

IRSN

INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Faire avancer la sûreté nucléaire

L'accident de Fukushima 1 an après : bilan des conséquences environnementales au Japon

28 février 2012

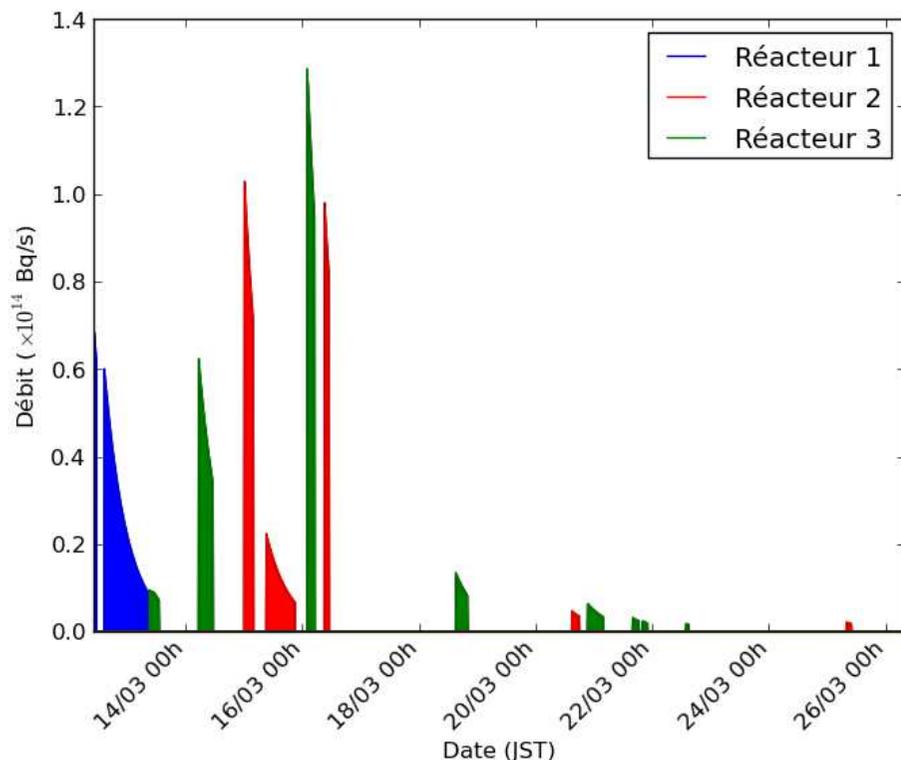


Les rejets radioactifs dans l'air et leur dispersion atmosphérique



Rejets radioactifs dans l'air

Des rejets radioactifs dans l'air : une quinzaine d'épisodes discontinus entre le 12 et le 25 mars 2011



Autres radionucléides (38 espèces, dont Pu) :
28 PBq soit moins de 0,5 % des rejets totaux

Estimation des rejets par l'IRSN (travaux 2011 après la crise) :

- ➔ **Gaz rares radioactifs : 6550 PBq** (pétabecquerels = 10^{15} Bq) (\approx Tchernobyl), majoritairement du xénon 133 (^{133}Xe , période de 5,3 j)
- ➔ **Iodes radioactifs : 408 PBq** (environ dix fois moins que Tchernobyl), dont 197 PBq d'iode 131 (^{131}I , période de 8 jours) et 168 PBq d'iode 132 (^{132}I , période de 2,3 heures)
- ➔ **Tellures radioactifs : 145 PBq** dont 108 PBq de tellure 132 (^{132}Te , période de 3,2 jours) et 12 PBq de tellure 129m ($^{129\text{m}}\text{Te}$, période de 33,6 jours)
- ➔ **Césiums radioactifs : 58 PBq** (environ trois fois moins que Tchernobyl), dont 21 PBq de césium 137 (^{137}Cs , période de 30 ans), 28 PBq de césium 134 (^{134}Cs , période de 2,1 ans) et 9,8 PBq de césium 136 (^{136}Cs , période de 13,2 jours)

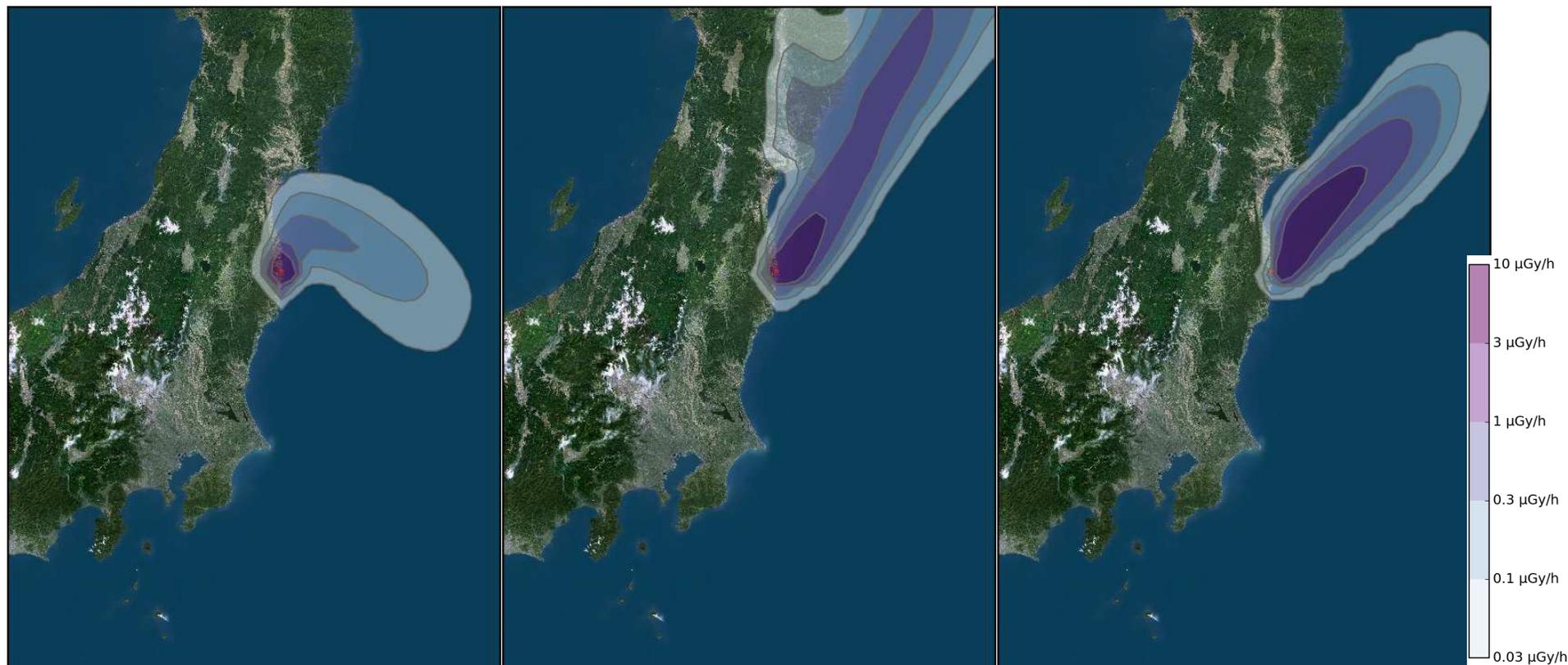
Dispersion atmosphérique des rejets

Modélisation du débit de dose ambiant dû au panache radioactif (hors contribution des dépôts radioactifs - modèle IRSN IdX)

12 mars 2011 à 17h00

13 mars 2011 à 5h00

14 mars 2011 à 12h00



1^{ère} phase de rejet (du 12 au 14 mars) : vers le nord de Fukushima Dai-ichi et au-dessus du Pacifique

Dispersion atmosphérique des rejets

Modélisation du débit de dose ambiant dû au panache radioactif (hors contribution des dépôts radioactifs - modèle IRSN IdX)

15 mars 2011 à 5h00

15 mars 2011 à 19h00

16 mars 2011 à 6h00



2^{ème} phase de rejet (du 15 au 16 mars matin) : 1^{er} épisode de contamination terrestre au Japon

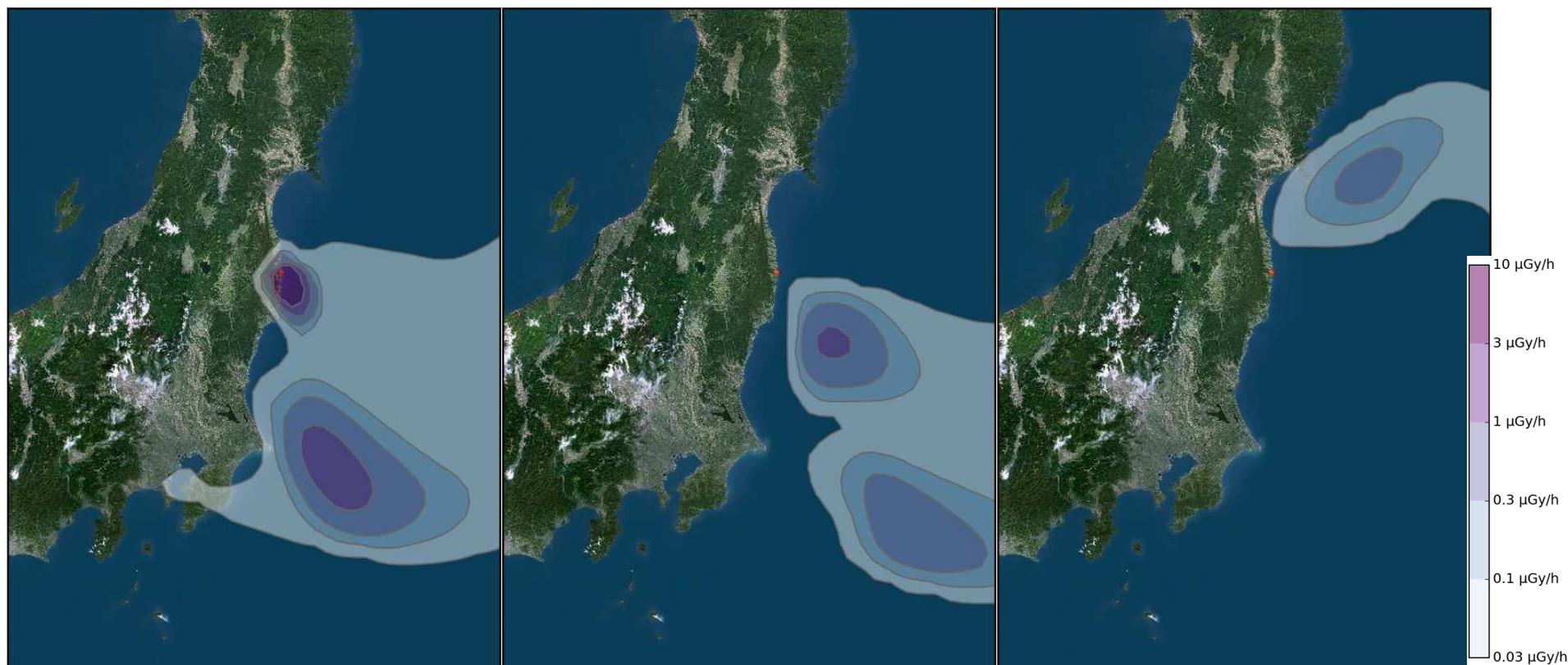
Dispersion atmosphérique des rejets

Modélisation du débit de dose ambiant dû au panache radioactif (hors contribution des dépôts radioactifs - modèle IRSN IdX)

16 mars 2011 à 11h00

16 mars 2011 à 14h00

19 mars 2011 à 3h00



3^{ème} phase de rejet (du 16 mars après-midi au 19 mars) : à nouveau au-dessus du Pacifique

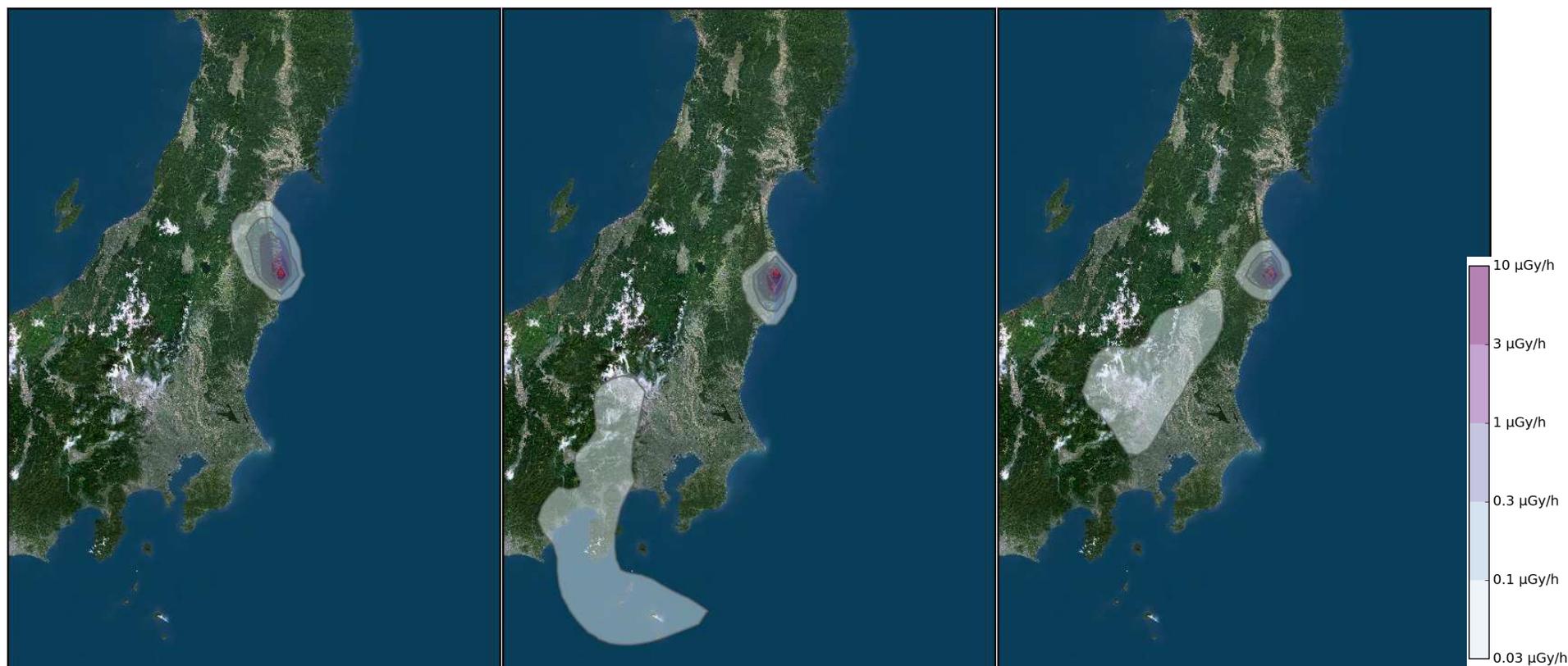
Dispersion atmosphérique des rejets

Modélisation du débit de dose ambiant dû au panache radioactif (hors contribution des dépôts radioactifs - modèle IRSN IdX)

20 mars 2011 à 18h00

21 mars 2011 à 17h00

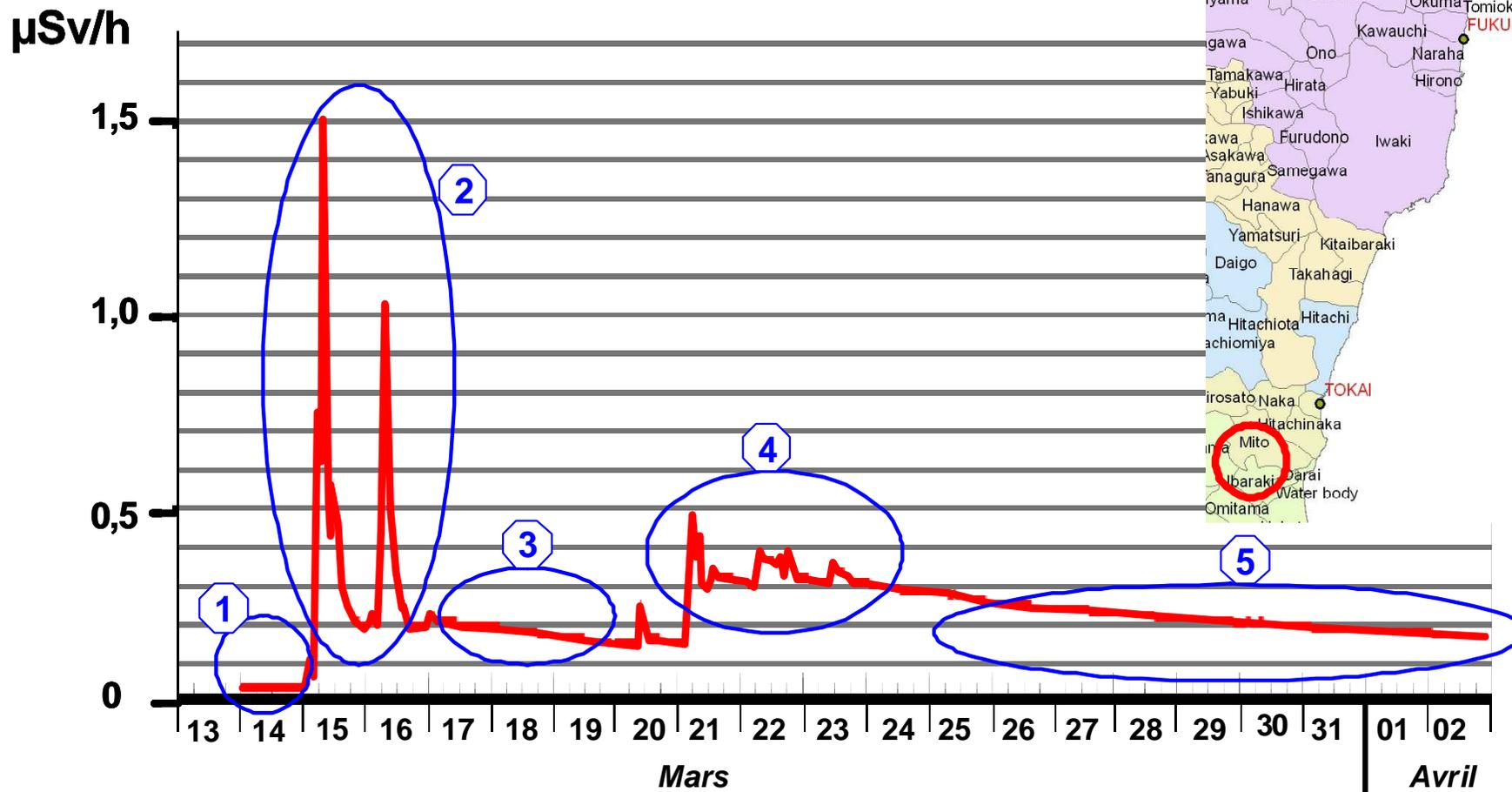
22 mars 2011 à 15h00



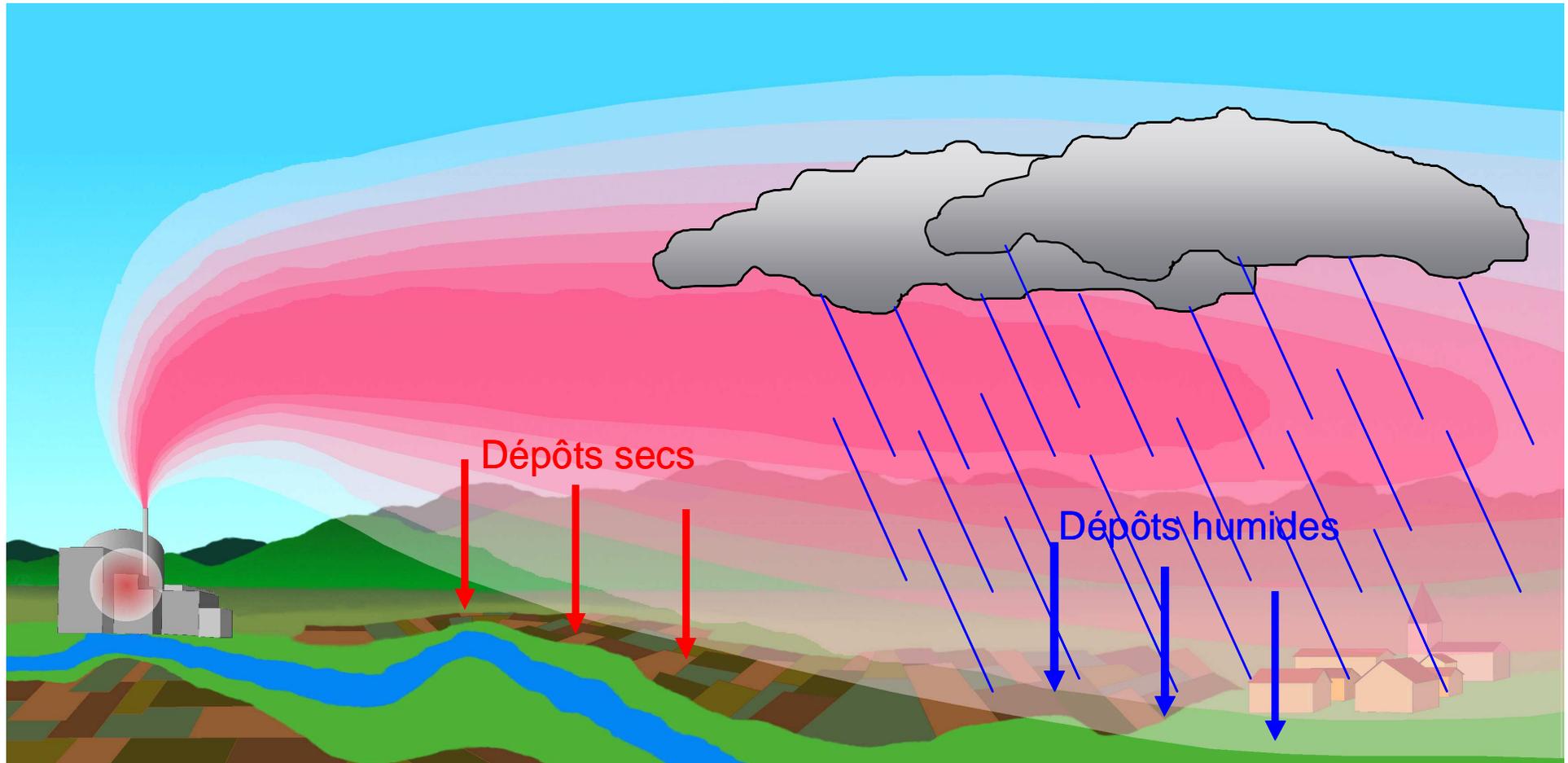
4^{ème} phase de rejet (du 20 mars en soirée au 22 mars) : 2^{ème} épisode de contamination terrestre au Japon

Suivi des épisodes de contamination de l'environnement

Mesure du débit de dose ambiant (en microsievert par heure) à Ibaraki (Mito)



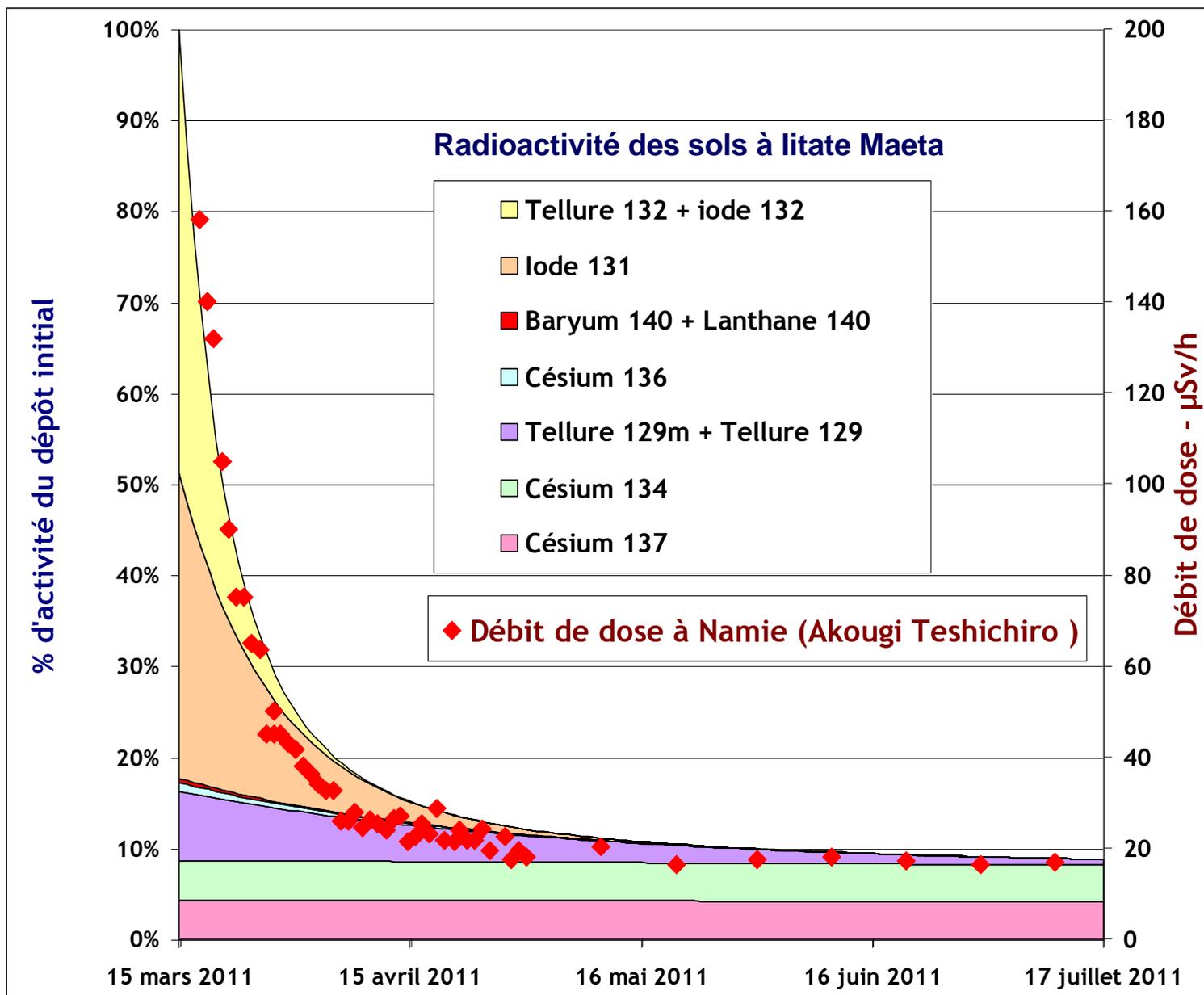
La formation des dépôts radioactifs lors de la dispersion des rejets



Conséquences immédiates du dépôt radioactif :

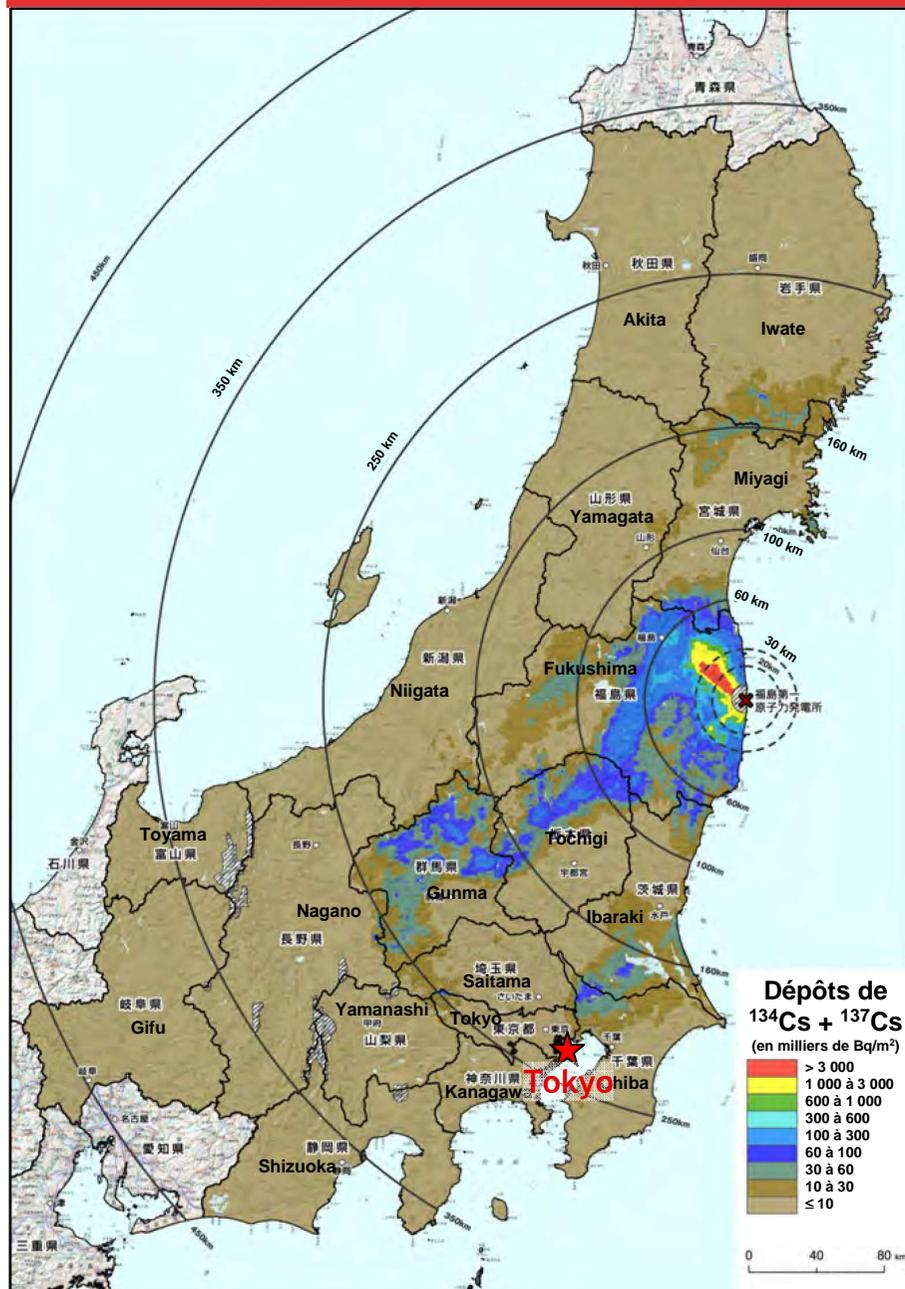
- Augmentation du débit de dose ambiant (en $\mu\text{Sv/h}$)
- Contamination des feuilles des végétaux = impact important sur la chaîne alimentaire

Evolution de l'intensité et de la composition des dépôts



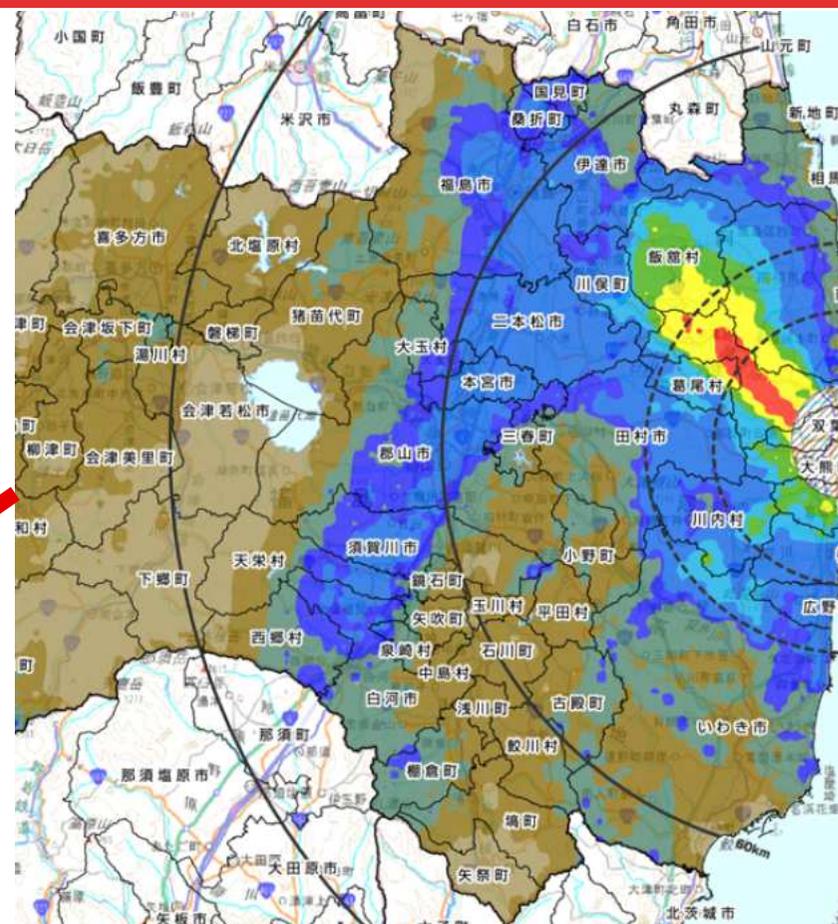
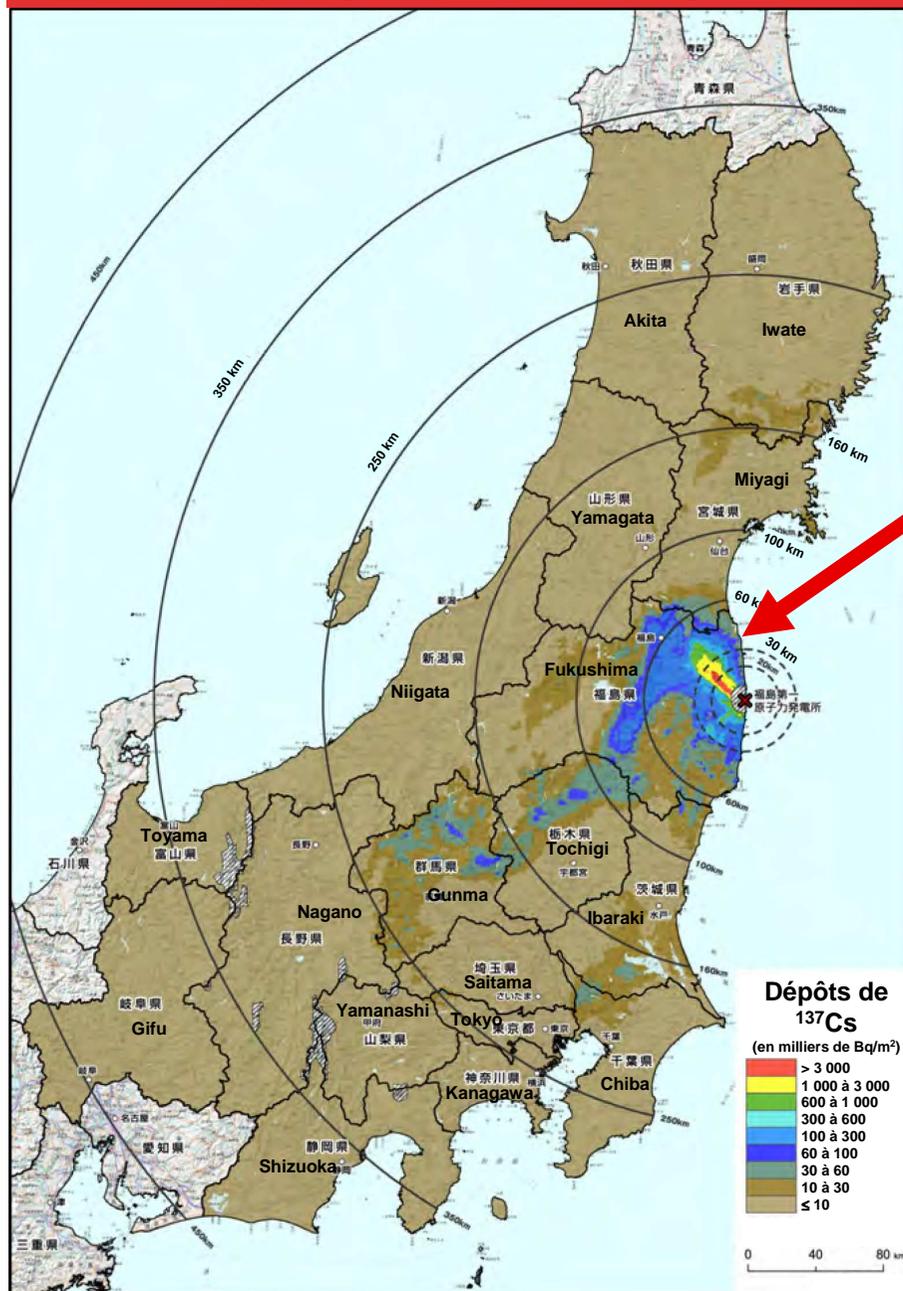
Cartographie des dépôts cumulés de césiums 134+137

Situation à l'automne 2011



- Cartographie obtenue à l'aide de campagnes de mesures aéroportées
- Cartographie complétée par des campagnes de mesures au sol : zone la plus contaminée (29 millions de Bq/m² de $^{134+137}\text{Cs}$ immédiatement à l'ouest de la centrale)
- Dépôts en « taches de léopard jusqu'à 250 km : en fonction des zones de pluie au moment de la dispersion des rejets
- De fortes variations locales non visibles sur cette carte (« points chauds » : effet du ruissellement de la pluie contaminée vers des points d'accumulation

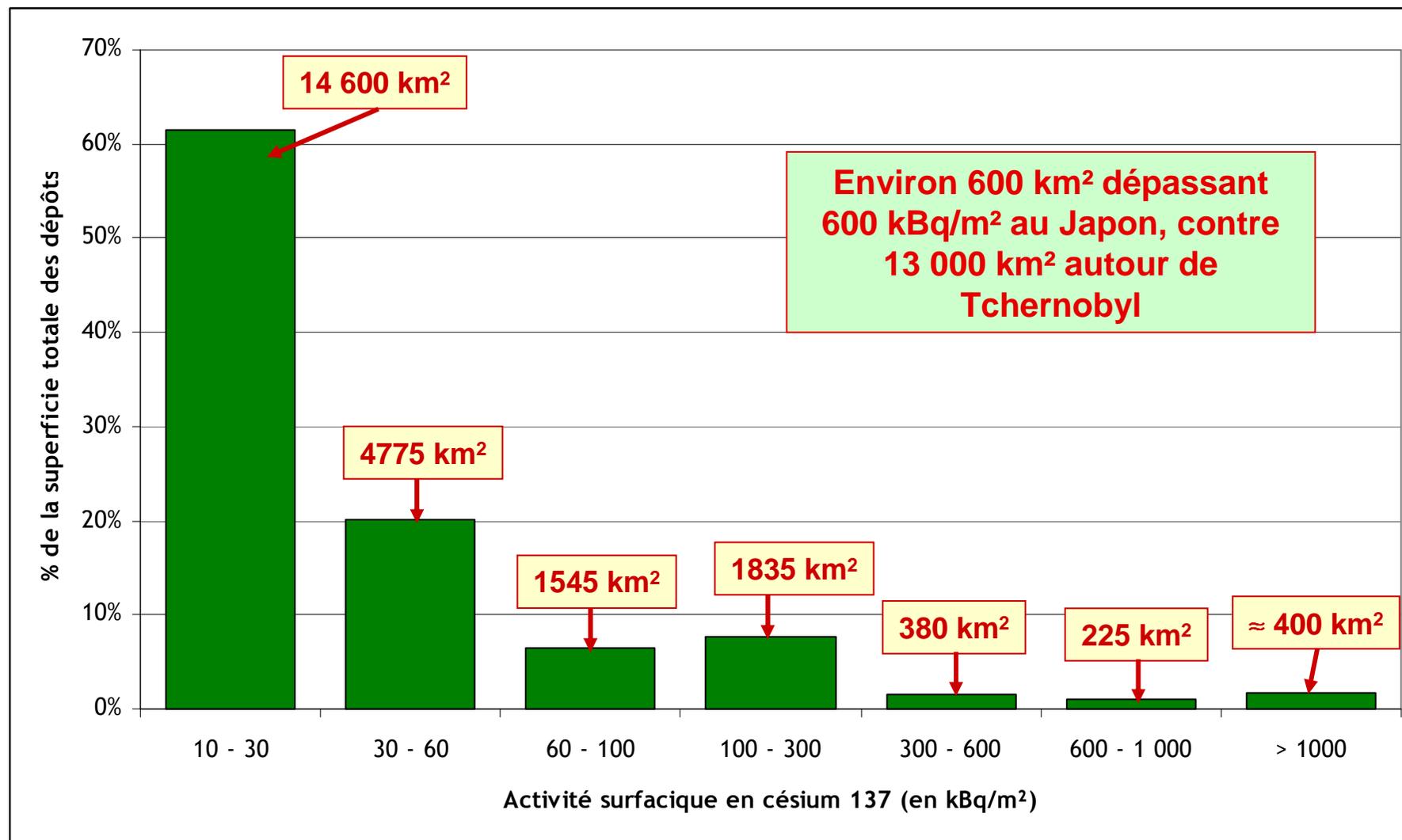
Cartographie des dépôts césiums 137



- ➔ En 2020, il ne restera plus que 5 % de l'activité initiale du ^{134}Cs mais il restera encore 81 % du ^{137}Cs
- ➔ Le césium est peu mobile dans la plupart des sols et restera dans les 20 premiers centimètres

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

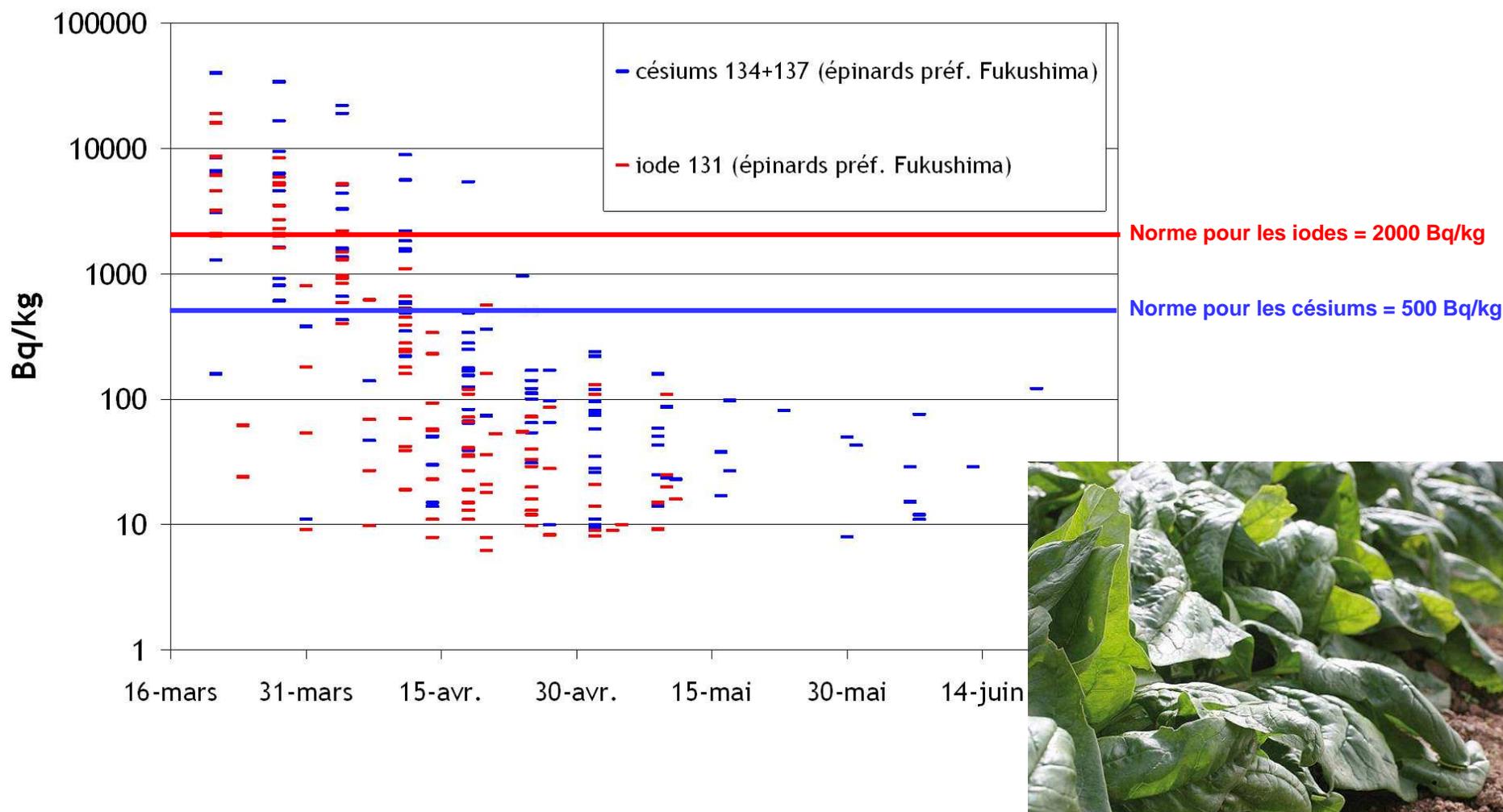


Les conséquences sur les productions agricoles



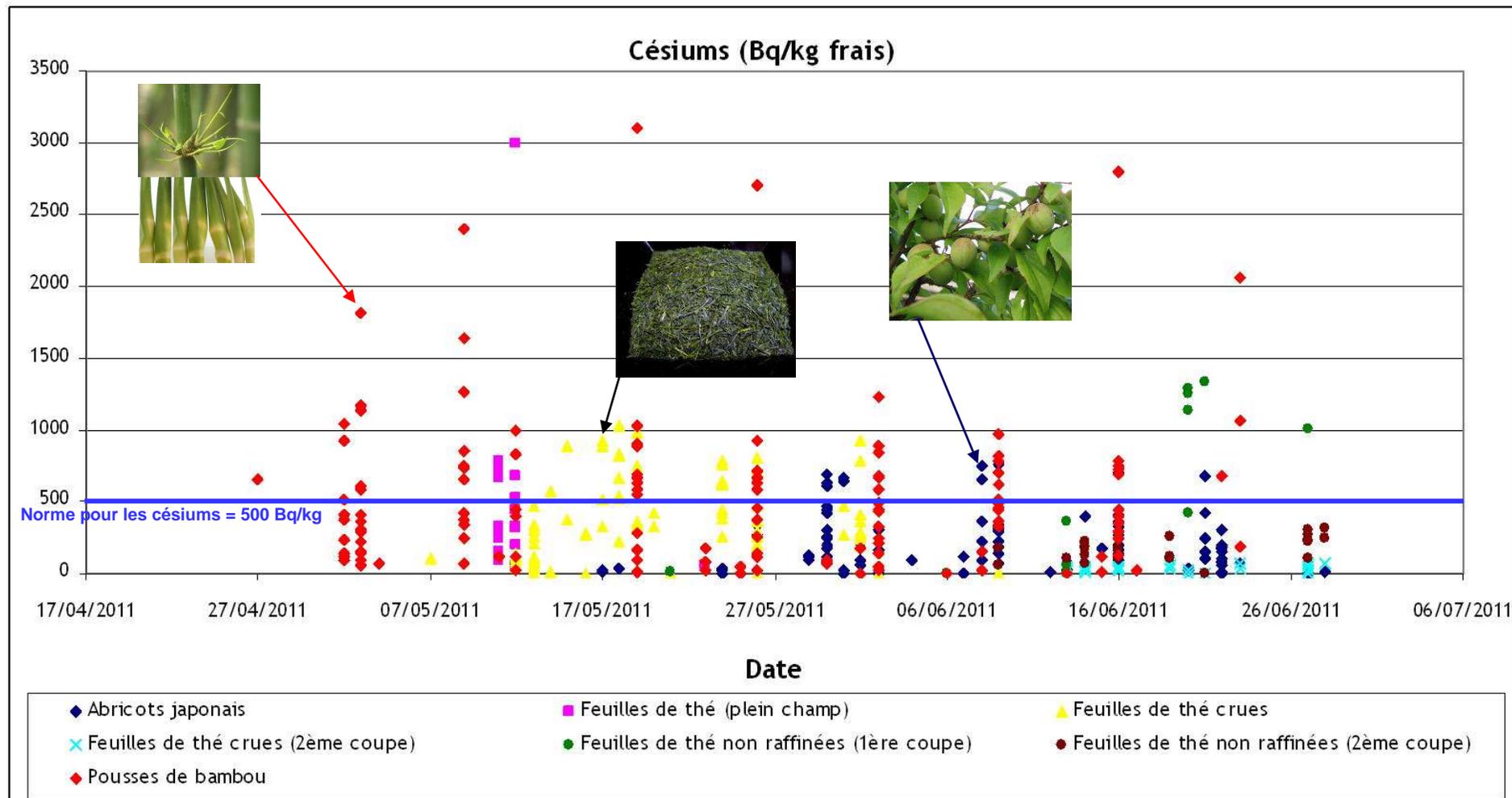
Les premiers produits impactés : les légumes à feuilles

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



Les produits végétaux contaminés par « translocation »

Évolution de la contamination en césiums 134+137 des abricots japonais, des feuilles de thé et des pousses de bambou récoltés dans diverses préfectures japonaises



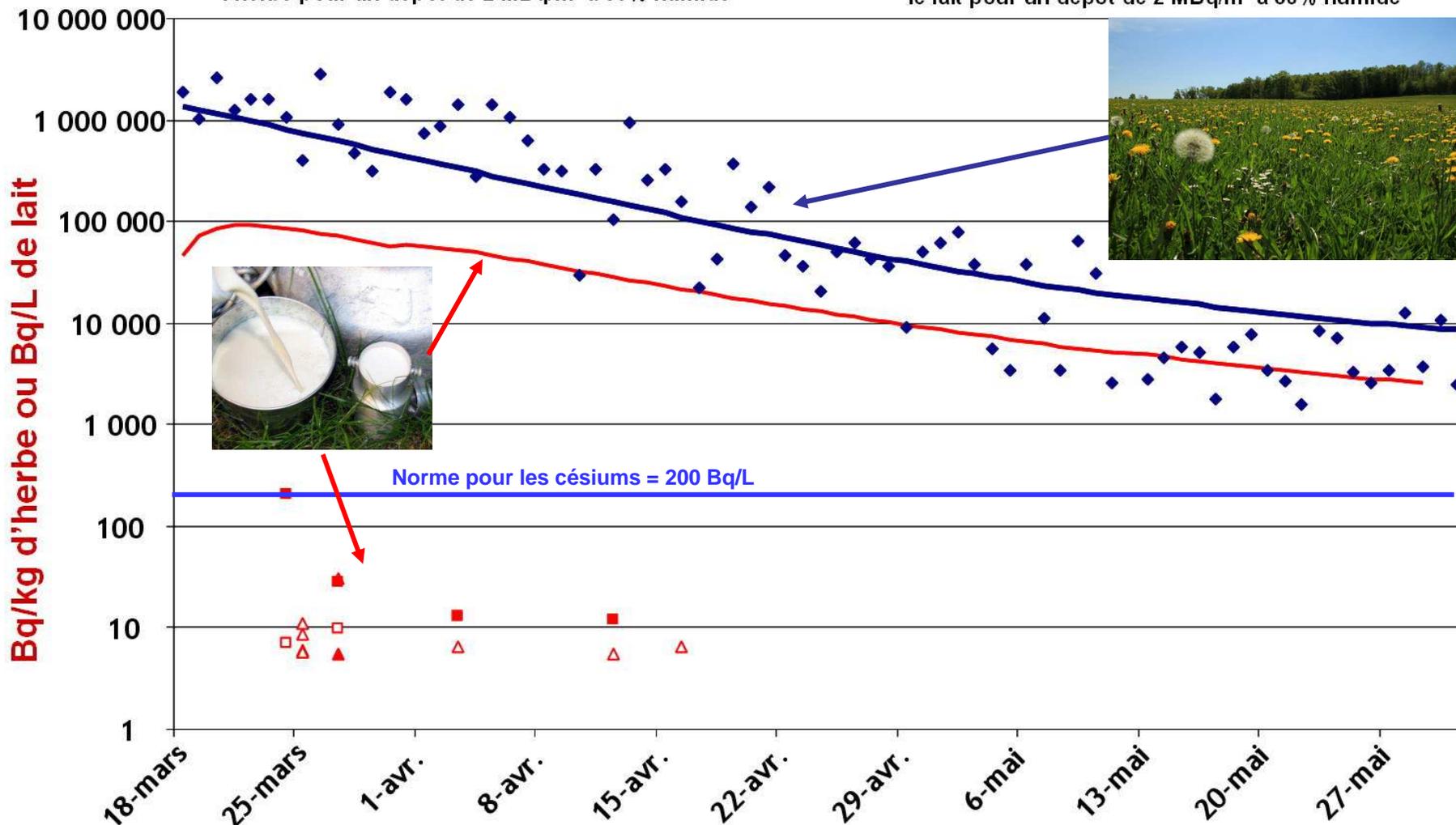
Contamination de l'herbe et du lait

« Mauvaises herbes »

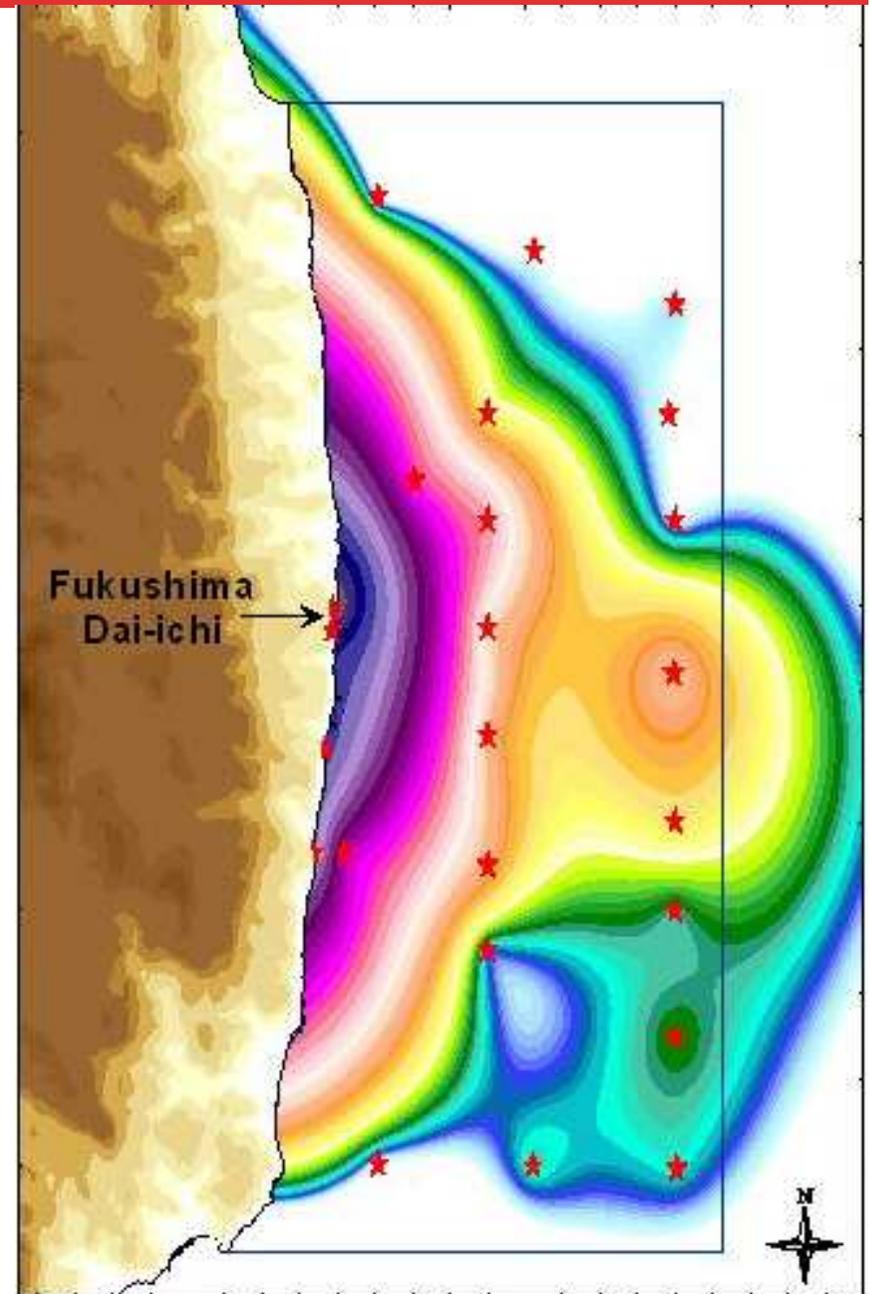
◆ Mesures dans les « mauvaises herbes » - litate
 — Modélisation (ASTRAL) de l'activité en césium 137 dans l'herbe pour un dépôt de 2 MBq/m² à 80% humide

Lait de vache

▲ Mesures dans le lait de Motomiya
 ■ Mesures dans le lait de Kawamata
 △ Mesures dans le lait d'Iitate
 □ Mesures dans le lait de Date
 — Modélisation (ASTRAL) de l'activité en césium 137 dans le lait pour un dépôt de 2 MBq/m² à 80% humide

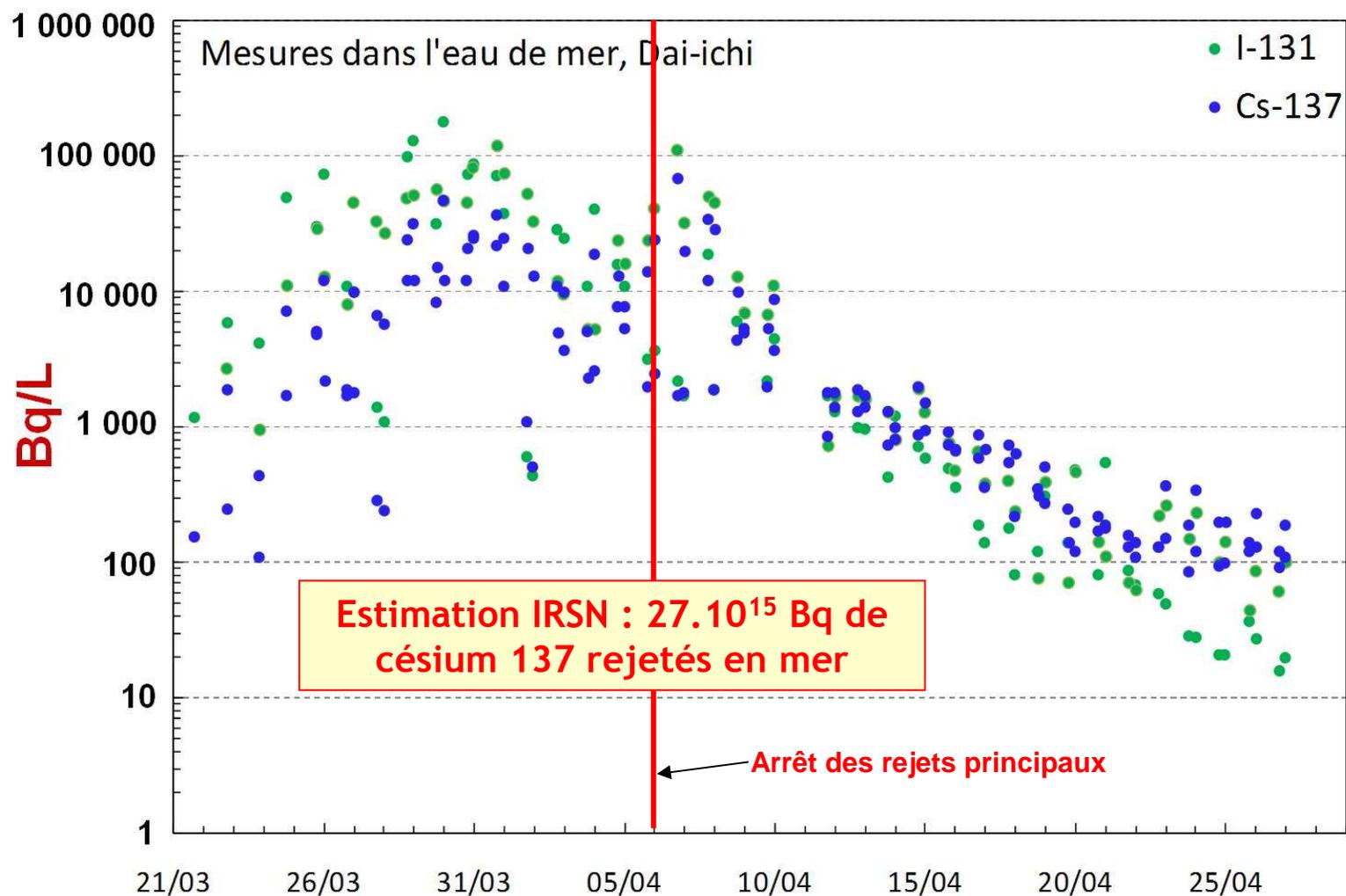


Les conséquences sur le milieu marin



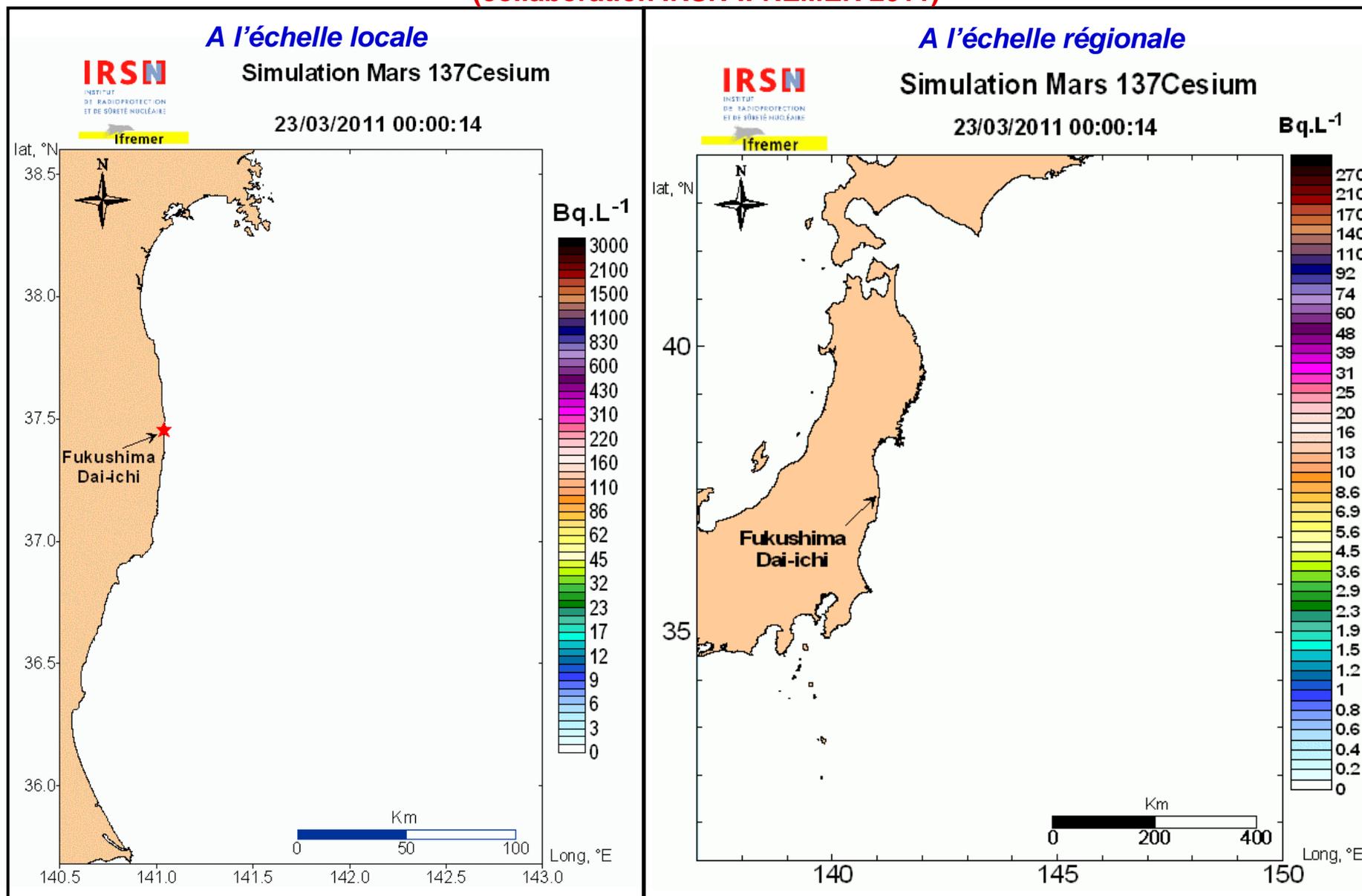
La pollution radioactive de l'eau de mer

Évolution des concentrations en iode 131 (^{131}I) et césium 137 (^{137}Cs) dans l'eau de mer à moins de 500 m de la centrale de Fukushima Dai-ichi



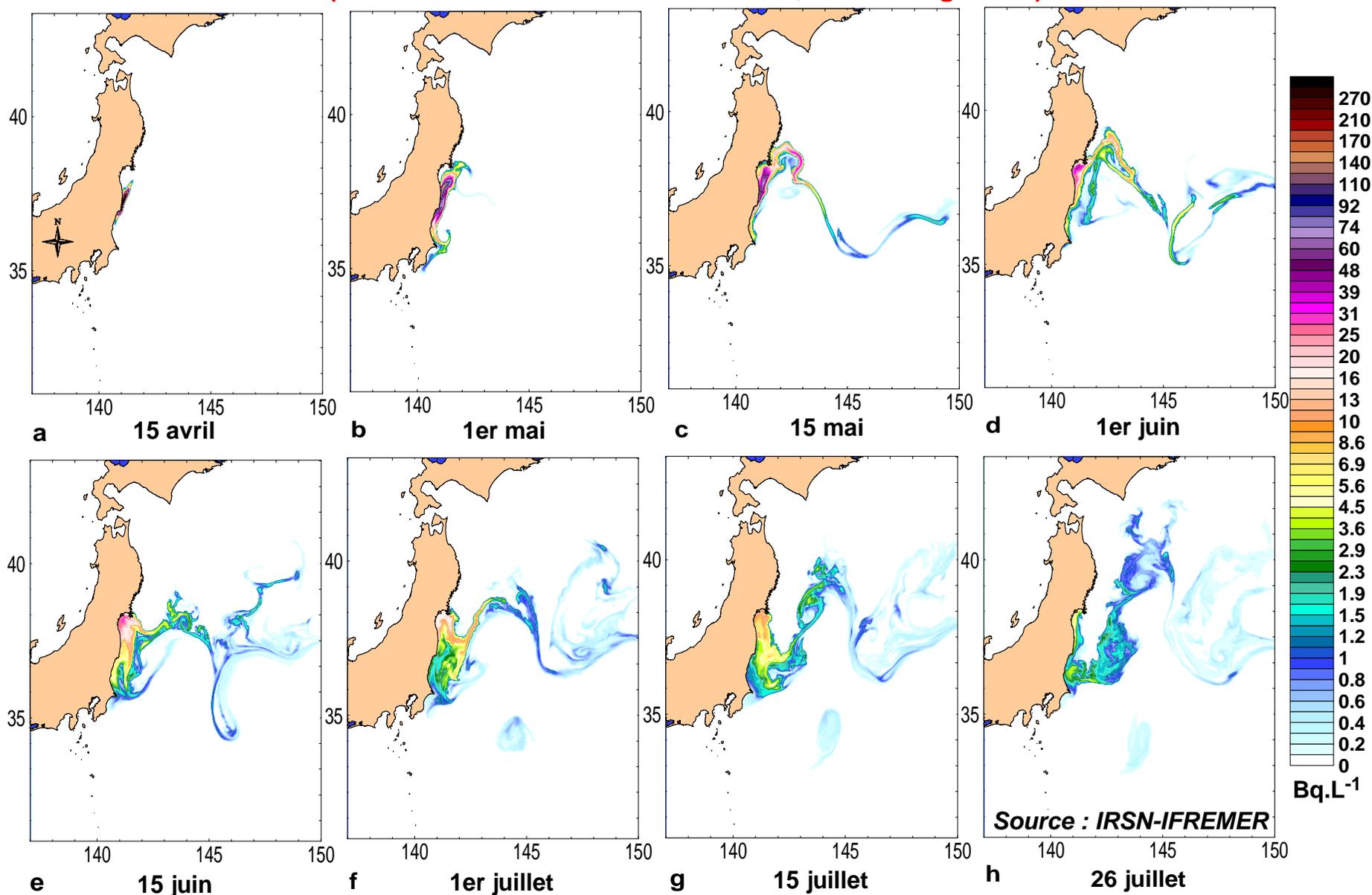
Dispersion de la pollution radioactive en mer

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



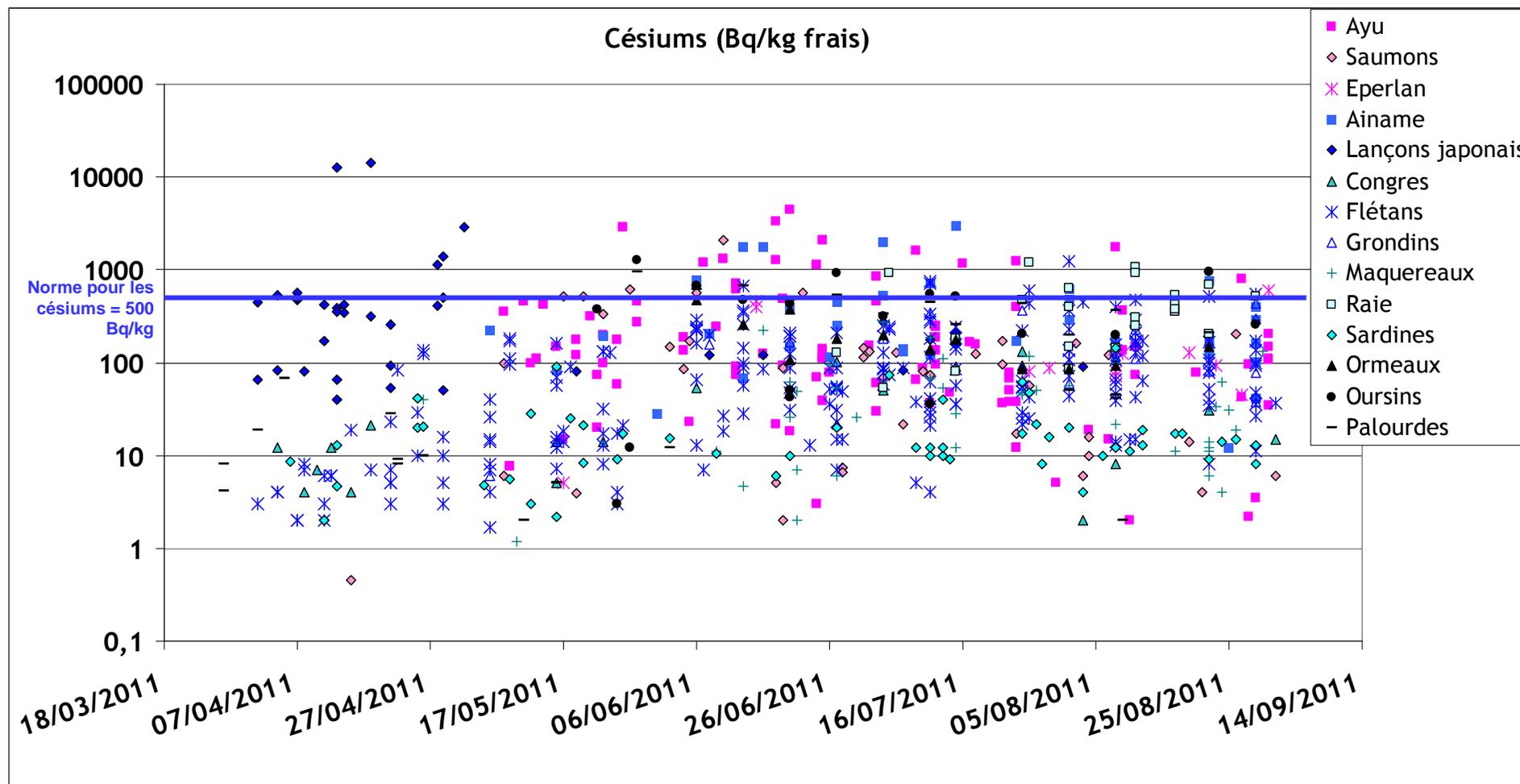
Dispersion de la pollution radioactive en mer

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



Contamination des espèces marine

Évolution temporelle des concentrations en $^{137}\text{Cs}+^{134}\text{Cs}$ (Bq/kg) dans quelques produits de la mer. Les marques roses correspondent à des espèces amphihalines qui ont été pêchées en rivière ou en lac



Aucune tendance à la baisse malgré la forte diminution de la contamination de la concentration du césium 137 dans l'eau de mer

Un an après, où en est-on et quelles perspectives ?

● Un effort important a été accompli au Japon pour caractériser la contamination environnementale :

- Cartographie des dépôts (et recherche des « points chauds »)
- Surveillance des denrées

● La contamination environnementale a fortement diminué dans les semaines et les mois qui ont suivi l'accident :

- Quasi disparition des radionucléides à vie courte
- Les risques les plus élevés pour la population et l'alimentation se sont concentrés sur le premier mois

● Aujourd'hui et pour de nombreuses années subsiste une contamination pérenne de l'environnement par le césium :

- Le retour dans les territoires évacués les plus contaminés suppose un retrait des dépôts rémanents : chantier lourd, long et générateur de déchets
- L'impact sur certaines productions agricoles pourrait subsister dans les territoires les plus contaminés mais peut être réduit par des pratiques adaptées et le maintien d'une surveillance
- Les milieux naturels (forêts) resteront les plus vulnérables dans la durée et la dépollution y est difficile

Un an après, où en est-on et quelles perspectives ?

Des questions scientifiques restent à approfondir :

- Quel va être l'impact sur le milieu marin littoral dans la durée ?
- Comment va évoluer la contamination dans les milieux forestiers et dans les bassins versant (ruissellement et transport de la contamination) ?
- Quels sont les risques pour les écosystèmes terrestres, aquatiques et marins au Japon ?

L'IRSN veut s'engager dans une collaboration scientifique durable avec le Japon

Participation à la seconde campagne de mesure au Japon en décembre 2011 (coordination JAEA)



Projet ANR « Free bird » : étude des effets des rayonnements ionisants sur les oiseaux

