

**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

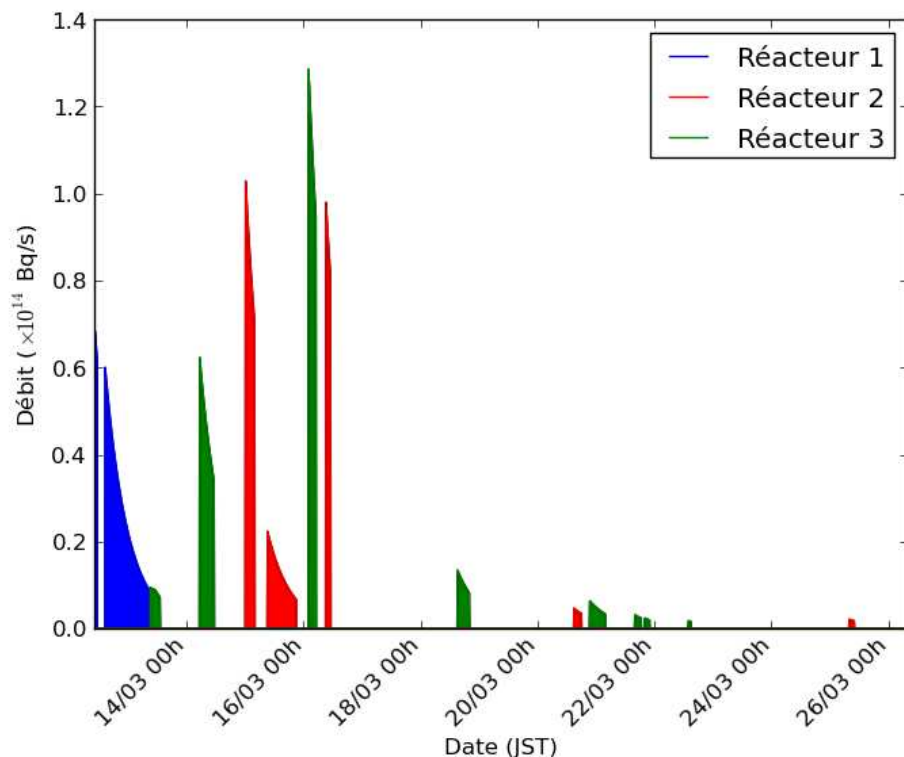


# Les rejets radioactifs dans l'air et leur dispersion atmosphérique



# 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 ( $^{133}\text{Xe}$ , période de 5,3 j)
- ➔ **Iodes radioactifs : 408 PBq** (environ dix fois moins que Tchernobyl), dont 197 PBq d'iode 131 ( $^{131}\text{I}$ , période de 8 jours) et 168 PBq d'iode 132 ( $^{132}\text{I}$ , période de 2,3 heures)
- ➔ **Tellures radioactifs : 145 PBq** dont 108 PBq de tellure 132 ( $^{132}\text{Te}$ , 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 ( $^{137}\text{Cs}$ , période de 30 ans), 28 PBq de césium 134 ( $^{134}\text{Cs}$ , période de 2,1 ans) et 9,8 PBq de césium 136 ( $^{136}\text{Cs}$ , période de 13,2 jours)

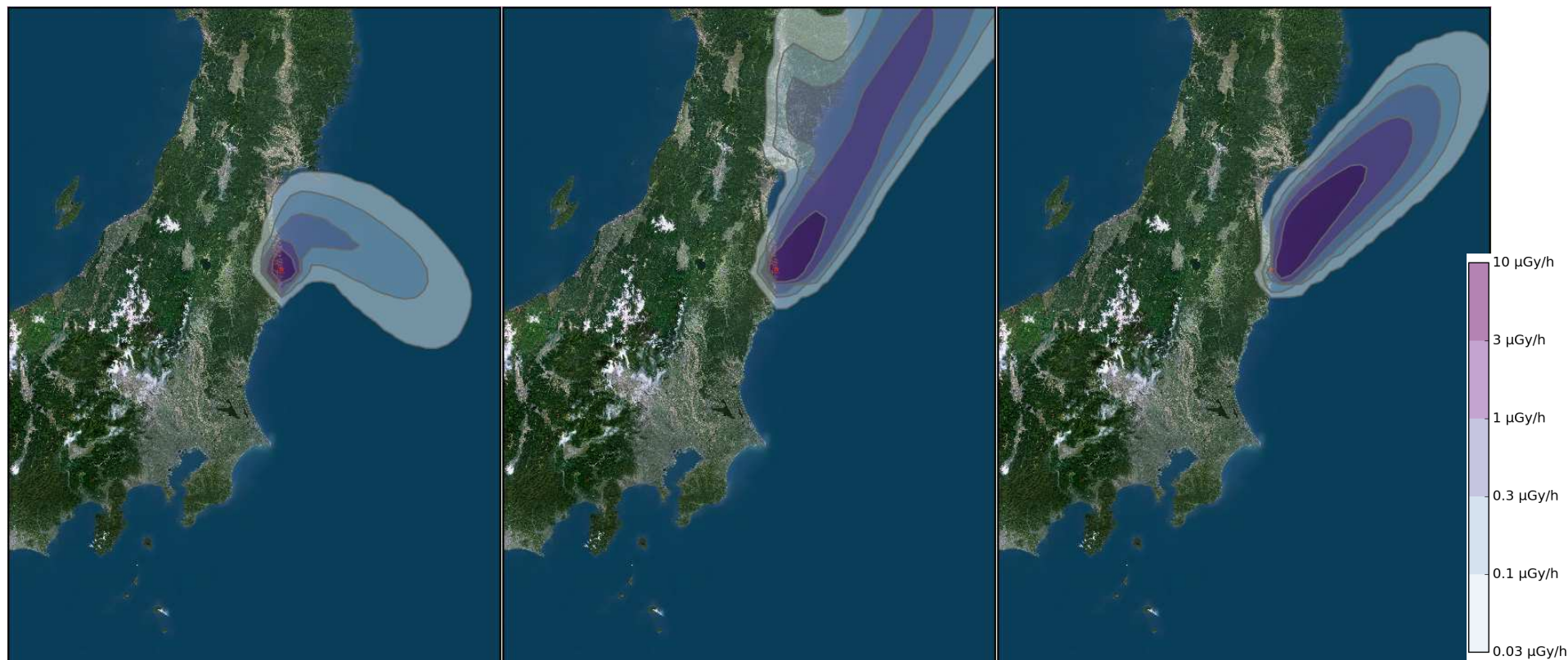
# Dispersion atmosphérique des rejets

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<sup>ère</sup> phase de rejet (du 12 au 14 mars) : vers le nord de Fukushima Dai-ichi et au-dessus du Pacifique



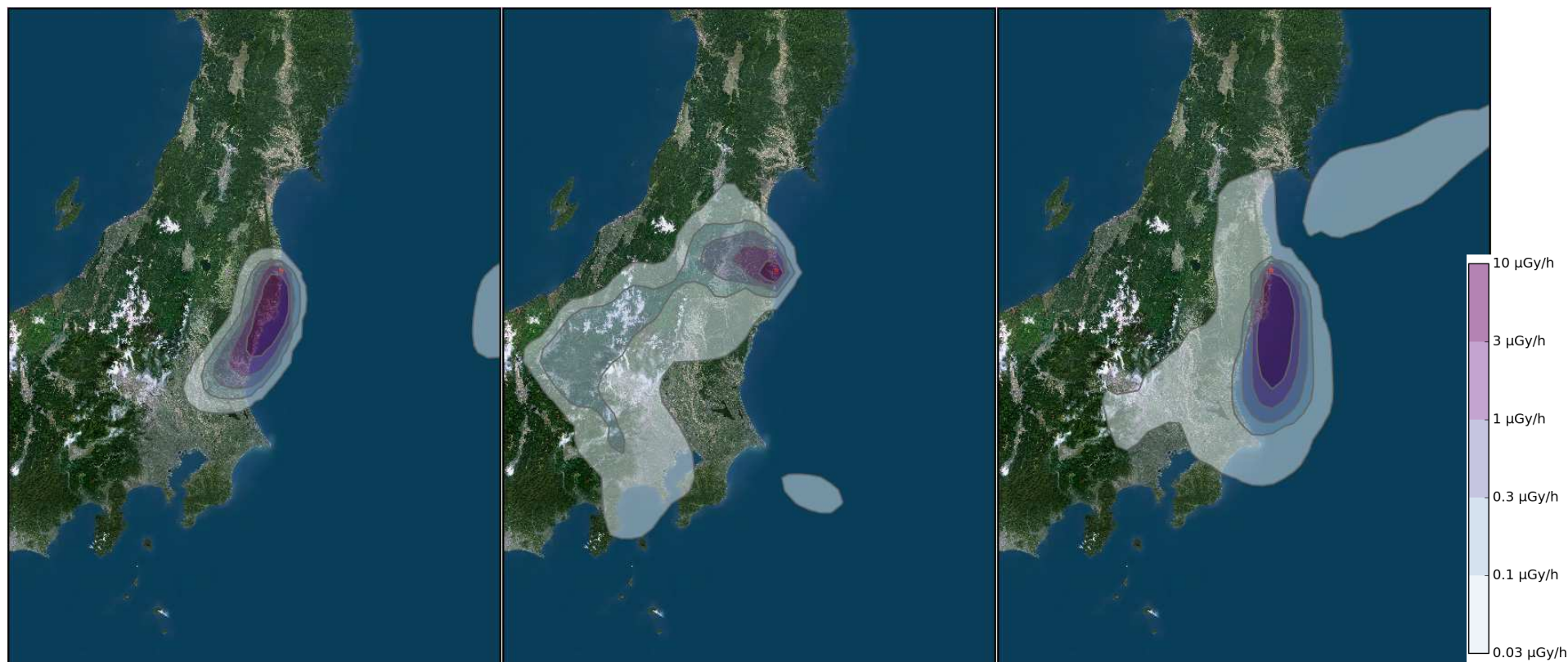
# Dispersion atmosphérique des rejets

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<sup>ème</sup> phase de rejet (du 15 au 16 mars matin) : 1<sup>er</sup> épisode de contamination terrestre au Japon**

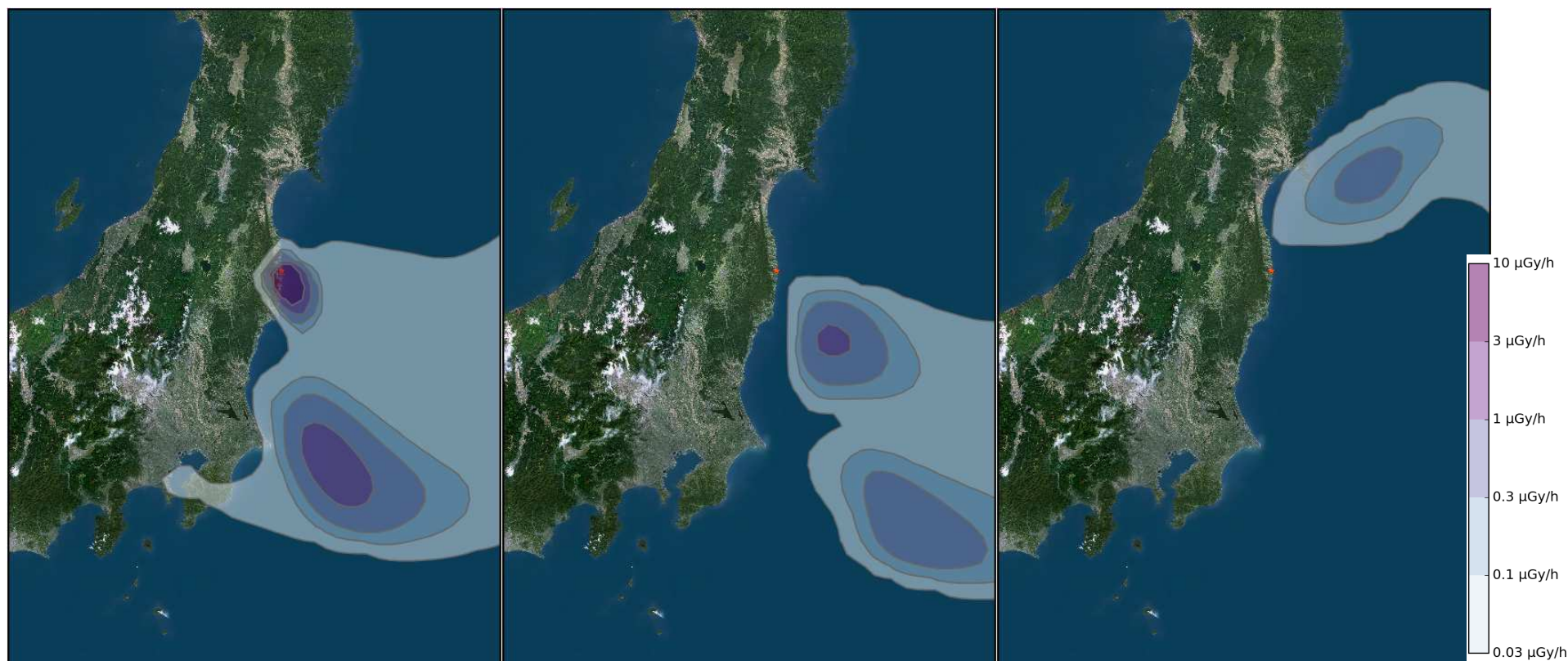
# Dispersion atmosphérique des rejets

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<sup>ème</sup> phase de rejet (du 16 mars après-midi au 19 mars) : à nouveau au-dessus du Pacifique**

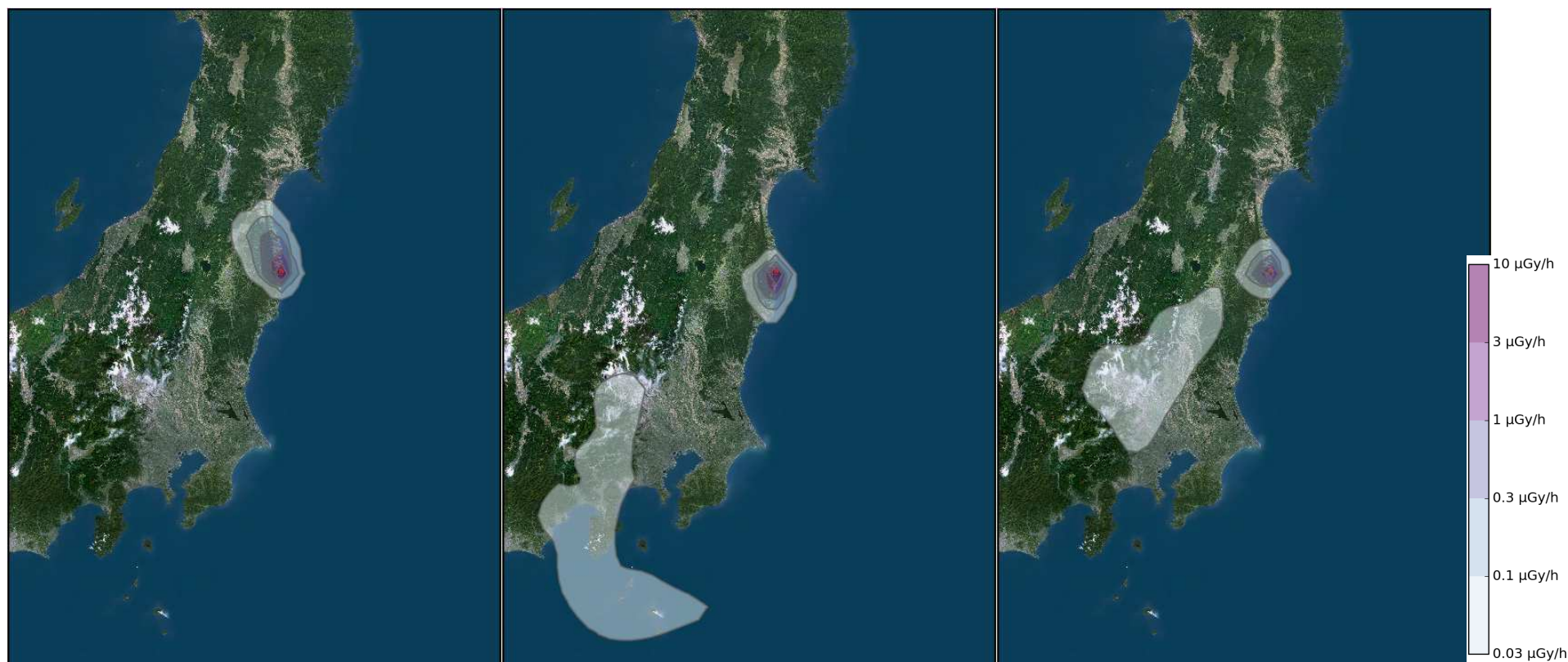
# Dispersion atmosphérique des rejets

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

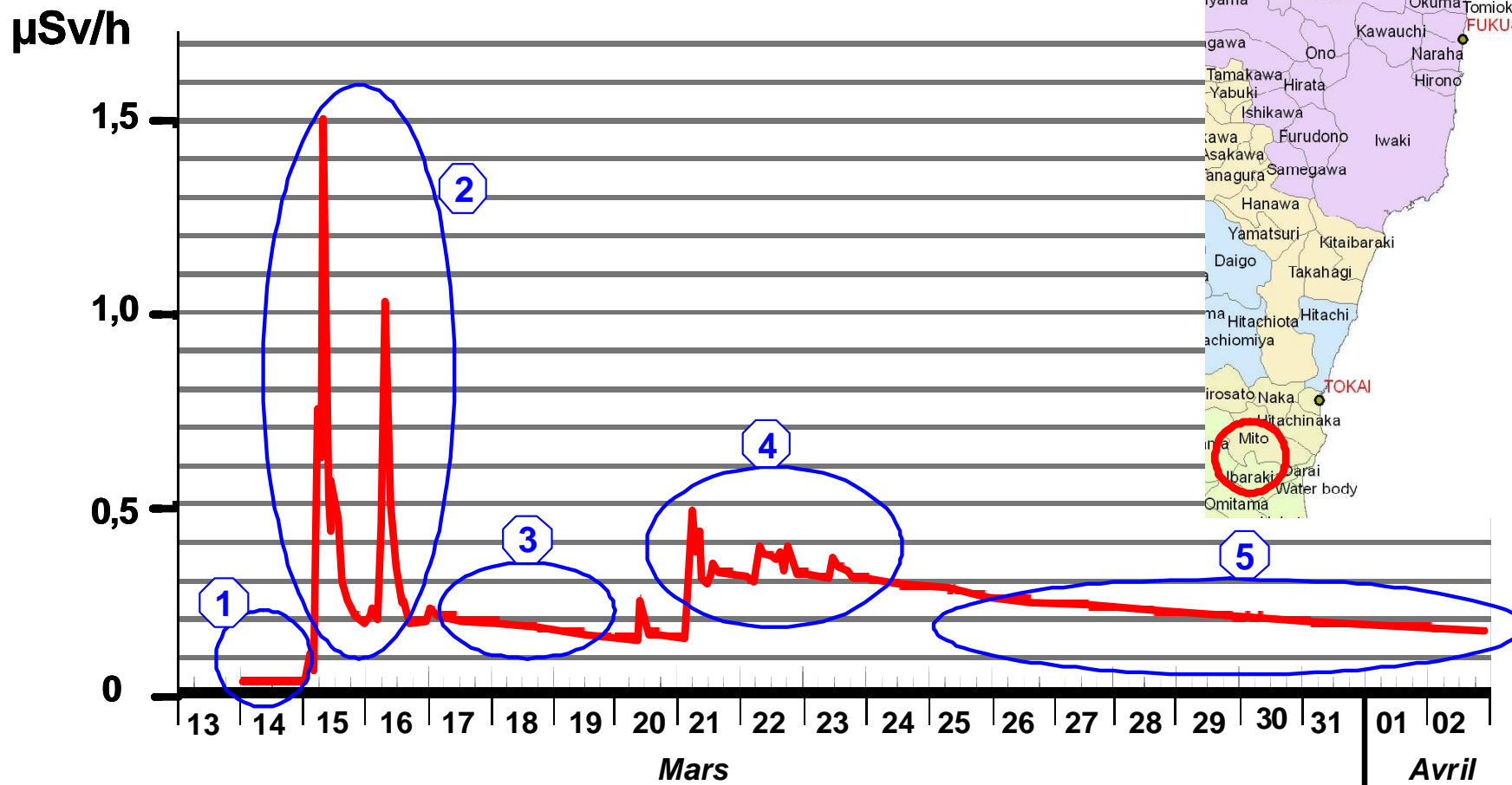
22 mars 2011 à 15h00



4<sup>ème</sup> phase de rejet (du 20 mars en soirée au 22 mars) : 2<sup>ème</sup> épisode de contamination terrestre au Japon

# Suivi des épisodes de contamination de l'environnement

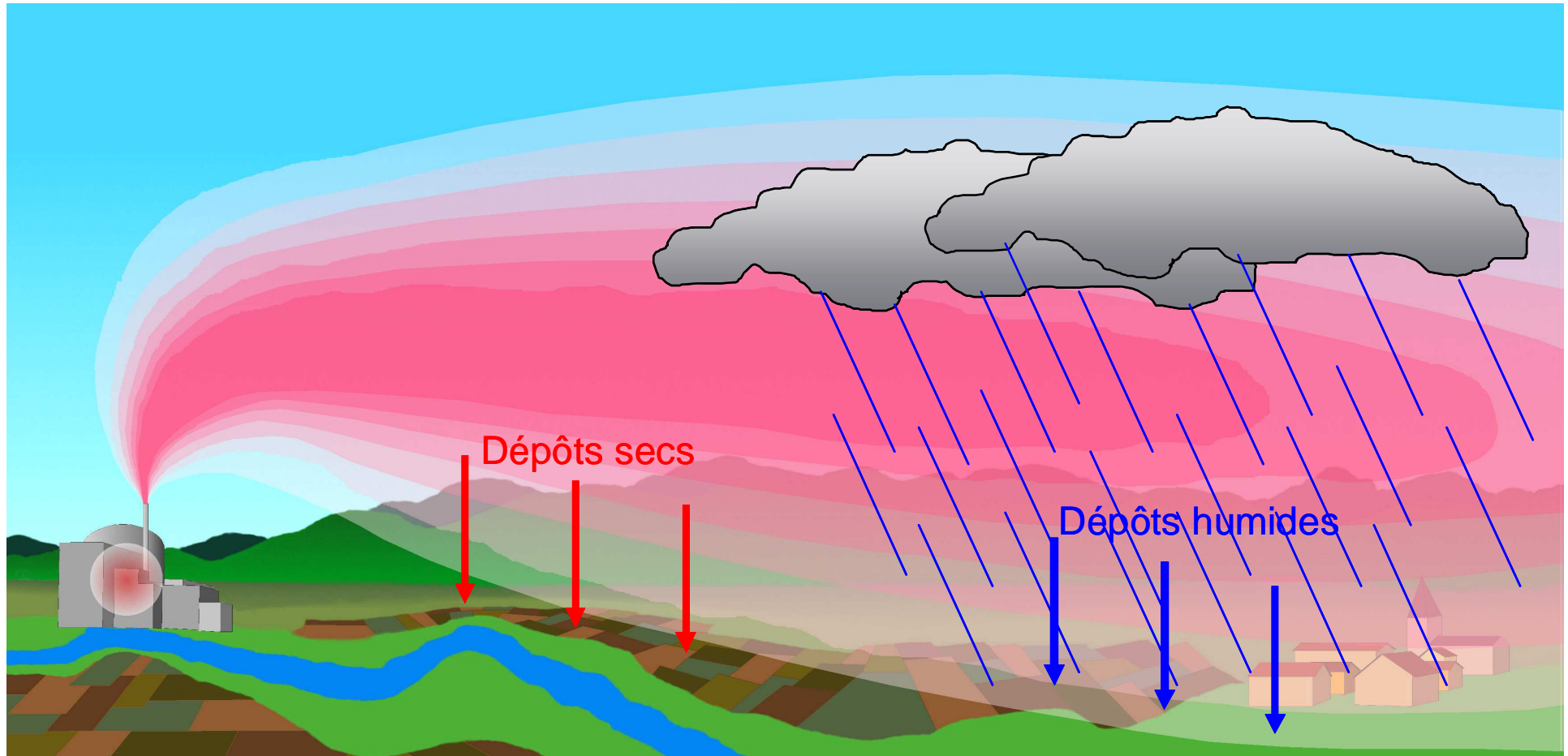
Mesure du débit de dose ambiant (en microsievert par heure) à Ibaraki (Mito)







# La formation des dépôts radioactifs lors de la dispersion des rejets

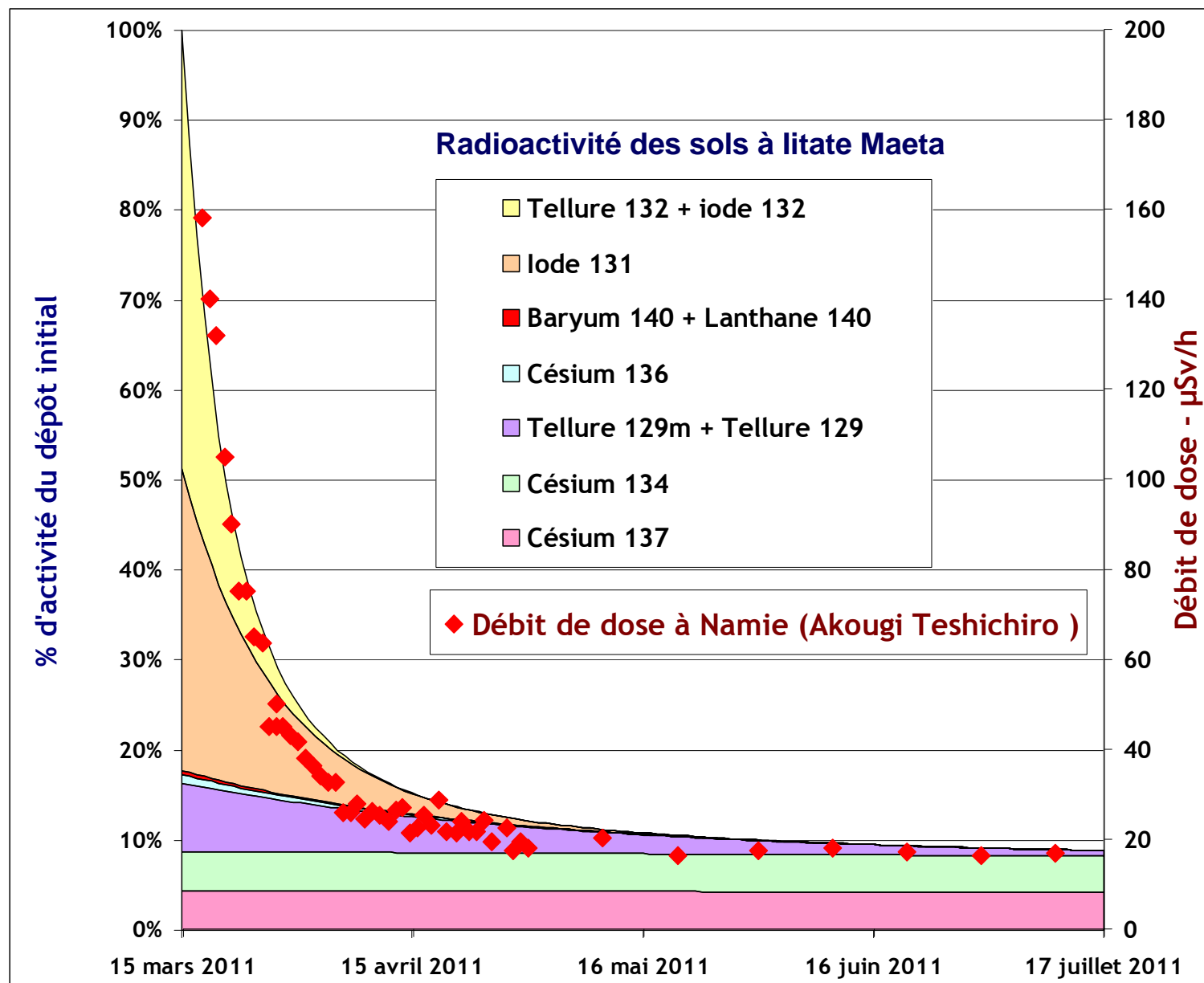


## Conséquences immédiates du dépôt radioactif :

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

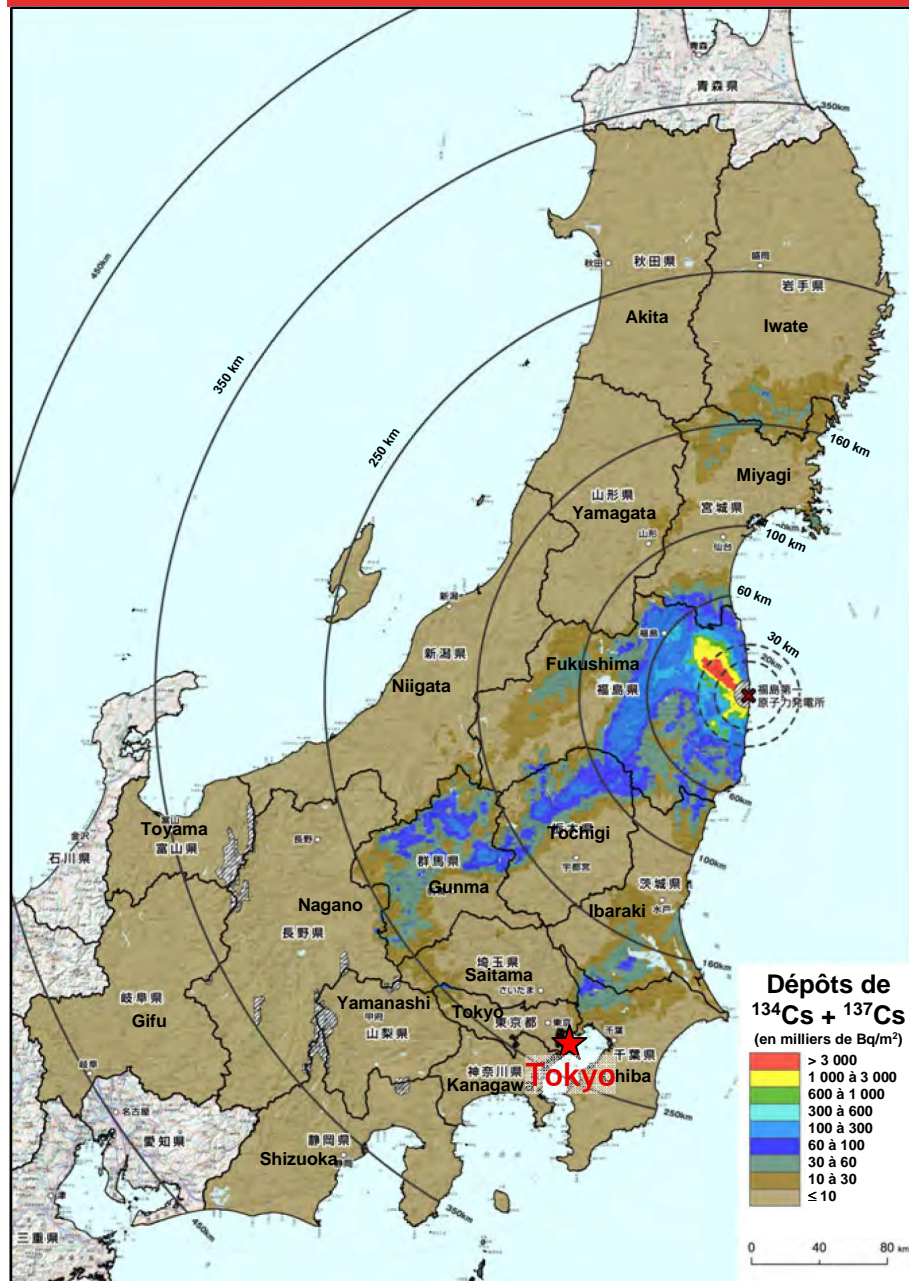


# Evolution de l'intensité et de la composition des dépôts



# Cartographie des dépôts cumulés de césiums 134+137

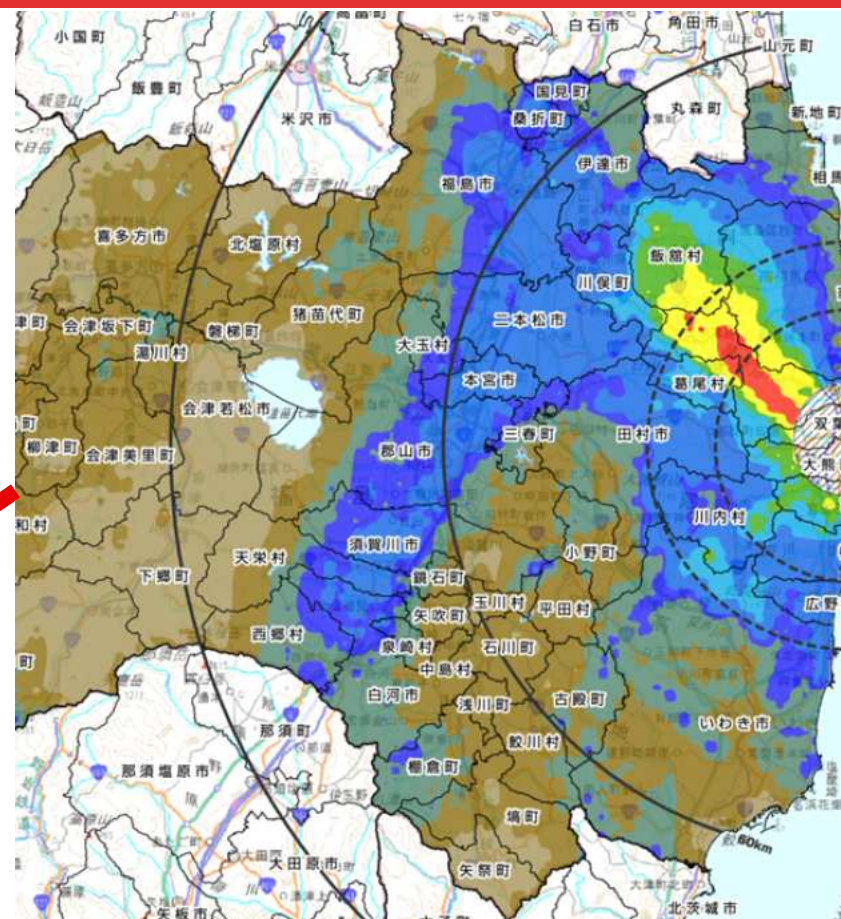
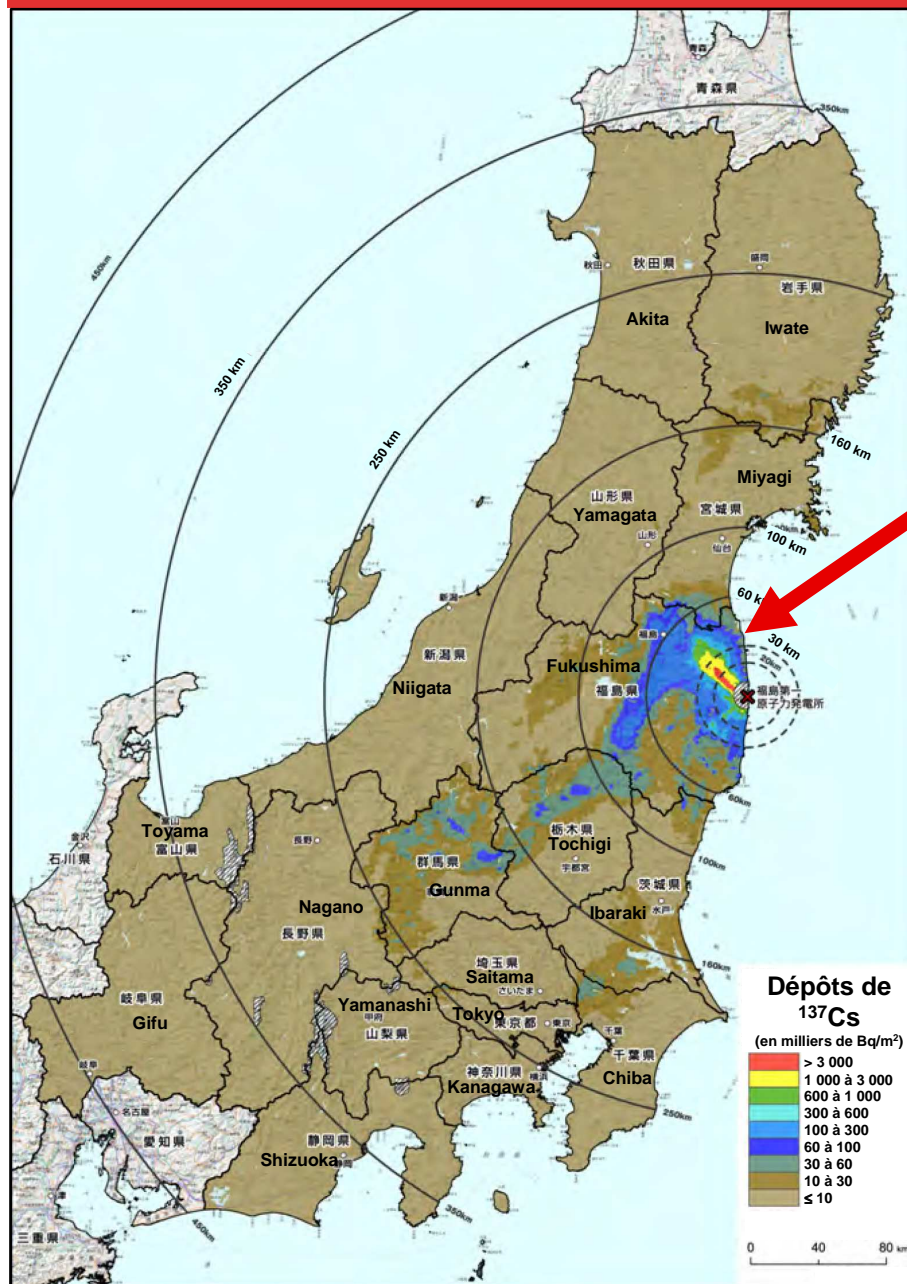
## Situation à l'automne 2011



- 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/m<sup>2</sup> de  $^{134}\text{Cs} + ^{137}\text{Cs}$  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



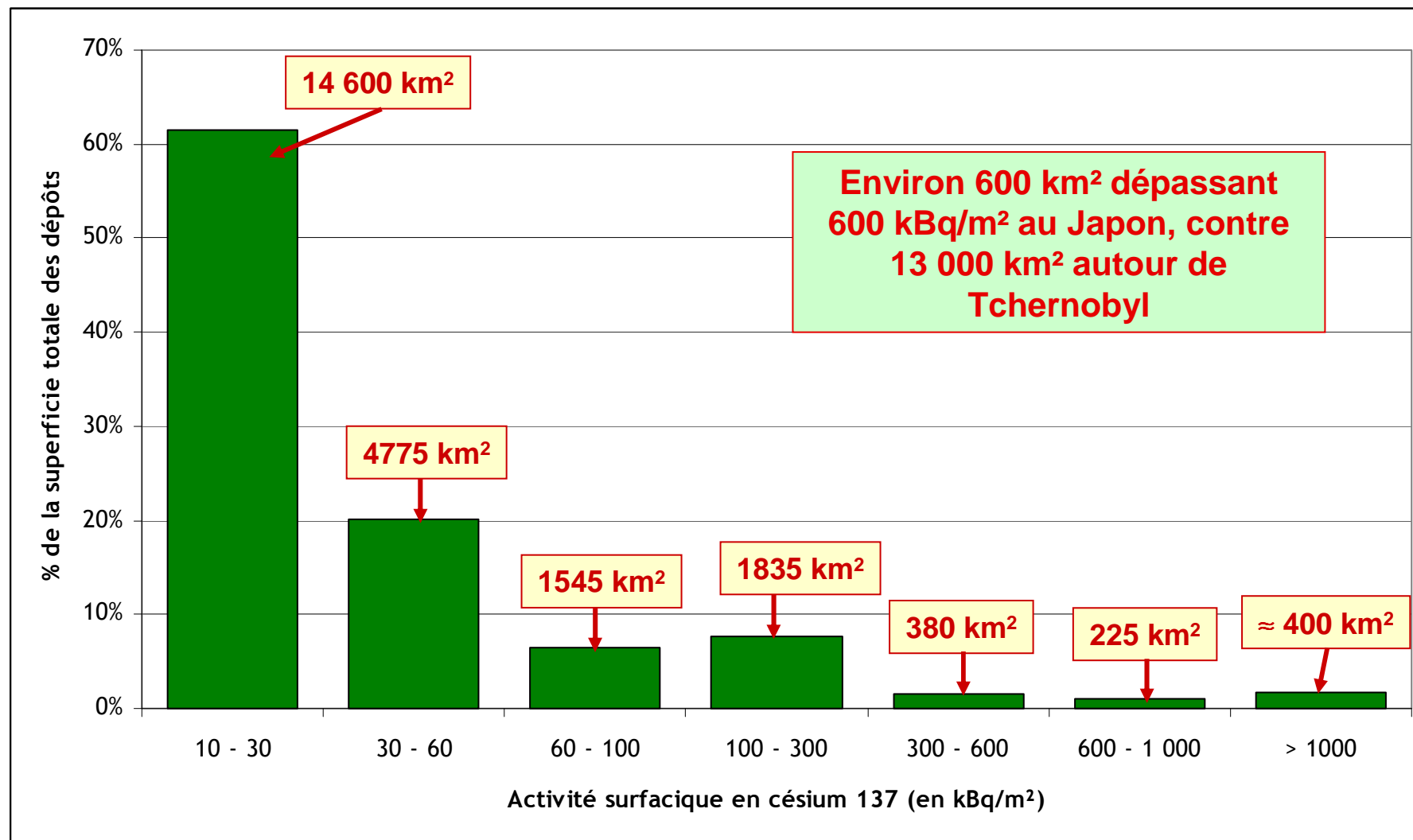
# Cartographie des dépôts césiums 137



- ➔ En 2020, il ne restera plus que 5 % de l'activité initiale du  $^{134}\text{Cs}$  mais il restera encore 81 % du  $^{137}\text{Cs}$
- ➔ 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 km<sup>2</sup> avec un dépôt de césium 137 > 10 000 Bq/m<sup>2</sup>



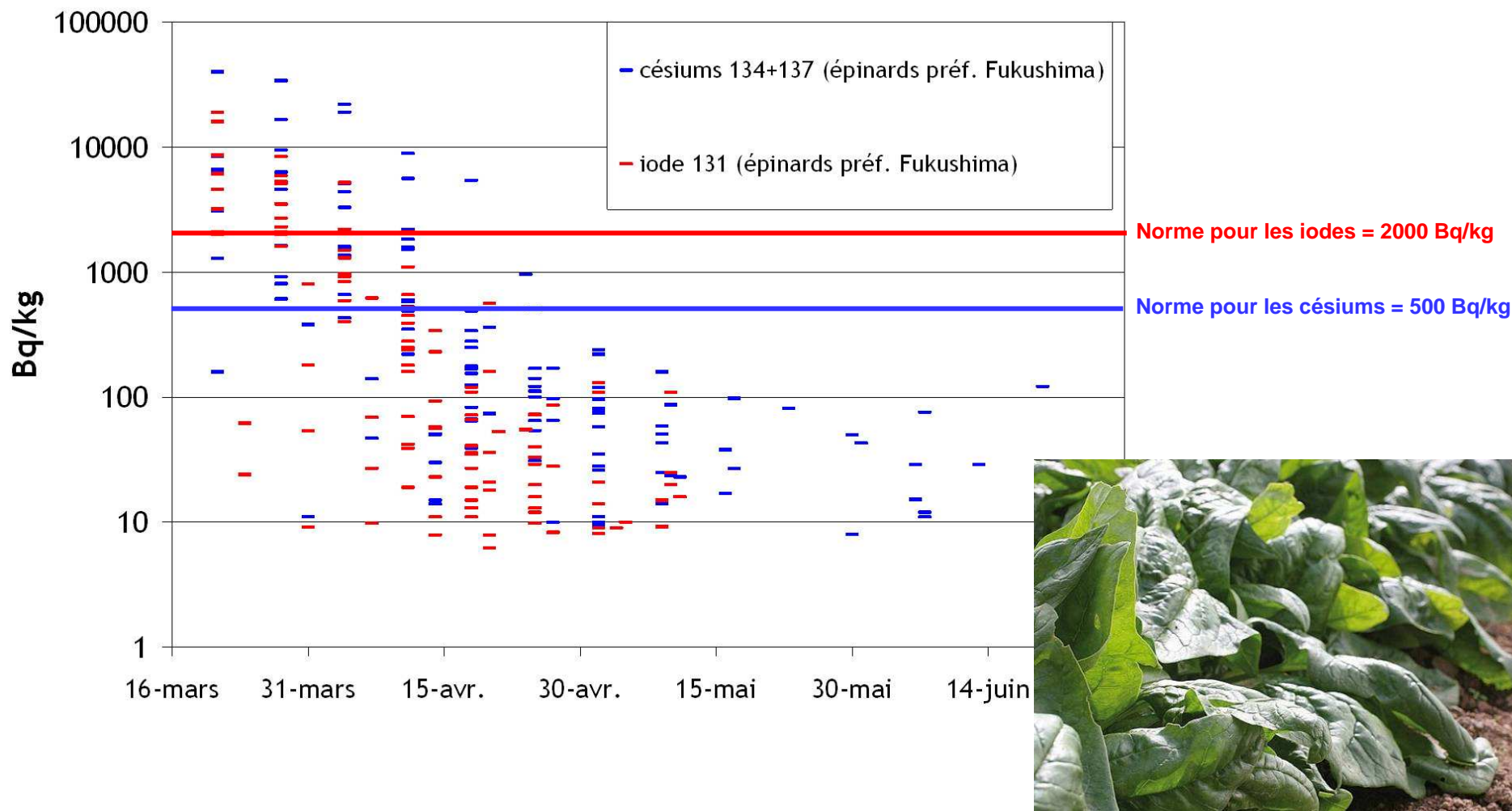


# Les conséquences sur les productions agricoles



# Les premiers produits impactés : les légumes à feuilles

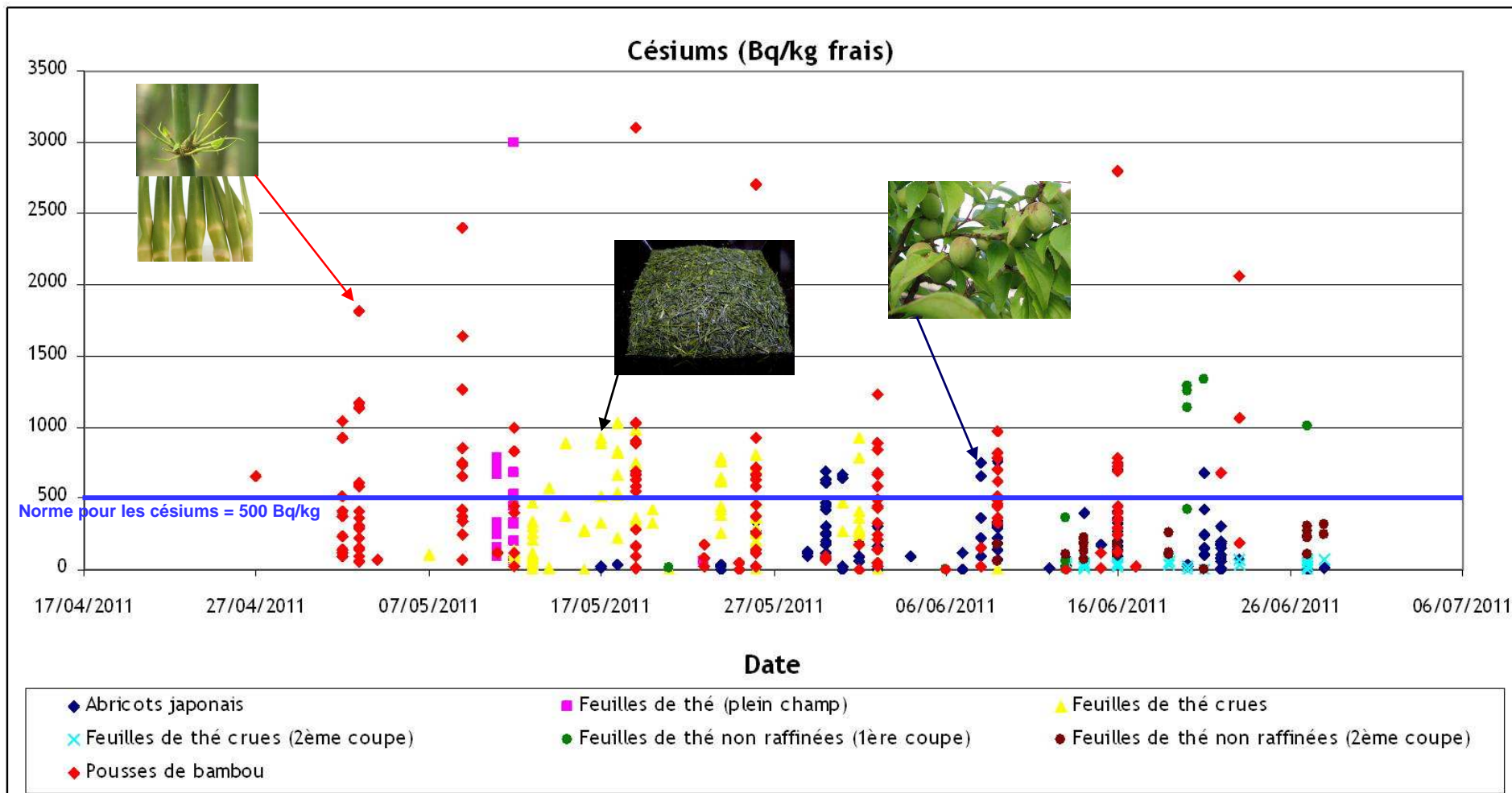
## Évolution de la contamination en iode 131 et césiums 134+137 des épinards de la préfecture de Fukushima (données MHLW)





# Les produits végétaux contaminés par « translocation »

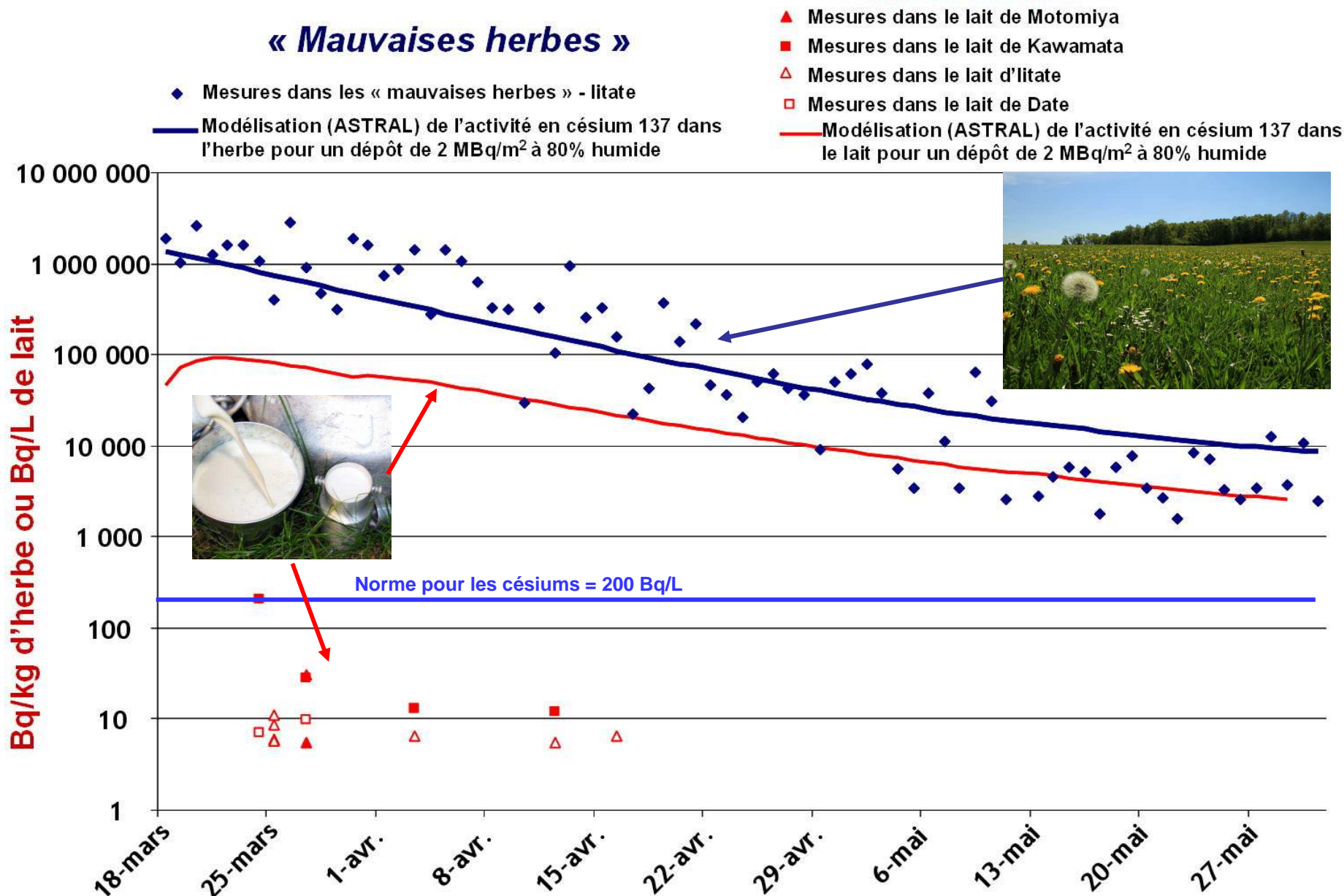
Évolution de la contamination en césiums 134+137 des abricots japonais, des feuilles de thé et des pousses de bambou récoltés dans diverses préfectures japonaises



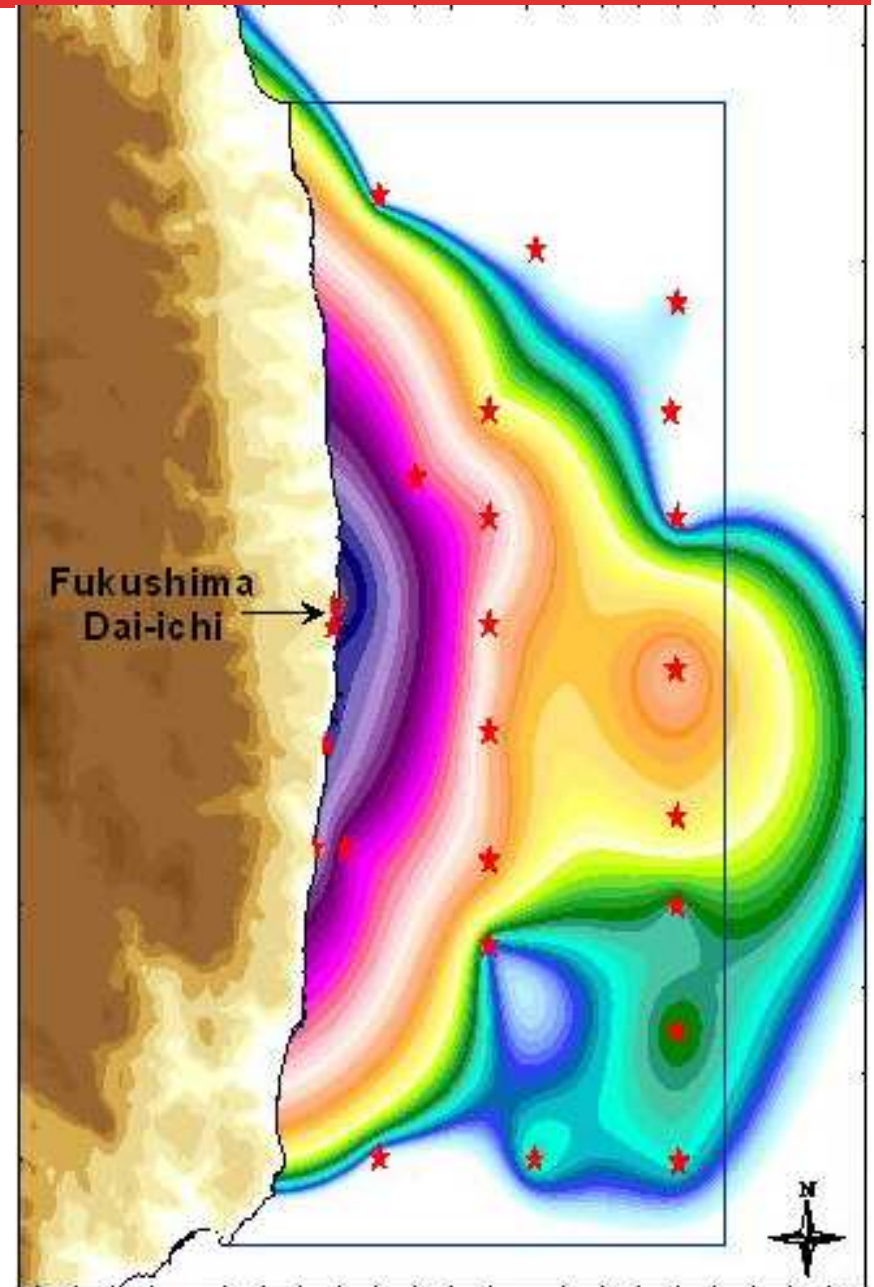
# Contamination de l'herbe et du lait

## « Mauvaises herbes »

## Lait de vache

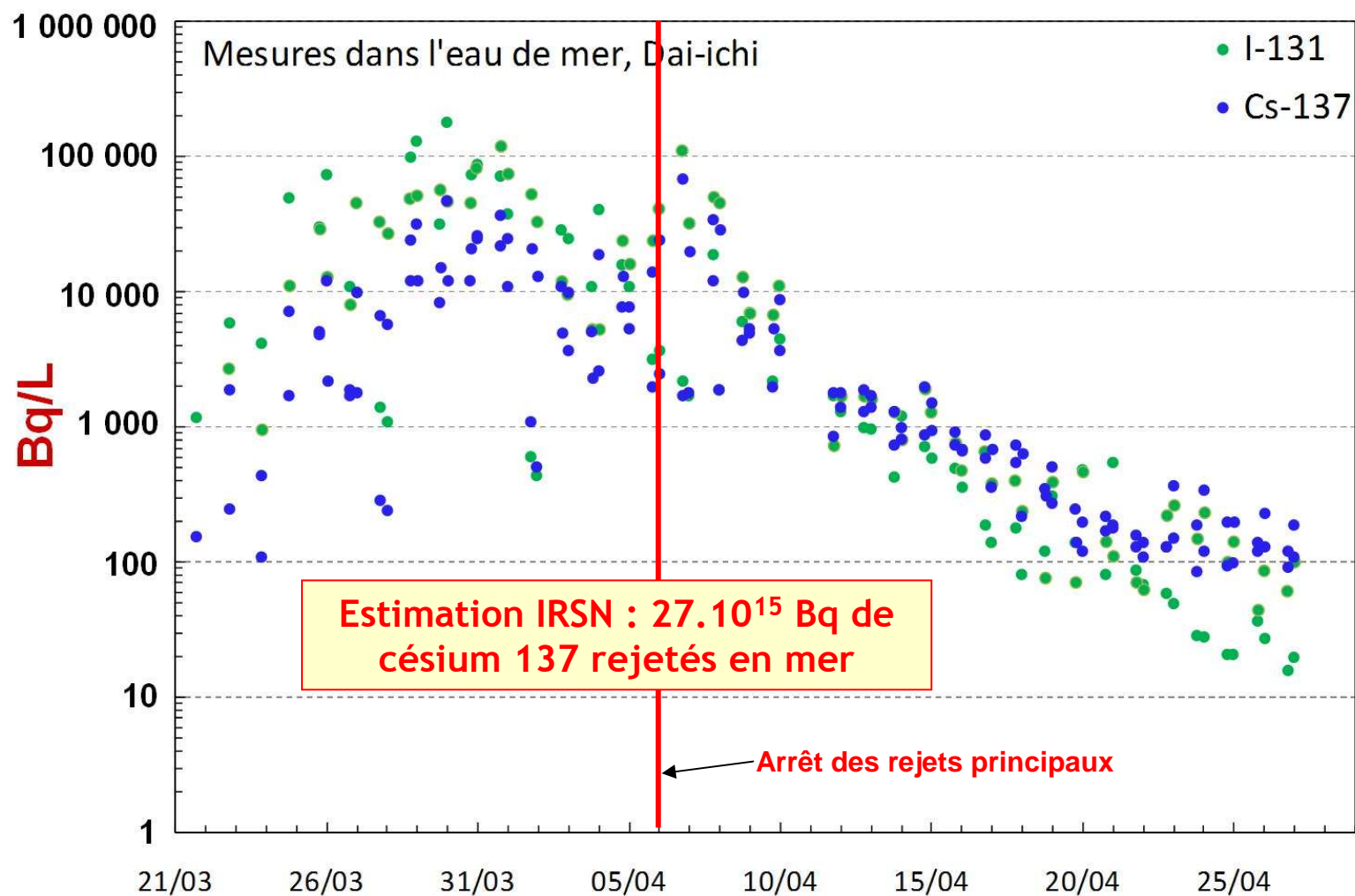


# Les conséquences sur le milieu marin



# La pollution radioactive de l'eau de mer

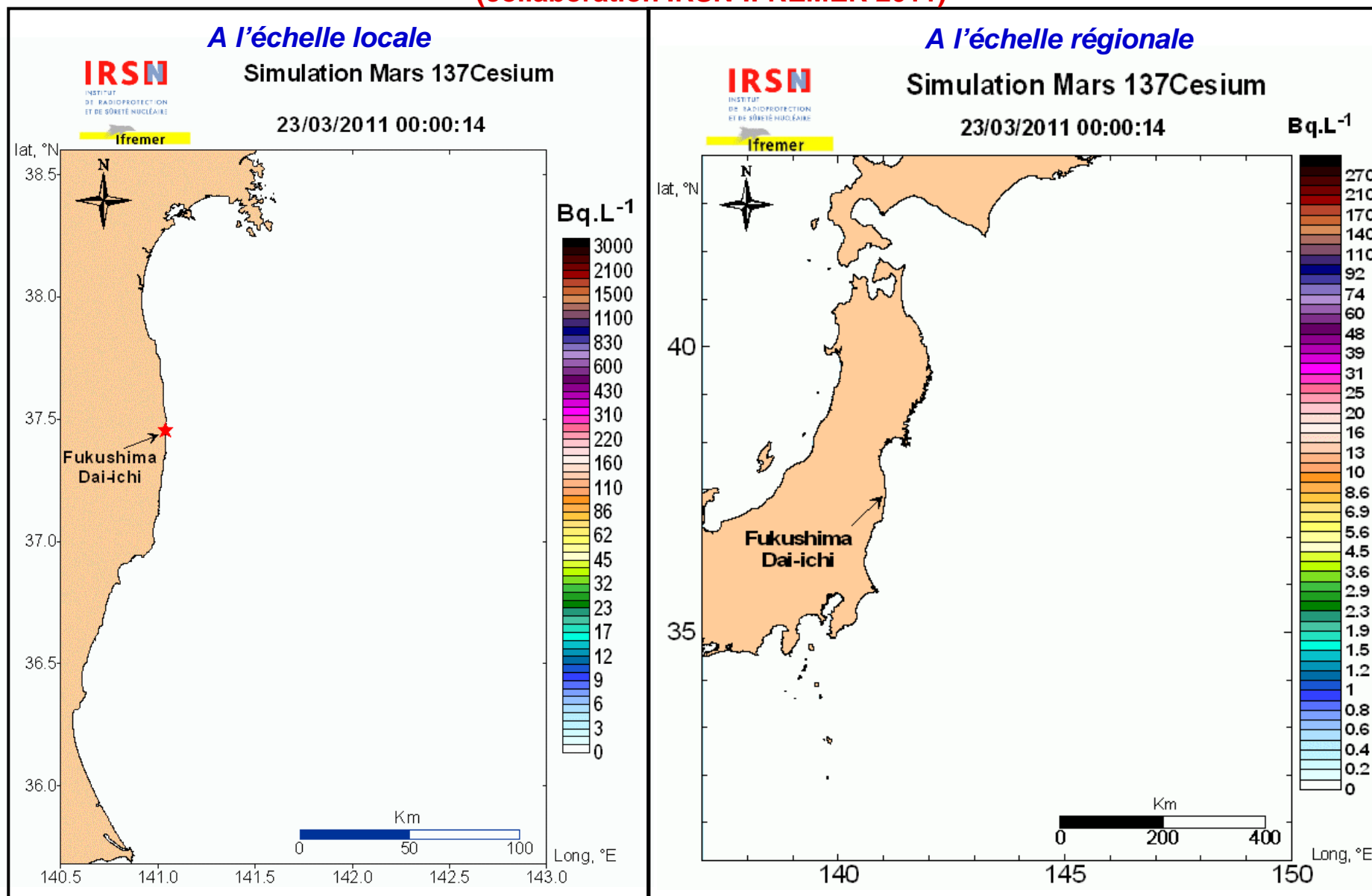
Évolution des concentrations en iode 131 ( $^{131}\text{I}$ ) et césium 137 ( $^{137}\text{Cs}$ ) dans l'eau de mer à moins de 500 m de la centrale de Fukushima Dai-ichi





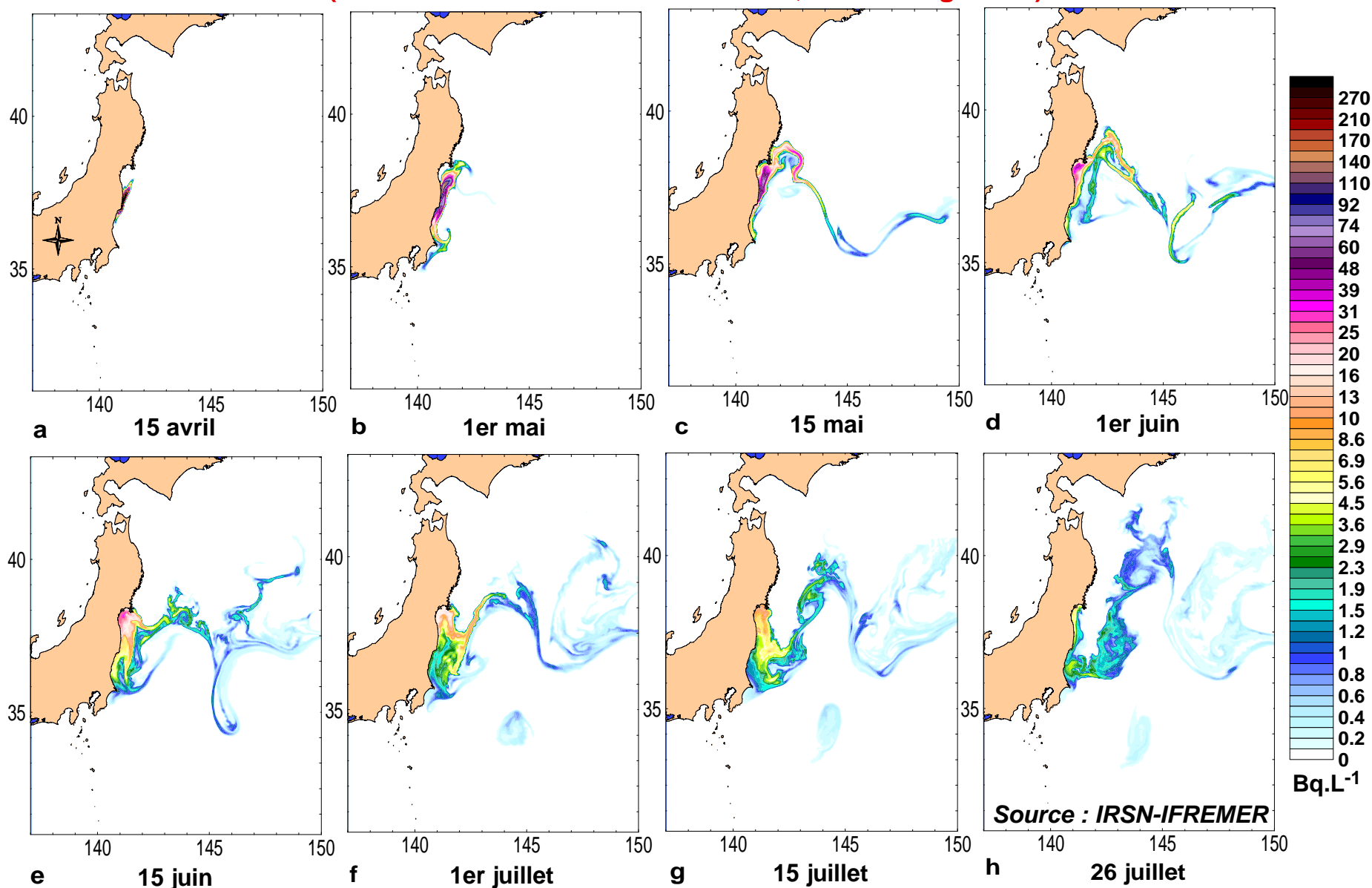
# Dispersion de la pollution radioactive en mer

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

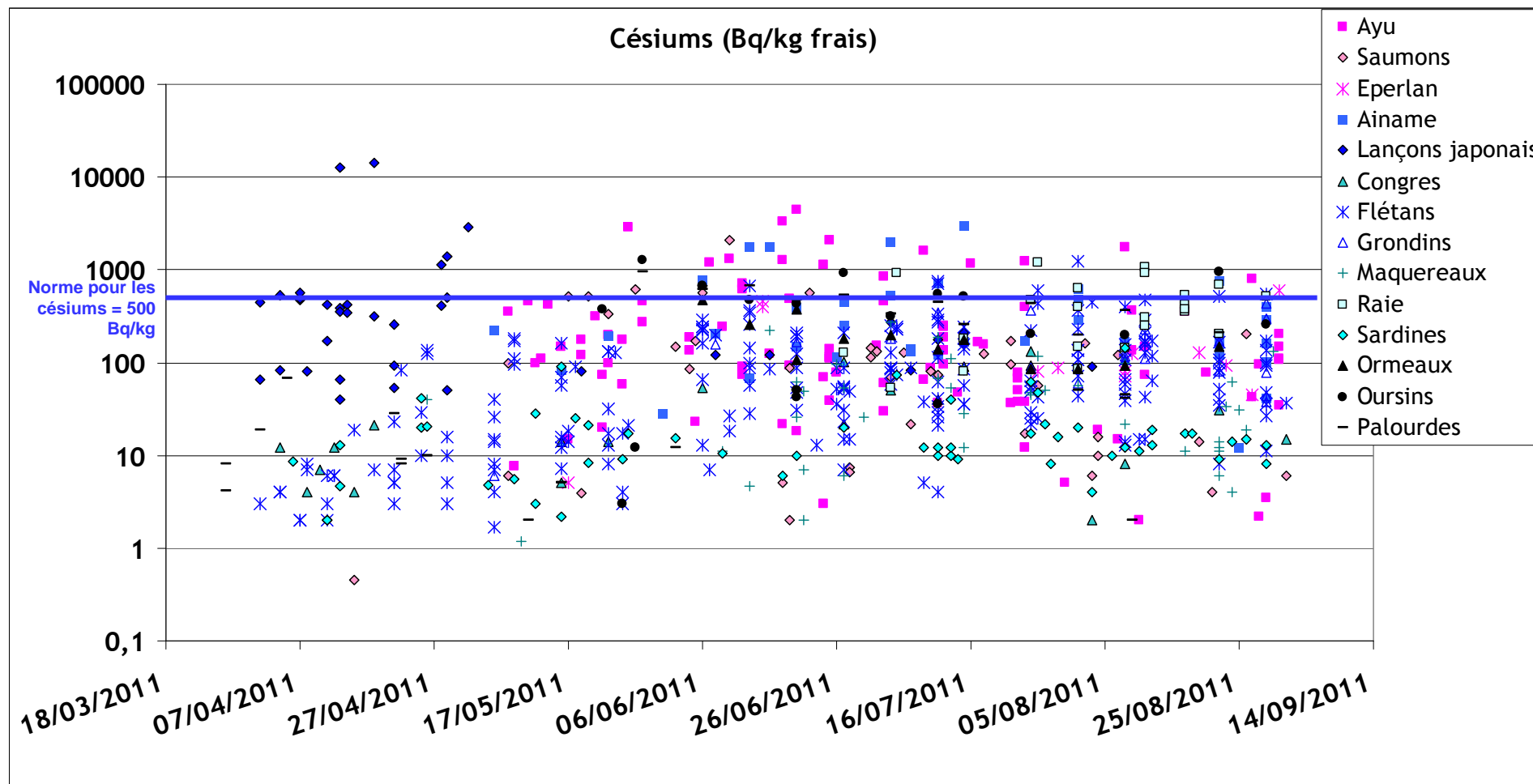
Simulation de la dispersion en mer des rejets de césium 137 provoqués par l'accident de Fukushima  
(collaboration IRSN-IFREMER 2011 ; échelle régionale)





# 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*

