



Fukushima : 10 ans déjà

Contrôles suite à l'accident de Fukushima-Daiichi (Japon)

La Division de la Radioprotection (DRP) de la Direction de la Santé a pour mission principale de surveiller les activités, pratiques et situations qui engendrent une exposition aux rayonnements ionisants. C'est dans ce contexte que la DRP a établi des programmes de surveillance de l'environnement qui permettent de contrôler les niveaux de la radioactivité dans différents compartiments.

Suite à l'accident de Fukushima le 11 mars 2011, la DRP a décidé de lancer rapidement une surveillance plus intense du compartiment atmosphérique, puis du compartiment terrestre. Les résultats des mesures ont alors été régulièrement publiés sur le site internet du Ministère de la Santé et diffusés dans les rapports mensuels de mars et d'avril 2011. Ce texte est un condensé actualisé des publications de 2011.

Les rejets de la centrale nucléaire qui ont été dispersés dans l'atmosphère étaient surtout des particules volatiles comme l'iode 131 ou les césiums 134 et 137. Les valeurs du béryllium 7 et du potassium 40, radionucléides d'origines naturelles, sont jointes pour comparaison.

1. Résultats de mesure dans le compartiment atmosphérique

- Taux d'expositions

Pour surveiller la radioactivité de l'air, la DRP disposait alors de dix-huit stations¹ de mesure permanente du rayonnement ambiant, ainsi que de trois stations automatiques de prélèvement d'aérosols atmosphériques càd des particules en suspension dans l'air, et de deux stations non automatiques à haut débit.

Les mesures dans l'air ambiant ont l'avantage de détecter rapidement toute élévation de la radioactivité. Les résultats des mesures obtenus en mars 2011 sont présentés dans le tableau 1. Aucune augmentation de la radioactivité ambiante n'a été observée.

Il faut remarquer que de faibles variations sont possibles de mois en mois ou de stations à stations. Elles dépendent essentiellement de radionucléides naturels présents dans l'air ou dans le sol comme le radon et ses descendants et du rayonnement cosmique traversant l'atmosphère.

¹ Situation en 2011



Tableau 1 : Débits de dose mesurés au cours du mois de mars 2011 par le réseau national de mesure et d'alerte de la radioactivité dans l'air ambiant.

Lieu	Débit de dose ($\mu\text{Sv/h}$)		
	Moyenne mensuelle	Minimum	Maximum
Bettembourg	0.13	0.00	0.18
Consthum	0.17	0.13	0.23
Dippach	0.18	0.13	0.25
Dudelange	0.10	0.07	0.14
Echternach	0.10	0.07	0.15
Esch/Alzette	0.18	0.11	0.30
Ettelbruck	0.11	0.00	0.22
Frisange	0.11	0.00	0.15
Harlange	0.13	0.08	0.19
Junglinster	0.11	0.07	0.15
Luxembourg	0.17	0.10	0.27
Mondorf	0.10	0.00	0.14
Remerschen	0.12	0.00	0.22
Schuttrange	0.11	0.07	0.16
Steinfort	0.14	0.09	0.23
Troisvierges	0.14	0.09	0.21
Useldange	0.11	0.09	0.13
Wormeldange	0.12	0.08	0.16

- Aérosols

Deux stations de prélèvements d'aérosols ont été sélectionnées pour suivre les rejets de l'accident de Fukushima. Ce sont les stations placées à la Villa Louvigny et à l'aéroport du Findel.

Les premières traces de radioactivité issues des rejets de la centrale de Fukushima sont apparues entre le 23 mars et le 24 mars. C'est d'abord l'iode 131 particulaire qui a été mesuré avec une valeur de 0.00015 Bq/m^3 (0.151 mBq/m^3) en moyenne sur un jour. Un pic de concentration de 0.00162 Bq/m^3 a été relevé entre le 28 et le 30 mars à la station Villa Louvigny.

Par comparaison, l'iode particulaire 131 a tout d'abord été détecté en Suède et en Finlande les 22 et 23 mars avec des valeurs de 0.3 à 1 mBq/m^3 . En France, il a été mis en évidence sur la période de prélèvement du 21 au 24 mars dans une station située dans le Massif Central.

D'autres éléments issus des rejets de la centrale de Fukushima ont également été mesurés. C'est à partir de la période du 28-29 mars pour la station Villa et de la période 22-29 mars pour la station du Findel que des traces de césium 137 et 134 ont été détectées. Le haut volume de prélèvement de l'air de la station du Findel (750 à $800 \text{ m}^3/\text{h}$) explique que des éléments tels que l'iode 132, le tellure 132 ou encore le césium 136 aient été également trouvés. Toutefois, ces valeurs sont très basses, inférieures à 1 mBq/m^3 .

Remarque : En routine, les aérosols sont mesurés sur des filtres après un temps d'attente de sept jours. Pour la période du 21/03 au 11/04, les filtres ont été analysés quasi quotidiennement.



- à la station Luxembourg-Villa Louvigny (extérieur)

Période du :	21/03/11 16 :12 - 22/03/11 16 :01	22/03/11 16 :01 - 23/03/11 16 :27	23/03/11 16 :27 - 24/03/11 16 :15	24/03/11 16 :15 - 25/03/11 16 :25
Réf_Labo	11-179	11-180	11-182	11-187
I-131 (Bq/m ³)	< LD ²	< LD	0.00015	0.00049
Cs-134 (Bq/m ³)	< LD	< LD	< LD	< LD
Cs-137 (Bq/m ³)	< LD	< LD	< LD	< LD
Be-7 ³ (Bq/m ³)	0.0051	0.0056	0.0035	0.0059

Période du :	25/03/11 16 :25 - 26/03/11 16 :55	26/03/11 16 :55 - 28/03/11 16 :06	28/03/11 16 :06 - 30/03/11 16 :26	18/04-26/04
Réf_Labo	11-188	11-189	11-193	11-266
I-131 (Bq/m ³)	0.00014	0.00025	0.00162	0.00002
Cs-134 (Bq/m ³)	< LD	< LD	0.0000771	0.0000110
Cs-137 (Bq/m ³)	< LD	< LD	0.0001030	0.0000099
Be-7 (Bq/m ³)	0.0053	0.0054	0.0069	0.0091

- à la station Luxembourg-Findel

Période du :	17/03-22/03	22/03-29/03	05/04-14/04	21/04-28/04
Réf_Labo	11-175	11-191	11-239	11-275
I-131 (Bq/m ³)	< LD	0.00041	0.00002	0.00001
I-132 (Bq/m ³)	< LD	0.000511	/	/
Te-132 (Bq/m ³)	< LD	0.0000170	/	/
Cs-134 (Bq/m ³)	< LD	0.0000174	0.0000280	0.0000050
Cs-136 (Bq/m ³)	< LD	0.0000017	/	/
Cs-137 (Bq/m ³)	< LD	0.0000176	0.0000280	0.0000070
Be-7 (Bq/m ³)	0.0027	0.0042	0.0036	0.0066

Il faut savoir que suite à l'accident de Tchernobyl, les mesures de la contamination radioactive de l'air les 1 et 2 mai 1986 avaient mis en évidence des concentrations de 7.2 Bq/m³ pour l'iode 131 et de 3.2 et 2.4 Bq/m³ pour le césium 134 et le césium 137.

- **Eaux de pluie**

Les mesures effectuées sur des échantillons d'eau de pluie apportent une information complémentaire sur les radionucléides atmosphériques captés par les gouttes de pluie et sur les retombées au sol.

² LD : limite de détection

³ Be-7 : radionucléide d'origine naturelle indiqué à titre comparatif



La présence d'iode 131 a été mise en évidence dans l'eau de pluie collectée sur le toit de la Villa Louvigny et à la station du Findel. Ce sont les précipitations des 30 et 31 mars qui ont entraîné le lessivage de l'air et donc sa présence dans l'eau de pluie. La faible activité ne présente pas de risque particulier pour la population par contact ou pour l'utilisation de l'eau de pluie pour l'arrosage. Par comparaison, les activités volumiques de cet élément atteignaient 1920 Bq/l le 03 mai 1986 au Luxembourg.

Lieu	Villa Louvigny	Findel
Période du :	28/02-31/03	17/03-14/04
Réf_Labo	11-196	11-213
I-131 (Bq/kg)	0.99	0.80
Cs-134 (Bq/kg)	< LD	< LD
Cs-137 (Bq/kg)	< LD	< LD
Be-7 (Bq/kg)	0.21	0.40

2. Résultats de mesures dans le compartiment terrestre

Pour compléter les données obtenues dans le compartiment atmosphérique, la DRP a prélevé des végétaux (herbe, légumes à feuilles) et du lait. Le but était de mettre en évidence d'éventuelles traces de radionucléides rejetés lors de l'accident de la centrale japonaise dans ce compartiment.

- Végétaux

En fonction de la météo, la contamination des végétaux varie. Elle augmente avec la pluie.

Les herbes : Des traces d'iode 131 sont mesurées dès le 1^{er} avril sur le premier prélèvement de Schengen. C'est la valeur la plus élevée des 5 prélèvements effectués. Les deux autres radionucléides, le césium 134 et le césium 137, ont également été mesurés avec des activités dans l'ensemble plus faibles. La variation des concentrations observées est à mettre en relation avec l'hétérogénéité des précipitations.

Lieu	Schengen	Frisange	Mondorf	Burmerange	Schengen
Date	01/04/11	08/04/11	08/04/11	11/04/11	11/04/11
Réf_Labo	11-209	11-221	11-222	11-228	11-229
I-131 (Bq/kg)	17.1	6.1	10.7	5.2	5.2
Cs-134 (Bq/kg)	1.5	< LD	0.7	0.7	0.9
Cs-137 (Bq/kg)	3.8	0.8	0.8	4.8	3.6
Be-7 (Bq/kg)	271	91	270	130	136

Les légumes à feuilles :

Les légumes à feuilles cultivés en plein air sont les plus concernés par un risque de contamination par dépôts directs sur les feuilles. C'est pourquoi 3 échantillons de légumes à feuilles ont été sélectionnés chez un maraîcher luxembourgeois. Les valeurs obtenues sur échantillons frais



mettent seulement en évidence de l'iode 131 dans les épinards et l'oseille. Les valeurs obtenues sont extrêmement basses. En mai 1986, des activités de 900 voire 1300 Bq/kg avait été mesurées dans les légumes suite à l'accident de Tchernobyl.

Légume	Laitue	Epinards	Oseille
Date	01/04/11	01/04/11	01/04/11
Réf_Labo	11-223	11-225	11-224
I-131 (Bq/kg)	< LD	0.4	0.5
Cs-134 (Bq/kg)	< LD	< LD	< LD
Cs-137 (Bq/kg)	< LD	< LD	< LD

- Lait

Etant donné que le lait est une denrée alimentaire de grande consommation, une attention particulière lui est portée. Les collectes ont eu lieu aussi bien dans une laiterie que dans des fermes. Le lait de laiterie a l'avantage de donner une estimation globale de l'ensemble du territoire luxembourgeois. La présence d'iode 131 a été décelée dans quatre échantillons prélevés aussi bien dans une laiterie que dans une ferme.

Lieu : Laiterie	Lait concentré	Lait concentré	Lait frais	Lait frais
Date	07/04/11	21/04/11	07/04/11	21/04/11
Réf_Labo	11-218	11-260	11-219	11-259
I-131 (Bq/kg)	0.05	0.07	0.08	< LD
Cs-134 (Bq/kg)	< LD	< LD	< LD	< LD
Cs-137 (Bq/kg)	0.05	0.08	< LD	< LD
K-40 ⁴ (Bq/kg)	155.0	190.0	47.1	50.8

Cette contamination est apparue après le 1^{er} avril puisque les échantillons contrôlés à cette date ne montrent pas encore la présence d'iode. Les activités relevées sont 1000 fois inférieures à celles de début mai 1986.

Lieu : Fermes	Ferme 1 – Lait vache	Ferme 2 – Lait vache	Ferme 3 – Lait chèvre
Date	01/04/11	11/04/11	12/04/11
Réf_Labo	11-206	11-230	11-235
I-131 (Bq/kg)	< LD	0.07	< LD
Cs-134 (Bq/kg)	< LD	< LD	< LD
Cs-137 (Bq/kg)	< LD	< LD	0.04
K-40 (Bq/kg)	49.7	50.6	47.1

⁴ K-40: radionucléide d'origine naturelle indiqué à titre comparatif



Les faibles activités de césium 137 mesurées dans les échantillons de lait concentré et de lait de chèvre (cf. résultat Ferme 3) sont à mettre en relation avec l'accident de Tchernobyl. En effet, vu la demi-vie de ce radionucléide (30 ans), il persiste encore dans les sols et dans les organismes des animaux.

La contamination du lait de chèvre et de brebis peut être plus importante que celui du lait de vache en raison du régime alimentaire de ces animaux. Les chèvres et les brebis peuvent se satisfaire de plantes ayant une faible croissance et qui restent donc plus longtemps contaminées. Ainsi, dans les pays méditerranéens, il est constaté que les plantes aromatiques comme le thym ou le romarin présentent des activités plus élevées que l'herbe.

3. Seuils de contamination

La Commission européenne a présenté le 11 avril 2011 un règlement d'exécution n°351/2011 imposant des conditions particulières à l'importation de denrées alimentaires et d'aliments pour animaux originaires ou en provenance du Japon à la suite de l'accident survenu à la centrale de Fukushima. Le but était de garantir une cohérence entre les contrôles préalables à l'exportation effectués par les autorités japonaises et les contrôles sur le niveau des radionucléides au moment de l'entrée dans l'Union sur les denrées alimentaires et les aliments pour animaux originaires ou en provenance du Japon. Les mêmes niveaux maximaux que ceux des seuils de contamination en vigueur au Japon ont alors été appliqués à titre provisoire. Ces niveaux sont présentés dans le tableau suivant (tab.2).

Ce règlement a, depuis, été plusieurs fois remplacé pour tenir compte de l'évolution de la situation. Le dernier règlement d'exécution publié par la Commission européenne est celui du 24 octobre 2019 (2019/1787) modifiant le règlement d'exécution 2016/6 qui sera revu en juin 2021. Il y est, en outre, précisé quelles denrées alimentaires et aliments pour animaux pour lesquels un prélèvement d'échantillon ou échantillonnage et une analyse de la présence de césium 134 et de césium 137 sont exigés avant leur exportation vers l'Union.

Tableau 2 : Extrait des niveaux maximaux pour les denrées alimentaires (Bq/kg) présentés dans le règlement d'exécution n°351/2011

Niveaux maximaux pour les denrées alimentaires (Bq/kg)	Aliments pour nourrissons et jeunes enfants	Lait et produits laitiers	Autres denrées alimentaires, à l'exception des liquides destinés à la consommation	Liquides destinés à la consommation
Somme des isotopes de strontium, notamment Sr-90	75	125	750	125
Somme des isotopes d'iode, notamment I-131	100	300	2000	300
Somme des isotopes de plutonium et d'éléments transplutoniens à émission alpha, notamment Pu-239, Am-241	1	1	10	1
Somme de tout autre radionucléide à période radioactive supérieure à 10 jours, notamment Cs-134 et Cs-137, à l'exception de C-14 et H-3	200	200	500	200



Quelques aliments en importation directe au Luxembourg ont été analysés par la DRP dès juin 2011. Ils ne présentaient pas de contamination radioactive.

4. Situation au Luxembourg aujourd'hui

Concernant les résultats de mesures récents, les exemples choisis sont ceux de janvier 2021 obtenus par le réseau avec les débits de dose, aux stations de Luxembourg au Findel et à la Villa Louvigny, ainsi que des laits de vache prélevés dans une laiterie et trois fermes.

- Taux d'expositions

Tableau 3 : Débits de dose mesurés au cours du mois de janvier 2021 par le réseau national de mesure et d'alerte de la radioactivité dans l'air ambiant.

Lieu	Débit de dose ($\mu\text{Sv/h}$)		
	Moyenne mensuelle	Minimum	Maximum
Bettembourg	0.05	0.04	0.06
Consthum	0.18	0.12	0.22
Diekirch	0.08	0.08	0.09
Dippach	0.18	0.12	0.23
Dudelange	0.16	0.13	0.21
Echternach	0.09	0.00	0.13
Esch/Alzette	0.19	0.11	0.32
Findel	0.05	0.05	0.07
Frisange	0.11	0.07	0.15
Harlange	0.07	0.06	0.09
Junglinster	0.09	0.05	0.15
Luxembourg	0.08	0.08	0.08
Mondorf	0.11	0.08	0.16
Wilwerdange	0.07	0.06	0.09
Wormeldange	0.12	0.08	0.17

- Aérosols

- à la station Luxembourg - Findel

Période		31.12.20 - 06.01.21	06.01.21 - 14.01.21	14.01.21 - 21.01.21	21.01.21 - 29.01.21
Réf. Labo		21-0015	21-0021	21-0039	21-0049
Cs-134	[Bq/m ³]	< 5.5E-07	< 4.3E-07	< 4.8E-07	< 4.2E-07
Cs-137	[Bq/m ³]	< 3.6E-07	< 3.8E-07	< 4.3E-07	< 3.7E-07
Be-7	[Bq/m ³]	1.17E-03	1.71E-03	2.96E-03	1.96E-03
	Incert. [Bq/m ³]	1.4E-04	2.0E-04	3.5E-04	2.3E-04



- à la station Luxembourg - Villa Louvigny extérieur

Période	28.12.20 - 05.01.21	05.01.21 - 11.01.21	11.01.21 - 18.01.21	18.01.21 - 25.01.21
Réf. Labo	21-0014	21-0020	21-0029	21-0045
Cs-134 [Bq/m ³]	< 3.3E-06	< 5.3E-06	< 4.7E-06	< 5.0E-06
Cs-137 [Bq/m ³]	< 2.6E-06	< 4.2E-06	< 3.7E-06	< 3.9E-06
Be-7 [Bq/m ³] Incert. [Bq/m ³]	1.74E-03 2.2E-04	1.81E-03 2.3E-04	2.90E-03 3.6E-04	4.26E-03 5.1E-04

- Lait

Dans les échantillons prélevés régulièrement en routine, les activités des deux césiums présentés dans le tableau suivant montrent des niveaux faibles équivalents à ceux de 2011. L'iode 131 n'a évidemment pas été détecté dans les échantillons.

Origine	Laiterie	Ferme 1	Ferme 2	Ferme 3
Date de l'échantillonnage	06/01/21	05/01/21	05/01/21	15/01/21
Réf. Labo	21-0018	21-0011	21-0012	21-0026
bêta-global [Bq/l] Incert. [Bq/l]		48.3 8.1		
tritium [Bq/l]		< 6.8		
Cs-134 [Bq/kg]	< 0.077	< 0.055	< 0.068	< 0.054
Cs-137 [Bq/kg] Incert. [Bq/kg]	< 0.071	< 0.057	< 0.071	< 0.044
I-131 [Bq/kg]	< 0.25	< 0.059	< 0.076	< 0.056
K-40 [Bq/kg] Incert. [Bq/kg]	53.5 9.0	48.0 8.1	52.7 8.8	52.7 8.9

5. Bilan

Pour conclure avec les observations faites aux mois de mars et d'avril 2011, seules quelques traces de radioactivité artificielle comme l'iode 131, le césium 134 ou césium 137 ont été mises en évidence. Elles ont été liées, sauf exception, aux rejets de la centrale de Fukushima. Pour compléter les informations, les activités mesurées récemment sont ajoutées à ce document. Elles correspondent à des niveaux de routine plus ou moins équivalents aux limites de détection.