

## Actualisation des connaissances relatives à l'évolution de la pollution radioactive du milieu terrestre issue du site nucléaire accidenté de Fukushima Daiichi

*Mars 2015*

Depuis mars 2011, l'IRSN a publié sur [son site internet plusieurs documents sur l'accident de Fukushima et ses conséquences environnementales](#). Près de 4 ans après les rejets radioactifs, l'institut fait un nouveau point sur la contamination environnementale et les expositions des personnes qui en résultent en commentant les évolutions observées.

Le devenir des activités de césium ( $^{134+137}\text{Cs}$ ) déposées sur les territoires ( $\text{Bq}/\text{m}^2$ ) et des débits de dose dans l'air qui en résultent ( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ) sont des éléments déterminants pour guider les stratégies de gestion des populations (notamment leur retour) et les stratégies de décontamination. L'évolution de la situation radiologique a été caractérisée au travers de multiples campagnes de [mesures du débit de dose dans l'air](#) : des mesures aéroportées (par avion ou hélicoptère, Figure 1), des mesures lors de trajets routiers, et des mesures ponctuelles *in situ*.

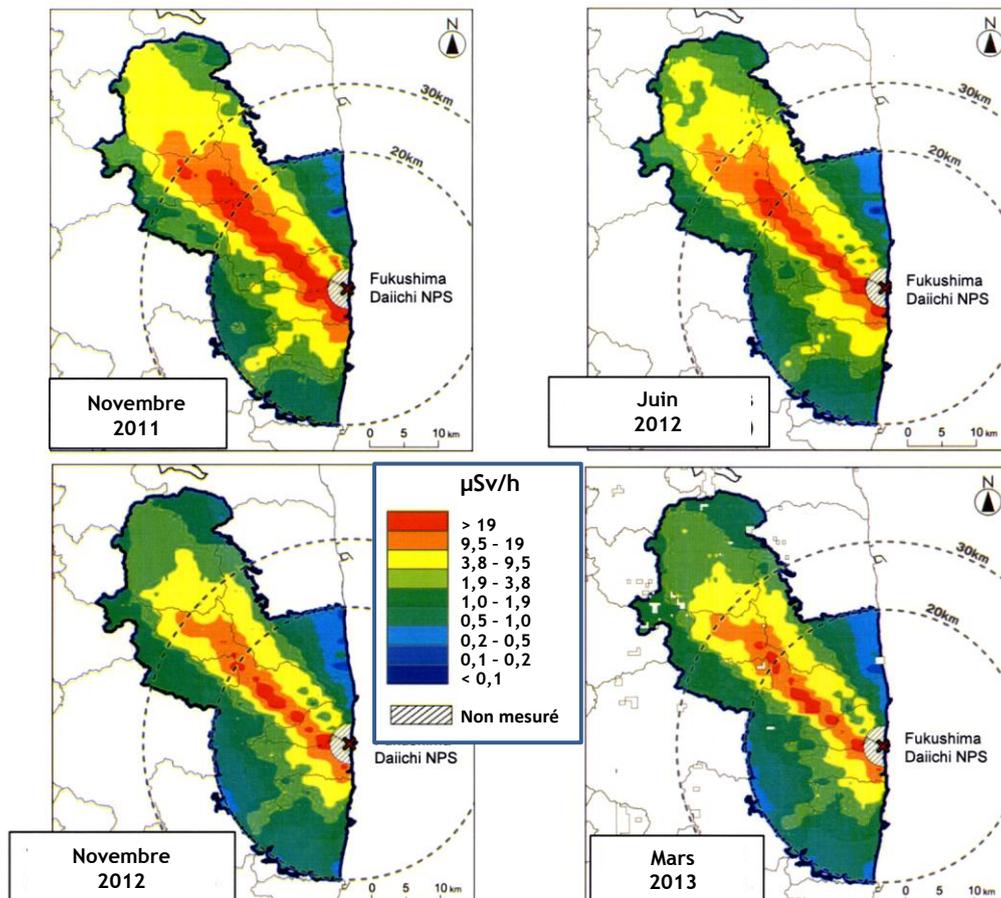


Figure 1 : Cartographies des débits de doses dans l'air extérieur à 1 m du sol ( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ) établies à partir de mesures aéroportées. Diminution au fil du temps des surfaces présentant les débits de dose les plus importants.

Toutes ces campagnes de mesures fournissent des résultats complémentaires et globalement convergents qui attestent d'une nette diminution du débit de dose dans l'air extérieur ; d'un facteur 2 à 3 entre mi-2011 et fin 2013 dans les 80 km autour de l'installation accidentée. Cette diminution très soutenue durant les deux premières années, plus lente à partir de 2013, s'explique en partie par la décroissance radioactive du césium 134 (période de 2 ans). Les autres phénomènes à l'origine de cette diminution sont le lessivage des sols par les pluies, la migration des radionucléides dans le sol, l'effet des labours et les [actions de décontamination](#).

La [dose externe individuelle](#) effectivement reçue par les personnes ne peut pas être directement déduite des mesures de débit de dose effectuées dans l'air à l'extérieur. En effet, une personne passe une grande partie de son temps à l'intérieur de constructions dans lesquelles le débit de dose est plus faible qu'à l'extérieur. Les suivis dosimétriques individuels (port d'un dosimètre individuel cumulant les doses externes reçues) effectués depuis fin 2011 sur des dizaines de milliers personnes habitant notamment Date (Figure 2), Koriyama et Fukushima-ville, montrent qu'une grande majorité d'entre-elles a reçu une dose inférieure à 1 mSv/an et pour plus de 90% d'entre-elles une dose inférieure à 2 mSv/an. Les doses reçues par les enfants sont inférieures à celles reçues par la plupart des adultes du fait notamment d'un faible temps passé à l'extérieur.

mSv/an	0-6 ans	7-12 ans	13-15 ans	16-20 ans	21-60 ans	>61 ans
>5	0,00%	0,00%	0,00%	0,04%	0,17%	0,17%
4 – 5	0,00%	0,04%	0,00%	0,08%	0,23%	0,35%
3 – 4	0,14%	0,11%	0,36%	0,93%	0,91%	1,06%
2 – 3	1,02%	1,20%	2,23%	3,93%	4,63%	5,09%
1 – 2	15,63%	17,13%	20,40%	26,52%	28,56%	31,20%
<1	83,21%	81,53%	77,01%	68,49%	65,49%	62,12%

*Figure 2 : Pourcentages des 18 700 habitants de la commune de Date ayant fait l'objet d'un suivi dosimétrique entre juillet 2013 à juin 2014 et pour lesquels différentes gammes de doses externes ont été mesurées.*

La diminution du débit de dose dans l'air extérieur et les mesures individuelles qui attestent que la dose externe effectivement reçue par les personnes est de l'ordre de 4 à 10 fois plus faible que celle dans l'air extérieur, ont permis dès 2012 aux autorités japonaises d'envisager le [retour des populations](#) dans certaines zones évacuées (Figure 3). Une fois l'ordre d'évacuation levé, le retour effectif de la population et les intentions même de retour sont très variable d'une localité à l'autre. Elles dépendent de la perception du risque radiologique mais aussi des conditions socio-économiques. Fin 2014, suite à la levée en avril et octobre des ordres d'évacuation d'une partie des communes de Tamura et Kawauchi respectivement, la moitié des populations concernées était revenue chez elles.

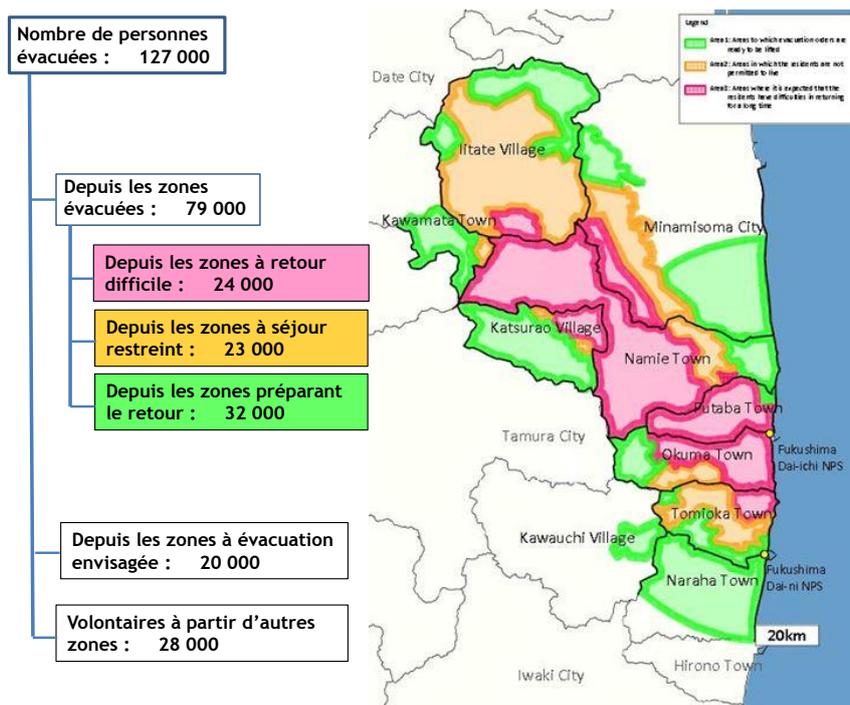


Figure 3 : Zonage des territoires évacués en octobre 2014. Bilan à cette date des personnes évacuées en fonction de leur lieu de résidence d'origine

L'autre voie d'atteinte radiologique de la population est l'ingestion de denrées contaminées. Depuis mars 2011, le Ministère de la Santé et du travail japonais (MHLW) a régulièrement publié sur son site Internet les résultats de mesure de [contamination des denrées alimentaires](#) produites au Japon (Figure 4). Les niveaux les plus importants ont été atteints immédiatement après les dépôts radioactifs et n'ont concerné que les quelques productions maraichères en cours de production à cette période hivernale (épinards, salades, choux...). Ainsi, la plupart des denrées japonaises ont été relativement épargnées en raison de la date de l'accident : la contamination des productions agricoles est restée majoritairement très en-deçà des normes de commercialisation de 500 Bq/kg pour les radiocésiums et 2000 Bq/kg pour l'iode 131, y compris sur la Préfecture de Fukushima. A partir de 2012 et à de rares exceptions près, les dépassements de la nouvelle norme japonaise de 100 Bq/kg n'ont plus concerné que les denrées sauvages (gibiers, champignons saisonniers), les denrées issues de végétaux qui avaient des feuilles au moment des retombées radioactives : pousses de bambou, crosses de fougères... et quelques échantillons de denrées agricoles (végétales) cultivées dans les localités situées en périphérie de la zone évacuée, notamment du riz, du sarrasin, des graines de soja et des haricots rouges. En 2014, plus des 96% des échantillons de denrées végétales produites sur l'ensemble de la Préfecture de Fukushima avaient une teneur en radiocésiums inférieure à la norme de 100 Bq/kg.

Activités massiques de césiums 134+137 (Bq/kg frais) <sup>1</sup>				
10 000	Légumes feuilles ponct. : Sanglier très ponct. : Bœuf			
	Sanglier	ponct. : Sanglier	ponct. : Sanglier	
	ponct. Autre gibier Champignons Bœuf Pousses Bambou	Sanglier	Sanglier	ponct. : Sanglier
	1 000	Autre gibier Champignons	Autre gibier Champignons sensibles	Gibier Champignons sensibles
	ponct. Lait, viandes prod. végét.	ponct. : Riz, soja <sup>3</sup> ... Pousses bambou	ponct. : Riz, soja <sup>3</sup> ... très ponct. Pousses bambou	
100	Lait, viandes, Productions végétales	Fruits, Bœuf Pousses bambou Lég. potagers	Champignons, Fruits Pousses de bambou Riz, soja <sup>3</sup> ... Ponct. Bœuf, lég. potagers	Champignons Pousses de bambou Ponct. Quelques Fruits <sup>1</sup> , Riz, soja <sup>3</sup> ...
10		Lait, Autres viandes, Blé, orge, lég. potagers	Lait, viandes, Blé, orge, lég. potagers	Lait, viandes, Productions végétales
	2011	2012	2013	2014

1 : produits frais, non séché, non transformé    2 : Abricots, kiwis, kakis, fruits secs (noix, châtaignes...)  
3 : et autres légumineuses : sarrasin, haricots rouges...

Figure 4 : Contamination des denrées japonaises produites sur les localités les plus touchées par les dépôts radioactifs situées en périphérie des zones évacuées (ponct.=ponctuellement).

Les [doses internes résultant de la consommation de denrées](#) ont été limitées en raison de la contamination modérée des produits issus de l'agriculture et de l'élevage, mais aussi grâce à l'évacuation des territoires les plus touchés et aux interdictions de consommation. Les doses par ingestion potentiellement les plus élevées ont concerné les trois premiers mois qui ont suivi les dépôts radioactifs. Pour les personnes, fort heureusement très rares, qui ont consommé des produits locaux très contaminés en iode 131 (légumes-feuilles et champignons essentiellement), les doses à la thyroïde ont alors pu atteindre quelques dizaines, voire la centaine de milli-Sievert. Pour le reste de l'année 2011, les doses dues aux seuls césiums 134 et 137 (l'iode ayant quasiment disparu par décroissance radioactive au terme des trois premiers mois) ont été très faibles au regard de l'importance des dépôts radioactifs. Les résultats des mesures individuelles d'activité corporelle de césium, réalisées sur plus de 106 096 résidents de la Préfecture de Fukushima à partir de juin 2011 montrent que la valeur de 1 mSv n'a été dépassée que pour 26 personnes. Ces doses plus élevées résultent vraisemblablement de la consommation de produits naturels (gibiers ou champignons) contaminés au-dessus des normes de commercialisation. Ainsi, la consommation d'un kilogramme de viande de sanglier présentant une teneur en radiocésiums égale à l'activité maximale mesurée en 2013, serait de l'ordre de 1 mSv.

La remise en suspension par le vent et l'incinération de bois ou de végétaux entretiennent la persistance d'une [contamination de l'air en radiocésiums](#). Néanmoins, la dose par inhalation susceptible de résulter de cette rémanence est tout à fait négligeable, notamment au regard de la dose potentiellement liée à l'ingestion de denrées.

Afin d'améliorer sa capacité d'expertise, l'IRSN effectue des travaux de recherche au Japon en collaboration avec des scientifiques japonais. L'un de ces programmes de recherche concerne les [flux de radiocésiums dans les cours d'eau](#) qui drainent les territoires contaminés et alimentent le milieu marin côtier, l'autre concerne le [devenir du césium radioactif en milieu forestier](#), la forêt représentant 75% du territoire contaminé.