

## 4.1.b

# Accident nucléaire de Fukushima: Conséquences pour l'environnement et les denrées alimentaires en Suisse

**S. Estier, P. Beuret, G. Ferreri, A. Gurtner, M. Müller, P. Steinmann, T. Marti**

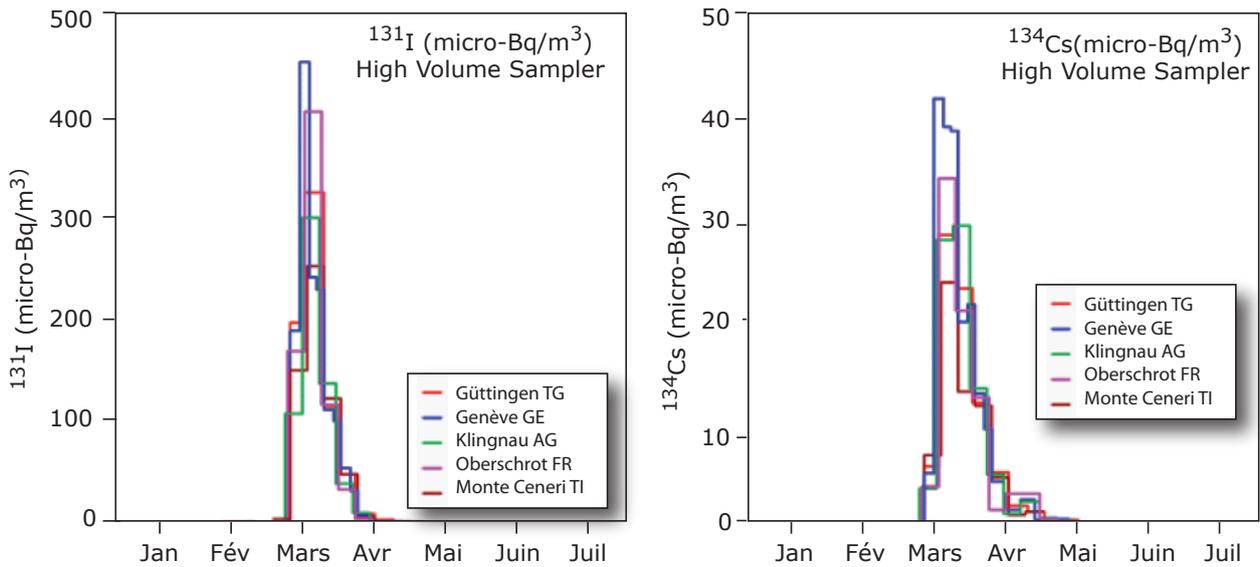
Section Radioactivité de l'environnement, URA / OFSP, 3003 BERN

## Introduction

Le 11 mars 2011, un tremblement de terre extrêmement violent et un raz de marée ont détruit les systèmes de refroidissement de l'installation nucléaire de Fukushima Dai-ichi au Japon. Une grande quantité de radioactivité s'est échappée de l'installation avariée et a atteint la Suisse, fortement diluée, à fin mars 2011. A cette occasion, l'OFSP a intensifié ses mesures de la radioactivité dans des échantillons d'air, d'herbe, de légumes et de lait.

Les réseaux d'alarme automatiques de Suisse (NADAM, MADUK, RADAIR) n'ont pas pu déceler de radionucléides provenant de Fukushima. Des dispositifs de mesure plus sensibles ont détecté dans l'air au sol une augmentation des concentrations d'iode-131 ( $^{131}\text{I}$ ) et, dans une plus faible mesure, d'autres isotopes, tels que le césium-134 ( $^{134}\text{Cs}$ ) et le césium-137 ( $^{137}\text{Cs}$ ). Globalement, les concentrations observées ont été 1'000 à 10'000 fois plus faibles que celles qui ont été mesurées en Suisse lors de l'accident de Tchernobyl.

L' $^{131}\text{I}$  est apparu dans l'air aussi bien lié à des particules que sous forme gazeuse. La concentration totale maximale mesurée en Suisse (iode lié à des particules et iode gazeux) s'est élevée à environ 2'000 micro-Bq/m<sup>3</sup> ( $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ ). Des traces d' $^{131}\text{I}$  sont parvenues dans l'eau de pluie, ainsi que dans l'herbe et les légumes de plein champ (au maximum quelques becquerels par kilogramme de matière fraîche). Parmi les échantillons de lait, un seul a présenté des traces infimes d' $^{131}\text{I}$  (0.1 Bq/l). La radioactivité provenant de Fukushima n'a donc pas mis en danger la population suisse. La concentration des isotopes dans l'air diminue depuis la mi-avril 2011 (figure 1).



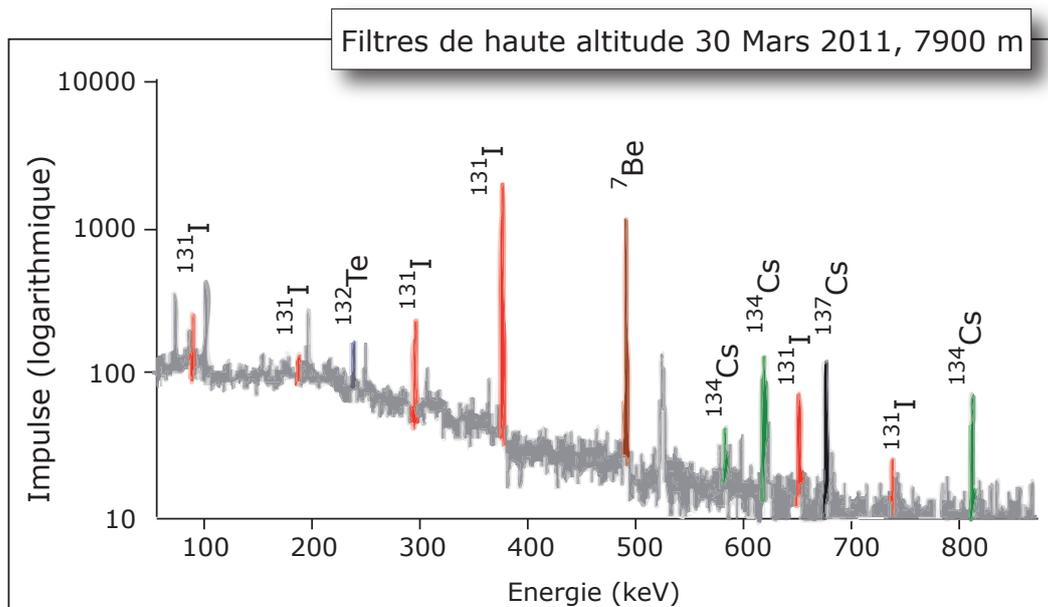
**Figure 1:** Evolution en Suisse des concentrations de  $^{131}\text{I}$  (image de gauche, lié à des particules) et de  $^{134}\text{Cs}$  (image de droite), entre début janvier et fin juillet 2011. Les émissions de Fukushima ont conduit à une nette augmentation des concentrations entre mars et avril 2011, qui n'a toutefois pas représenté de danger pour la santé.

## Mesures de la radioactivité dans l'air

### Radioactivité liée à des particules

La Suisse dispose de cinq stations dans lesquelles on collecte des échantillons à l'aide de préleveurs à haut débit, afin de réaliser des mesures de haute sensibilité de la radioactivité liée à des particules dans les poussières de l'air. Toutes les stations ont pu déceler la radioactivité libérée à Fukushima (voir la figure 1). On a constaté une hausse des

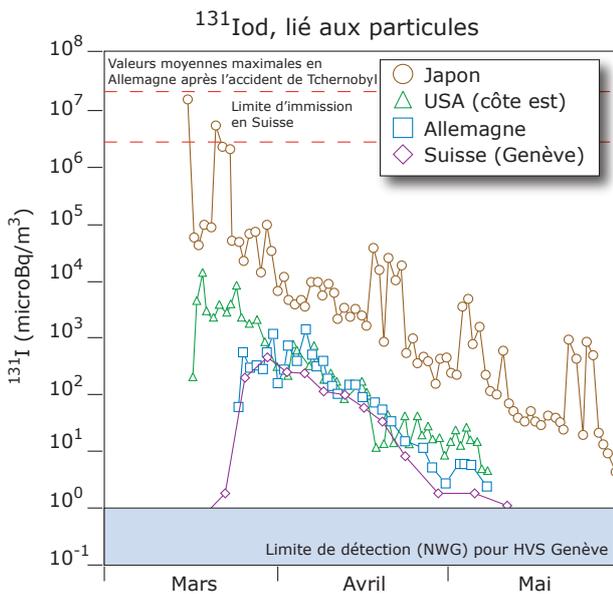
concentrations en  $^{131}\text{I}$  (période de 8 jours, concentration maximale de  $450 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$ ) et, dans une moindre mesure, en isotopes du césium ( $^{137}\text{Cs}$  et  $^{134}\text{Cs}$ , périodes de 30 ans, respectivement de 2 ans). Les concentrations maximales de  $^{134}\text{Cs}$  ont été environ 10 fois plus faibles que celles de  $^{131}\text{I}$ . Le rapport  $^{134}\text{Cs}$  à  $^{137}\text{Cs}$  était proche de 1. Dans quelques échantillons, on a aussi mis en évidence des isotopes de courte période, tels que le tellure-132 ( $^{132}\text{Te}$ ), l' $^{132}\text{I}$  et le  $^{136}\text{Cs}$ .



**Figure 2:** Spectre gamma d'un filtre à air contenant des radioisotopes de l'accident nucléaire de Fukushima. Ce spectre provient d'un échantillon d'aérosols prélevé le 30 mars 2011 à une altitude de 7900 m lors d'un vol au dessus du territoire suisse (filtre de vol en altitude).

### <sup>131</sup>I particulaire

La figure 3 compare l'évolution de la concentration d'<sup>131</sup>I à Genève avec celle de stations de mesure situées au Japon, aux Etats-Unis (côte ouest), ainsi qu'à la station de Schauinsland à Fribourg-en-Brisgau, juste après l'accident de Fukushima (source: [www.bfs.de](http://www.bfs.de)). Les stations de mesure européennes ont enregistré une augmentation de la radioactivité à partir du 22 mars 2011. Les valeurs les plus élevées (jusqu'à 6'000 µBq/m<sup>3</sup> de <sup>131</sup>I lié particulaire) ont été enregistrées entre le 28 mars et le 6 avril 2011, plutôt dans le nord de l'Europe. Vers la fin mai 2011, les concentrations en Europe sont revenues aux valeurs d'avant l'accident.



**Figure 3:** Evolution de la concentration en <sup>131</sup>I particulaire dans l'atmosphère. Valeurs mesurées au Japon, aux Etats-Unis (côte ouest), en Allemagne (Fribourg-en-Brisgau) et en Suisse (Genève). La ligne supérieure rouge pointillée indique la moyenne journalière maximale mesurée en Allemagne après l'accident de Tchernobyl en 1986. La limite suisse d'immission (valeur maximale admissible pour une concentration de longue durée) est aussi représentée. Source (sauf Genève): [www.bfs.de](http://www.bfs.de).

### <sup>131</sup>I sous forme gazeuse

La Suisse dispose d'un système d'alarme pour l'iode; il mesure l'<sup>131</sup>I, sous forme gazeuse, à l'aide de quatre détecteurs (NaI) automatiques, dans les cantons de Genève, de Fribourg, d'Argovie et du Tessin. Ce système n'a pas pu détecter l'<sup>131</sup>I sous forme gazeuse après Fukushima, car les quantités étaient trop faibles. Des mesures ultérieures plus précises, effectuées en laboratoire, ont mis en évidence, pour la période du 31 mars au 7 avril 2011, des activités situées entre 1'000 et 1'800 µBq/m<sup>3</sup>. Les concentrations en <sup>131</sup>I sous forme gazeuse ont été quatre à six fois plus élevées que celles en <sup>131</sup>I lié à des particules, ce qui concorde avec les mesures effectuées dans d'autres pays européens.

### Air en haute altitude

Des avions Tiger des Forces aériennes suisses, équipés de filtres à air, ont prélevé des échantillons en haute altitude. Ces vols ont permis de déceler une activité en <sup>131</sup>I particulaire atteignant 1'900 µBq/m<sup>3</sup> à fin mars 2011, soit plus ou moins identique à celle détectée dans l'air au sol dans le nord de l'Europe (figure 4). Les valeurs, plus faibles, mesurées au sol étaient certainement liées à la situation météorologique (vent du sud).

### Echantillons prélevés dans l'environnement et les denrées alimentaires en Suisse

En Suisse, l'air contaminé a entraîné un faible dépôt de radionucléides sur le sol. L'activité en <sup>131</sup>I détectée dans l'herbe a atteint au maximum quelques Bq par kg de matière fraîche. Par ailleurs, la radioactivité décelée dans les prairies correspondait à quelques Bq/m<sup>2</sup>. Des activités en <sup>131</sup>I semblables à celles mesurées dans l'herbe se sont retrouvées dans les légumes à feuilles avant lavage. Les valeurs les plus élevées ont été observées sur les hauteurs présentant une forte pluviométrie. La contamination en <sup>131</sup>I de l'eau de pluie n'a toutefois pas contaminé l'eau potable.

Habituellement, près d'un tiers de l'activité en <sup>131</sup>I présente dans l'herbe est transféré dans le lait, c'est-à-dire que pour 3 Bq par kg de matière fraîche dans l'herbe on peut s'attendre à une concentration pouvant aller jusqu'à 1 Bq/l dans le lait. Parmi les échantillons de lait mesurés après l'accident de Fukushima, un seul contenait de faibles traces de <sup>131</sup>I (0.1 Bq/l), ceci probablement dû au fait qu'en avril, la plupart des vaches ne sont pas encore affourragées à l'herbe fraîche.

De faibles traces de <sup>134</sup>Cs, autre radioisotope provenant indéniablement du Japon, ont aussi été détectées dans quelques prélèvements d'herbe. Trois échantillons de lait et de salade collectés début avril dans la région lausannoise n'ont présenté aucune augmentation de l'activité en radiostrontium (<sup>90</sup>Sr). Le tableau 1 apporte une vue d'ensemble des mesures effectuées en Suisse entre mi-mars et fin avril sur des échantillons de denrées alimentaires et de l'environnement.

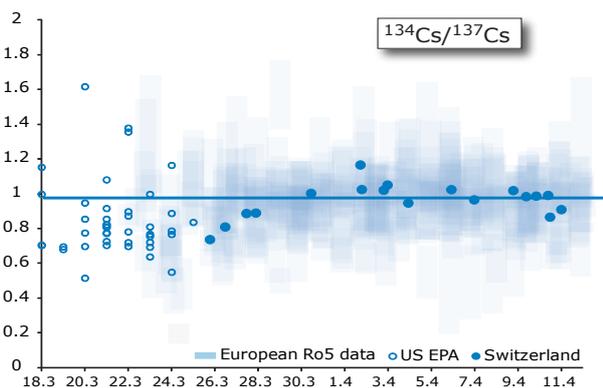
**Tableau 1:**

Vue d'ensemble des mesures effectuées sur des échantillons prélevés dans l'environnement ou dans les denrées alimentaires après l'accident nucléaire de Fukushima (du 15 mars au 30 avril 2011). LD: Limite de détection. La valeur limite pour  $^{131}\text{I}$  dans les denrées alimentaires importées du Japon s'élève à 300 Bq/kg pour les aliments liquides (lait) et à 2'000 Bq/kg pour toutes les autres denrées alimentaires.

Type d'échantillon	nombre échantillon	valeur maximale en $^{131}\text{I}$	valeur médiane en $^{131}\text{I}$
air (PHD)	44	456 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$	48 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$
pluie	12	1.4 Bq/l	0.2 Bq/l
légumes	29	1.2 Bq/kg	< 0.5 Bq/kg
herbe	22	4.6 Bq/kg	0.7 Bq/kg
lait	61	0.1 Bq/l	< 0.2 Bq/l
eau potable	22	< 0.1 Bq/l	
in-situ	3	< LD	

### Evaluation des résultats

Malgré les traces de radioactivité détectées provenant de Fukushima, la population suisse n'a été à aucun moment mise en danger. Les apports en dose dus au rayonnement direct et à l'inhalation ont été négligeables. Même pour une consommation de 25 kg des légumes les plus contaminés (légumes à feuilles), la radioactivité ingérée avec la nourriture n'aurait conduit qu'à une dose de 0.5 micro-Sievert ( $\mu\text{Sv}$ ), ce qui correspond à un dix-millième de l'exposition annuelle de la population (qui est d'environ 5 mSv).



**Abbildung 4:** Rapport  $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$  dans les rejets de l'accident nucléaire de Fukushima Dai-Ichi.

### Autre remarques concernant les mesures après Fukushima

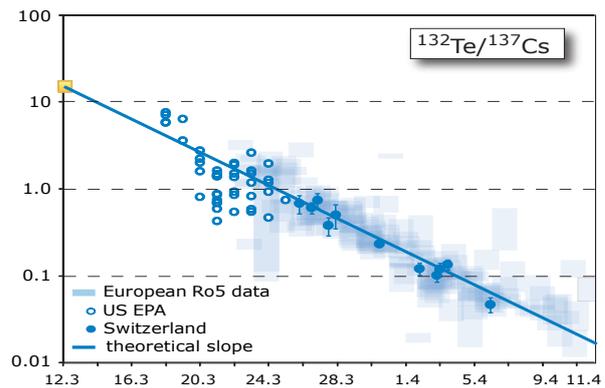
#### Rapport $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$

Le rapport  $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$  des rejets de l'accident à Fukushima mesuré à l'échelle mondiale était proche de 1. Cette valeur est plus élevée que celle après Tchernobyl (0.5 - 0.6). La figure 4 montre les résultats obtenus en Suisse avec des résultats internationaux.

#### Isotopes à courtes périodes

Des traces de  $^{131}\text{I}$  et  $^{137}\text{Cs}$  sont observées régulièrement dans les échantillons de filtres à haut volume. Le  $^{137}\text{Cs}$  peut être contenu dans des resuspensions de poussières de sol et le  $^{131}\text{I}$  est utilisé pour des traitements médicaux. Pour ces raisons des traces de ces deux isotopes ne sont pas forcément une preuve d'un accident nucléaire. La présence des isotopes de courtes périodes comme le  $^{136}\text{Cs}$  et le  $^{132}\text{Te}/^{132}\text{I}$  dans les filtres mesurées fin mars 2011 ne s'explique que par une seule origine possible: l'accident dans les centrales nucléaires à Fukushima.

La figure 5 montre le rapport  $^{132}\text{Te}/^{137}\text{Cs}$ . L'isotope  $^{132}\text{Te}$  a une période de 3.23 jours seulement. En conséquence son activité a diminué rapidement. Les valeurs obtenues pour le rapport  $^{132}\text{Te}/^{137}\text{Cs}$  correspondent bien à une ligne théorique obtenue avec un rejet unique le 12.3.11 et un rapport initial de 13.5 (correspondant à la valeur observée après Tchernobyl).



**Abbildung 5:** Rapport  $^{132}\text{Te}/^{137}\text{Cs}$  dans les rejets de l'accident nucléaire de Fukushima Dai-Ichi.