

IRSN

INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Faire avancer la sûreté nucléaire

Accident de Fukushima : conséquences sur le milieu terrestre au Japon

Didier CHAMPION, Irène KORSAKISSOK, Damien
DIDIER, Anne MATHIEU, Denis QUELO, Jérôme GROELL,
Emmanuel QUENTRIC, Marilyne TOMBETTE, Jean-
Pierre BENOIT, Olivier SAUNIER, Vanessa PARACHE,
Marie SIMON-CORNU, Philippe RENAUD, Bruno CESSAC,
Emilie NAVARRO, Anne-Christine SERVANT-PERRIER

9 février 2012

L'accident de Fukushima

conséquences radiologiques et premiers enseignements

Paris 9 février 2012



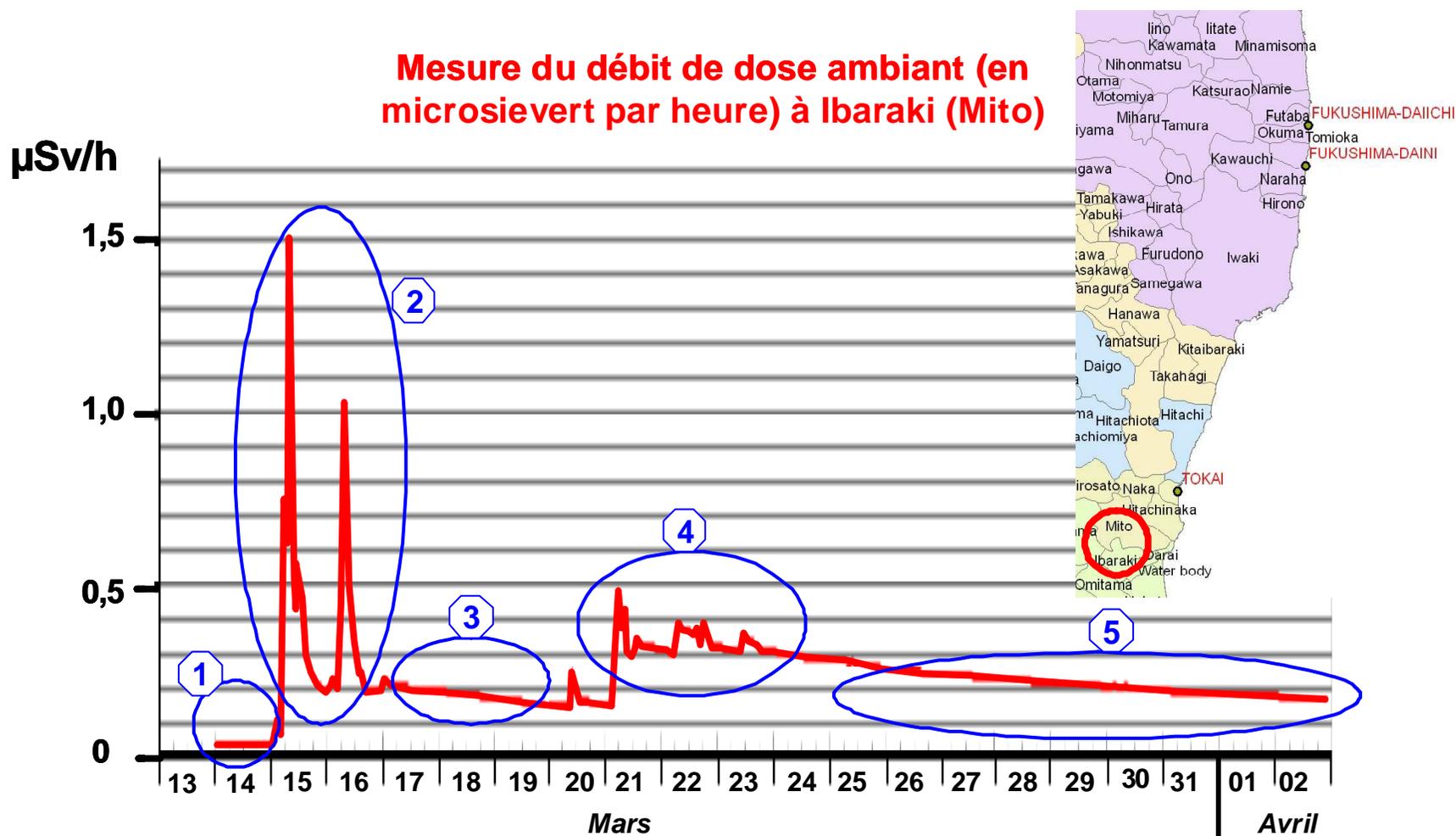
Chapitre 1

Les rejets radioactifs et leur dispersion atmosphérique



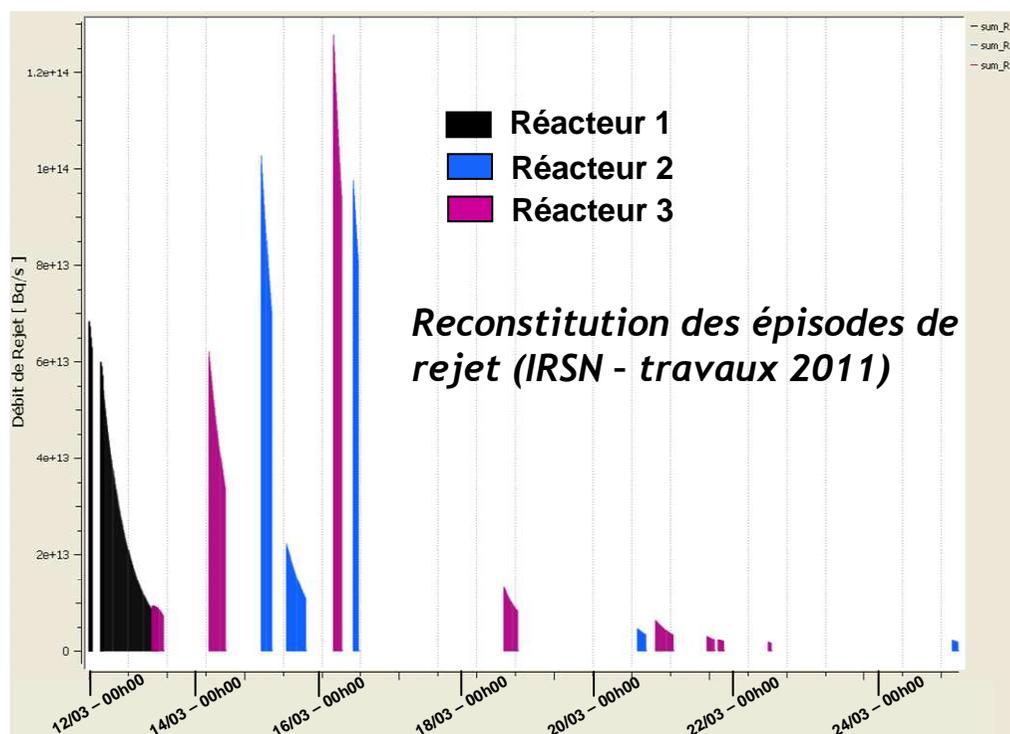
Les conséquences précoces de l'accident

Des rejets atmosphériques par épisodes sur plus d'une dizaine de jours :



Estimation des rejets radioactifs dans l'atmosphère

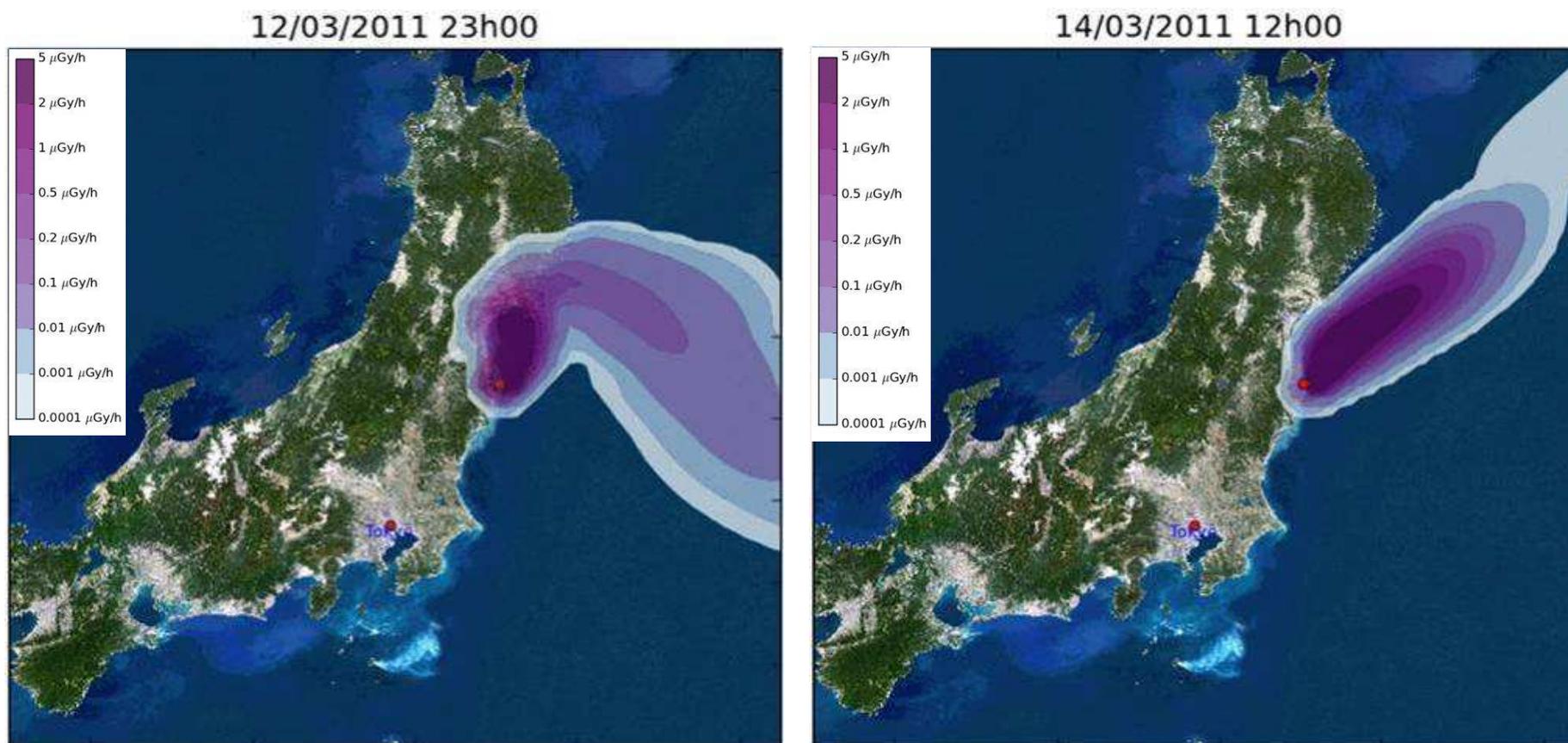
Catégorie de radionucléides	Estimation IRSN-CTC du 22 mars 2011	Estimation IRSN Travaux 2011	Estimation NISA juin 2011	Tchernobyl
Gaz rares	2080 PBq	6540 PBq	11000 PBq (Xe-133)	6533 PBq
Iodes / I-131	182 PBq / 90 PBq	409 PBq / 197 PBq	162 PBq / 160 PBq	4260 PBq / 1760 PBq
Césiums / Cs-137	26 PBq / 10 PBq	58 PBq / 21 PBq	33 PBq / 15 PBq	168 PBq / 85 PBq
Tellures	76 PBq	144 PBq	5 PBq	1400 PBq



L'estimation des rejets atmosphériques reste imprécise pour les épisodes de rejet dispersés au-dessus du Pacifique (13-14 mars et 16-19 mars)

Dispersion atmosphérique des rejets

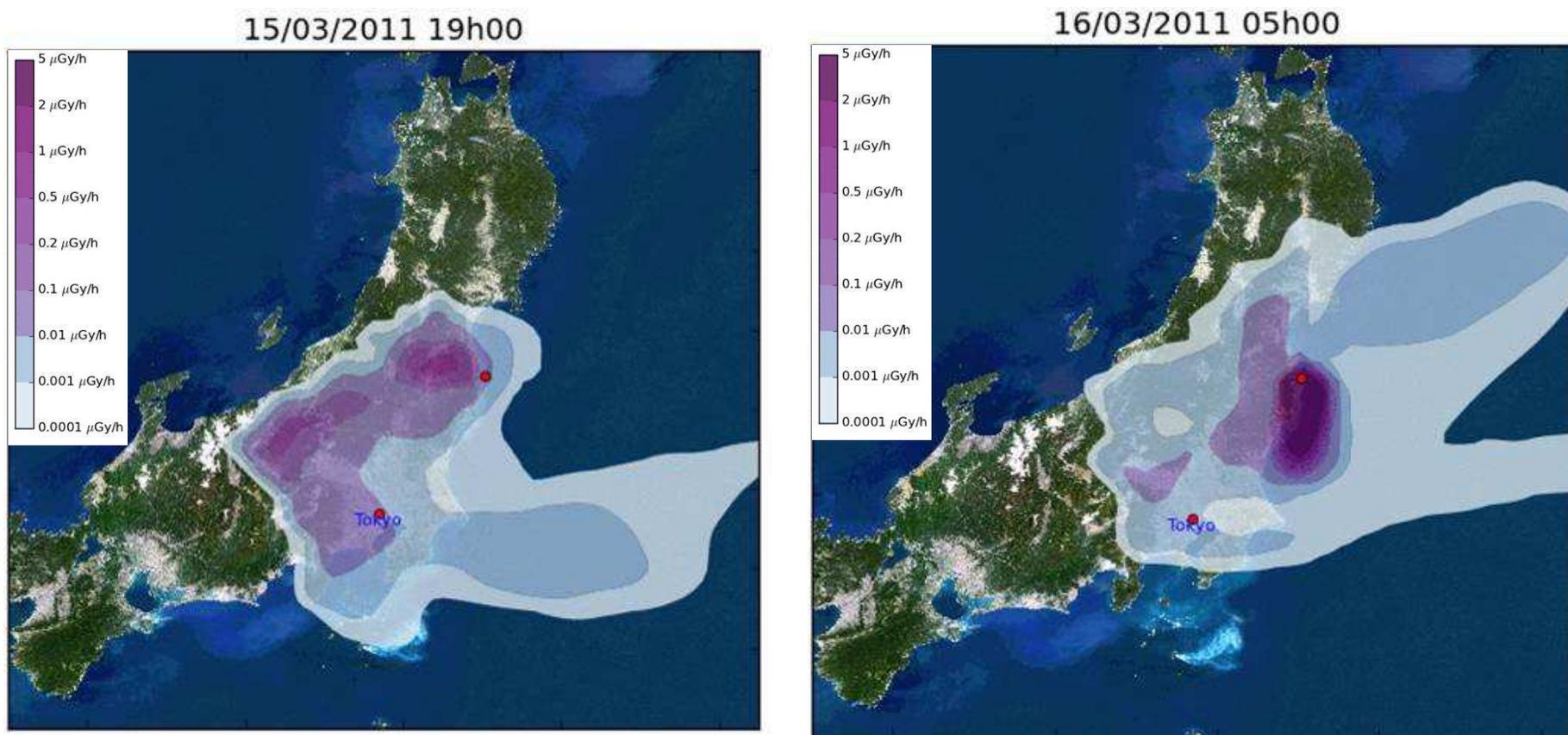
Modélisation du débit de dose ambiant dû au panache radioactif (hors contribution des dépôts radioactifs - modèle IRSN IdX)



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

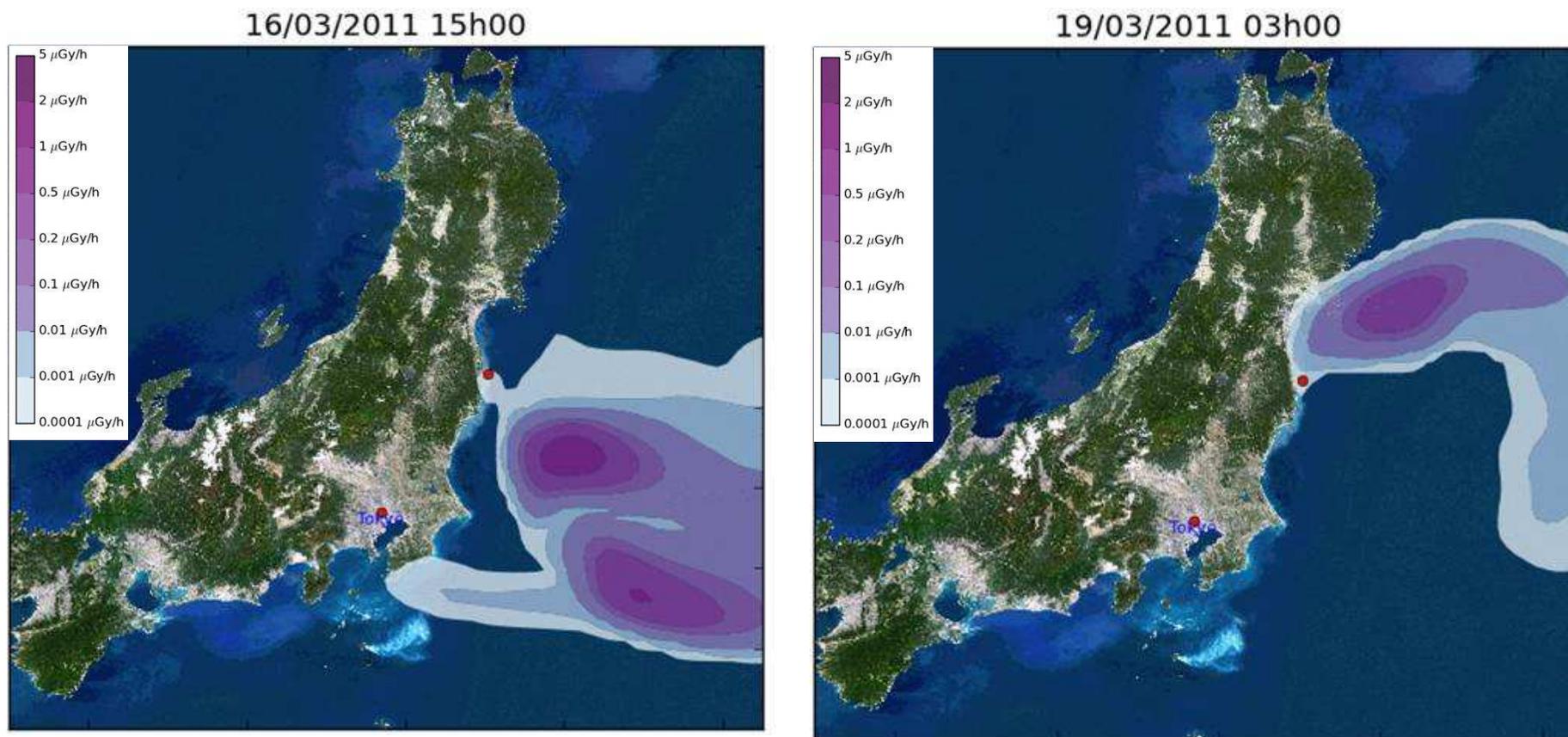
Modélisation du débit de dose ambiant dû au panache radioactif (hors contribution des dépôts radioactifs - modèle IRSN IdX)



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

Dispersion atmosphérique des rejets

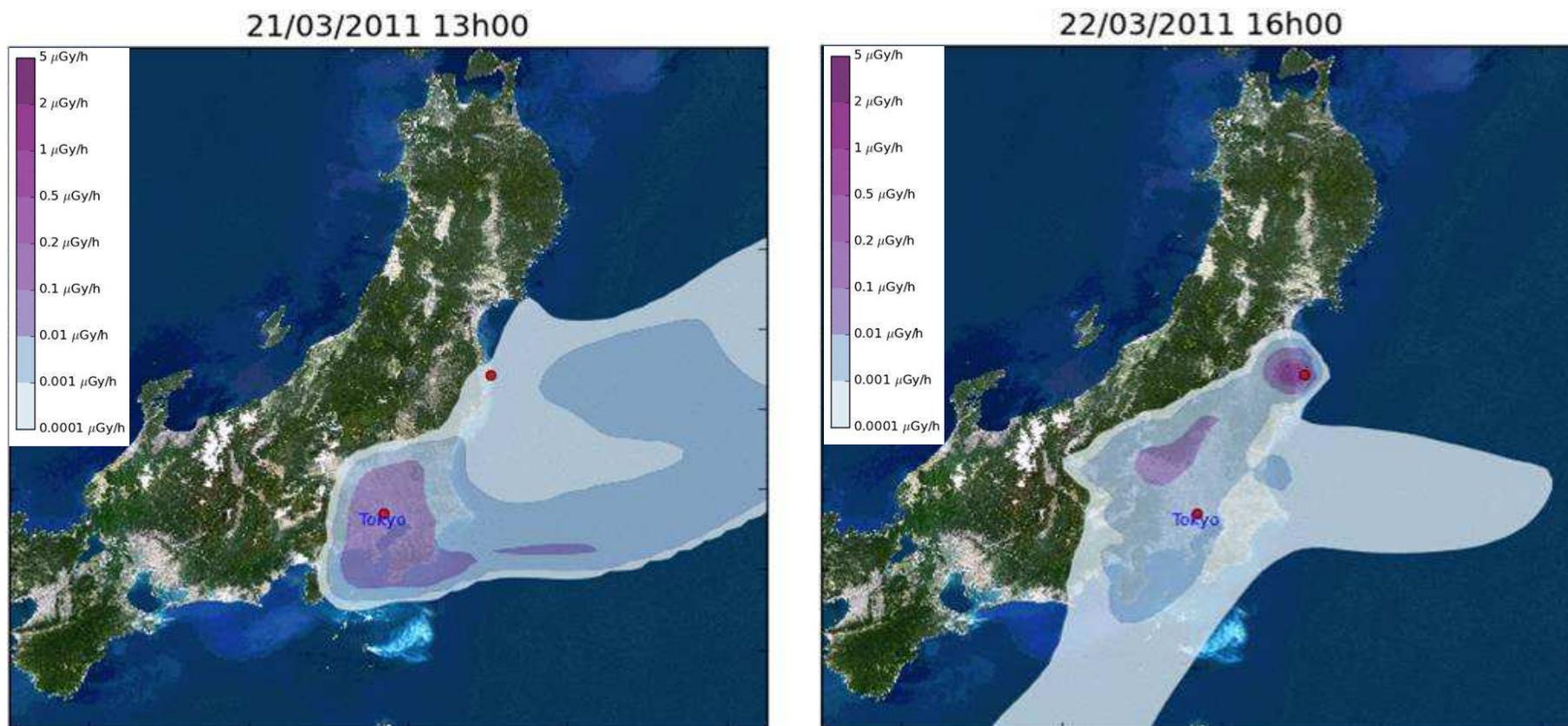
Modélisation du débit de dose ambiant dû au panache radioactif (hors contribution des dépôts radioactifs - modèle IRSN IdX)



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

Dispersion atmosphérique des rejets

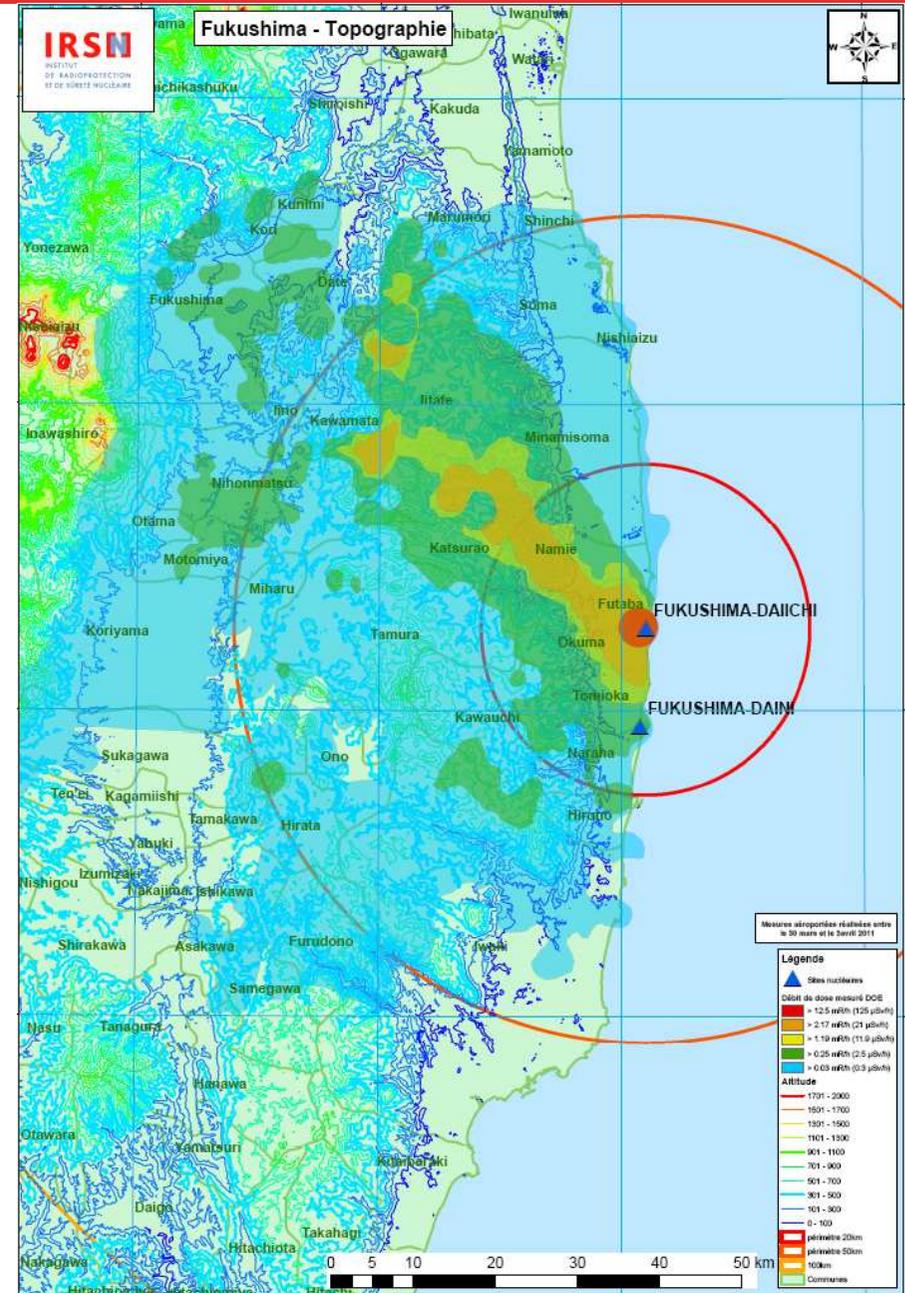
Modélisation du débit de dose ambiant dû au panache radioactif (hors contribution des dépôts radioactifs - modèle IRSN IdX)



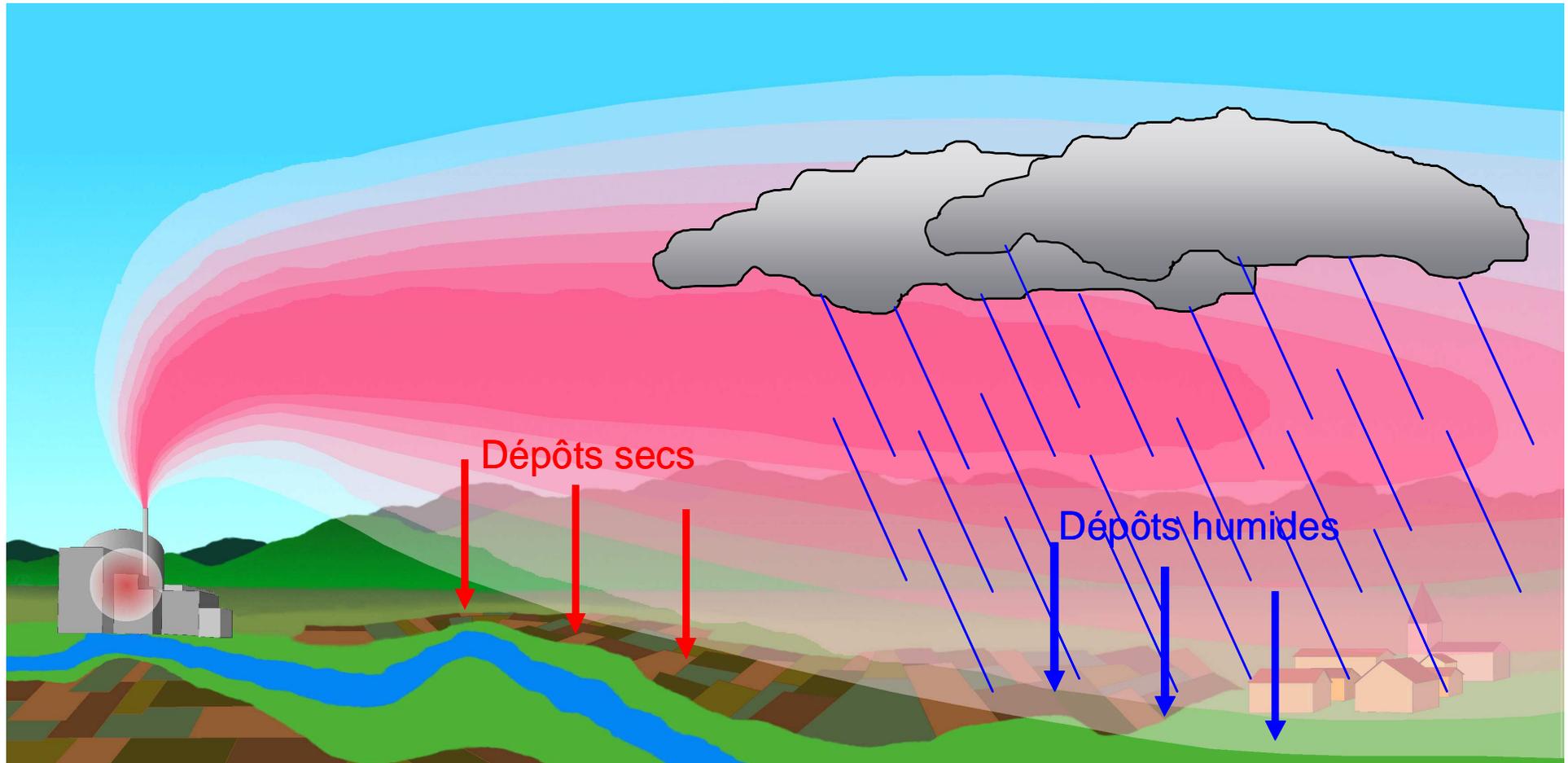
4^{ème} phase de rejet (du 21 au 22 mars) : 2^{ème} épisode de contamination terrestre au Japon

Chapitre 2

Impact environnemental des retombées radioactives



La formation des dépôts radioactifs lors de la dispersion des rejets

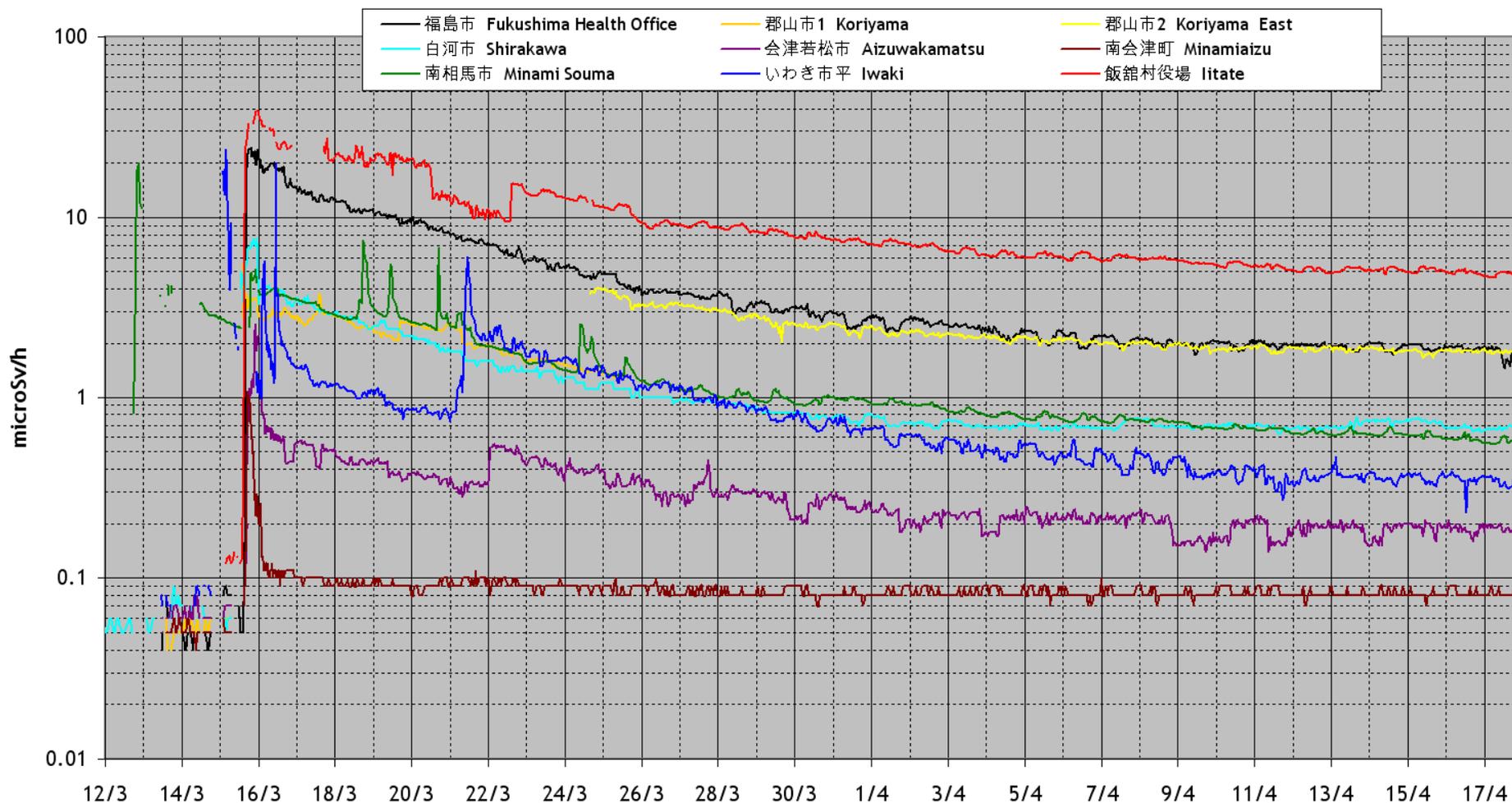


Conséquences immédiates du dépôt radioactif :

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

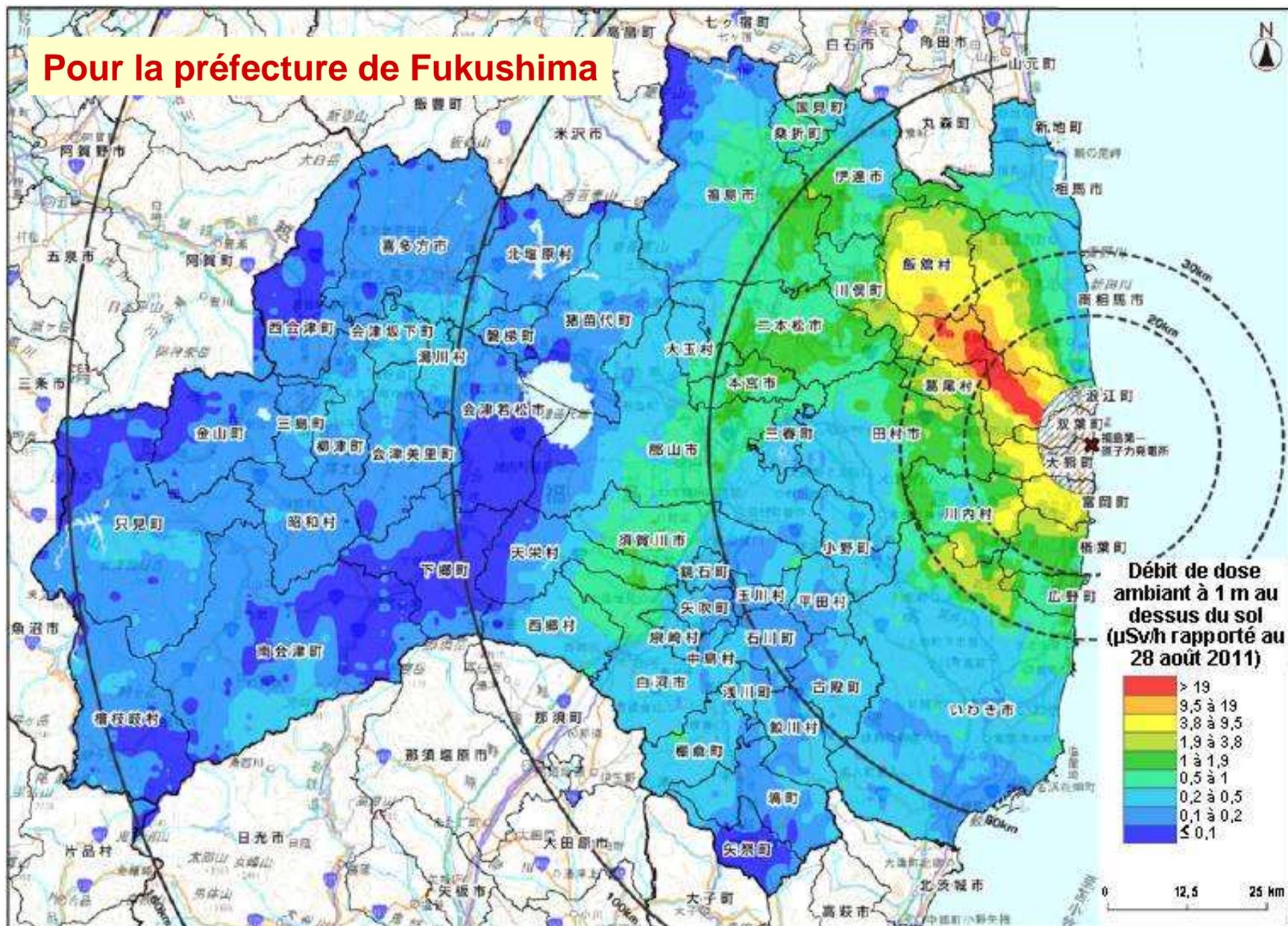
Impact des dépôts radioactifs sur le débit de dose ambiant

Débits de dose mesurés sur la préfecture de Fukushima - ref <http://oku.edu.mie-u.ac.jp/~okumura/stat/data/>



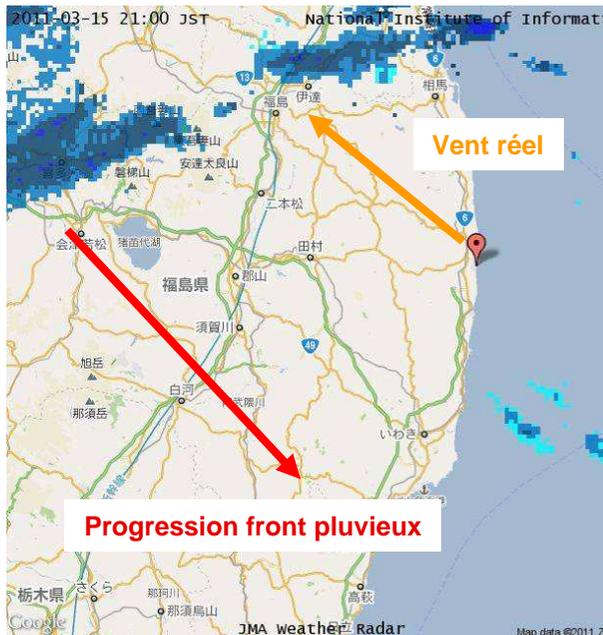
Cartographie du débit de dose dû aux dépôts

Pour la préfecture de Fukushima

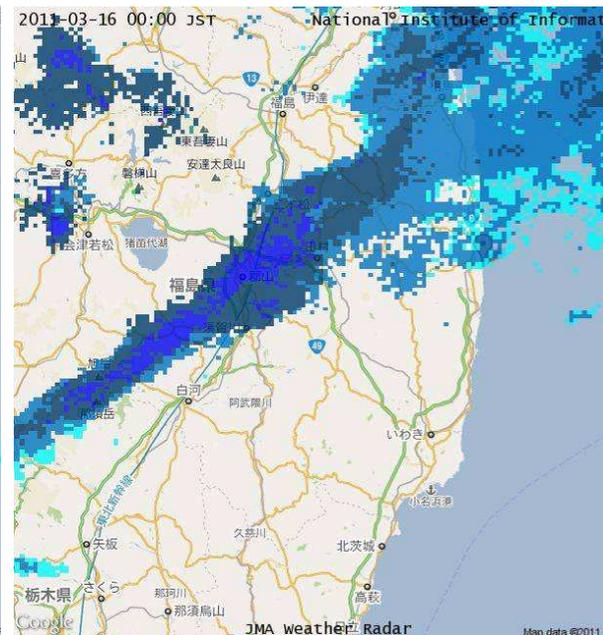


Origine de la zone principale de dépôts

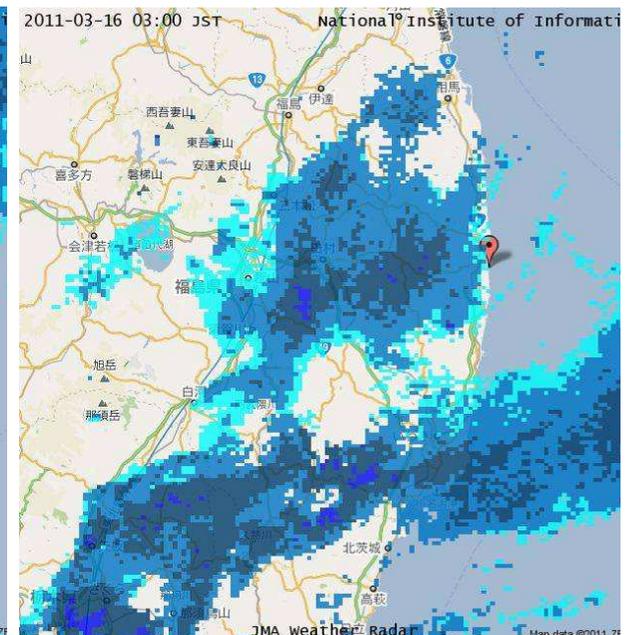
- A la suite d'un épisode de rejet radioactif le 15 mars entre ~ 13h et 23h
- Combiné à un front pluvieux/neigeux variable en progression rapide et un régime de vent changeant



15/03 21h (heure locale)

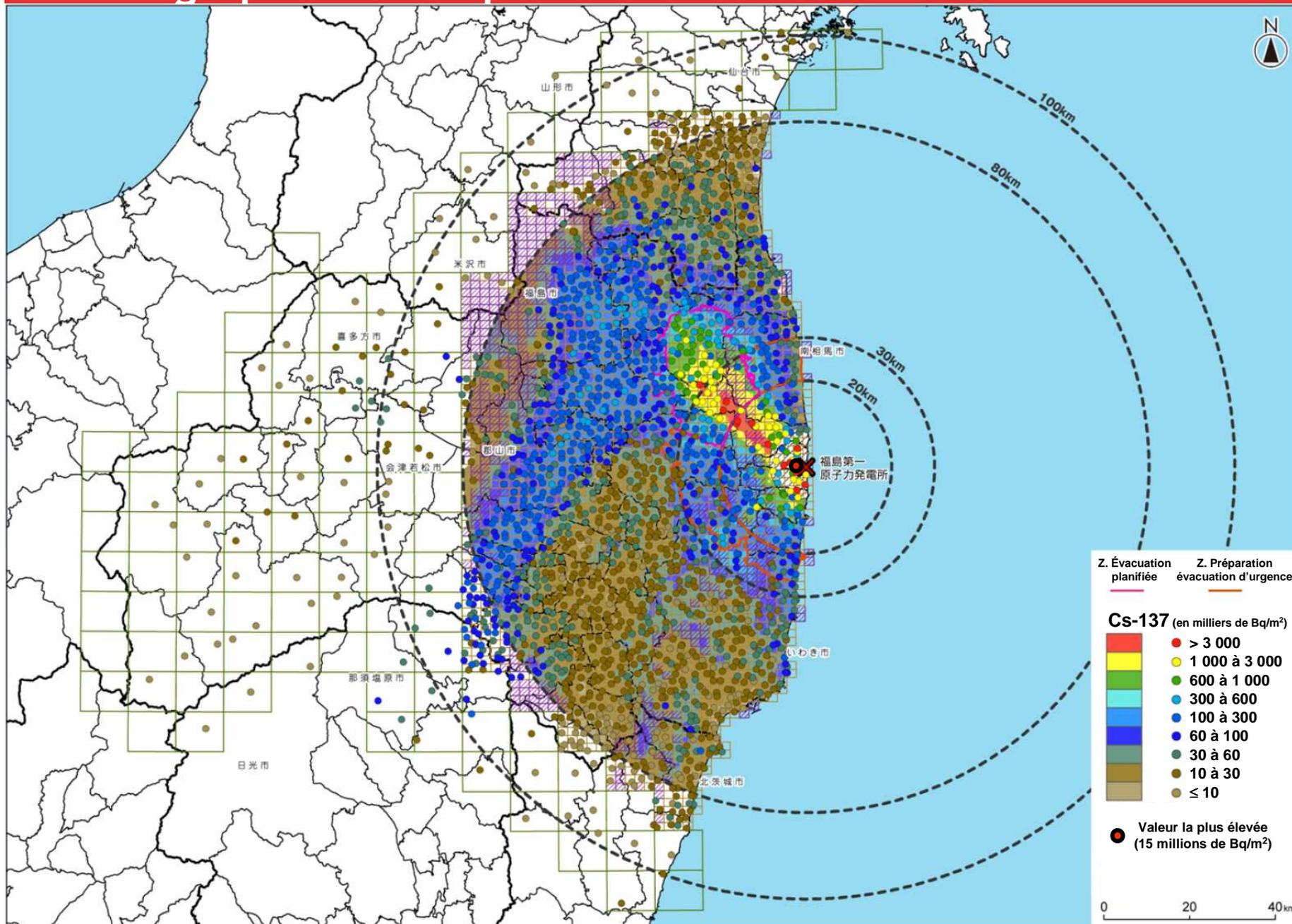


16/03 0h (heure locale)



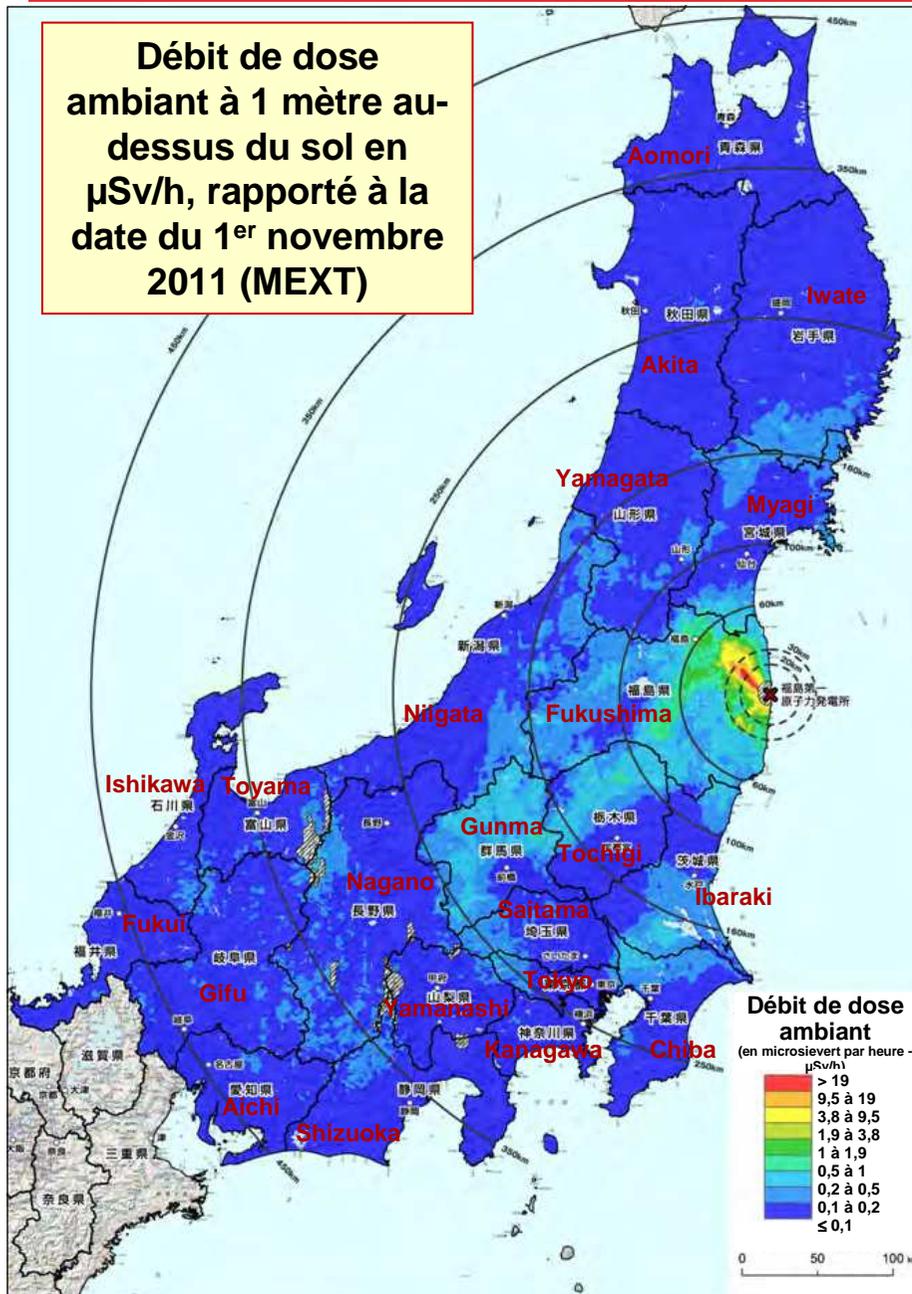
16/03 3h (heure locale)

Cartographie des dépôts rémanents de césium 137

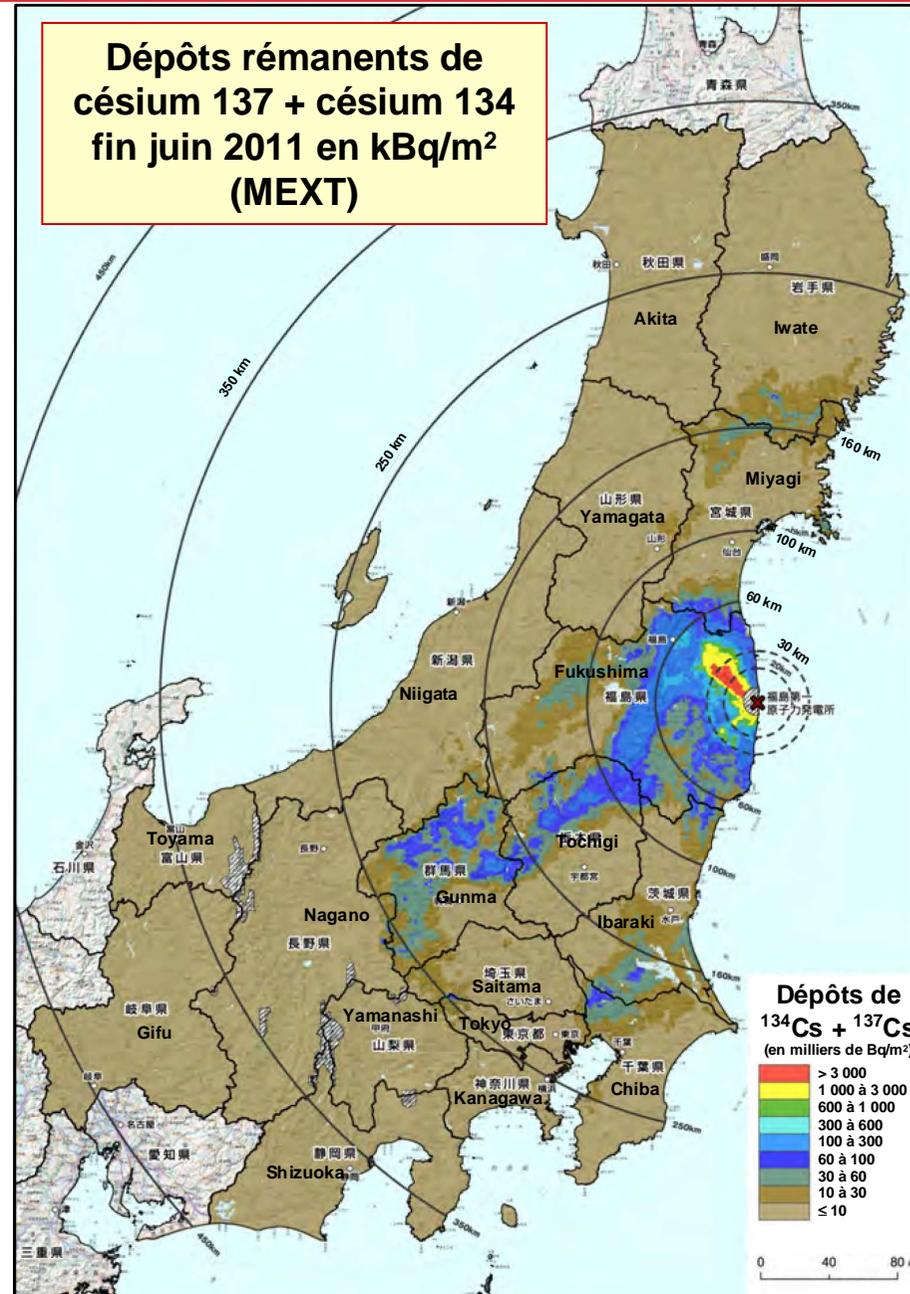


Cartographie des dépôts à l'échelle du nord de l'île de Honshu

Débit de dose
ambiant à 1 mètre au-
dessus du sol en
 $\mu\text{Sv/h}$, rapporté à la
date du 1^{er} novembre
2011 (MEXT)

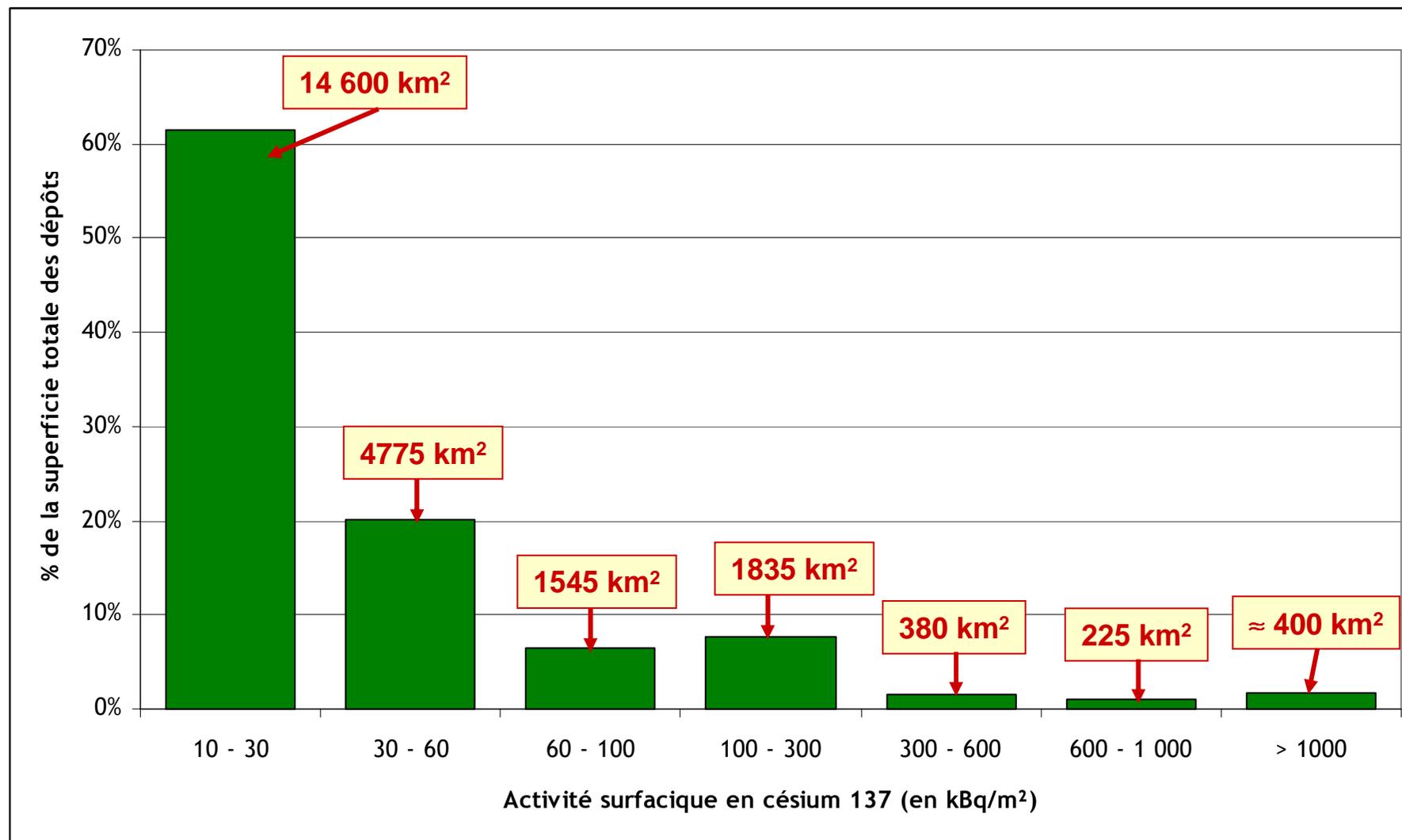


Dépôts rémanents de
césium 137 + césium 134
fin juin 2011 en kBq/m^2
(MEXT)

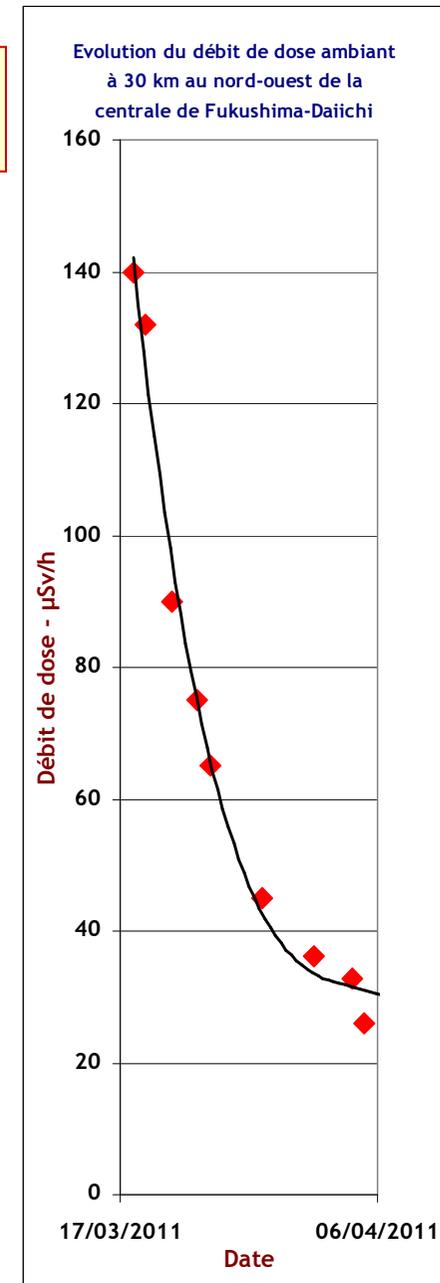
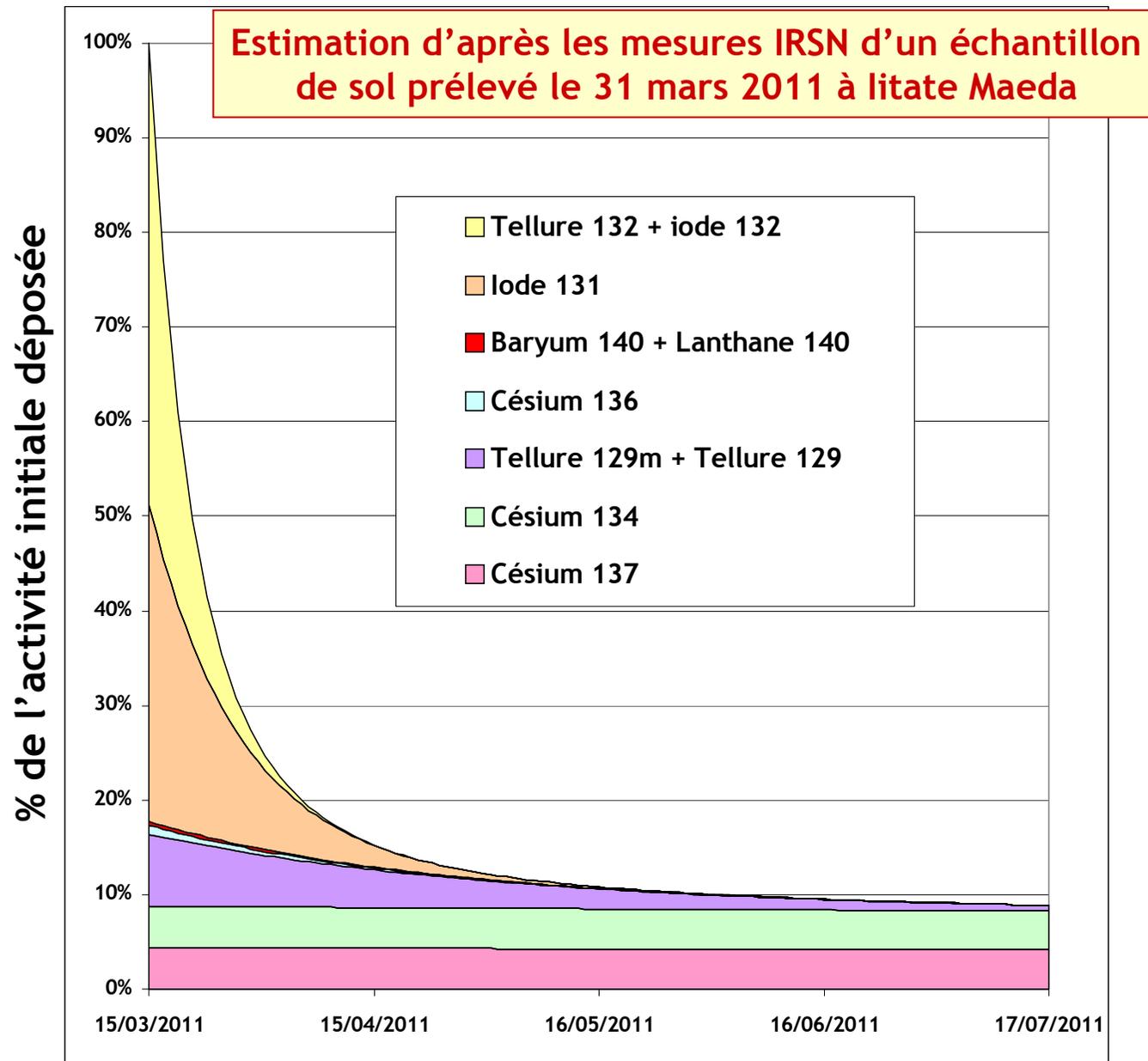


Superficie des territoires ayant des dépôts de césium 137

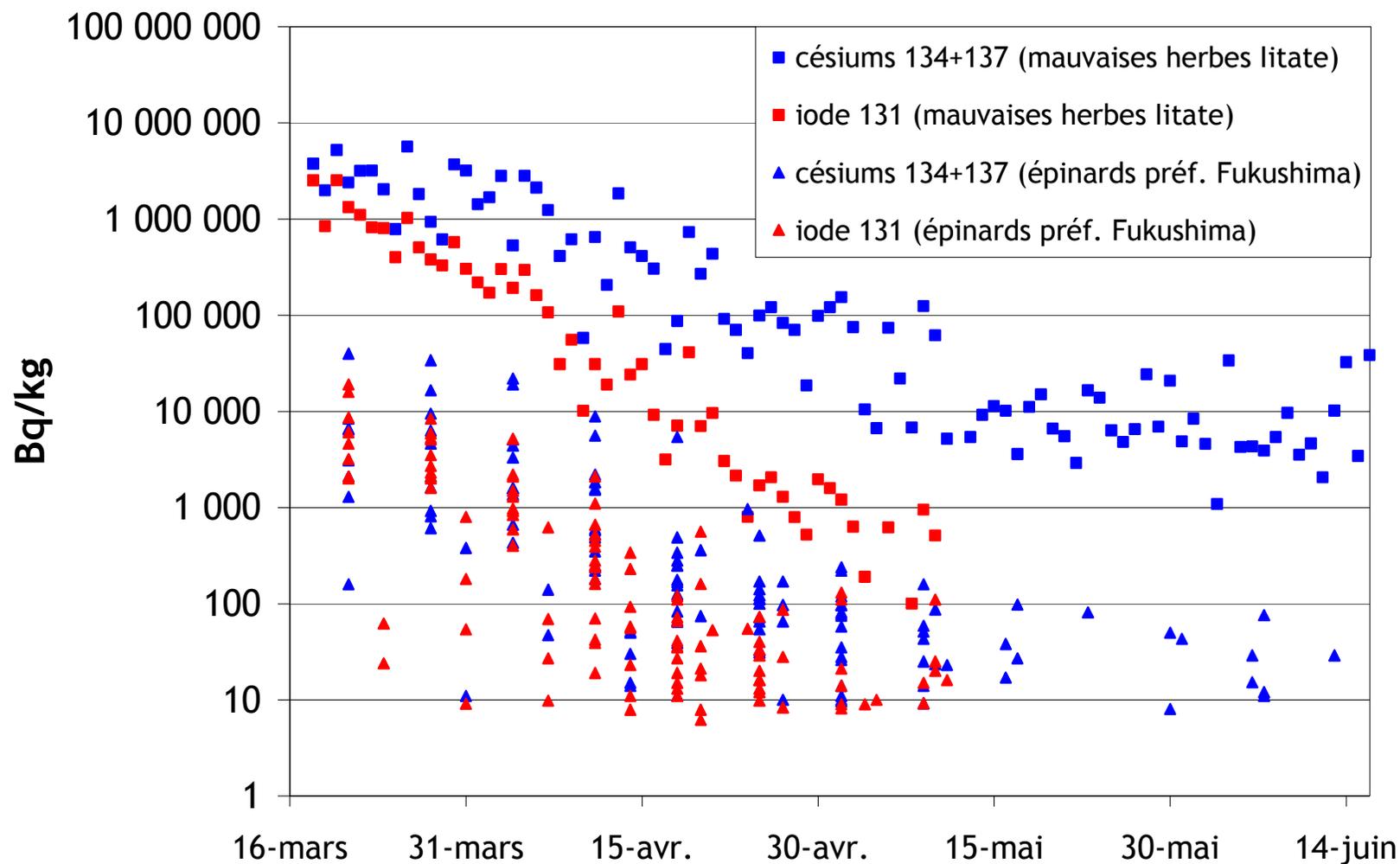
Près de 24 000 km² avec un dépôt de césium 137 > 10 000 Bq/m²



Évolution rapide de la composition isotopique des dépôts

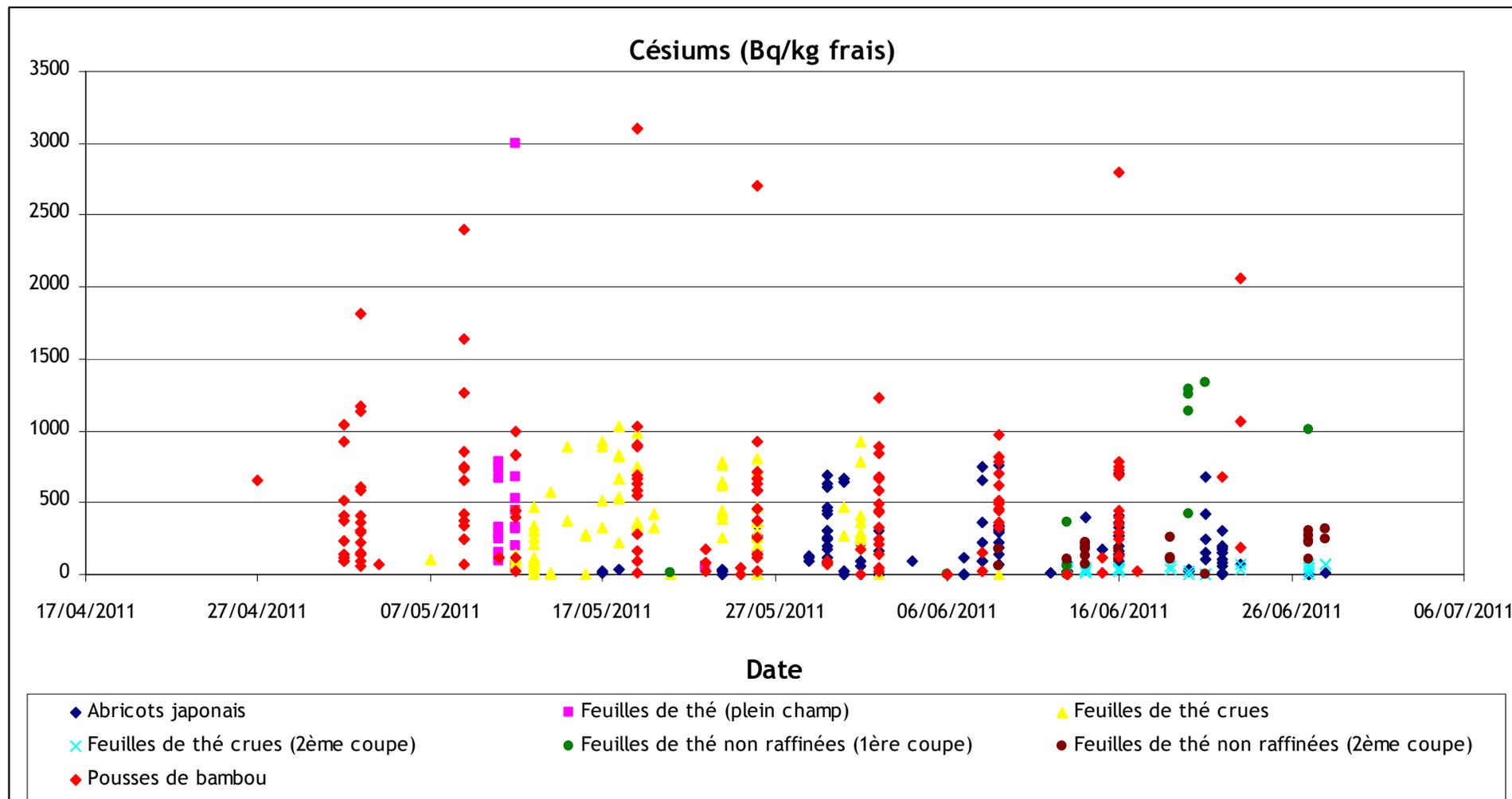


Impact précoce des dépôts sur les légumes à feuilles



➡ **Effet direct du transfert foliaire + dilution par croissance de la biomasse**

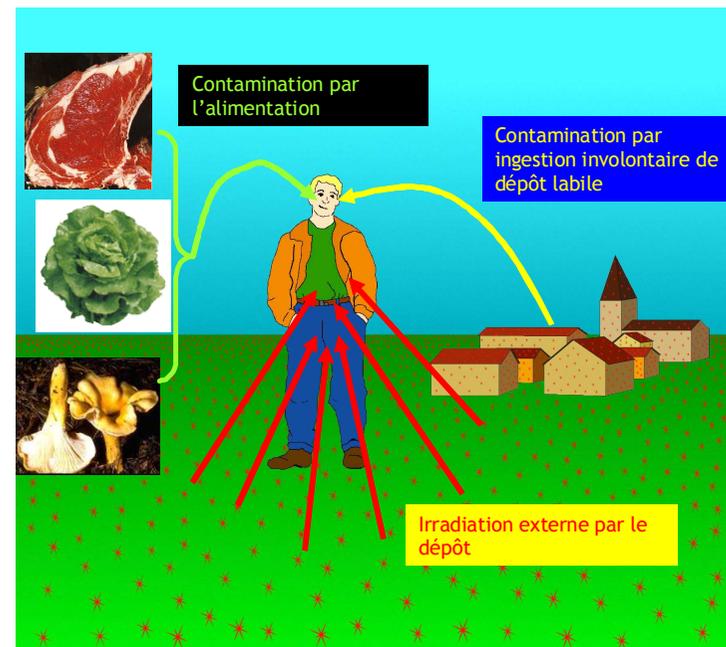
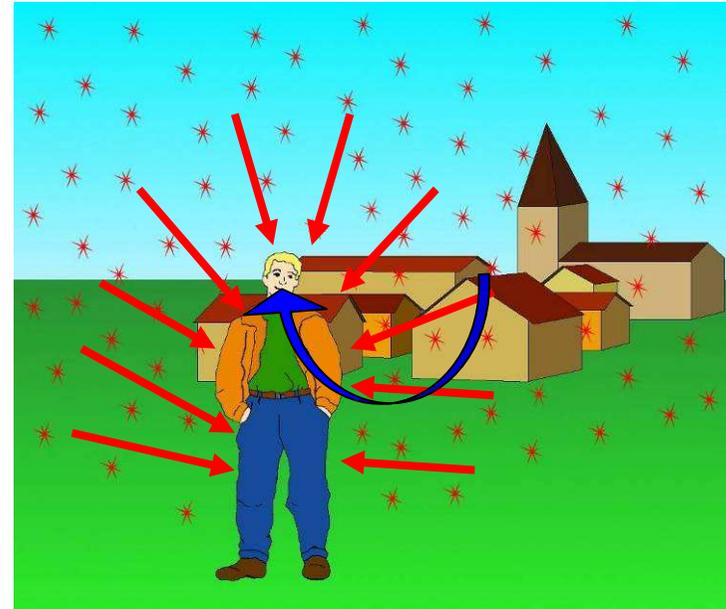
Impact différé des dépôts sur certaines productions végétales



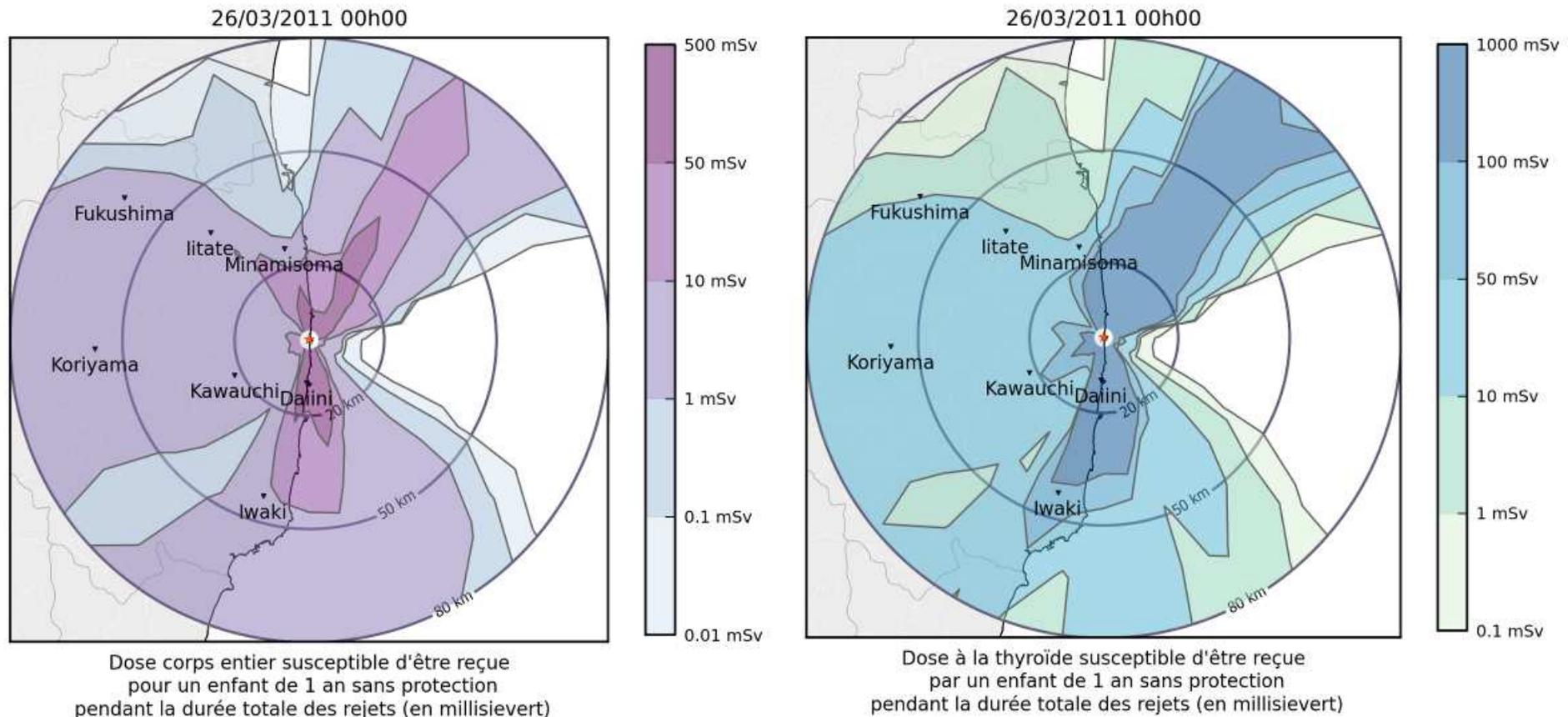
➡ **Effet indirect du transfert foliaire (translocation + stockage)**

Chapitre 3

Estimation de l'impact dosimétrique potentiel



Évaluation de l'impact dosimétrique potentiel pendant la phase de rejet, en l'absence de protection



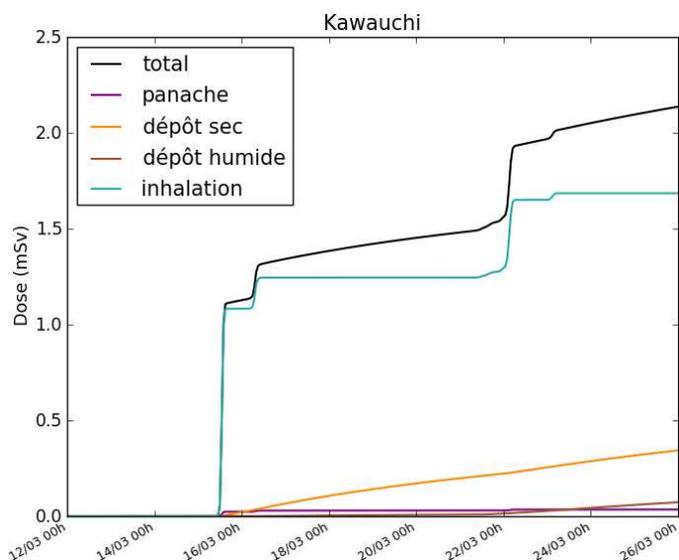
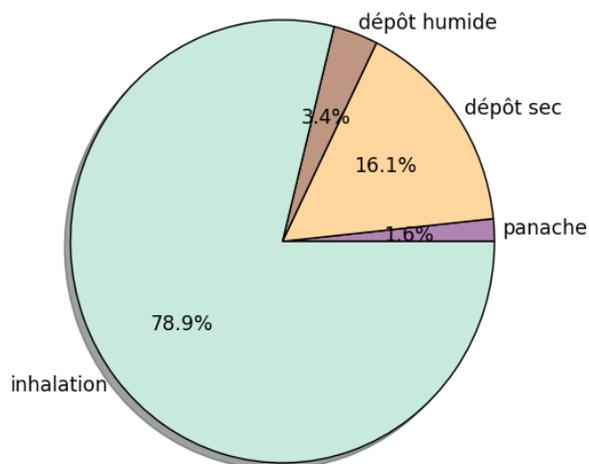
Estimation des doses efficaces et des doses équivalentes à la thyroïde potentiellement reçues par un enfant d'un an exposé sans protection au panache radioactif jusqu'au 26 mars (modélisation à l'échelle local avec le modèle pX de l'IRSN)

Contribution des voies d'exposition pendant la phase de rejet

Doses efficaces potentielles sans protection engagées du 12 au 26 mars 2011

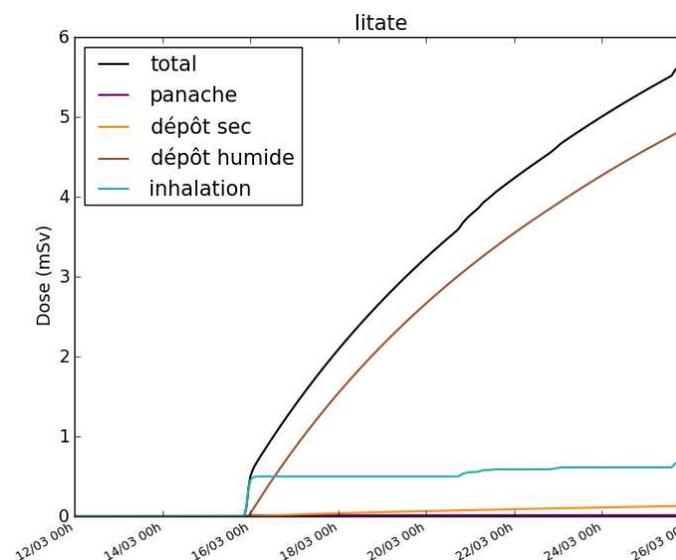
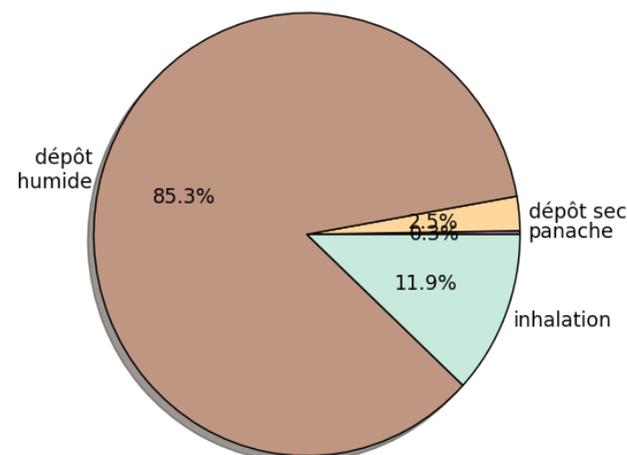
Au sud et sud-ouest de Fukushima Dai-ichi

Kawauchi



Au nord-ouest de Fukushima Dai-ichi

litate



Evaluation des doses prévisionnelles dues à l'irradiation externe par le dépôt - 1^{ère} année après l'accident

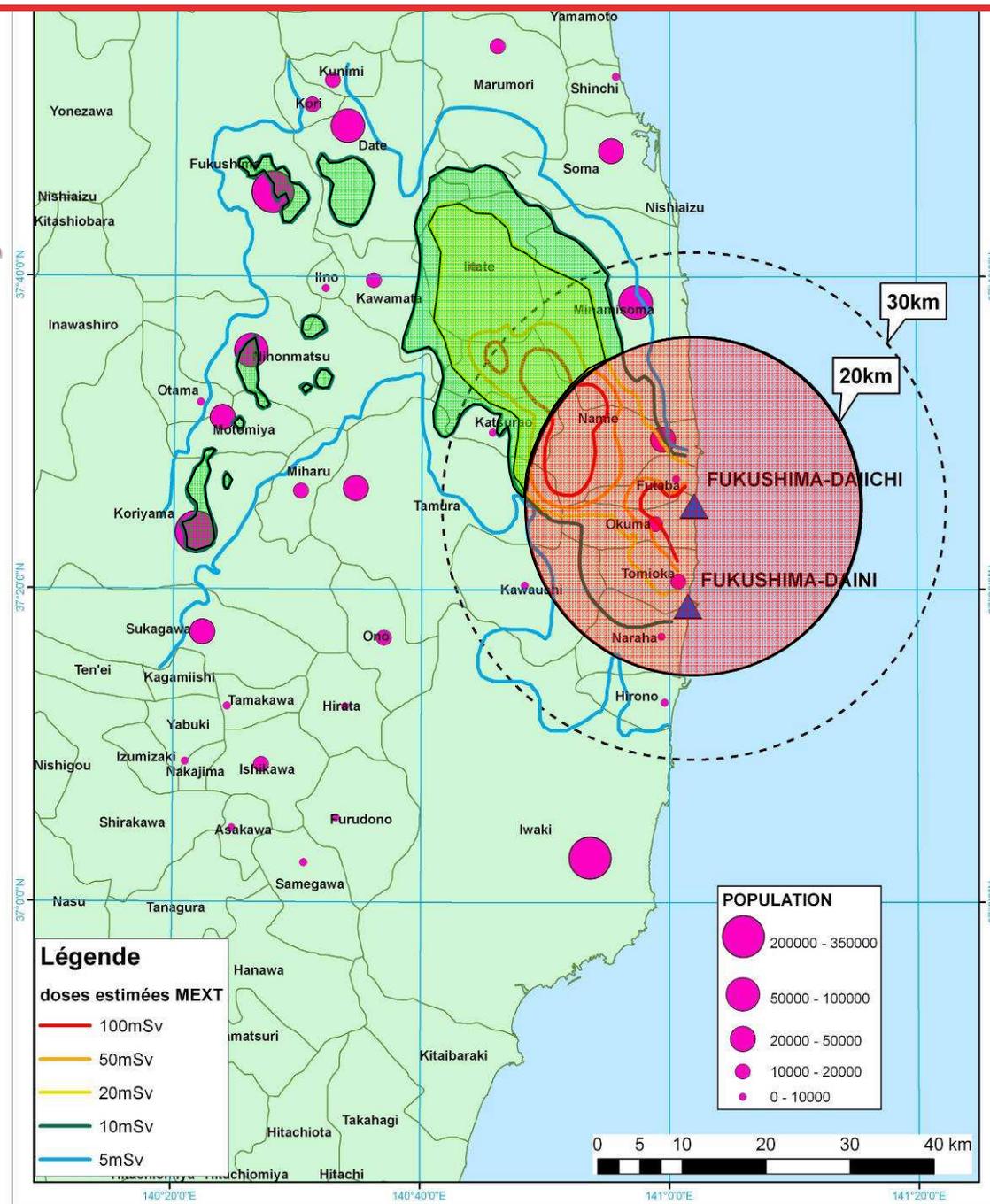
Hypothèses retenues :

- présence à l'extérieur de 12 heures par jour ;
- facteur de protection de 0,3 à l'intérieur des bâtiments.

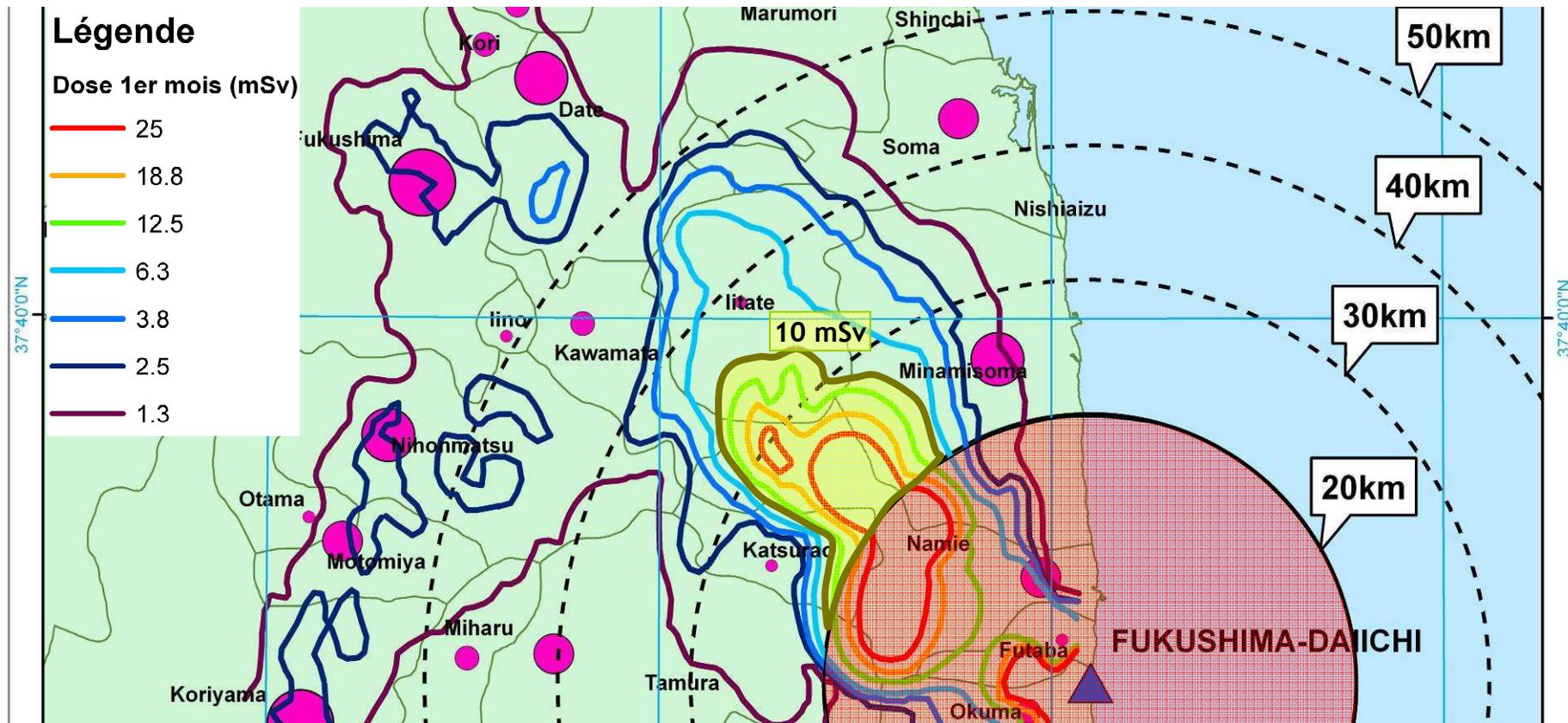
 Zone d'évacuation d'urgence

 Zone où la dose prévisionnelle 1^{ère} année dépasse 20 mSv

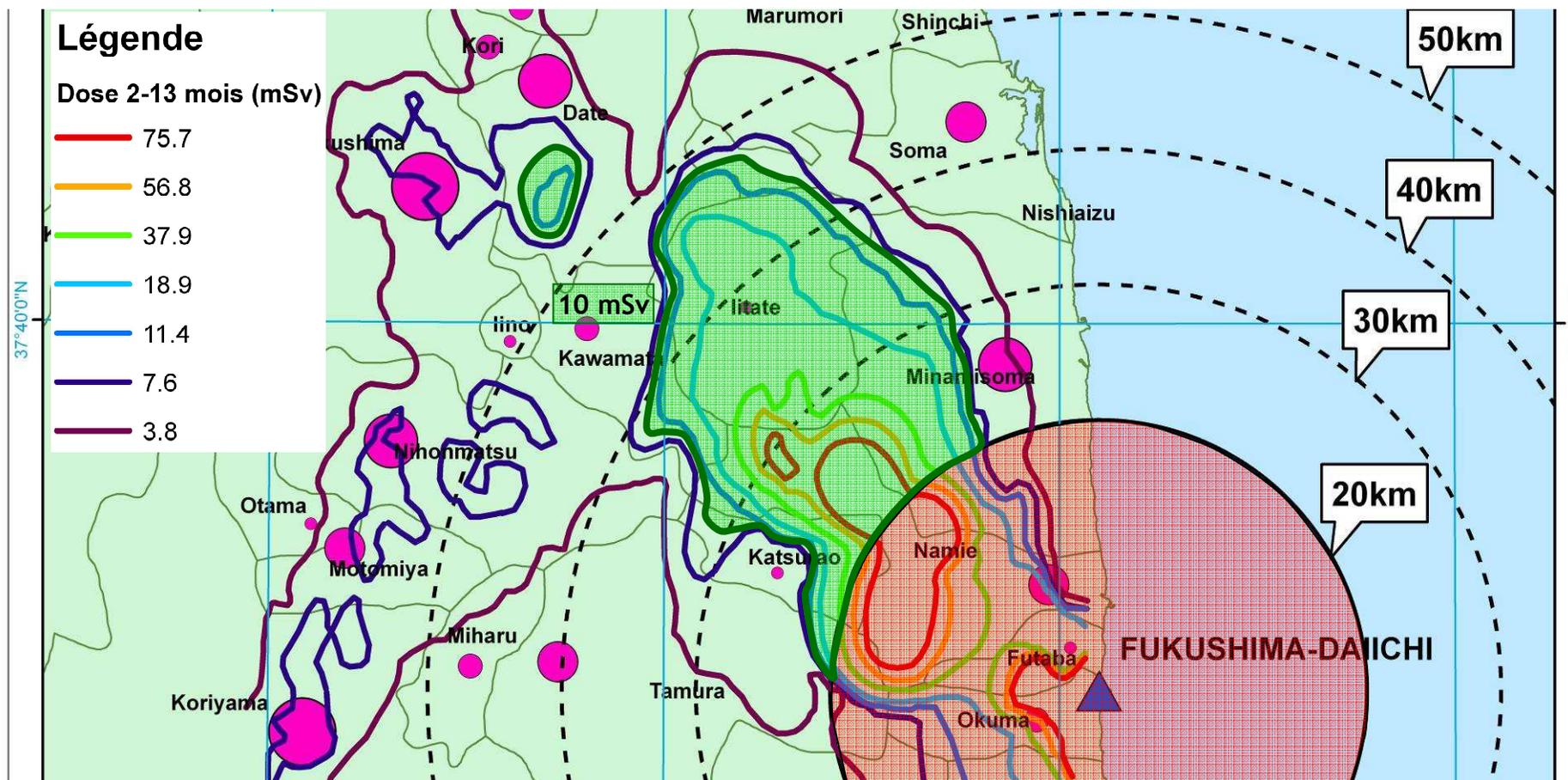
 Zone où la dose prévisionnelle 1^{ère} année dépasse 10 mSv



Évaluation de la dose efficace prévisionnelle reçue par exposition externe due aux dépôts pour le 1^{er} mois



Évaluation de la dose efficace prévisionnelle reçue par exposition externe due aux dépôts du 2^{ème} au 13^{ème} mois



Conclusions

- **Pendant la phase de rejet (jusqu'au 26 mars)** l'exposition au panache (inhalation) a généralement été la principale voie d'exposition et a potentiellement entraîné des doses significatives à quelques dizaines de km au nord et au sud de la centrale
⇒ L'évacuation d'urgence dans un rayon de 20 km décidé le 12 mars a probablement conduit à réduire l'impact dosimétrique pendant cette phase
- **Dans la zone de contamination élevée située au nord-ouest**, les doses potentiellement reçues par exposition externe due au dépôt ont été significatives dès le 1^{er} mois, et ont continué de l'être ensuite, mais sur une période plus longue
- **Un risque élevé de contamination alimentaire a théoriquement existé jusqu'à fin avril**, mais il se peut que la date de l'accident (fin d'hiver) ait constitué un facteur limitant l'impact réel sur la population
- **Un an après l'accident, la contamination résiduelle de l'environnement terrestre semble globalement bien caractérisée** et va entraîner un impact durable dans les territoires les plus touchés (env. 600 km² à plus de 600 kBq/m² de césium 137, dont plus de la moitié dans la zone des 20 km, contre 13 000 km² autour de Tchernobyl)