

The logo for IRSN (Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire) features the letters 'IRSN' in a bold, sans-serif font. The 'I' and 'R' are red, while the 'S' and 'N' are blue. The 'S' and 'N' have a white-to-blue gradient effect.

INSTITUT  
DE RADIOPROTECTION  
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

*Faire avancer la sûreté nucléaire*

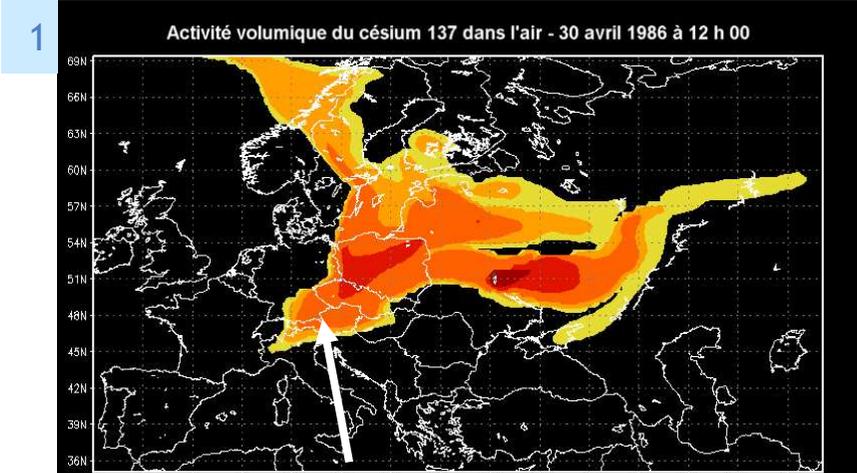
# *Les retombées en France de l'accident de Tchernobyl Rappels et situation actuelle*

*Ph. Renaud & L. Pourcelot  
IRSN/PRP-ENV*

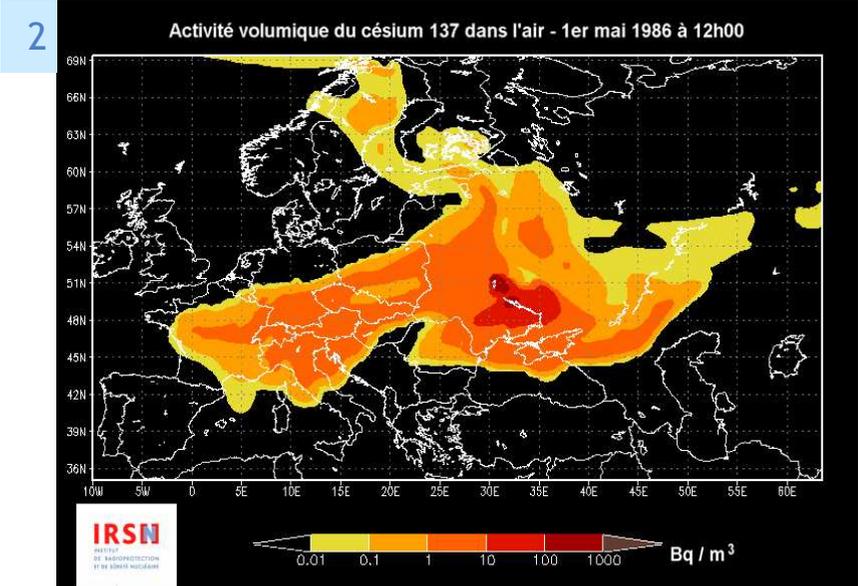


# Les retombées en France de l' accident de Tchernobyl c'est...

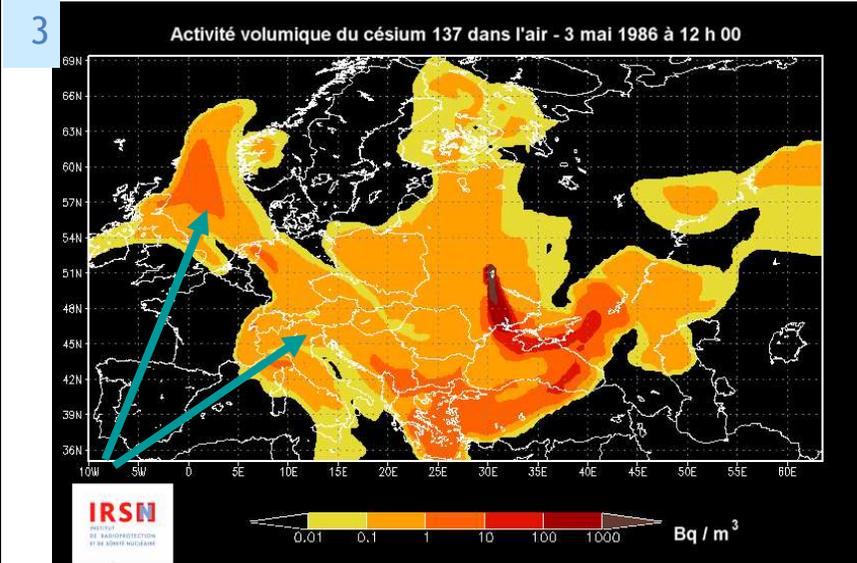
...tout d'abord, une masse d'air contaminée par les rejets d'une seule journée (le 27 avril 1986) qui « navigue à contre-sens » pendant plus 6 jours



Situation au 30 avril : une masse contaminée par les rejets du 27 avril se dirige vers l'Ouest



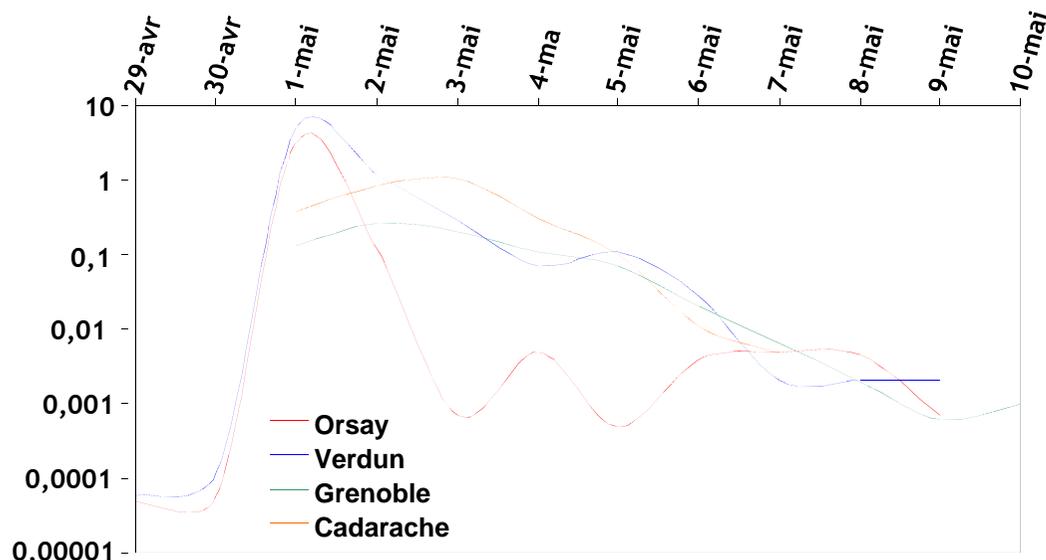
Situation au 1<sup>er</sup> mai : elle recouvre la France



Situation au 3 mai : retour à une circulation atmosphérique normale ; la masse d'air se seconde en 2 et reflue vers l'Est et le Nord-Est

# Les retombées en France de l'accident de Tchernobyl c'est...

Activité de l'air sur 4 stations de l'Est du pays (Bq/m<sup>3</sup>)

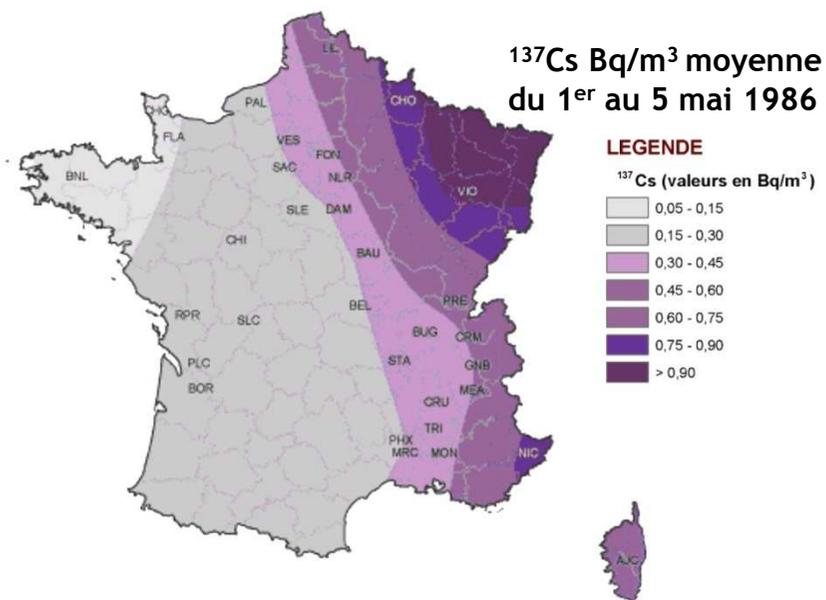
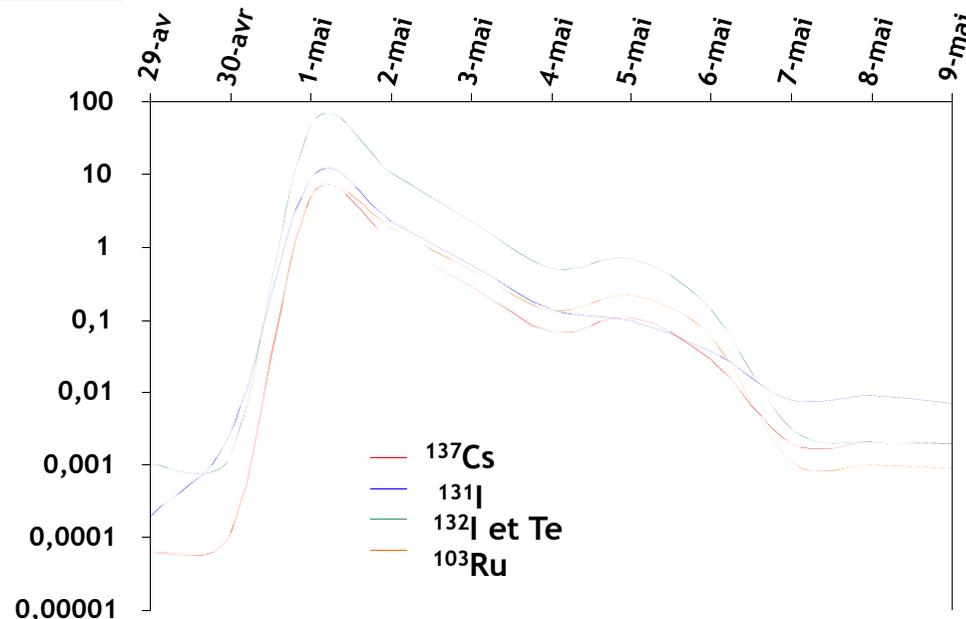


...une augmentation brutale de l'activité en <sup>137</sup>Cs de l'air, accompagnée d'autres radionucléides :

<sup>134</sup>Cs, <sup>131</sup>I, <sup>103</sup>Ru, <sup>132</sup>I-Te, <sup>106</sup>Ru, <sup>95</sup>Zr, <sup>140</sup>Ba...

notamment dans le tiers Est du pays

Activité de l'air en césium 137 à Verdun (Bq/m<sup>3</sup>) du 29 avril au 10 mai 1986

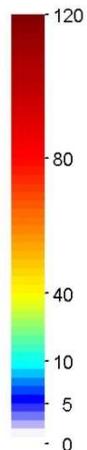


Document IRSN - Ne peut être diffusé sans son autorisation

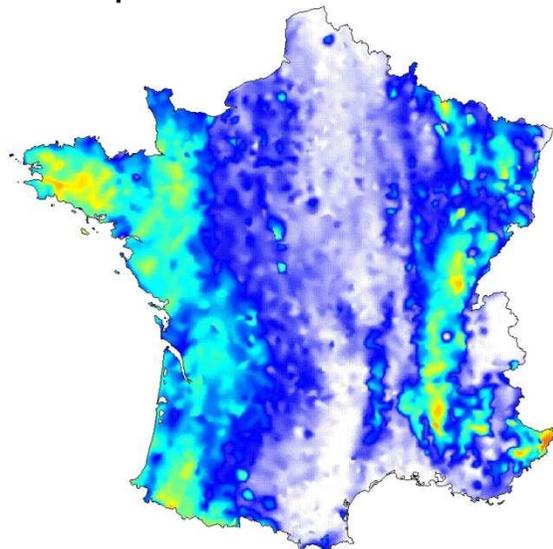
# Les retombées en France de l' accident de Tchernobyl c'est...

## Légende

Hauteurs des précipitations  
Période du 1er au 5 mai 1986  
(données Météo-France)

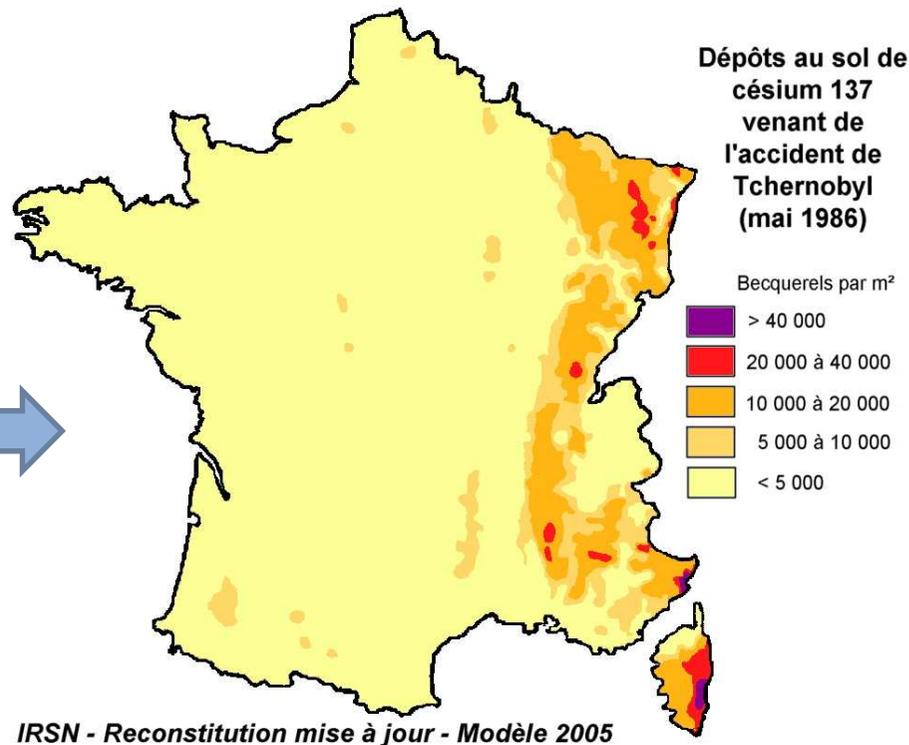
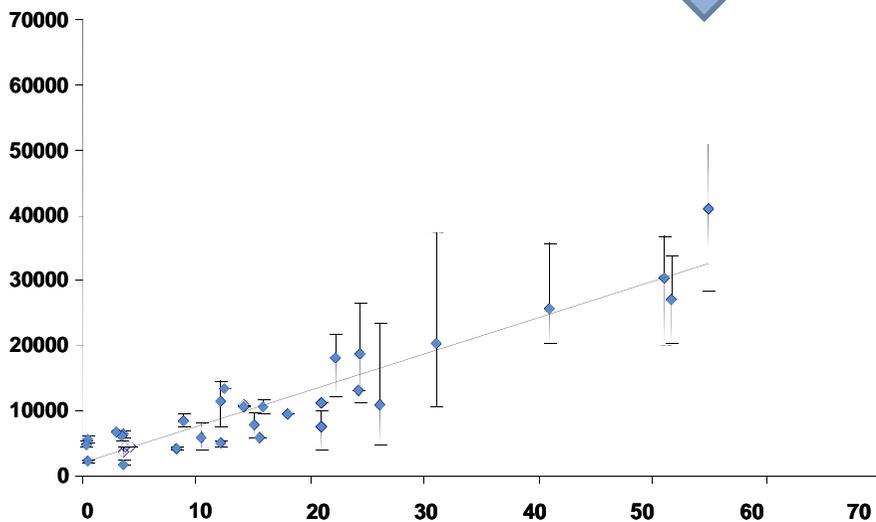


### Hauteur de pluie cumulée du 1<sup>er</sup> au 5 mai 1986 (mm)



...des pluies qui arrosent le pays au moment où cette masse d'air survole la France, conduisant à des dépôts radioactifs pluvieux, plus importants et très hétérogènes dans l'Est

### Activités déposées de <sup>137</sup>Cs (Bq/m<sup>2</sup>)



# Les retombées en France de l' accident de Tchernobyl c'est...

... des légumes prêts à être récoltés, notamment des légumes-feuilles, qui interceptent les dépôts radioactifs



... des vaches au pâturage qui broutent de l'herbe contaminée ...



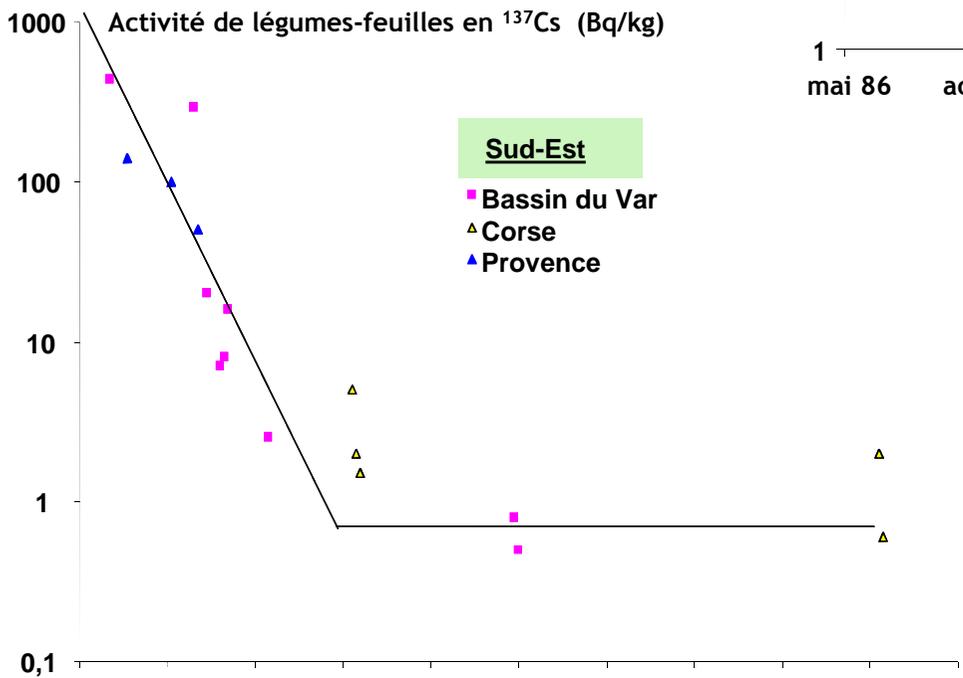
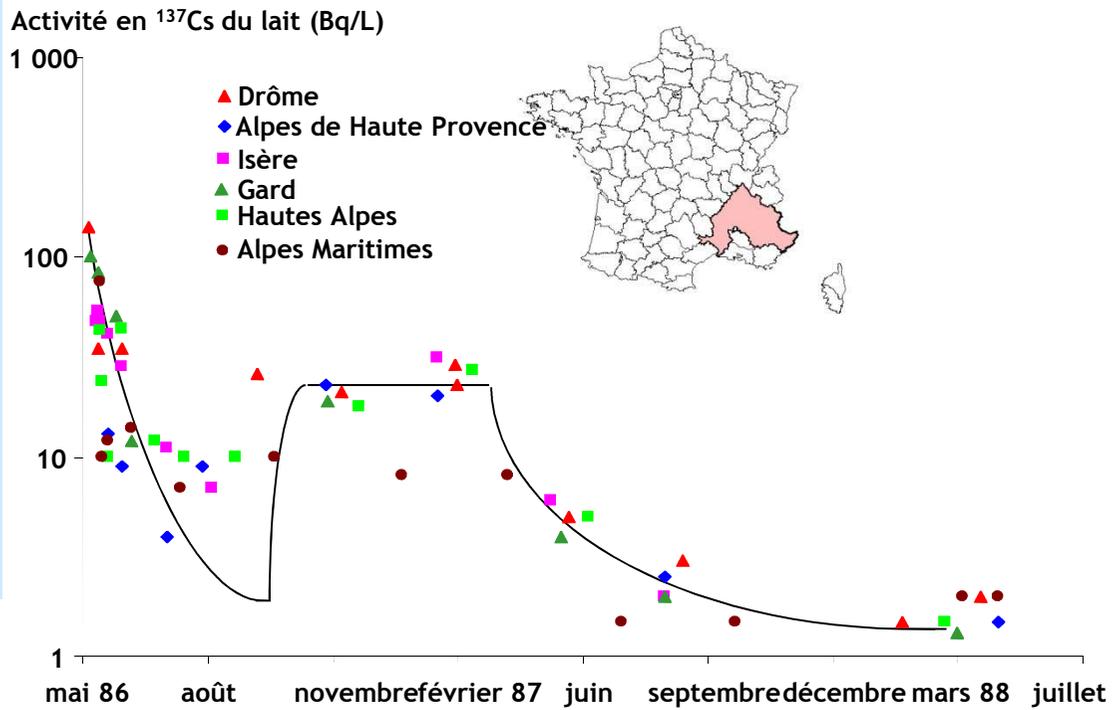
... mais de grandes cultures céréalières et fruitières qui se trouvent à un stade végétatif très précoce au moment des dépôts et qui vont être relativement épargnées

# Les retombées en France de l'accident de Tchernobyl c'est...

... des niveaux de contamination dans l'Est de la France qui ont atteint immédiatement après les dépôts :

- 1000 Bq/kg (<sup>137</sup>Cs\*) et 3000 Bq/kg (<sup>131</sup>I) dans les légumes-feuilles
- 200 Bq/L (<sup>137</sup>Cs\*) et 800 Bq/L (théorique <sup>131</sup>I) dans le lait de vache
- plus de 10 000 Bq/L (théorique <sup>131</sup>I) dans le lait de chèvre ou de brebis
- 1000 Bq/kg (<sup>137</sup>Cs\*) dans la viande

\*et 2 fois moins de <sup>134</sup>Cs



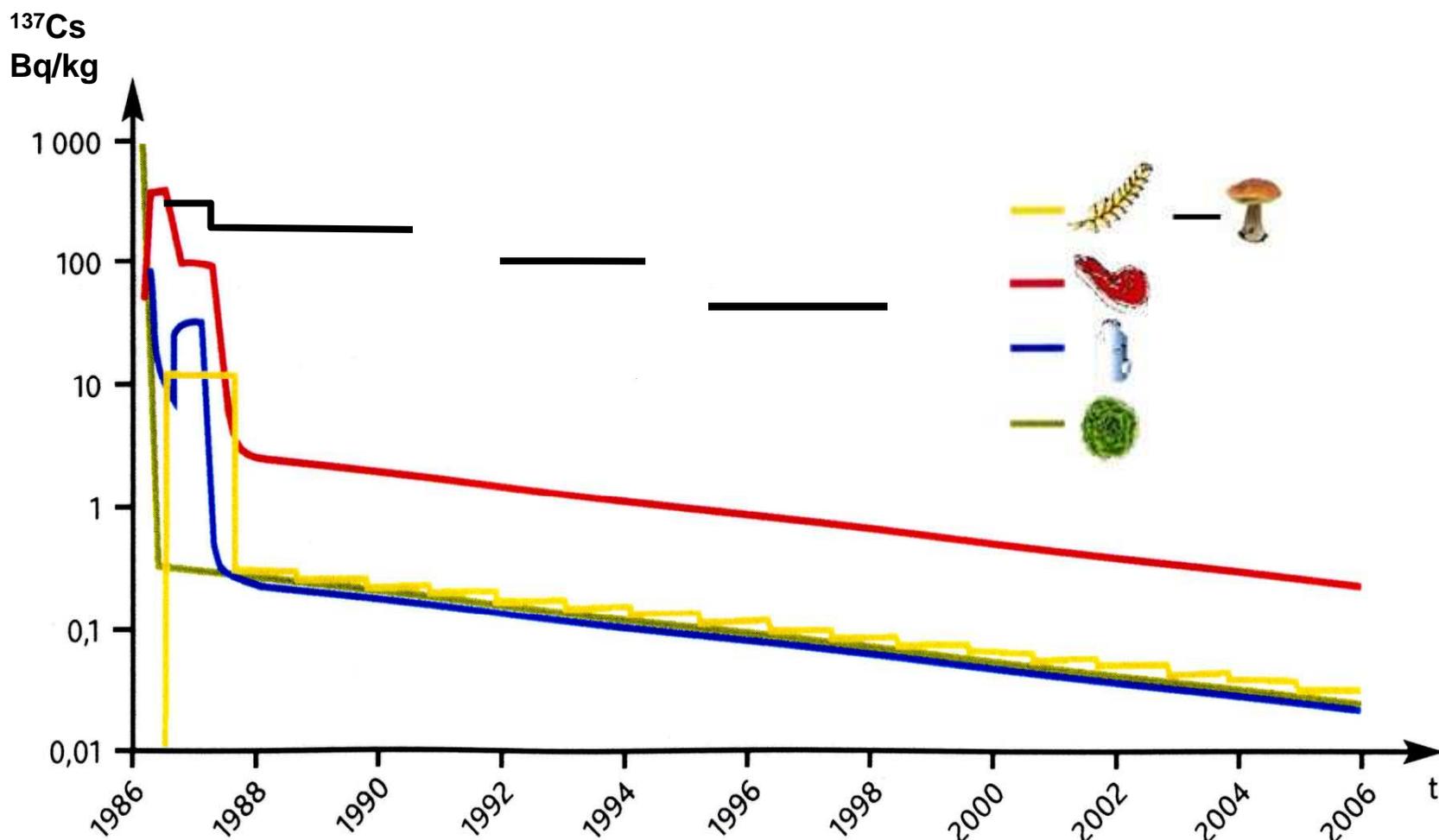
Une contamination très modérée en 1986

- des céréales  
 < 50 Bq/kg et théoriquement < 10 Bq/kg sur la majeure partie du pays  
 > 50 Bq/kg et jusqu'à 200 Bq/kg dans 5 départements du Sud Est
- des fruits  
 < 50 Bq/kg sauf les cerises (300 Bq/kg)
- et du vin : < 1 Bq/L

## Les retombées en France de l' accident de Tchernobyl c'est...

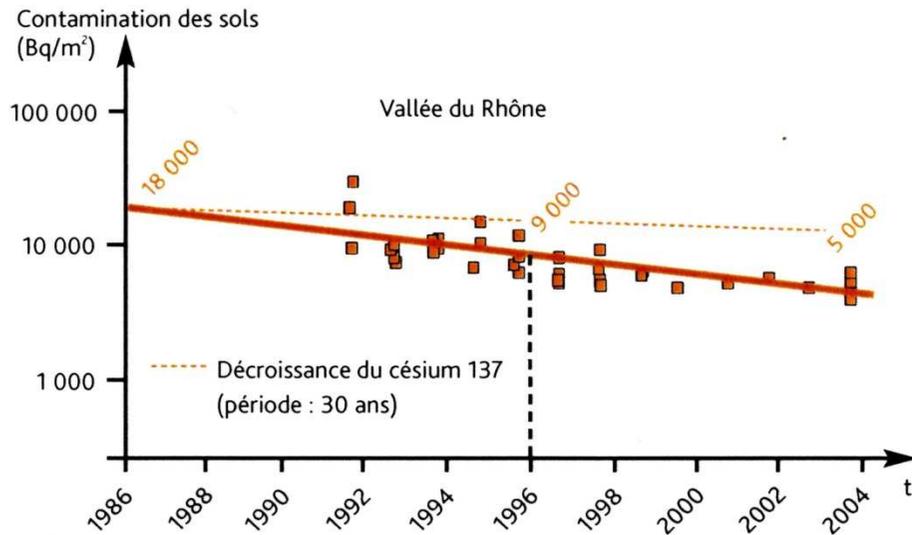
... des activités en  $^{137}\text{Cs}$  qui ont brutalement chuté en 1987 (contamination par transfert racinaire) puis régulièrement diminué au cours des années suivantes (diminution de la biodisponibilité)

...la persistance d'activités élevées dans les denrées forestières (champignons et gibiers)

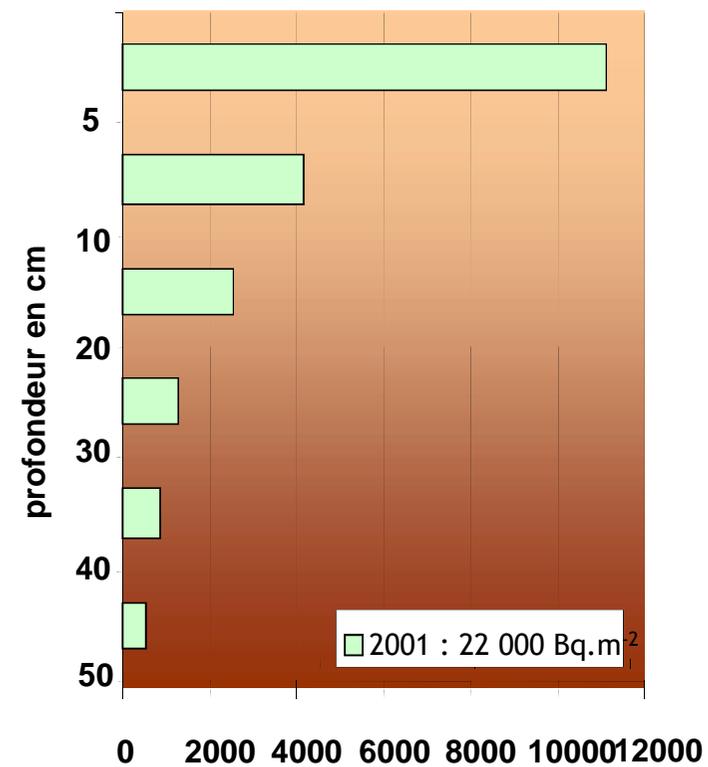


# Les retombées en France de l' accident de Tchernobyl c'est...

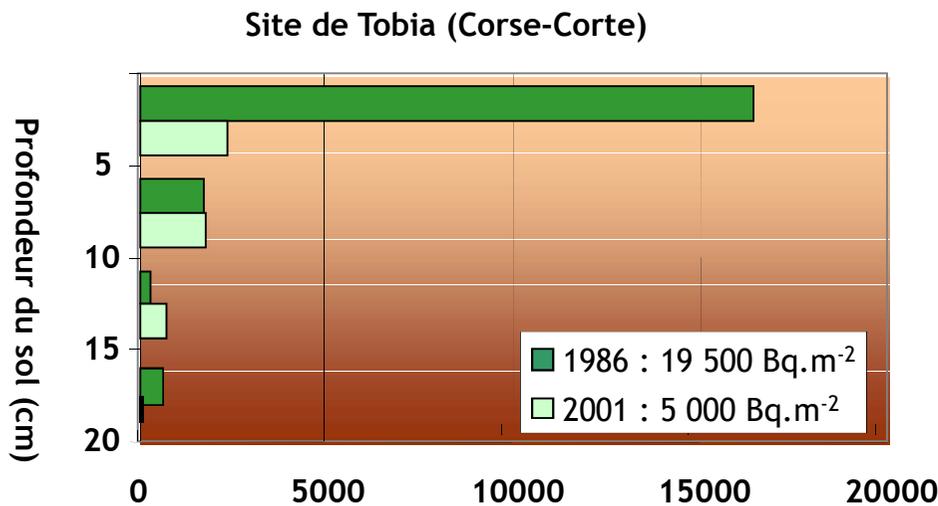
... la fixation du césium sur les argiles (et la matière organique) des sols  
 Sa rétention dans les couches de surface  
 Une diminution plus rapide que la décroissance radioactive



Site de Vaison-la-Romaine



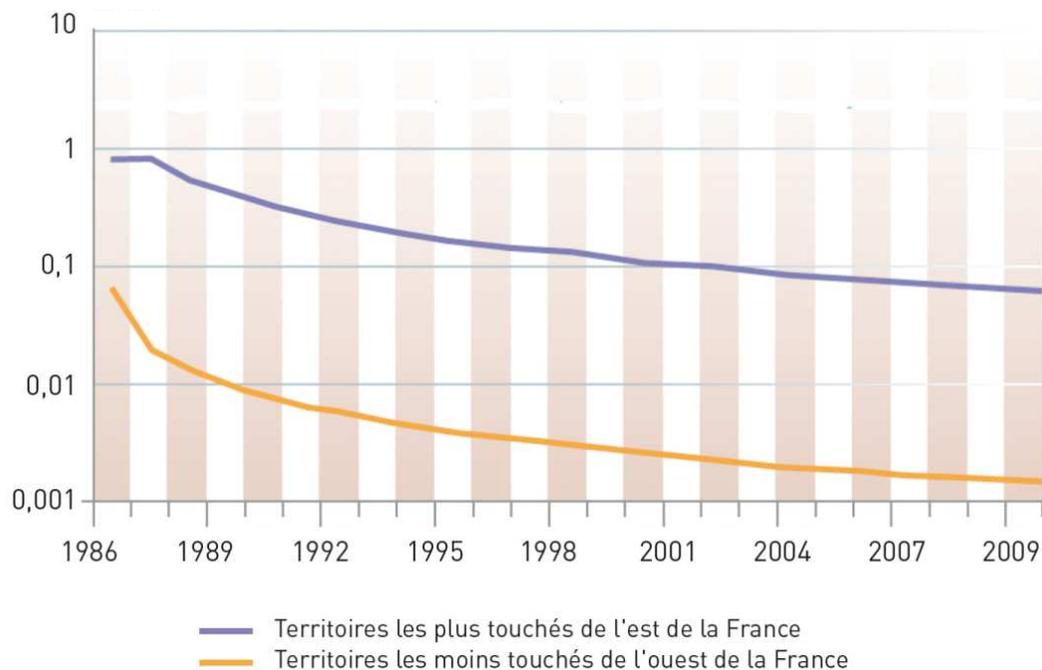
Cas « classique » des sols français riche en argile



Cas « extrême » de certains sols corses pauvres en argile

# Les retombées en France de l'accident de Tchernobyl c'est...

Evolution de la dose efficace moyenne (mSv/an)

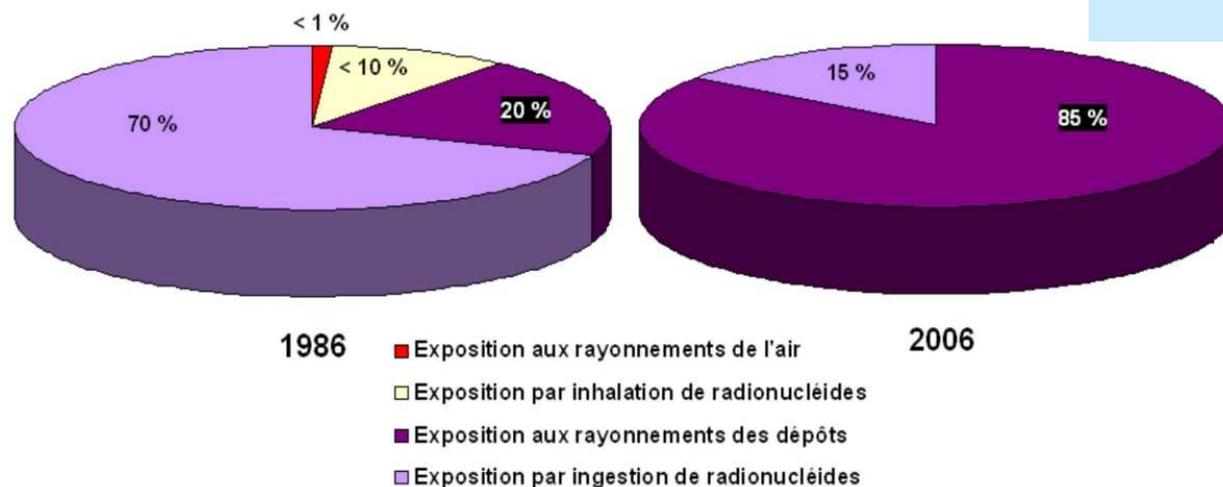


...une dose efficace moyenne qui en 1986 n'a pas atteint 1 mSv dans l'Est de la France

partout, principalement due à l'ingestion de denrées contaminées (70%).

...une dose équivalente moyenne à la thyroïde de l'ordre de 10 mSv pour les enfants ; prise dans les 3 premiers mois suivant les dépôts.

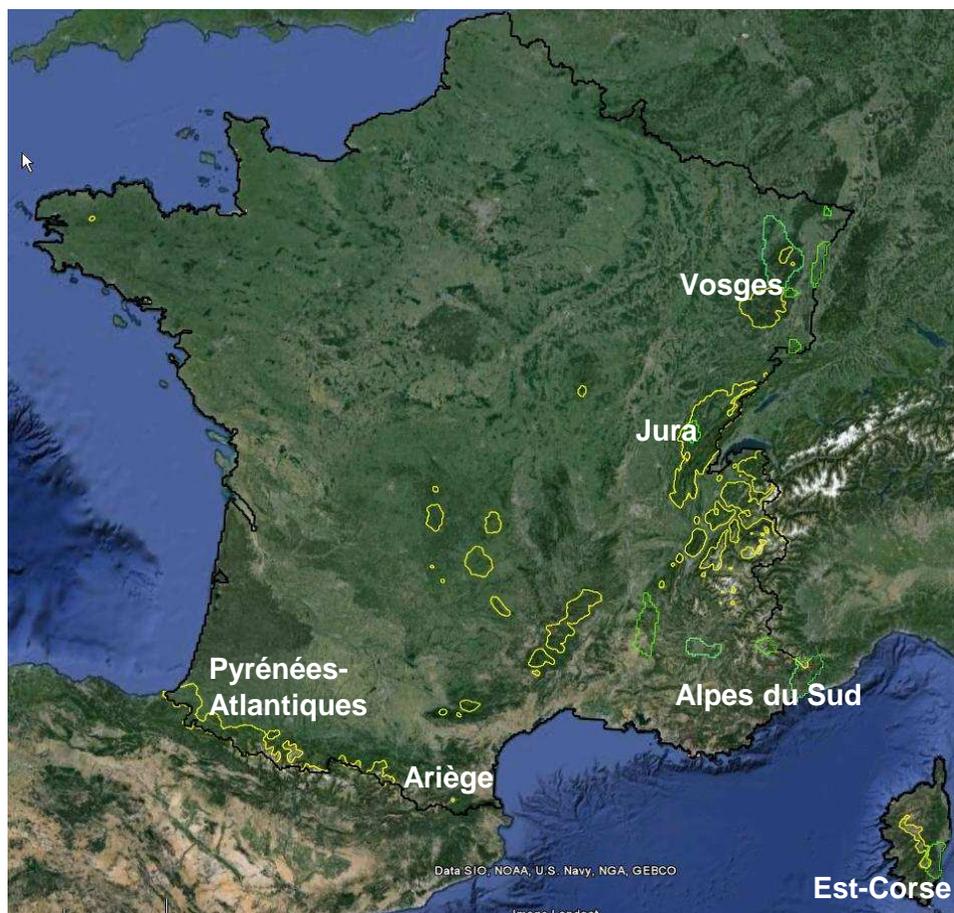
Des doses de quelques dizaines de mSv, à peut-être 100 mSv à la thyroïde, pour des enfants ayant consommé des produits laitiers frais issus des zones les plus touchées du pays.



... une dose efficace qui a ensuite régulièrement diminué.

Dès 1987 majoritairement due à l'exposition externe au rayonnement émis par les dépôts de césium.

## Le constat radiologique sur les zones de rémanence des retombées anciennes



$^{137}\text{Cs}$  Tchernobyl > 10 000 Bq.m<sup>-2</sup>

$^{137}\text{Cs}$  Tirs > 3 000 Bq.m<sup>-2</sup>

Un bilan établi par l'IRSN sur la rémanence actuelle (2013-2014) des retombées des essais atmosphériques d'armes nucléaires et de l'accident de Tchernobyl, sur les zones les plus touchées par ces retombées : Corse, Alpes du Sud, Ariège, Jura, Vosges et Pyrénées-Atlantiques

350 échantillons de sols, sédiments et poissons lacustres et fluviaux, champignons, baies, gibiers, laits et fromages, prélevés pour analyse de l'activité en  $^{137}\text{Cs}$ .

50 analyses complémentaires du  $^{90}\text{Sr}$  (sol, herbage, lait et fromages), et 49 analyses des transuraniens (sol)

+ des mesures du débit de dose dans l'air ( $^{137}\text{Cs}$ )

# Résultats des analyses de denrées, de sol et de sédiments

$^{137}\text{Cs}$

■ Moyenne, min et max des valeurs mesurées en France  
□ Moyenne, min et max des valeurs mesurées sur les « zones de rémanence »

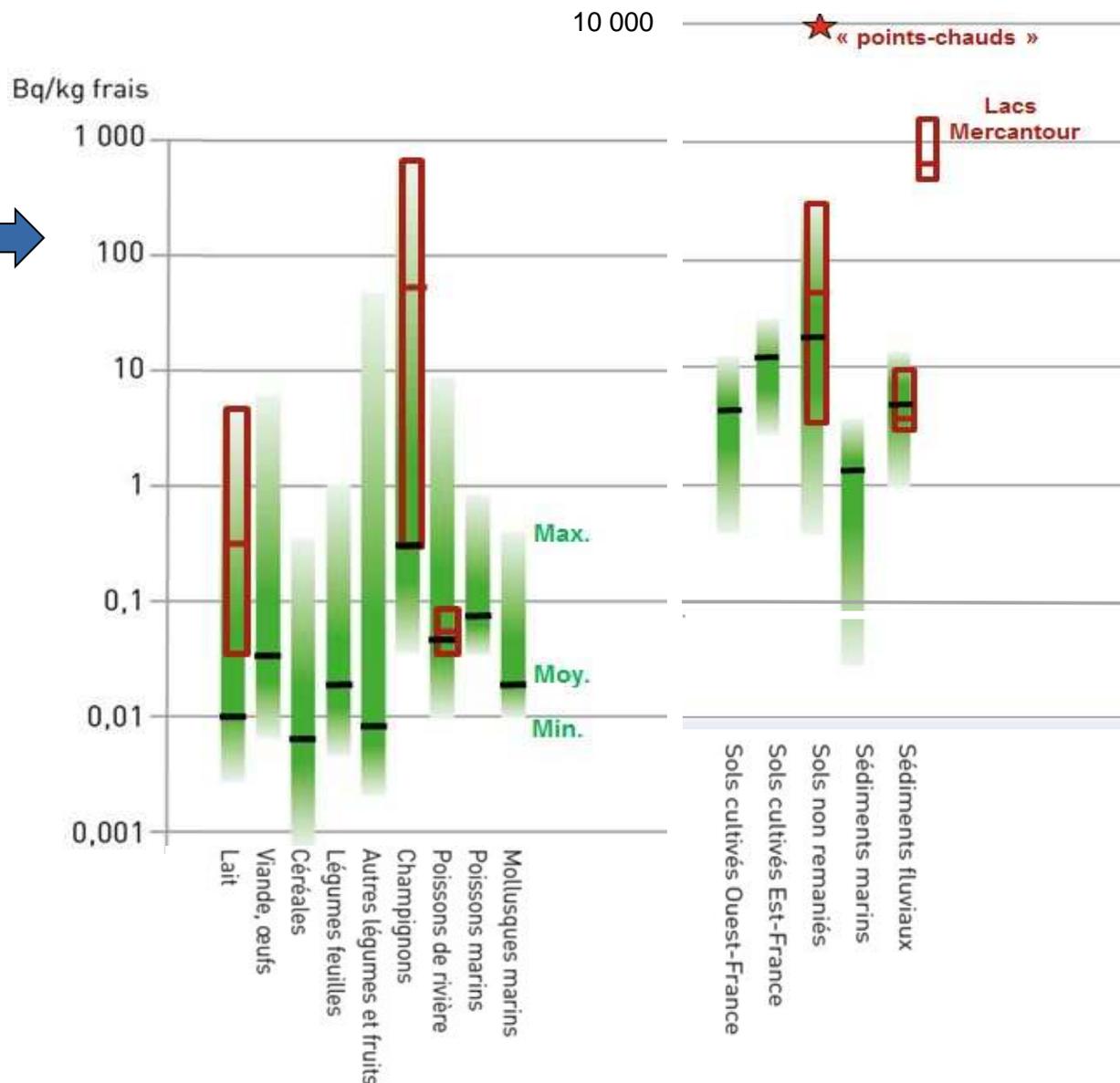
Les zones investiguées sont bien celles sur lesquelles les denrées produites, les sols et les sédiments, présentent les activités les plus élevées observées en France métropolitaine



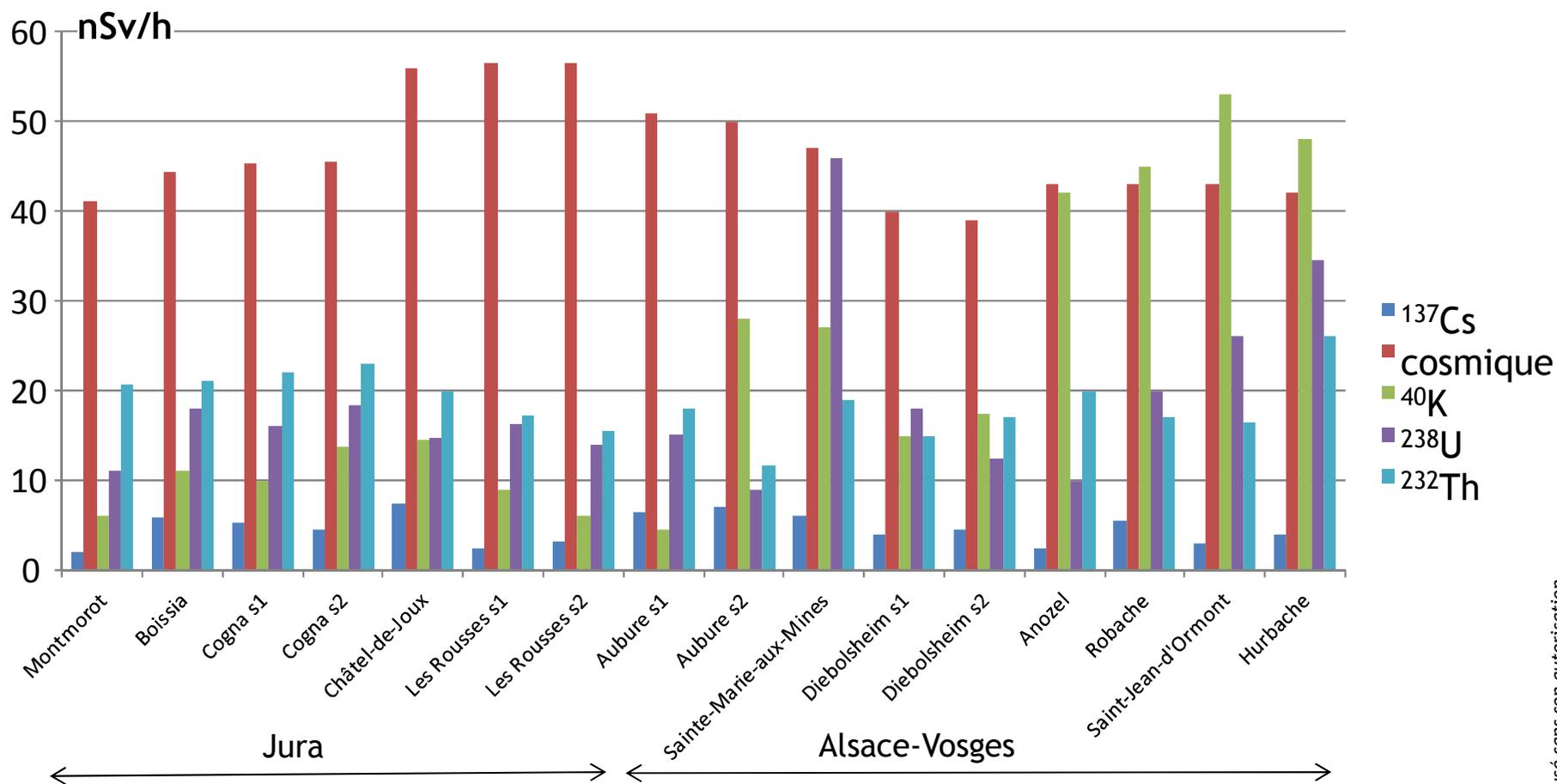
Par exemple, les activités mesurées dans les sols de ces zones sont encore aujourd'hui supérieures à 10 000 Bq/m<sup>2</sup> et en moyenne 8 fois supérieures à la moyenne des sols français (51 Bq/kg contre 6,5 Bq/kg)

Il en est de même pour le lait : 0,3 Bq/L sur ces zones contre 0,004-0,03 Bq/L ailleurs

Les activités des denrées forestières (baies, champignons et gibier), sont très variables (deux ordres de grandeurs environ) et peuvent être très élevées : jusqu'à plusieurs centaines de Bq.kg<sup>-1</sup> frais dans la viande de sanglier ou dans les champignons



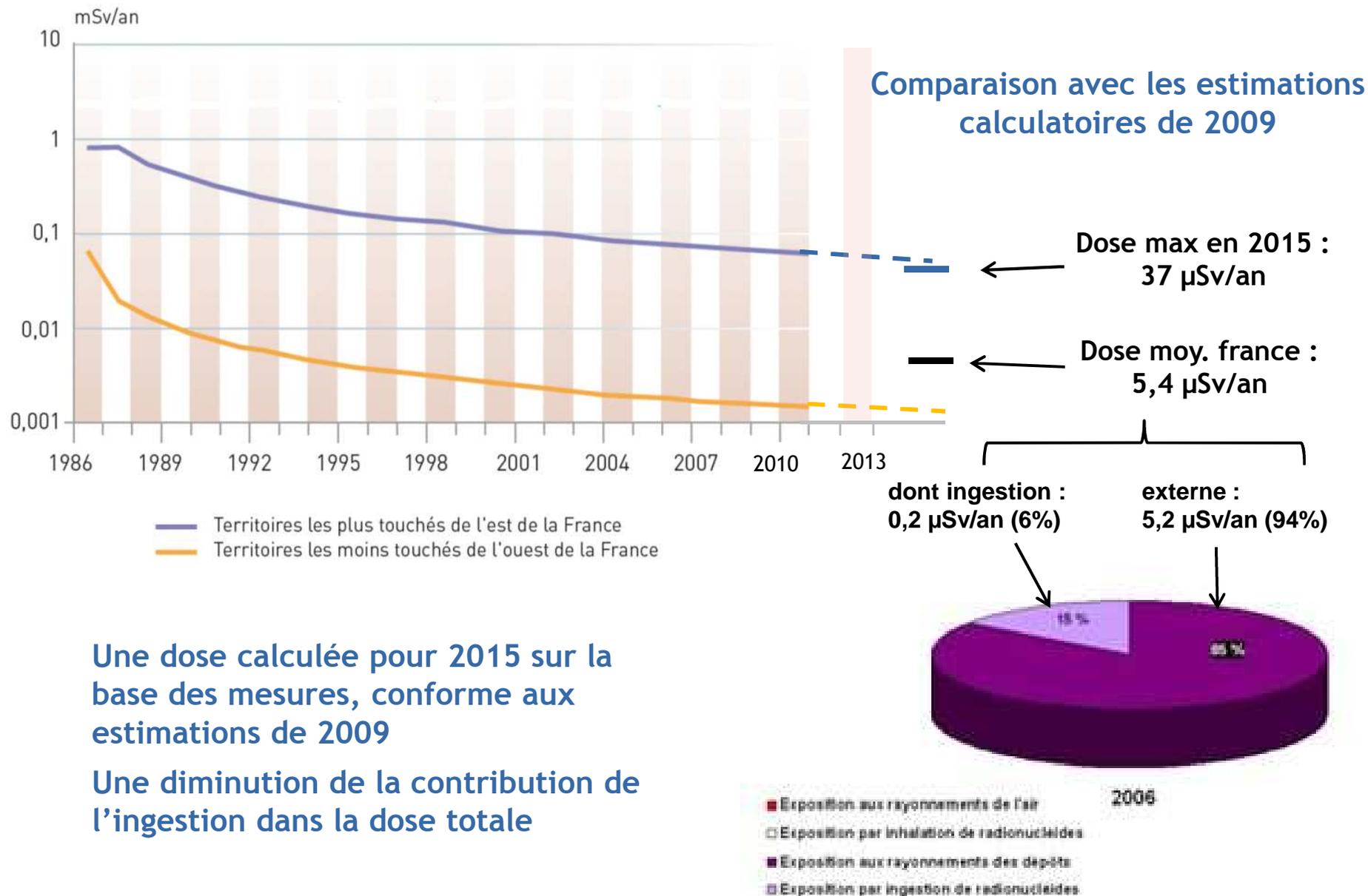
# Résultats des mesures du débit de dose dans l'air



➔  **$^{137}\text{Cs}$  compris entre 2,1 et 7,4 nSv.h<sup>-1</sup> ; soit 2-15 % du débit de dose total**

Zones d'étude	Nord-Cotentin	Orsay	Jura et Vosges	Mercantour hors « points chauds »	Mercantour « Point-chaud »
Débit de dose $^{137}\text{Cs}$ (nSv.h <sup>-1</sup> )	0,6-1,1	0,7	2,1-7,4	12	100
Origine des données	Gurriaran et al. (2001)	Gurriaran et al. (2001)	Présente étude	Gurriaran et al. (2001)	Gurriaran et al. (2001)

# Évaluation des doses efficaces moyennes dues au retombées de l'accident de Tchernobyl (ingestion + exp. externe) en 2015

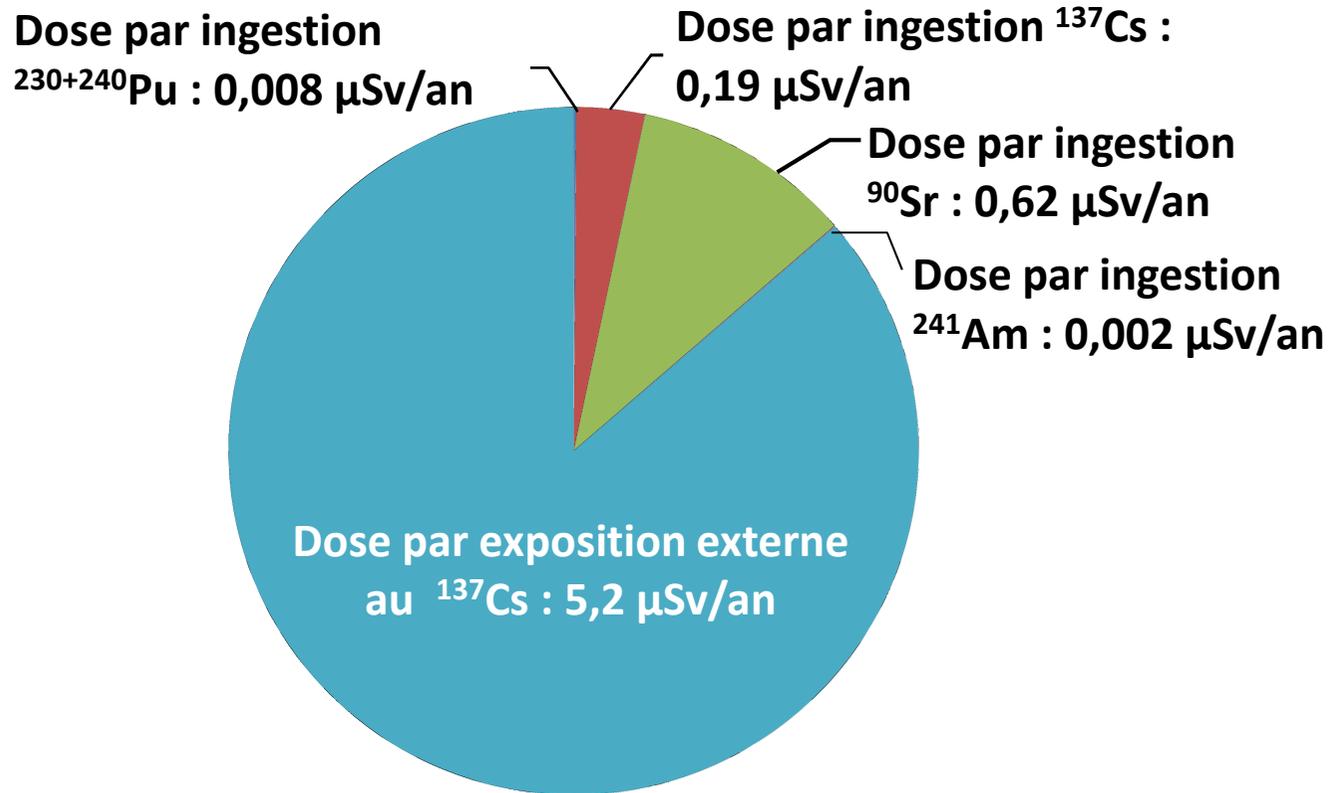


Une dose calculée pour 2015 sur la base des mesures, conforme aux estimations de 2009

Une diminution de la contribution de l'ingestion dans la dose totale

## Évaluation de la dose efficace moyenne totale en 2015

due à la rémanence des retombées anciennes (essais nucléaires + Tchernobyl)



Si l'exposition externe en France, due à la rémanence des retombées anciennes, est presque exclusivement liée au  $^{137}\text{Cs}$  des retombées de l'accident de Tchernobyl, l'exposition interne par ingestion de denrées est en moyenne liée aux essais nucléaires via l'incorporation de  $^{90}\text{Sr}$

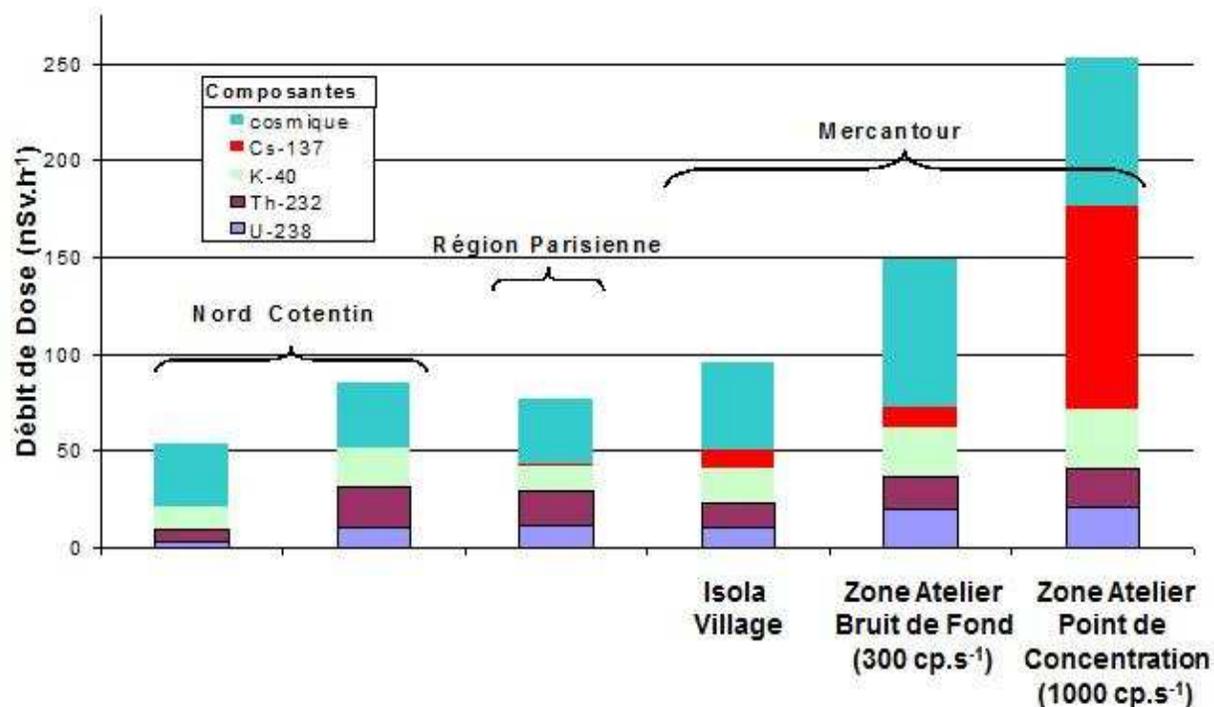
## Exposition potentielle sur les points chauds d'altitude

Sur les « points chauds » d'altitude, le débit de dose dans l'air dû au  $^{137}\text{Cs}$  mesuré à 1m au-dessus du sol ( $0,1 \mu\text{Sv/h}$ ) représente 40% du débit de dose total (naturel +  $^{137}\text{Cs}$ ) mesuré en ce point.

Ces mesures sont tout à fait cohérentes avec celles de la CRIIRAD à 1m et au contact du sol.

Les estimations de doses efficaces reçues pour une personne qui y resterait plusieurs heures (bivouac debout et allongé), le sont également :

quelques dizaines de  $\mu\text{Sv}$  dont seulement 40% dus au césium 137.

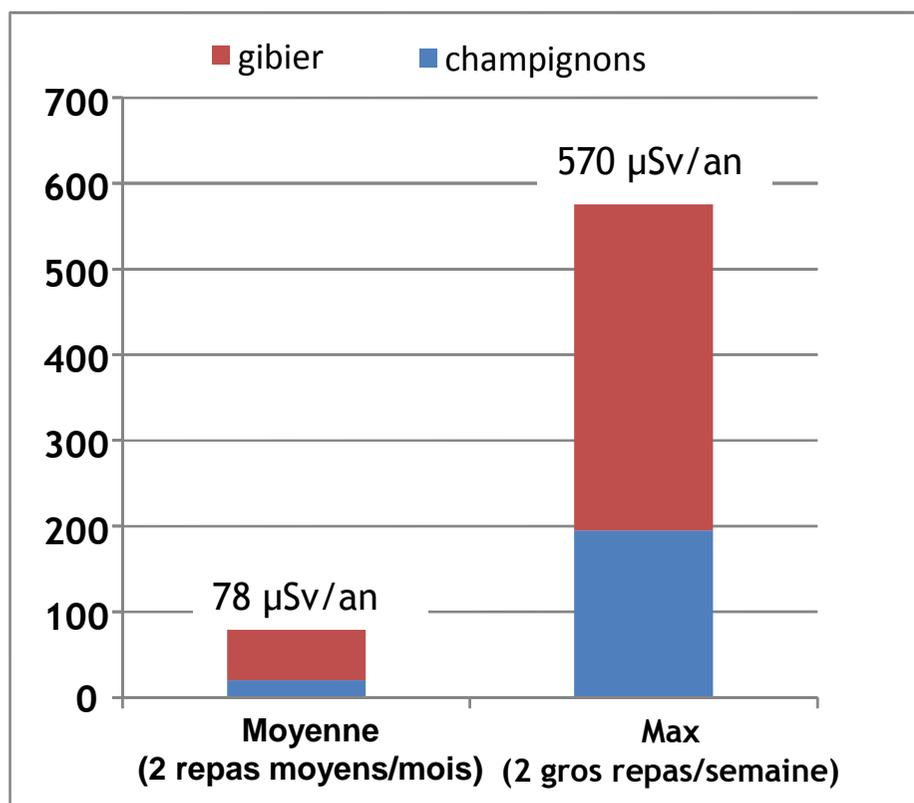


(d'après Guirarian, Bouisset, Murith, Josset, Pigrée, Melkhouché, Solier, Herbert, 2001)

## Exposition potentielle liée à la consommation de champignons et gibiers

Sur les zones de forte rémanence des retombées de l'accident de Tchernobyl, les activités des champignons (sauvages) et gibiers sont de loin les plus élevées. De l'ordre de 100 à 1000 fois supérieures à celle du lait par exemple.

L'enquête alimentaire menée en 2013 autour du site de Bure fournit des quantités de champignons sauvages et de gibier pour des consommateurs réguliers (moyennes) et de gros consommateurs de ces produits



Consommation en kg/an			
Champignons sauvages		Gibier	
Moyenne	Max	Moyenne	Max
2,6	25	5,1	32

A titre indicatif, ces quantités annuelles correspondent à :

- 2 repas par mois composés chacun de : 200g de gibier et 100g de champignons
- 2 repas par semaine composés chacun de : 300g de gibier et 250g de champignons

En considérant l'activité maximale mesurée dans les échantillons (600 Bq/kg pour les champignons et 900 Bq/kg pour le gibier), les doses correspondantes sont de 78 µSv/an et 570 µSv/an respectivement

## Bilan comparatif de l'exposition en 2016 de la population française à la rémanence des retombées de l'accident de Tchernobyl

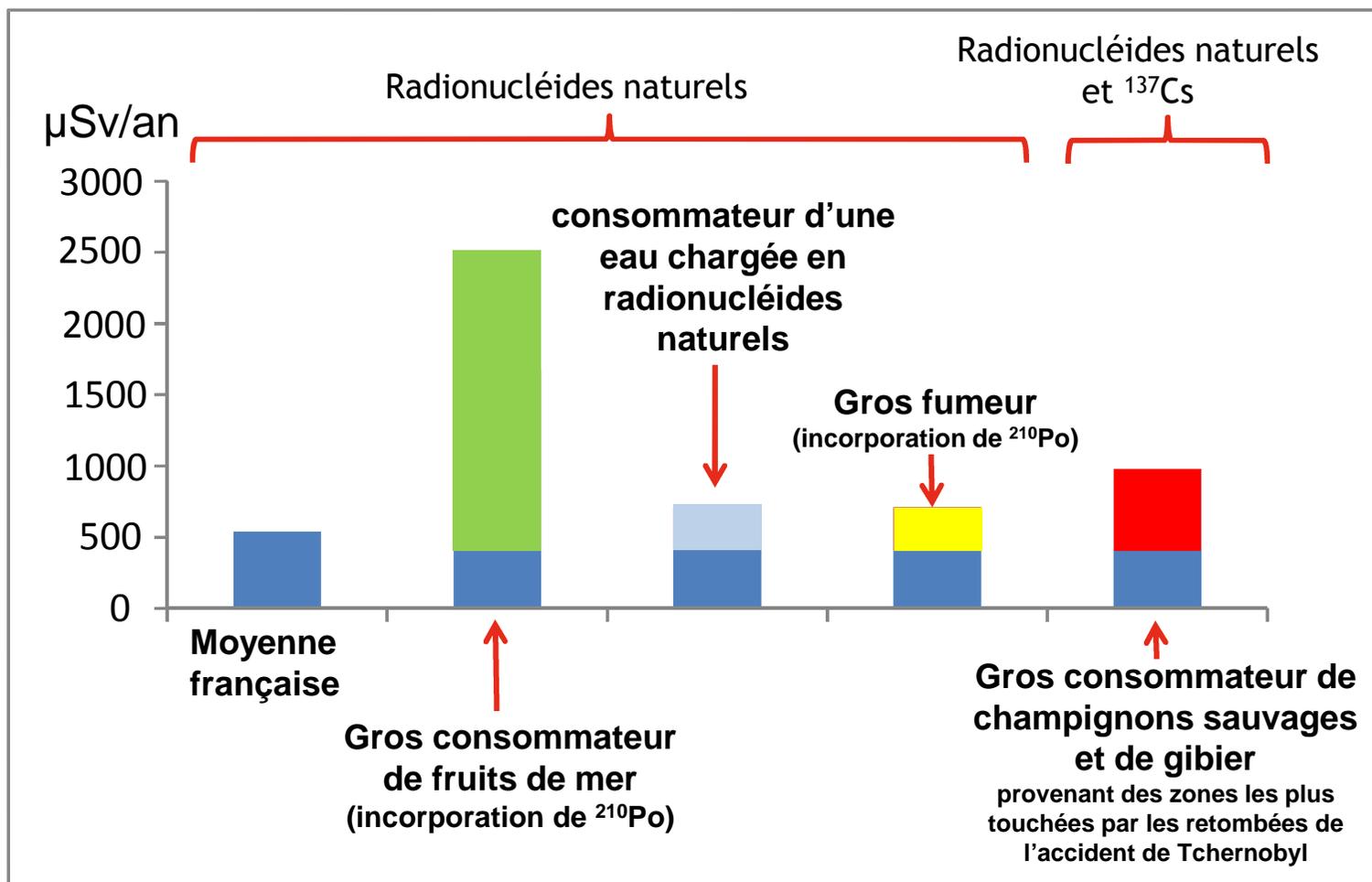
	Exposition externe	Exposition interne (ingestion)
Hors zones de forte rémanence	5 $\mu\text{Sv}\cdot\text{an}^{-1}$	1 $\mu\text{Sv}\cdot\text{an}^{-1}$
Zones de forte rémanence de l'accident de Tchernobyl	jusqu'à 40 $\mu\text{Sv}\cdot\text{an}^{-1}$	Jusqu'à quelques dizaines à quelques centaines $\mu\text{Sv}\cdot\text{an}^{-1}$ pour les consommateurs de champignons sauvages et de gibier

**Les personnes résidant sur les zones de l'Est du pays les plus touchées par les retombées de l'accident de Tchernobyl, peuvent recevoir des doses de l'ordre de 10 fois supérieures à celles estimées pour les résidents des 2/3 ouest du pays.**

**La dose supplémentaire, de l'ordre de 40  $\mu\text{Sv}/\text{an}$  représente 4 allers-retours Marseille-Paris en avion par an.**

**Les doses dues au césium 137 deviennent non-négligeables pour les gros consommateurs de champignons et de gibier au regard de celles dues à l'incorporation de radionucléides naturels en France.**

# Doses efficaces dues à l'incorporation de radionucléides en France



*Merci de votre attention*