

# GESTION DES PRODUCTIONS AGRICOLES À LA SUITE D'UN ACCIDENT NUCLÉAIRE

## RETOUR D'EXPÉRIENCE DES ACCIDENTS DE TCHERNOBYL ET FUKUSHIMA

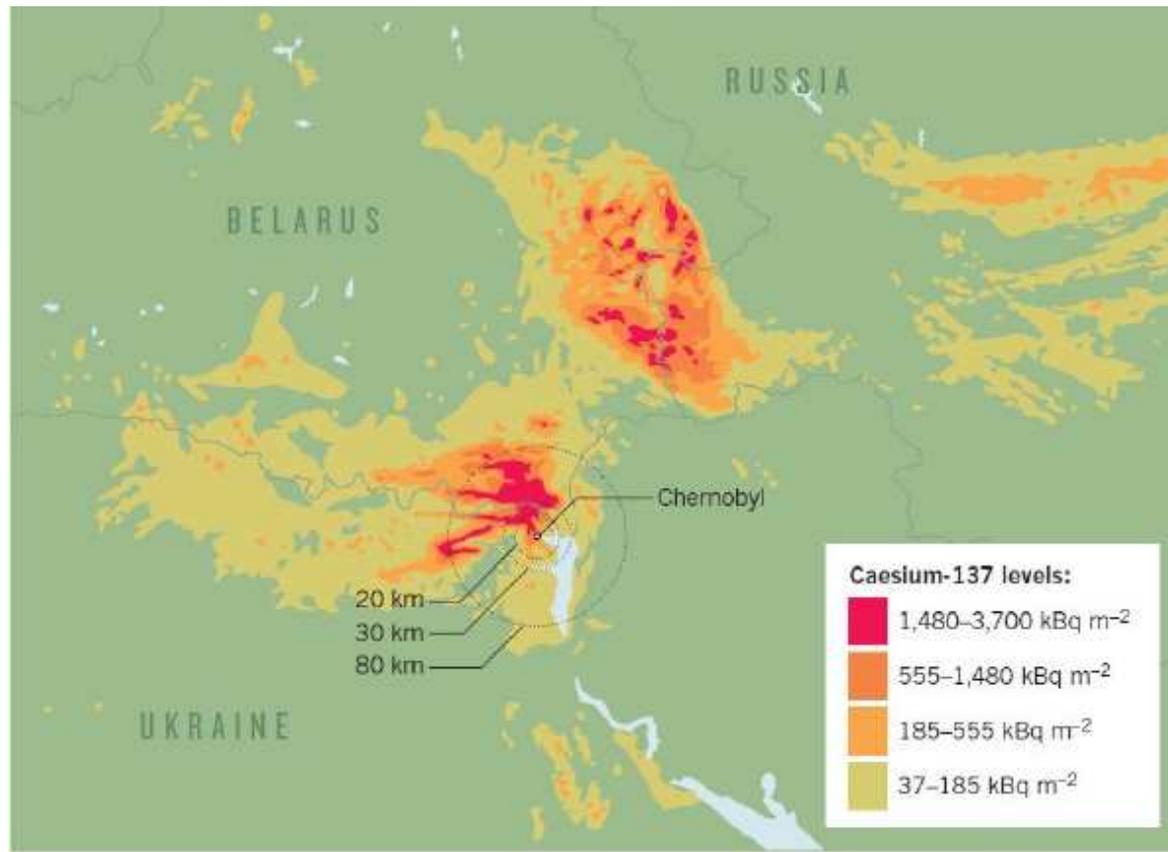
SFRP – Journées Techniques « Faune, Flore, Denrées et Radioactivité » -  
Les 17&18 novembre 2021



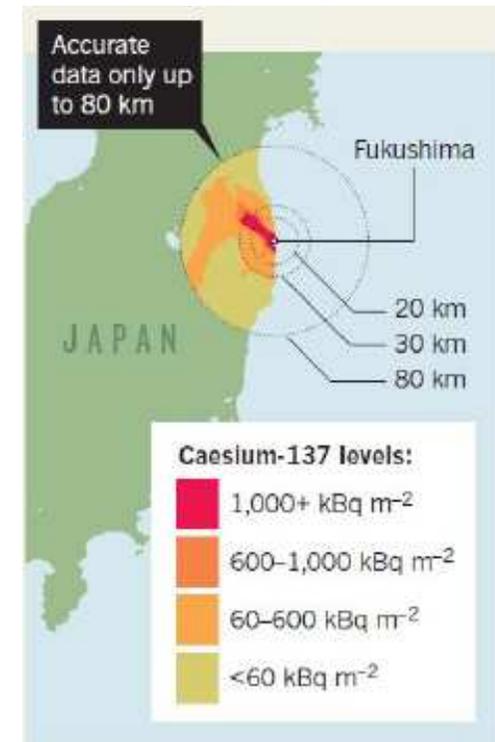
Vanessa Durand (IRSN) et Pascal Crouail (CEPN)



## Rappel du contexte (1/4)

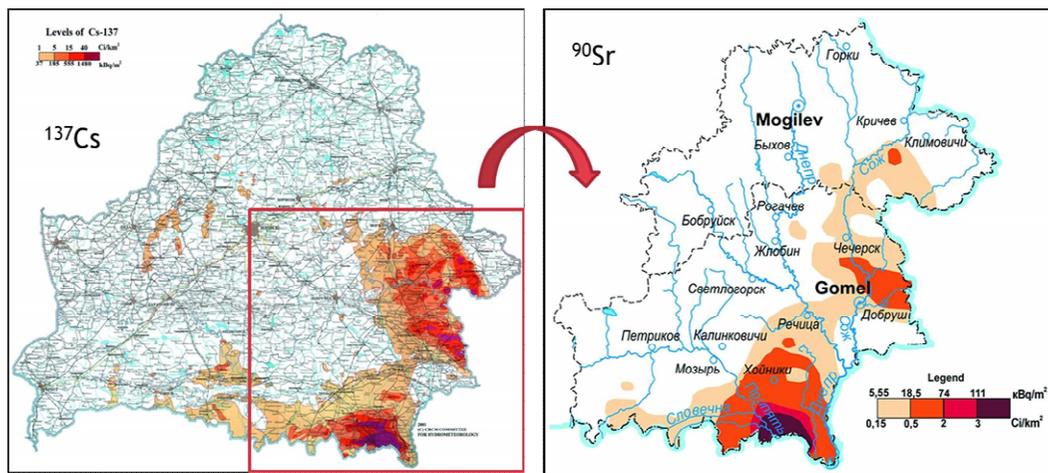
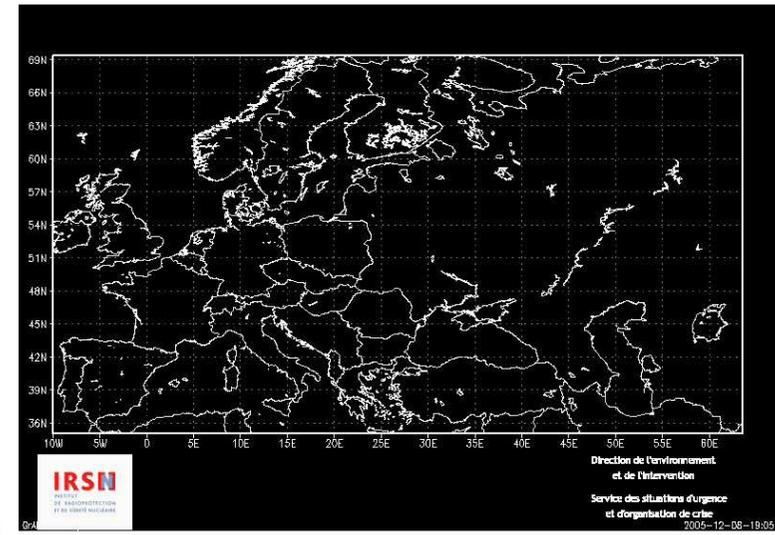


Source: Vandenhove et al., 2012



## Rappel du contexte (2/4)

26 avril 1986 : l'unité 4 de la centrale nucléaire de Tchernobyl explose. En 10 jours, près de 12 milliards de GBq sont libérés dans l'environnement.

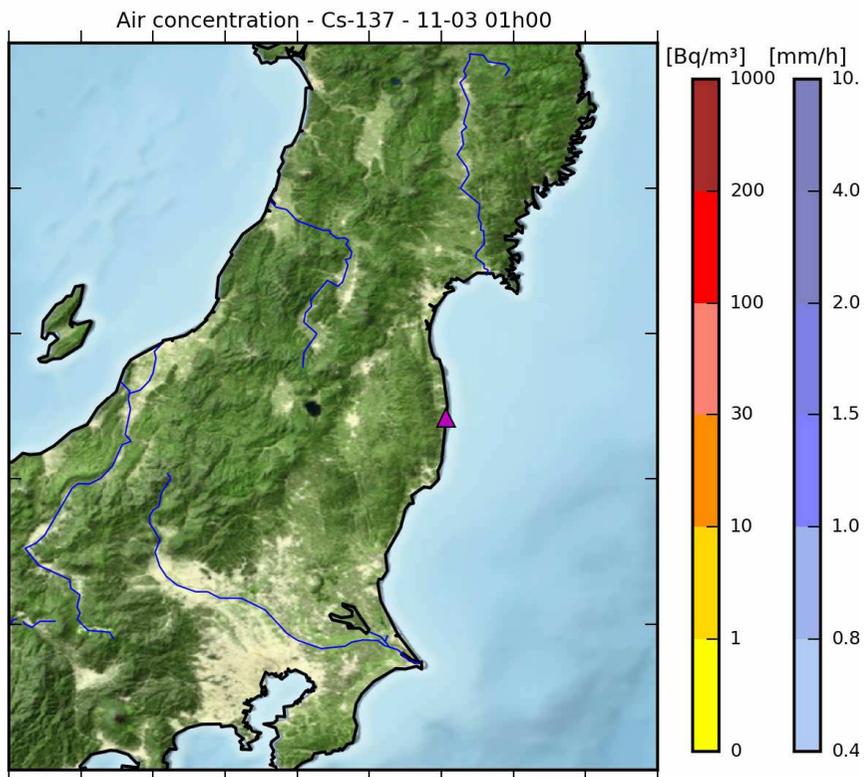


### Niveaux de contamination de la Biélorussie en 2001, en $^{137}\text{Cs}$ et en $^{90}\text{Sr}$

- 23% du territoire agricole est contaminé avec du  $^{137}\text{Cs}$  ( $>37\text{kBq/m}^2$ )
- 10% - avec du  $^{90}\text{Sr}$  ( $>5.5\text{kBq/m}^2$ )

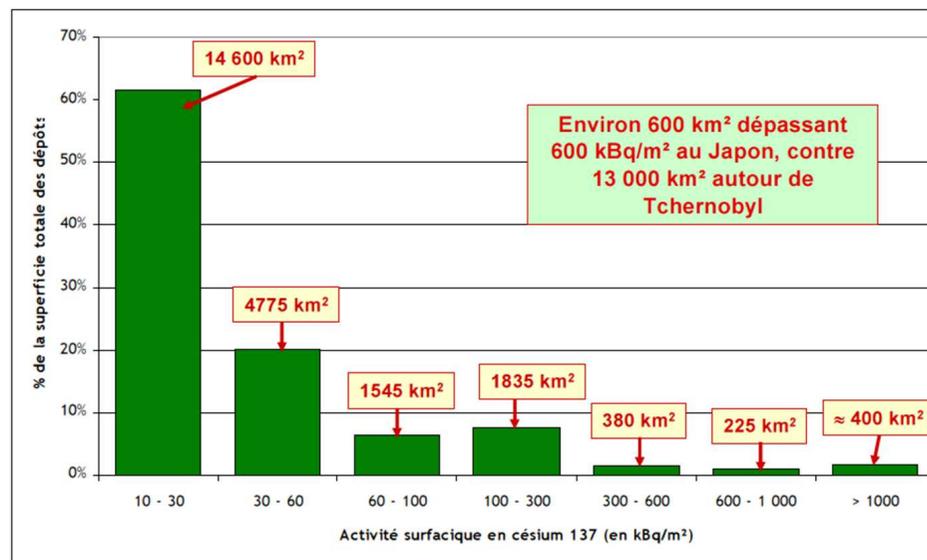
Source : Chernobyl consequences: contamination of land, food products and countermeasures in Belarus – I. Bogdevitch

## Rappel du contexte (3/4)



Mars 2011 : tsunami et accident nucléaire à la centrale de Fukushima Daiichi

- La zone la plus contaminée 29 millions de Bq/m<sup>2</sup> <sup>134+137</sup>Cs immédiatement à l'ouest de la centrale ;
- Dépôts en "points chauds" jusqu'à 250 km (selon la zone de précipitations lors de la dispersion des rejets).



## Rappel du contexte (4/4)

- Plusieurs objectifs à l'issue des accidents :
  - Protéger la population ;
  - Réduire les doses dues à l'irradiation des dépôts résultant des accidents ;
  - Reprendre les activités agricoles ;
  - Améliorer la confiance dans les produits agricoles.



Mise en place de contremesures visant à réduire les concentrations d'activité dans les productions agricoles

## Contremesures agricoles mises en place après l'accident de Tchernobyl



## Evolution des contremesures entre 1986 et maintenant (1/4)

### 1986-1991

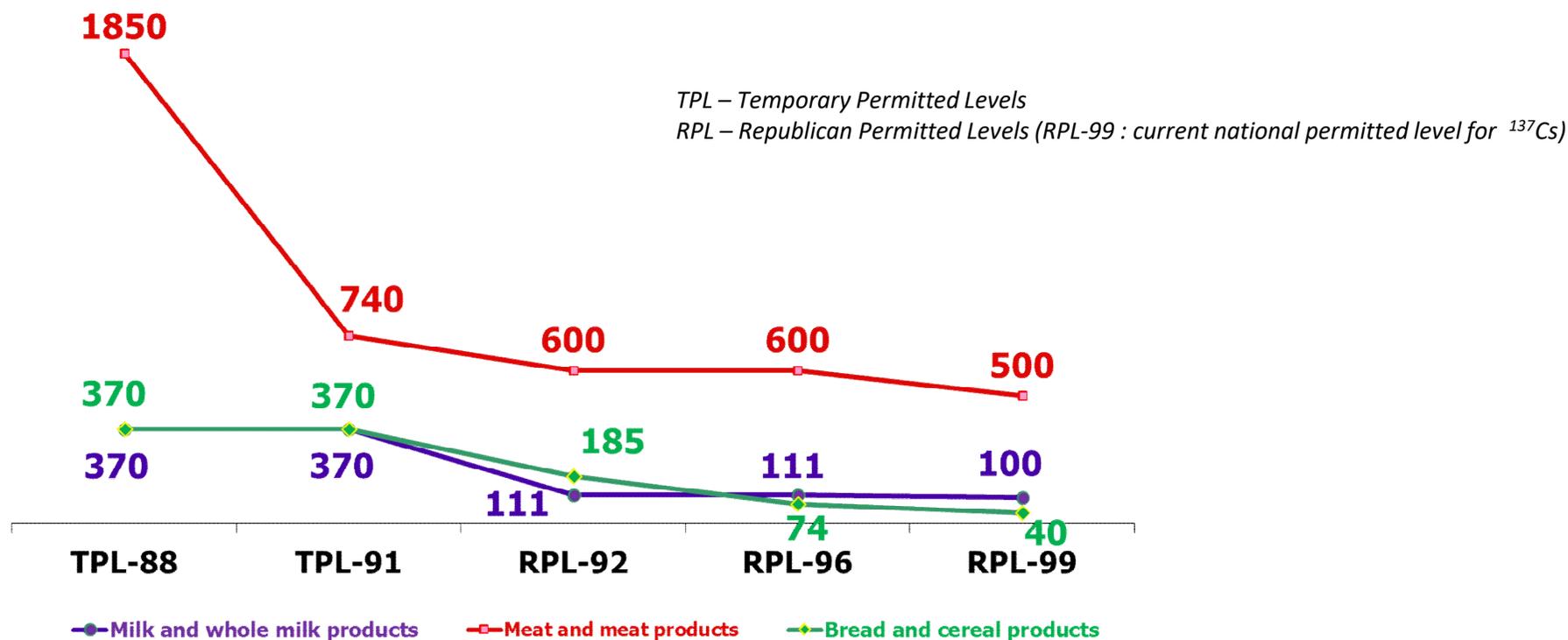
- Relocalisation des populations et exclusion de l'utilisation des terres fortement contaminées (265 000 ha) ;
- Exclusion des cultures à forte accumulation de radionucléides (légumes, sarrasin, etc.).
- Chaulage, fertilisation avec des engrais P et K et limiter l'utilisation de fumier contaminé ;
- Restriction de la consommation de lait produit dans le secteur privé ;
- Contrôle radiologique obligatoire des produits agricoles et traitement obligatoire du lait ;
- Labourage profond des prairies sur sol tourbeux (utilisation limitée).

### 1992-2001 : améliorer la qualité des aliments produits localement et limiter la dose interne

- Modification progressive des niveaux admissibles de  $^{137}\text{Cs}$  et  $^{90}\text{Sr}$  dans les denrées alimentaires ;
- Utilisation alternative des terres (culture et transformation du colza). Sélection des cultures et des variétés ;
- Amélioration radicale des pâturages de surface et des prairies de fauche ;
- Ferrocène liant le césium, supplémenté en aliments mixtes pour vaches laitières (bleu de Prusse) ;
- Alimentation séparée des animaux en fonction de leur âge, etc.

## Evolution des contremesures entre 1986 et maintenant (2/4)

Niveaux maximums admissibles pour le  $^{137}\text{Cs}$  dans les denrées alimentaires en Biélorussie



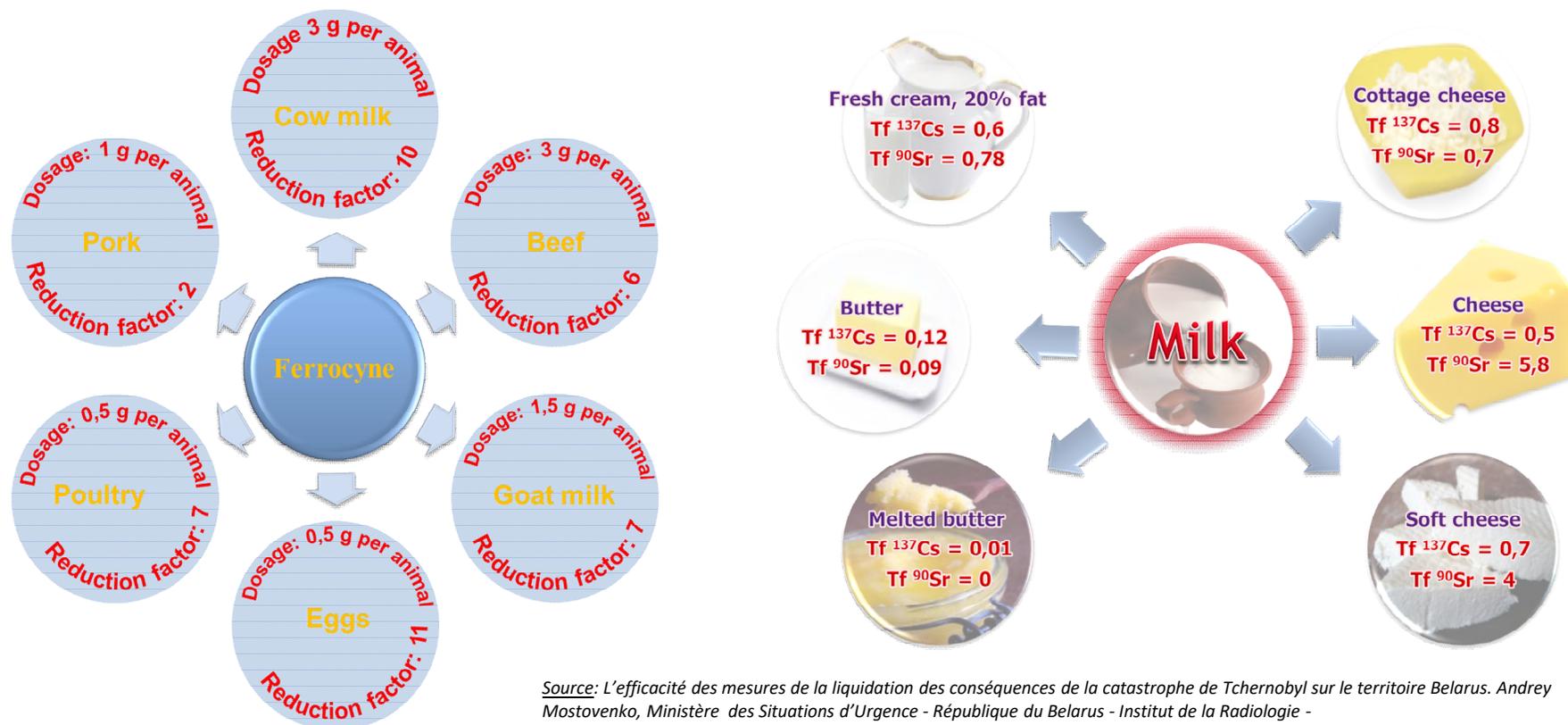
## Evolution des contremesures entre 1986 et maintenant (3/4)

- 2001 à aujourd'hui : Réhabilitation des territoires contaminés, garantie de conditions de vie sûres et développement économique et social des zones rurales
  - Modernisation et re-spécialisation des exploitations ;
  - Chaulage pour optimisation (pH - CaMg) ;
  - Optimisation et entretien de la fertilité des sols ;
  - Fertilisation spécifique au site P et K, N à libération lente et engrais composés ;
  - Sélection des cultures et des variétés (légumes, maïs à grain, etc.) ;
  - Amélioration radicale des pâturages de surface et des prairies de fauche ;
  - Alimentation mixte complétée par du ferrocène liant le césium pour les vaches laitières (bleu de Prusse) ;
  - Alimentation séparée des animaux en fonction de leur âge, etc. ;
  - Transformation des produits bruts en produits dérivés.
- Mise en place d'un système de mesures de protection organisationnelles, technologiques, agrochimiques, zoologiques et vétérinaires.

*Source : Chernobyl consequences: contamination of land, food products and countermeasures in Belarus – I. Bogdevitch*

## Evolution des contremesures entre 1986 et maintenant (4/4)

### Exemples de contremesures :



Source: L'efficacité des mesures de la liquidation des conséquences de la catastrophe de Tchernobyl sur le territoire Belarus. Andrey Mostovenko, Ministère des Situations d'Urgence - République du Belarus - Institut de la Radiologie -

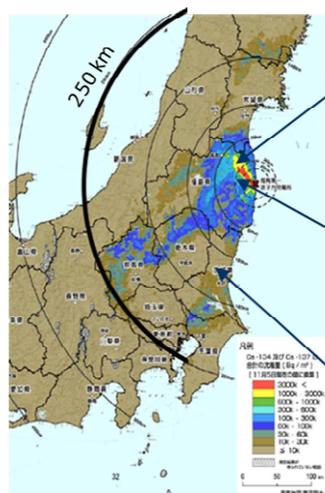
## Contremesures agricoles mises en place après l'accident de Fukushima



(Source : JAEA)

## Contexte agro-climatique en mars 2011

- Survenue de l'accident au début du printemps 2011
  - Végétation peu développée et bétail confiné ;
  - Les produits les plus sensibles (e.g. légumes feuilles, lait) contaminés à la suite des premiers dépôts ;
  - Restrictions alimentaires (consommation et/ou commercialisation) mises en place progressivement dans et autour de la préfecture de Fukushima



T. Homma (2015)

Eau potable (I-131) : 965 Bq/kg  
20 mars (*litate*)

Lait (I-131) : 1190 Bq/kg  
16 mars (*Kawamata*)

Épinards (I-131) : 54100 Bq/kg  
18 mars (*Hitachi*)



Préf. de Fukushima 21/03-10/05  
Autres préf. 23-27/03



Préf. de Fukushima 21/03  
Autres préf. 21/03-10/05



Préf. de Fukushima 21/03  
Autres préf. 21/03

## Des contremesures drastiques pour réduire la contamination

- En fonction des cultures et des niveaux de contamination, diverses contremesures mises en œuvre

### Arbres fruitiers



Écorçage/ nettoyage à eau à haute pression

### Rizières et terres agricoles



Fertilisation intensive des sols



Retrait de la couche superficielle des sols / Labours profonds

### Élevage



Confinement du bétail / Fourrage propre

### Retour d'expérience...

- Plus de 17 millions m<sup>3</sup> de déchets produits par les contremesures et les travaux de décontamination ;
- Des contremesures parfois inefficaces (e.g. *anpokakis*) voire contreproductives (e.g. *mort du bétail*) ;
- Des efforts et des coûts considérables assurés par les éleveurs et producteurs.

## Contrôle radiologique des denrées alimentaires (1/3)

- Restrictions alimentaires progressives sur la base de Niveaux Maximaux Admissibles (NMA) dans les produits alimentaires fixés par le gouvernement Japonais
  - Niveaux-guides des césiums ont changé entre 2011 et 2012 ;

5 mSv/an 

	NMA appliqués en 2011 (pour le Césium – Bq/kg)	NMA appliqués en 2012 (pour le Césium – Bq/kg)
Eau potable	200	10
Lait et produits laitiers	200	50
Aliments pour enfants	–	50
Autres aliments	500	100

 1 mSv/an +  
révision des  
hypothèses  
de calcul

- Quand les niveaux sont dépassés : restrictions de commercialisation et/ou de consommation au sein de la préfecture concernée ;
- Levée des restrictions à l'issue de 3 mesures consécutives en-dessous des seuils.

## Contrôle radiologique des denrées alimentaires (2/3)

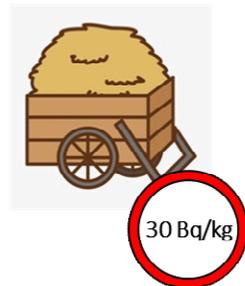
- Des protocoles de contrôle variés...
  - En parallèle des mesures officielles, **multiplication des contrôles radiologiques** pour assurer un suivi « de la fourche à la fourchette » ;
  - Mise en place de **contrôles systématiques** sur les **produits sensibles ou emblématiques** (e.g. riz, anpokakis).



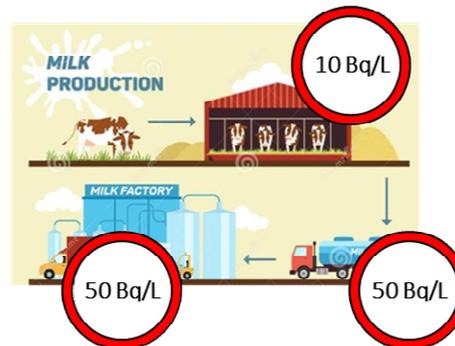
Contrôle du riz

- ... avec des critères dérivés plus stricts que les NMA

Pour anticiper les phénomènes de transfert



Pour rechercher l'origine de la contamination



Pour éviter les artefacts dus aux méthodes de screening



## Contrôle radiologique des denrées alimentaires (3/3)



Label de qualité pour  
l'Anpokasi de Fukushima

- La traçabilité des produits est assurée
  - Tous les résultats sont tracés et conservés par les différents acteurs (coopératives, distributeurs, etc.)
  - Des labels ont été créés pour assurer la traçabilité et prouver la qualité des produits ;
  - Les résultats de mesure en eux-mêmes ne sont pas systématiquement affichés.
- Principaux retours...
  - Plusieurs critères radiologiques mis en œuvre, beaucoup plus stricts que les NMA;
  - Multiplication des acteurs effectuant les contrôles radiologiques (agriculteurs, coopératives, distributeurs), en plus des contrôles officiels ;
  - Absence de coordinations et d'échanges sur les résultats entre les différents acteurs ;
  - Le contrôle radiologique contribue à la restauration de la confiance.

## Exemple du cas des Anpokakis



Label de qualité pour  
l'Anpokaki de Fukushima

- Durant la phase d'urgence...
  - Interdiction totale de la vente d'anpokaki pendant 2 ans après l'accident ;
  - Décontamination complète des arbres (écorçage et nettoyage à l'eau haute pression) ;
  - Reprise progressive de la production : 5 arbres sélectionnés aléatoirement dans des parcelles témoins dans lesquelles 3 jeunes fruits sont échantillonnés :
    - si  $80\% < 10 \text{ Bq/kg}$  : les fruits matures sont alors récoltés et la parcelle est déclarée « exemplaire » ;
    - réitération parcelle par parcelle.
- A plus long terme après l'accident...
  - Criblage en paquets (x4, x8, x12) LD  $< 50 \text{ Bq/kg}$  ;
  - Étiquetage (« contrôle OK ») si mesure  $< 50 \text{ Bq/kg}$ , écartée si  $>$  ;
  - 2016 : 75% du niveau de production de 2011.



## Conclusion

- Efforts de remédiation très importants
  - Contremesures communes ;
  - Contremesures spécifiques, adaptés au contexte agro, pédoclimatique japonais.
  
- Des moyens exceptionnels mis en œuvre au Japon
  - Complexification du système de gestion des produits alimentaires et multiplication des critères radiologiques déclinés pour chaque filière ;
  - Implication de nombreux acteurs sans mutualisation des moyens ;
  - Vers quelle évolution du contrôle radiologique permettant de maintenir une vigilance sur le long terme?
  
- Leçons à tirer
  - Importance d'adapter les contremesures au territoire (sols, production) ;
  - Importance d'avoir une flexibilité dans la mise en œuvre de ces contremesures (discussion avec les acteurs concernés...).

Merci pour votre attention