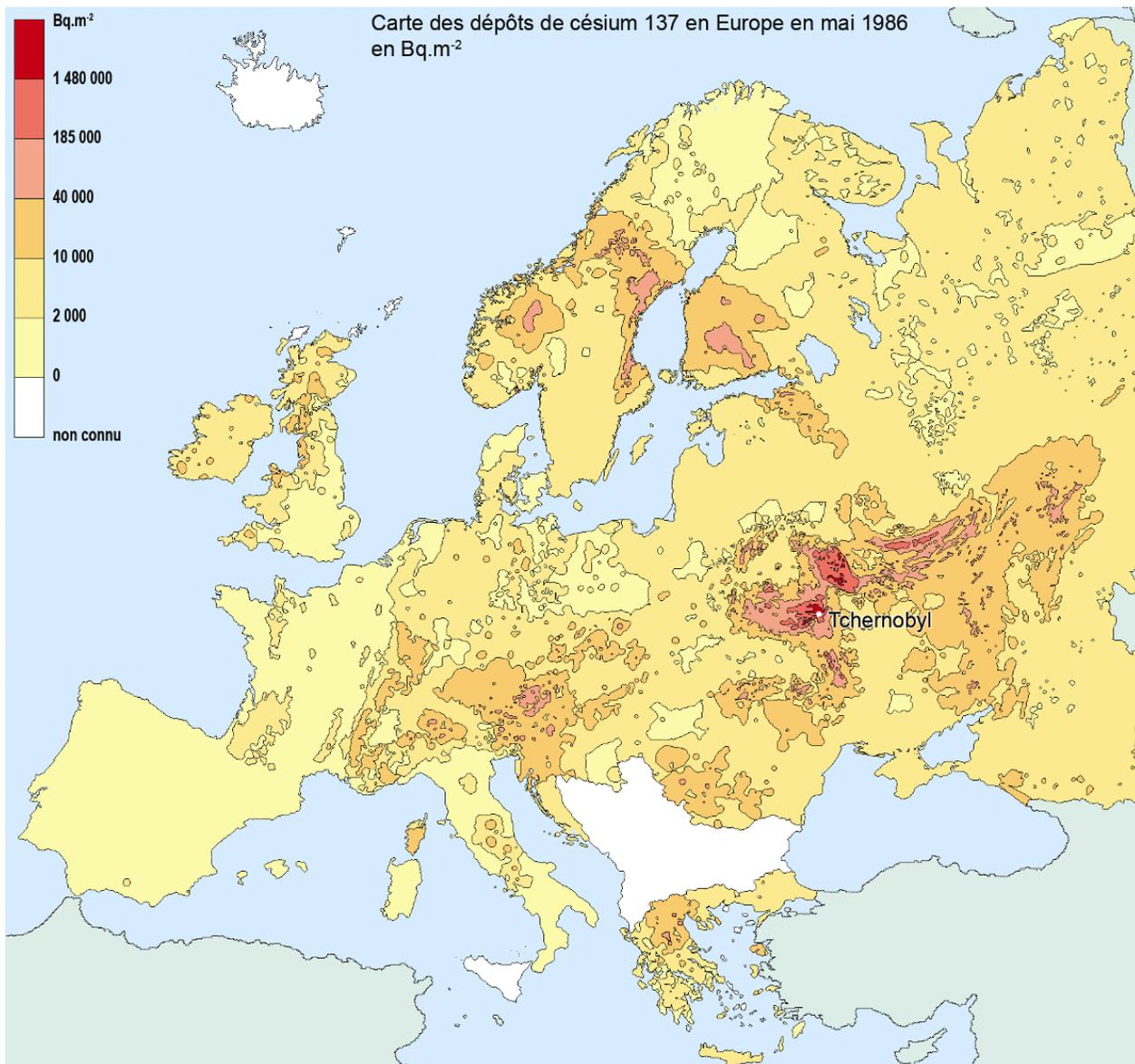
Tchernobyl



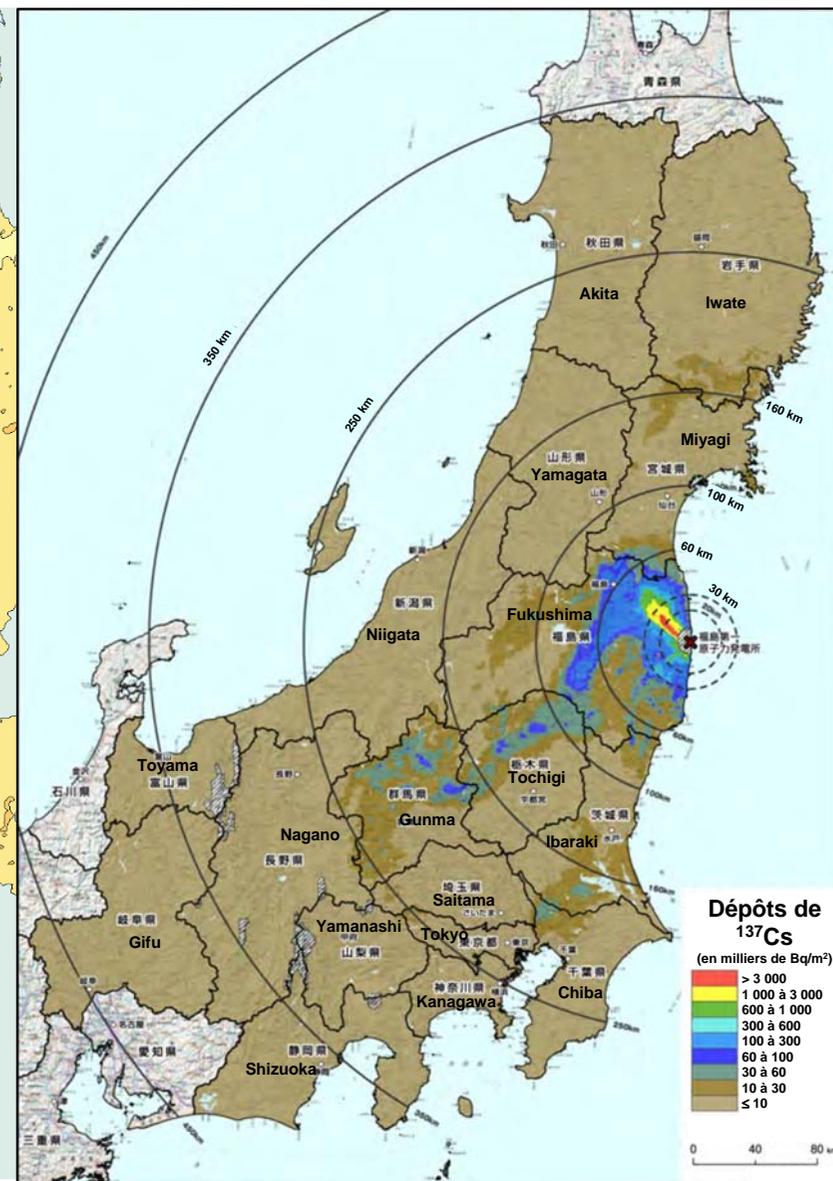
Fukushima



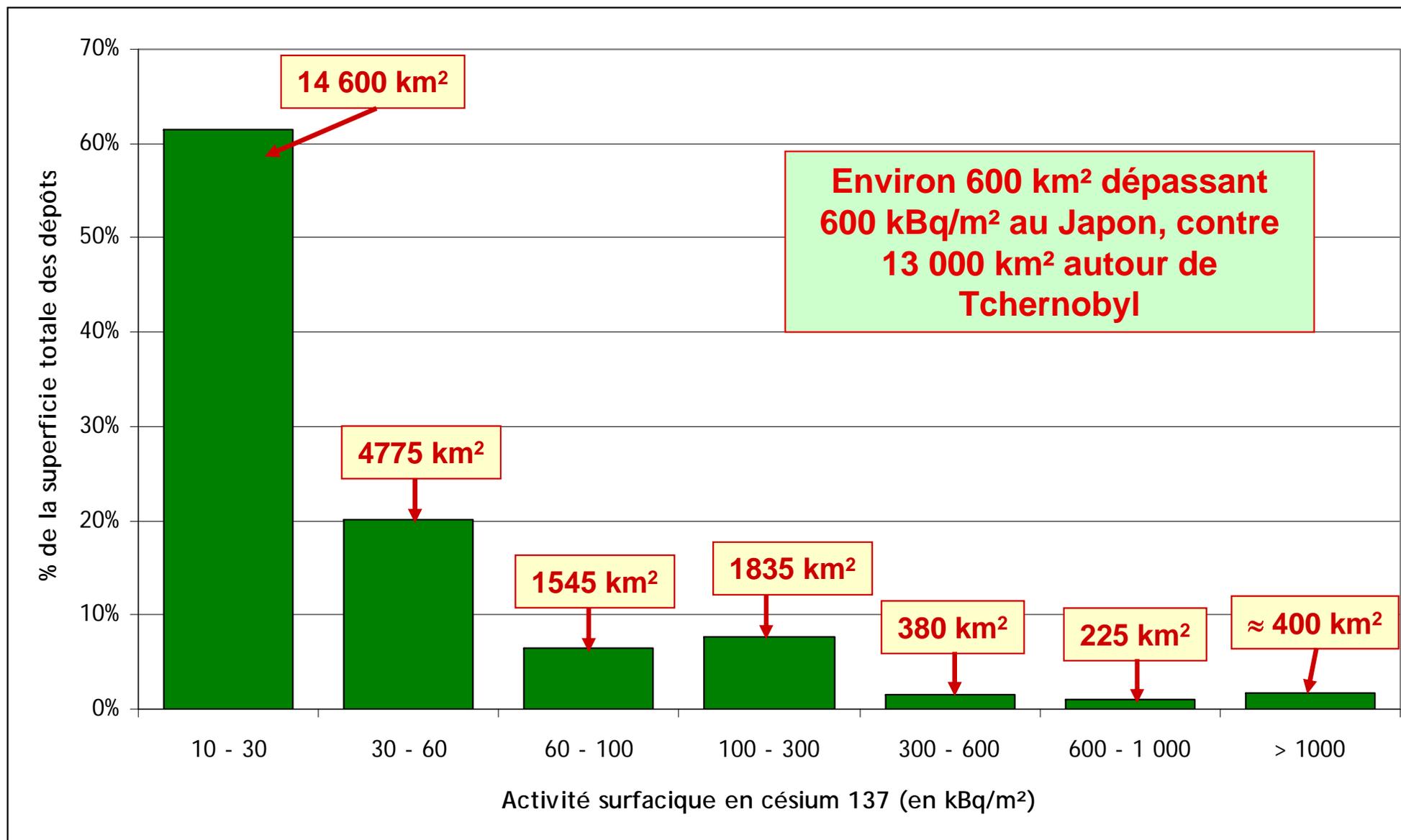
Tchernobyl : des dépôts en « taches de léopard » à l'échelle de l'Europe entière



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



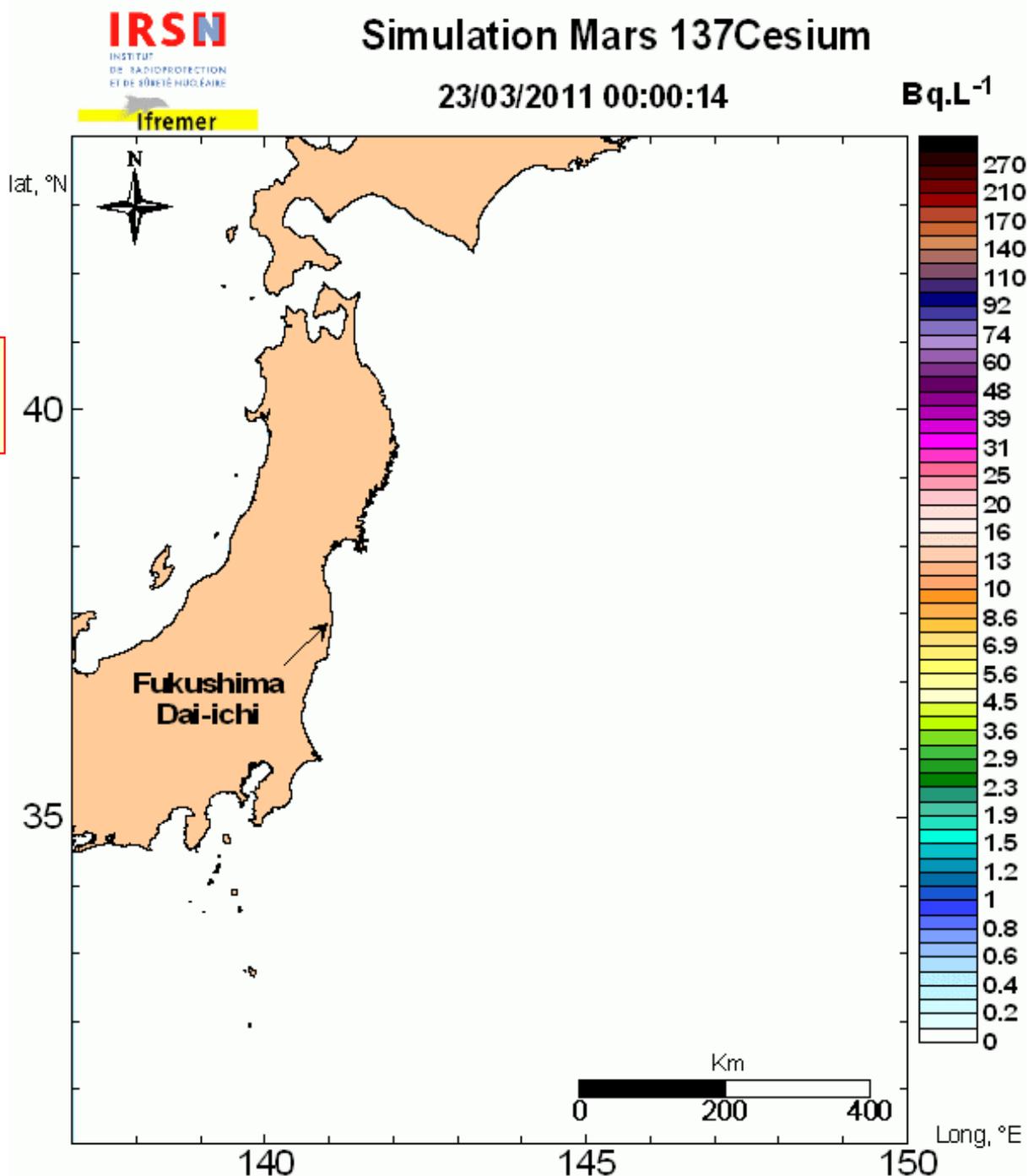
Accident de Fukushima : près de 24 000 km² avec un dépôt de césium 137 > 10 000 Bq/m²



Simulation de la dispersion en mer des rejets de césium 137 provoqués par l'accident de Fukushima (collaboration IRSN-IFREMER 2011)

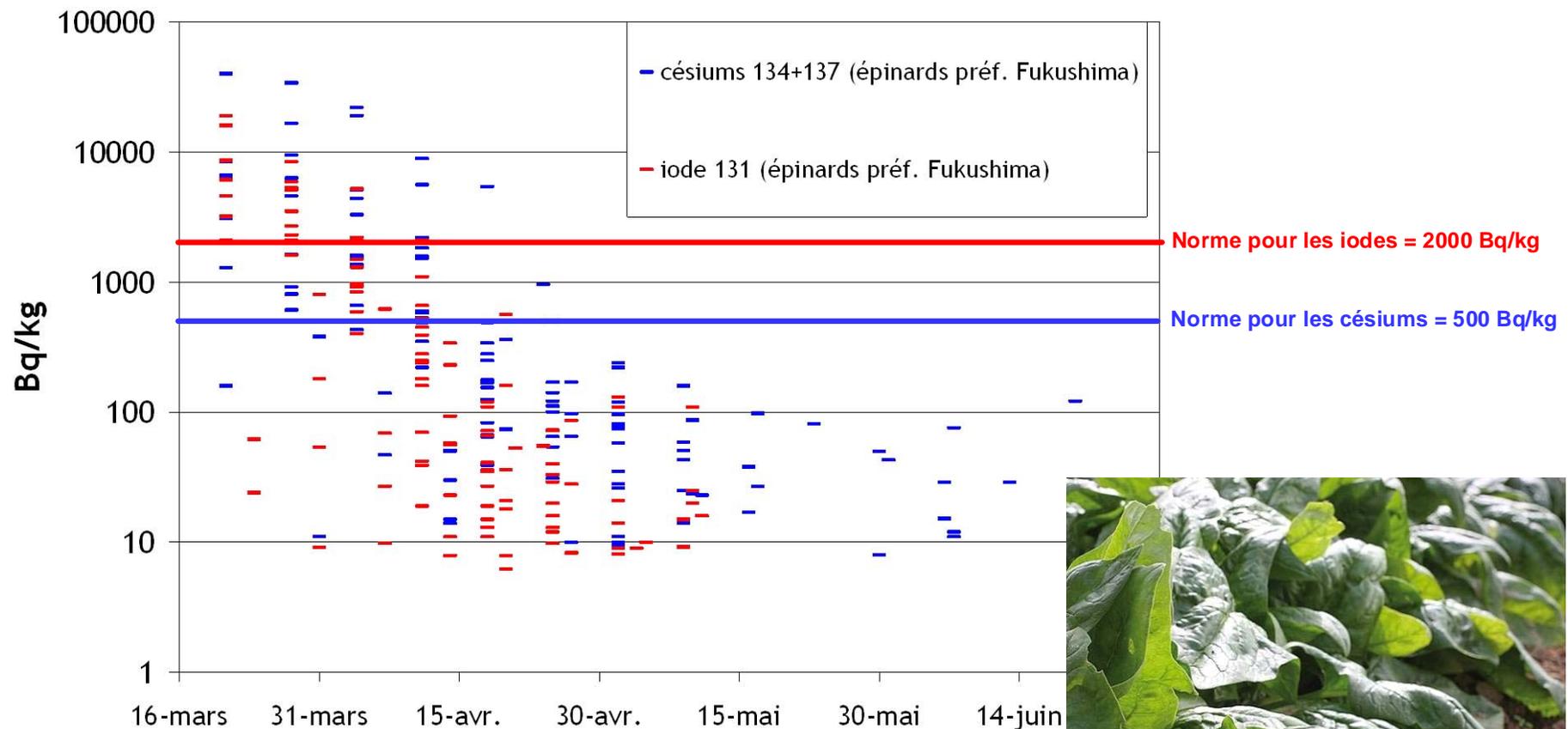
Estimation IRSN : $27 \cdot 10^{15}$ Bq de césium 137 rejetés en mer

[> Voir la simulation](#)



Points communs entre Tchernobyl et Fukushima :

- Les denrées les plus sensibles aux retombées radioactives étaient les légumes à feuilles, le lait et, par la suite, la viande
- Les niveaux de contamination les plus élevés dans les légumes à feuilles et le lait ont été observés dans les semaines suivant l'accident et ont nettement diminué par la suite

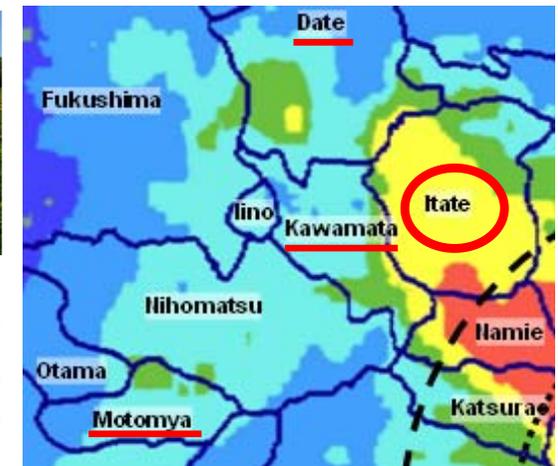
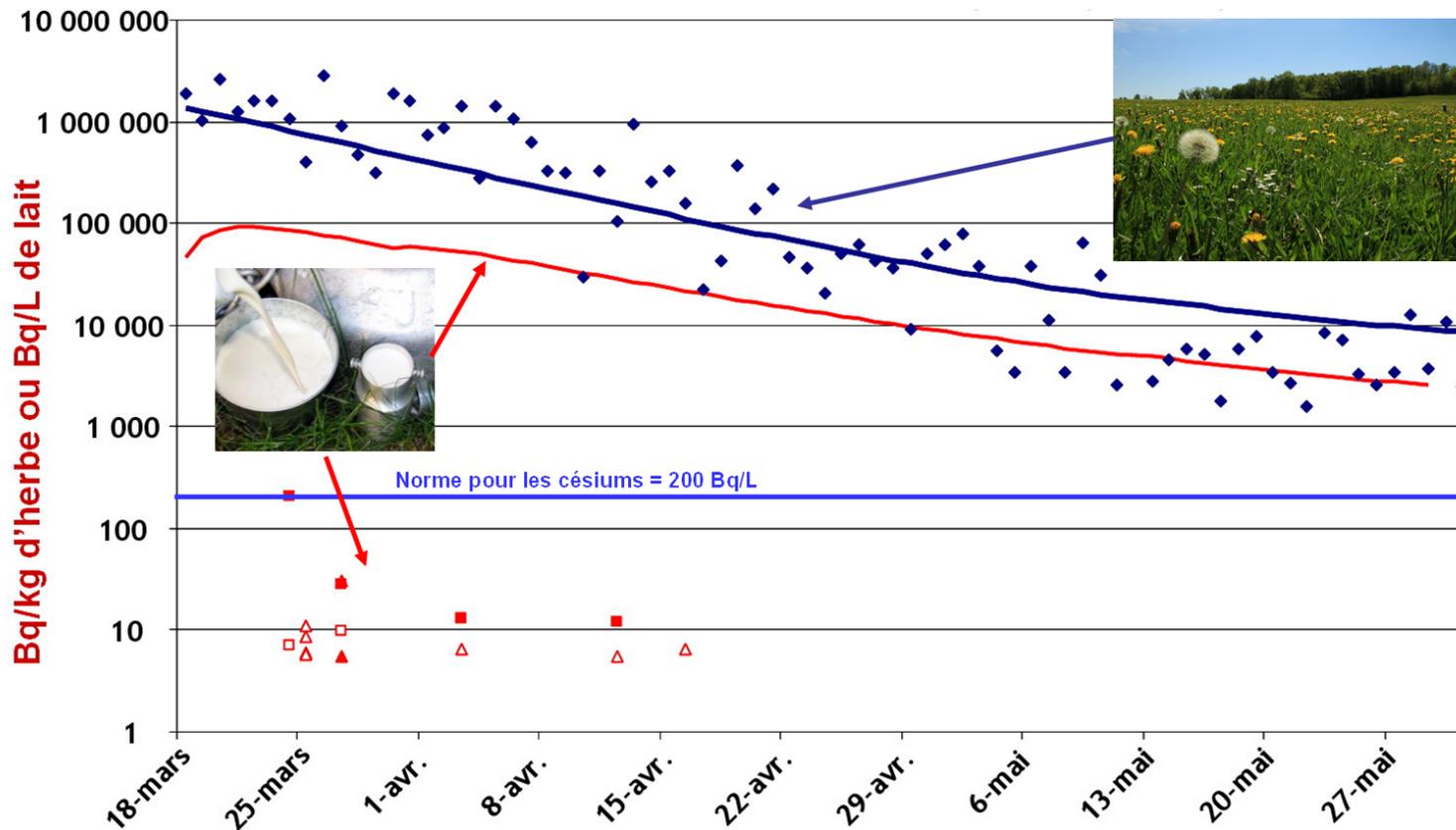


Évolution de la contamination en iode 131 et césiums 134+137 des épinards de la préfecture de Fukushima (données MHLW)



Différences entre Tchernobyl et Fukushima :

- Après l'accident de Tchernobyl, les conséquences sur les denrées ont été maximales au cours du mois de mai (période de culture ; bétail en pâture) : forte contamination des légumes à feuilles et du lait.
- Après l'accident de Fukushima, les conditions météorologiques (froid, neige) dans les zones les plus impactées et les pratiques d'élevage (stabulation, bétail nourri avec du fourrage récolté avant l'accident) semblent avoir limité les fortes contaminations des denrées.

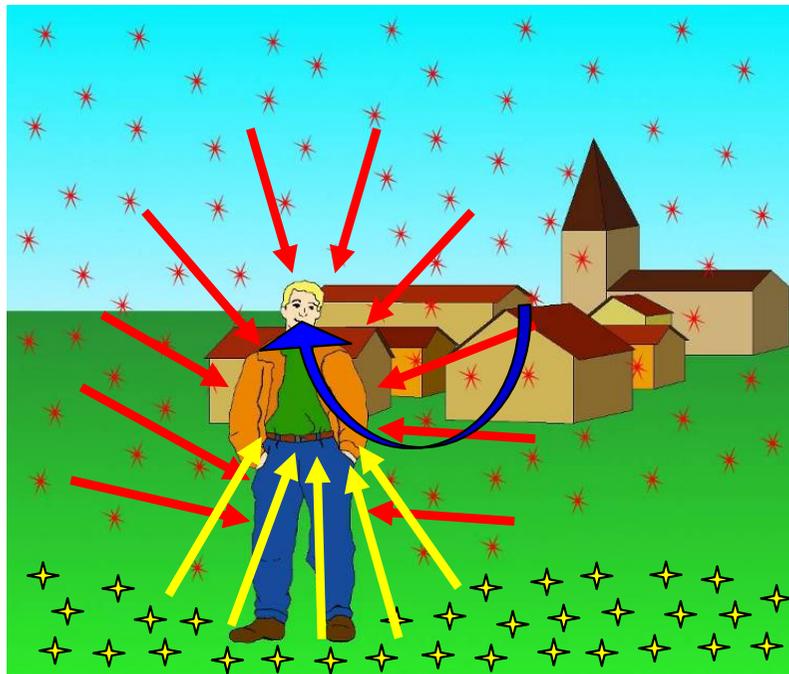


Points = valeurs mesurées

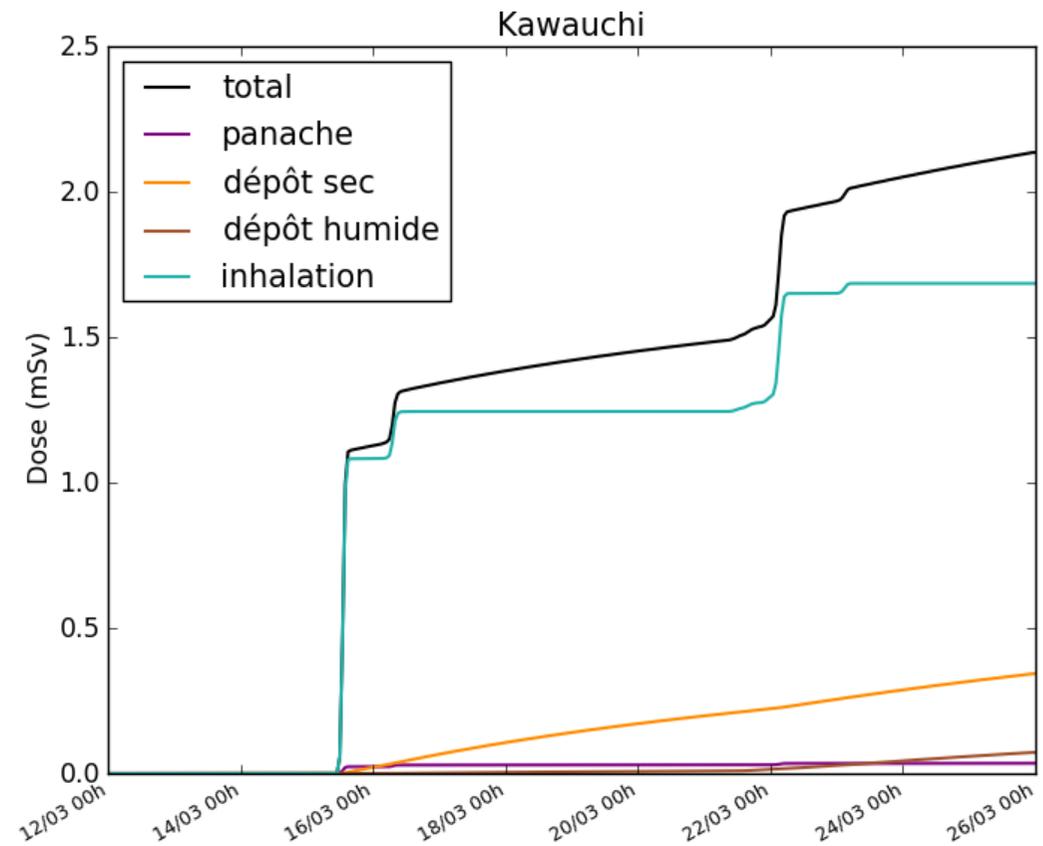
Courbes = contamination théoriquement attendue pour un dépôt de césium 137 de 2 millions de Bq/m² (à 80% sous forme de dépôt humide)

Exposition pendant la phase de rejet :

- Tchernobyl : exposition permanente pendant une dizaine de jours à partir du 26 avril 1986.
- Fukushima : exposition épisodique (rejets dispersés au dessus des terres japonaises) du 12 au 25 mars 2011



- ➔ Irradiation externe par le panache radioactif
- ➔ Irradiation externe par le dépôt radioactif (sec ou humide)
- ➔ Contamination interne par inhalation de radionucléides



Doses potentiellement reçues à Kawauchi pendant la phase de rejet de l'accident de Fukushima, en l'absence de protection

Exposition

Tchernobyl : évacuation des populations les plus exposées 3 jours après le début de l'accident (zone de 30 km)

● **Tche**

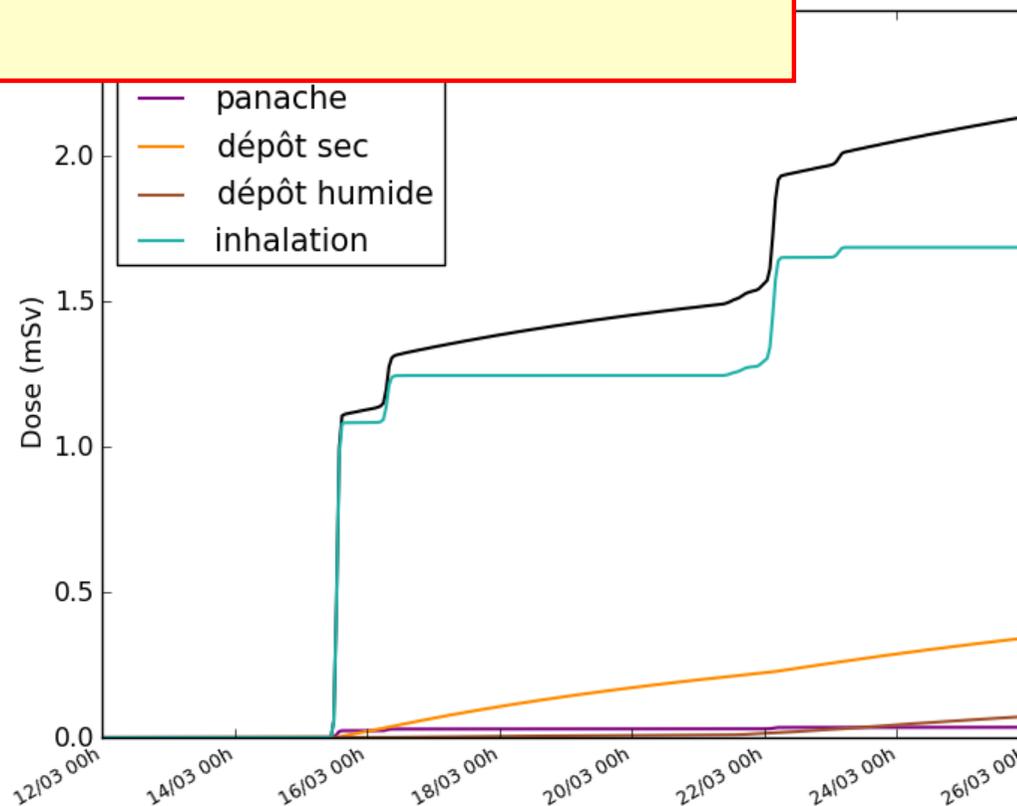
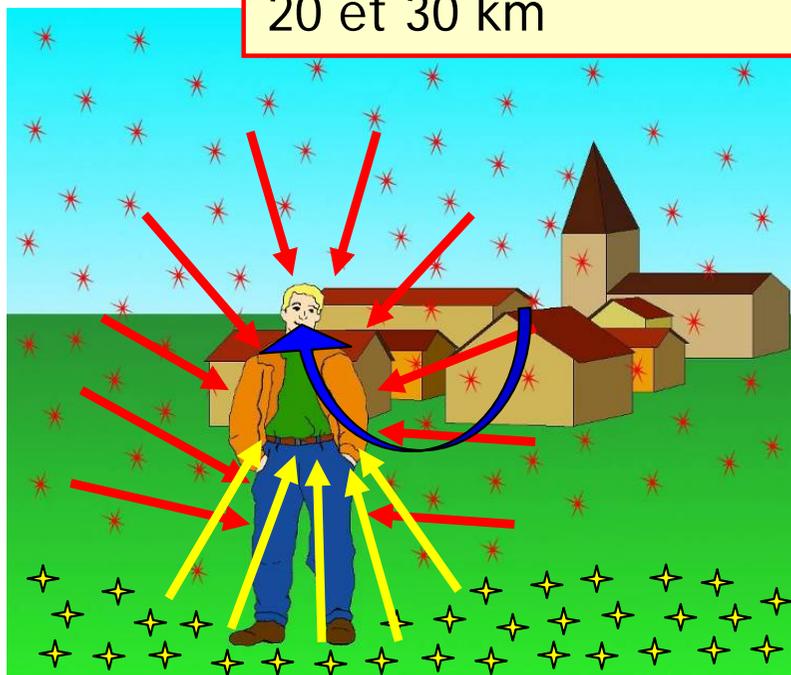
● **Fuku**

25 m

Fukushima : évacuation décidée le 12 mars 2011 (achevée le 15 mars) dans un rayon de 20 km + mise à l'abri entre 20 et 30 km

avril 1986.

(ses) du 12 au

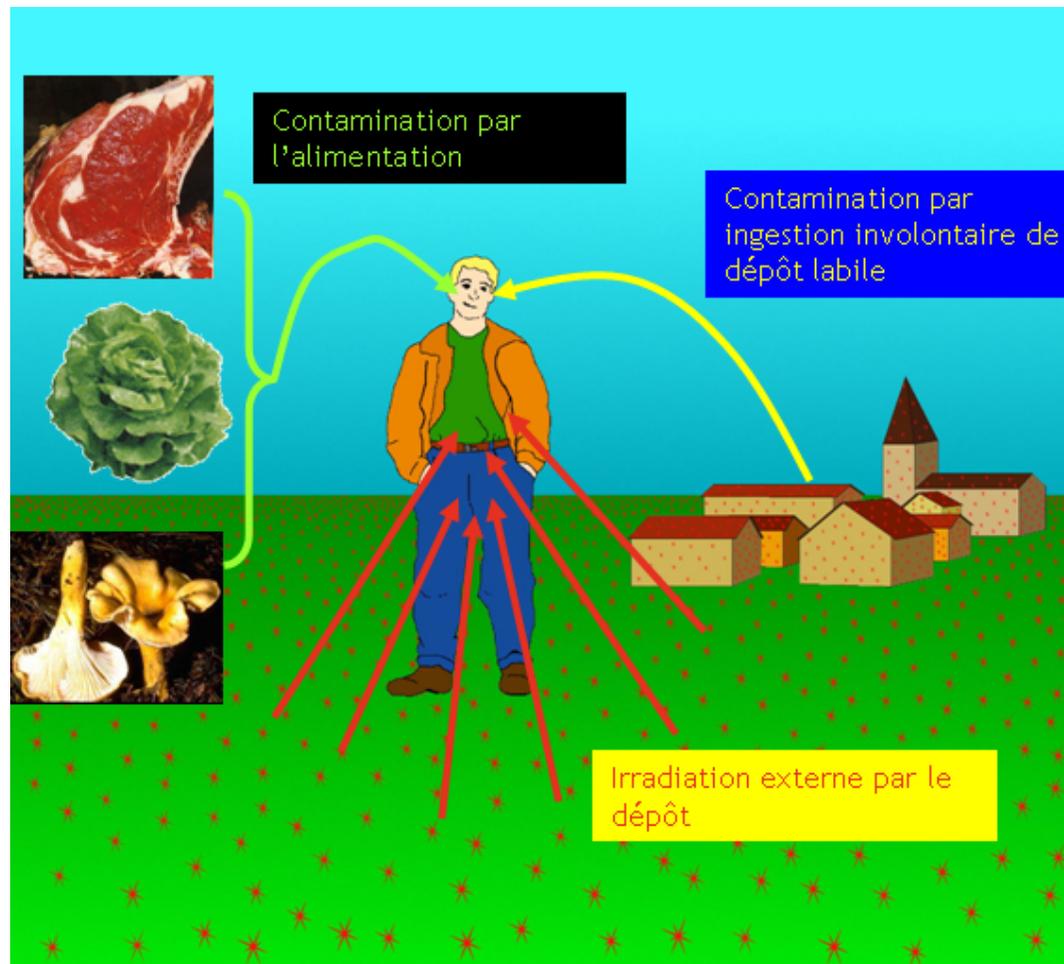


Doses potentiellement reçues à Kawauchi pendant la phase de rejet de l'accident de Fukushima, en l'absence de protection

- ➔ Irradiation externe par le panache radioactif
- ➔ Irradiation externe par le dépôt radioactif (sec ou humide)
- ➔ Contamination interne par inhalation de radionucléides

Exposition durable aux dépôts radioactifs :

- Exposition permanente au rayonnement ambiant dû aux dépôts radioactif rémanent.
- Contamination interne en cas de consommation de denrées contaminées (exposition chronique ou occasionnelle) ou par ingestion involontaire (contacts main-bouche) de contamination surfacique labile (voie d'exposition secondaire)



En l'absence de précaution (restriction/interdiction de consommer des denrées d'origine locale), la dose due à la consommation de denrées contaminées peut représenter jusqu'à 90% de la dose totale reçue au cours du 1^{er} mois (dépend de la saison et des habitudes alimentaires)

Exposition

- Exposition
- Contamination chronique
- Contamination

Tchernobyl : évacuation progressive des populations vivant dans les zones les plus contaminées (au cours de 1986 et des années suivantes) - Pas de restriction immédiate de consommation de denrées locales ; interdiction des activités agricoles par la suite

Fukushima : mise en place d'une zone d'évacuation élargie au-delà des 20 km à partir du 22 avril 2011 + Contrôles de la contamination des denrées et restrictions de commercialisation (progressivement en 2011)



En l'absence de précaution (restriction/interdiction de consommer des denrées d'origine locale), la dose due à la consommation de denrées contaminées peut représenter jusqu'à 90% de la dose totale reçue au cours du 1^{er} mois (dépend de la saison et des habitudes alimentaires)

La gravité d'un accident ne doit pas être évaluée uniquement par l'importance des rejets radioactifs :

- Rôle déterminant des conditions météorologiques au moment des rejets.
- Influence des conditions environnementales (zones marines, agriculture, relief...) et de la saison

Les actions de protection et les contrôles mis en place pendant l'accident ou dans les semaines qui suivent sont déterminants sur l'impact sanitaire de l'accident :

- Tchernobyl : protection tardive ou absente (cf. épidémie de cancers de la thyroïde en Ukraine, Biélorussie, Russie) et des travailleurs victimes de syndrome d'irradiation aiguë.
- Fukushima : actions de protection d'urgence et mesures préventives mises en place progressivement - Aucun cas de syndrome d'irradiation aiguë répertorié à ce jour.

Les conséquences de ces accidents majeurs ne se limitent pas aux effets sanitaires potentiels :

- Des territoires durablement impactés (impact social et économique).
- Bouleversement de la vie de nombreuses personnes (> 150 000 au Japon / 270 000 autour de Tchernobyl)