

## Comment passer des Bq/m<sup>2</sup> au débit de dose ambiant ?

S2

### Contexte

Il s'agit ici de donner des éléments de méthodologie permettant d'effectuer une estimation de la **dose**<sup>1</sup> liée à l'**exposition externe**<sup>2</sup>, à moyen terme, lorsque l'on vit sur un territoire contaminé par des retombées après une catastrophe nucléaire. Elle s'applique au cas où l'on dispose de **cartes des retombées** donnant des valeurs moyennes considérées comme représentatives du territoire où l'on vit.

Pour faire une évaluation plus précise, mieux vaut utiliser des **mesures de débit de dose** effectuées directement sur le terrain en question (voir fiche S4).

Cette fiche s'applique à la phase qui démarre **plusieurs semaines après les retombées**, lorsque les substances radioactives à période courte se sont désintégrées (voir fiche S5), et que les radionucléides **émetteurs gamma** prépondérants sont à **période longue**. L'expérience des catastrophes de Tchernobyl et de Fukushima montre qu'il s'agit principalement du **césium 134** et du **césium 137**.

Rappelons que pour estimer la dose « artificielle » totale, il faut ajouter à la dose par irradiation externe (objet de la présente fiche), les doses liées à la contamination interne (ingestion et inhalation).

### Rechercher les cartes donnant les niveaux de retombées en césium 137 en Bq/m<sup>2</sup>.

Nous partons ici du principe que l'on dispose de cartes suffisamment précises qui portent sur les retombées surfaciques de césium 137, au niveau du sol, exprimées en **becquerels**<sup>3</sup> **par mètre carré** (Bq/m<sup>2</sup>).

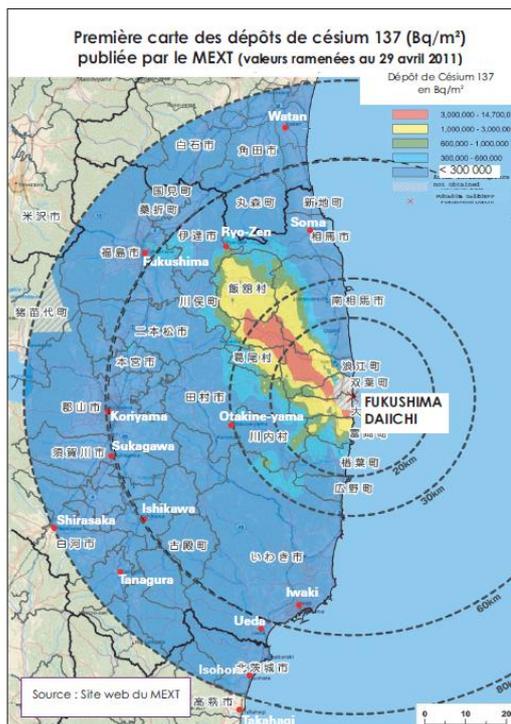
Nous reproduisons par exemple ci-dessous la première carte officielle des dépôts de césium 137 suite à la

<sup>1</sup>Notion explicitée dans la fiche G2

<sup>2</sup>Notion explicitée dans les fiches G2 et G3

*Comment estimer l'irradiation externe (à moyen terme) induite par la contamination des sols à partir de cartes de retombées exprimées en Becquerels par mètre carré (Bq/m<sup>2</sup>)?*

catastrophe de Fukushima. Elle a été publiée par les autorités japonaises le **6 mai 2011**. On constate que la contamination s'étend bien au-delà du périmètre d'évacuation de 20 kilomètres (1<sup>er</sup> cercle). Dans la zone de 30 à 60 km, en particulier au nord-ouest de la centrale, des territoires ont reçu des dépôts de césium 137 estimés entre **1 et 3 millions de Bq/m<sup>2</sup>** (couleur jaune).

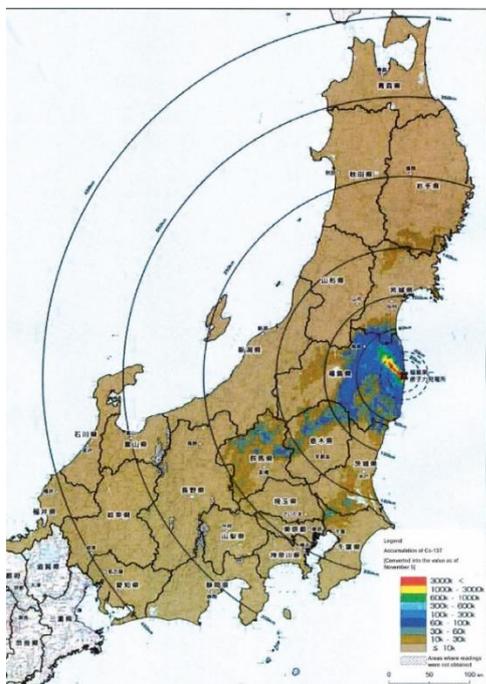


Première carte des dépôts de césium 137 (Bq/m<sup>2</sup>) publiée par les autorités japonaises, zone des 80 km : valeurs ramenées au 29 avril 2011

D'autres cartes publiées plusieurs mois après montreront que des retombées significatives, de plusieurs dizaines de milliers de becquerels par mètre carré de césium 137 ont

<sup>3</sup>Notion explicitée dans la fiche G2.

atteint des zones situées à plus de 150 kilomètres de la centrale accidentée.



Cartes des dépôts de césium 137 (Bq/m<sup>2</sup>) publiée par les autorités japonaises : valeurs ramenées au 5 novembre 2011

Nous prendrons l'exemple d'une famille dont la propriété est située à plus de 60 kilomètres de la centrale de Fukushima Daiichi, dans une zone où les retombées initiales en césium 137 ont été de 100 000 Bq/m<sup>2</sup>. Cette famille n'a pas été évacuée de manière obligatoire au moment de la catastrophe de Fukushima. Elle s'est « auto évacuée », à plus de 300 kilomètres, dans une ville peu touchée par les retombées. Elle y a vécu jusqu'au 1<sup>er</sup> septembre 2011. A cette date, elle s'interroge sur la dose qu'elle risquerait de subir, pendant une année à partir du 1<sup>er</sup> septembre 2011, si elle décidait de revenir à son domicile.

### Rechercher les niveaux de retombées en césium 134 en Bq/m<sup>2</sup>.

Dans certains cas, on ne dispose que des résultats de retombées de césium 137. Dans d'autres, il est possible de se procurer des cartes portant spécifiquement sur les retombées de césium 134. Pour évaluer les risques d'irradiation externe à moyen terme, il faut prendre en compte ces deux isotopes du césium. En l'absence d'information, il est toujours possible de déduire les

retombées de césium 134 à partir de celles du césium 137 en recherchant le ratio typique<sup>4</sup> des activités Cs 137 / Cs 134 au moment des retombées initiales dans diverses sources (services officiels, laboratoires universitaires, laboratoires indépendants, etc.).

Dans le cas des retombées de la catastrophe de Tchernobyl, fin mai-début avril 1986, le ratio Cs 137 / Cs 134 était proche de 2 (valeur constatée dans plusieurs pays européens). Une retombée initiale en césium 137 de 100 000 Bq/m<sup>2</sup> s'accompagnait d'une retombée en césium 134 de 50 000 Bq/m<sup>2</sup>.

Dans le cas des retombées de Fukushima ce ratio était proche<sup>5</sup> de 1. Une retombée initiale en césium 137 de 100 000 Bq/m<sup>2</sup> s'accompagnait d'une retombée du même ordre pour le césium 134.

### Recalculer le niveau résiduel théorique de retombées (Bq/m<sup>2</sup>) à un instant t

Lorsqu'on travaille sur ces notions de retombées initiales ou de radioactivité résiduelle présente à la surface du sol quelques semaines, mois, ou années après les retombées, une attention particulière doit être apportée à la date à laquelle sont exprimées les données (voir fiches G1 pour la notion de « période physique » et S5 pour l'évolution de la contamination au cours du temps).

Le tableau 1 ci-dessous affiche les facteurs de décroissance de la radioactivité du césium 137 et du césium 134 en fonction du temps écoulé noté d, après un temps initial noté t<sub>0</sub>.

Radionucléide		Cs 137		Cs 134	
Période physique (années)		30,0		2,06	
(d) Temps écoulé (mois)	(d) Temps écoulé (année)	Ratio : Cs137 à t <sub>0</sub> +d / Cs 137 à t <sub>0</sub>	Pourcentage de Cs 137 restant à t <sub>0</sub> +d	Ratio : Cs134 à t <sub>0</sub> +d / Cs 134 à t <sub>0</sub>	Pourcentage de Cs 134 restant à t <sub>0</sub> +d
1	0,082	0,998	99,8%	0,973	97,3%
2	0,164	0,996	99,6%	0,946	94,6%
3	0,246	0,994	99,4%	0,920	92,0%
6	0,500	0,989	98,9%	0,845	84,5%
12	1,0	0,977	97,7%	0,714	71,4%
18	1,5	0,966	96,6%	0,604	60,4%
24	2,0	0,955	95,5%	0,510	51,0%
30	2,5	0,944	94,4%	0,431	43,1%
36	3	0,933	93,3%	0,364	36,4%
60	5	0,891	89,1%	0,186	18,6%
120	10	0,794	79,4%	0,035	3,5%

Tableau 1 : décroissance de l'activité du césium 137 et 134 au cours du temps

Dans le cas du césium 137, dont la période physique est de 30 ans, des différences de date de quelques mois n'ont pas beaucoup d'importance. Comme indiqué dans le

Fukushima permettent de proposer une estimation de 1,1 pour le ratio moyen Cs 137 / Cs 134 ramené à la date du 15 mars 2011. Dans la présente fiche, par souci de simplicité, ce chiffre sera arrondi à 1.

<sup>4</sup>Ce ratio dépend de nombreux paramètres (type de réacteur, type de combustible, taux d'irradiation du combustible, etc.).

<sup>5</sup>Les mesures réalisées par le laboratoire de la CRIIRAD sur 18 échantillons de sols prélevés fin mai et début juin 2011 de Tokyo (sud de Fukushima) à Marumori (préfecture de Miyagi au nord de

tableau 1, après **une année**, les phénomènes de désintégration ne vont diminuer l'activité du césium 137 que de 0,977 soit **moins de 3 %**.

La contamination en **césium 134** (période physique d'environ 2 ans) va par contre décroître beaucoup plus rapidement que celle du césium 137. Comme indiqué dans le tableau 1, les phénomènes de désintégration vont diminuer l'activité du césium 134 de 0,714 après **une année**, soit une baisse d'environ **30 %**. Au bout de 2 ans (soit une durée correspondant à une période physique), l'activité sera divisée par 2.

Il faut donc vérifier à quelle date sont exprimés les dépôts de césium 134 sur les documents que l'on utilise.

Pour faire soi-même des calculs de décroissance, on doit utiliser la fonction mathématique « exponentielle » disponible sur de nombreuses calculatrices, tableurs sur ordinateur ou sur le web. L'activité résiduelle  $A_2$  au temps  $t_2$  est égale à l'activité initiale  $A_1$  au temps  $t_1$  multipliée par la fonction : « exponentielle  $(-0,693*d/T)$  ».

$$A_2 = A_1 * \text{« exponentielle } (-0,693*d/T) \text{ »}$$

Dans cette équation :

- d est la durée écoulée entre  $t_1$  et  $t_2$  soit  $d = t_2 - t_1$
- T est la période physique du radionucléide (*voir fiche G1*). Attention : bien penser à exprimer d et T dans la même unité. Par exemple si d est en « jours » et T en « années », il faut convertir T en jours, etc.

### Exemple

Question : le dépôt cumulé de **césium 134** était  $A_1 = 100\ 000\ \text{Bq/m}^2$  le 15 mars 2011. Quelle est l'activité résiduelle théorique  $A_2$ , le 1 septembre 2011 ?

Réponse : la durée écoulée entre les deux dates est  $d = 170$  jours. La période physique du césium 134 est  $T = 2,06$  ans soit environ 752 jours. Le ratio  $d/T$  vaut  $170/752 = 0,226$  \*exponentielle $(-0,693*d/T) = \text{exponentielle}(-0,693*0,226) = 0,855$

L'activité résiduelle  $A_2$ , le 1<sup>er</sup> septembre est donc :

$$A_2 = A_1 * \text{« exponentielle } (-0,693*d/T) \text{ »} = 100\ 000\ \text{Bq/m}^2 * 0,855 = 85\ 500\ \text{Bq/m}^2$$

### Convertir les niveaux de retombées ( $\text{Bq/m}^2$ ) en débit de dose ( $\mu\text{Sv/h}$ ) à un instant t

<sup>6</sup>Voir par exemple : <https://www.admin.ch/opc/fr/classified-compilation/20163016/index.html#app6ahref1>

<sup>7</sup>Ces coefficients sont donnés à titre indicatif pour une première évaluation. En effet, le débit de dose dépend, entre autres, de la

On trouve dans la littérature<sup>6</sup> des coefficients moyens<sup>7</sup> permettant de calculer le débit de dose gamma, à 1 mètre au-dessus du sol, en fonction de la contamination surfacique (retombées) pour chaque radionucléide concerné.

Nous reproduisons dans le tableau 2 ci-dessous les valeurs retenues officiellement aux USA et en Suisse. L'écart est inférieur à 5 % entre les deux sources. Pour la suite du calcul nous retiendrons les valeurs du Conseil Fédéral Suisse, soit :

- Pour le **césium 137** : **2,01  $\mu\text{Sv/h}$  pour 1 million de  $\text{Bq/m}^2$** .
- Pour le **césium 134** : **5,3  $\mu\text{Sv/h}$  pour 1 million de  $\text{Bq/m}^2$** .

La comparaison de ces 2 coefficients montre qu'à nombre de becquerels identiques, le césium 134 est 2,6 fois plus « irradiant » que le césium 137. Ceci est dû au fait que sa désintégration donne lieu à des émissions de rayonnements gamma plus nombreuses avec, pour certains rayonnements, une énergie supérieure à la raie gamma principale émise par le césium 137 (rappelons que la dose est liée à la quantité d'énergie déposée dans les tissus par les radiations).

Référence	Radionucléide	Cs 137 (en équilibre avec Ba137m)	Cs 134
	Période physique (années)	30,0	2,06
	Unité	Facteur de conversion	
A / Etats Unis : Federal Guidance Report N°12 (Eckerman et Ryman, septembre 1993)	Sv/s par $\text{Bq/m}^2$ <sup>(a)</sup>	5,86E-16	1,52E-15
	$\mu\text{Sv/h}$ par $\text{Bq/m}^2$	2,11E-06	5,47E-06
	$\mu\text{Sv/h}$ pour 1 million de $\text{Bq/m}^2$	2,11	5,47
B : Conseil Fédéral Suisse (Ordonnance sur la radioprotection), 26 avril 2017	mSv/h par $\text{Bq/m}^2$ <sup>(a)</sup>	2,0E-09	5,3E-09
	$\mu\text{Sv/h}$ par $\text{Bq/m}^2$	2,0E-06	5,3E-06
	$\mu\text{Sv/h}$ pour 1 million de $\text{Bq/m}^2$	2,01	5,30
Ecart B/A		0,953	0,969

(a) valeur issue du document original

**Tableau 2 : facteurs permettant d'évaluer le débit de dose gamma, à 1 mètre du sol, en fonction de l'activité du césium 137 et 134 déposée au sol**

On peut trouver dans les documents originaux ce type de facteurs pour des dizaines d'autres radionucléides. Il faut veiller à bien vérifier les unités de mesure et prêter attention aux cas où, pour certains éléments radioactifs, il faut tenir compte non seulement des radiations émises directement par l'atome qui se désintègre, mais aussi de celles émises par le produit de cette désintégration,

répartition du dépôt dans le sol (profondeur de pénétration) et de la densité du sol.

lorsque ce dernier est lui-même radioactif. C'est le cas par exemple pour le césium 137 qui émet très peu de rayonnement gamma en se désintégrant mais donne naissance au baryum 137<sup>m</sup> qui lui est un puissant émetteur de radiations gamma. C'est pourquoi dans le tableau 2 nous avons indiqué le coefficient « total » pour le césium 137 en équilibre avec le baryum 137<sup>m</sup>.

Dans l'exemple détaillé ici, nous considérons un niveau de retombées initiales en mars 2011 de 100 000 Bq/m<sup>2</sup> pour le césium 137 et une valeur quasi identique pour le césium 134 (en valeur arrondie).

Nous avons vu que du fait de la désintégration de ces deux substances radioactives, la radioactivité résiduelle le 1<sup>er</sup> septembre 2011 est respectivement, en valeur arrondie de **100 000 Bq/m<sup>2</sup>** pour le **césium 137** et **85 500 Bq/m<sup>2</sup>** pour le **césium 134**.

En multipliant ces chiffres par les facteurs de conversion ad hoc du tableau 2, on peut facilement calculer le débit de dose « artificiel » induit par la désintégration des atomes de césium 137 et 134. En date du premier septembre 2011 on obtient respectivement **0,2 µSv/h** et **0,45 µSv/h** soit un total de **0,65 µSv/h**. Une telle valeur est 6,5 fois supérieure au débit de dose ambiant « naturel » qui est, dans beaucoup de régions du monde, de l'ordre de 0,1 µSv/h. En revenant vivre à son domicile, cette famille va recevoir 6,5 fois plus de radiations, pour chaque heure passée, que la valeur existant avant la catastrophe.

### Evaluer les doses cumulées pour une personne qui reste en extérieur

Une personne qui reste sur ce terrain contaminé pendant **24 heures**, debout à l'extérieur, recevra une dose « artificielle » de 0,65 µSv/h\*24 h = **15,6 µSv**.

Si cette situation dure **1 mois** (soit en moyenne 30 jours) on obtient un cumul mensuel arrondi de **469 µSv**.

Au bout de 12 mois, le cumul « annuel » arrondi sera d'environ 12\*469 µSv = **5 600 µSv**.

Mais cette estimation ne tient pas compte du fait que le l'activité du césium 134 décroît régulièrement.

Dans le tableau 3 ci-après est effectué un calcul plus précis en tenant compte<sup>8</sup> de cette décroissance.

On obtient sur 12 mois une dose de **5 155 µSv** soit une valeur **5 fois supérieure à la dose maximale annuelle admissible<sup>9</sup>**.

<sup>8</sup>Il s'agit ici d'une prise en compte simplifiée en appliquant à chaque jour du mois le débit de dose évalué le premier jour du mois. Cela conduit à une très légère surestimation..

Il s'agit ici d'une **estimation** que l'on peut considérer être **par « excès »** puisque l'on ne passe pas (en général) tout son temps à l'extérieur. Une personne qui va passer un part importante de son temps à l'intérieur de bâtiments va recevoir une dose plus faible dans la mesure où les murs vont atténuer une partie des radiations gamma émises par les sols contaminés.

Paramètres de calcul	
Date de référence des retombées initiales	15/03/2011
Activité initiale des retombées de césium 137	100 000 Bq/m <sup>2</sup>
Ratio initial arrondi : Cs 137 / Cs 134	1
Facteur de conversion Cs 137	2,01E-06 µSv/h / Bq/m <sup>2</sup> (source : Suisse / ORA 2017)
Facteur de conversion Cs 134	5,30E-06 µSv/h / Bq/m <sup>2</sup> (source : Suisse / ORA 2017)

Date	Temps écoulé depuis 15 mars 2011 (jours)	Cs 137 (Bq/m <sup>2</sup> )	Débit de dose Cs 137 (µSv/h)	Cs 134 (Bq/m <sup>2</sup> )	Débit de dose Cs 134 (µSv/h)	Débit de dose artificiel total : Cs 137 + Cs 134 (µSv/h)	Dose externe cumulée sur les 30 derniers jours si 100 % du temps en extérieur (µSv)
01/09/2011	170	98 930	0,20	85 504	0,45	0,65	
01/10/2011	200	98 743	0,20	83 173	0,44	0,64	469
01/11/2011	231	98 549	0,20	80 831	0,43	0,63	476
01/12/2011	261	98 363	0,20	78 628	0,42	0,61	451
01/01/2012	292	98 170	0,20	76 414	0,40	0,60	457
01/02/2012	323	97 978	0,20	74 263	0,39	0,59	448
01/03/2012	352	97 798	0,20	72 305	0,38	0,58	411
01/04/2012	383	97 606	0,20	70 270	0,37	0,57	431
01/05/2012	413	97 421	0,20	68 354	0,36	0,56	409
01/06/2012	444	97 230	0,20	66 430	0,35	0,55	415
01/07/2012	474	97 046	0,20	64 619	0,34	0,54	394
01/08/2012	505	96 856	0,19	62 800	0,33	0,53	400
01/09/2012	536	96 666	0,19	61 032	0,32	0,52	392

Cumul de dose théorique du 19/2011 au 19/2012 pour 100 % du temps passé en extérieur (microSieverts)

5 155

**Tableau 3 : estimation de la dose externe cumulée du 1/9/2011 au 1/10/2012 pour une personne à l'extérieur**  
**Tenir compte de scenarii plus pénalisants**

Il peut cependant exister des situations particulières pour lesquelles la dose réellement subie pourra être supérieure. Par exemple :

- Si une personne passe du temps dans des **zones proches de son habitation** avec des taux de radiation nettement plus importants que sur son propre terrain (berge de rivière, milieu forestier, etc.).
- Les calculs ci-dessus sont valables à **1 mètre au-dessus du sol**, ce qui donne une bonne estimation de la dose au niveau des gonades pour une personne adulte qui est debout sur le sol. Mais, dans de nombreuses actions du quotidien, on se trouve à **quelques centimètres, voire au contact du sol** : travail des champs, chantier, camping, pique-nique, jeux d'enfants, etc... Dans ce cas, le débit de dose au contact du sol peut être nettement supérieur (la CRIIRAD a relevé au Japon des ratios contact/1 mètre ponctuellement **nettement supérieurs à 5**).

### Exemples de facteurs de « protection » dans les bâtiments

Il est difficile d'estimer le niveau du débit de dose induit, dans un bâtiment, par les radiations gamma émises par

les sols contaminés aux alentours. De nombreux paramètres sont à prendre en compte comme :

- La **distance** entre la source des radiations et le point de mesure. Le niveau de radiation diminue lorsque la distance augmente. Les valeurs seront plus basses au cœur du bâtiment et plus élevées lorsqu'on s'approche des parois qui délimitent l'intérieur et l'extérieur;
- La nature des **parois du bâtiment**. Des murs en béton atténuent beaucoup plus fortement les radiations que des parois en bois ou des vitres ;
- Les sources de radiation en dehors du sol lui-même, comme la contamination déposée **sur les toitures**, dans les **systèmes d'évacuation des eaux**, etc. (cf. **fiche S3** sur les « points d'accumulation »).

Des exemples de comparaisons entre valeurs de débit de dose en extérieur et en intérieur sont reportés dans le tableau 4 ci-dessous.

Les valeurs sont issues de mesures effectuées par la CRIIRAD, au Japon, préfecture de Fukushima, en mai 2011. Attention, il s'agit d'habitat traditionnel dont les murs sont peu denses.

Lieu : Iitate Nagadoro	Débit de dose (µSv/h)	Ratio intérieur / extérieur
Ferme, pelouse extérieur (1 m)	13,00	
Ferme, étable-hangar (1 m)	2,40	0,18
Maison traditionnelle salon centre (1 m)	2,51	0,19
Maison trad. salon contre fenêtre (1 m)	5,48	0,42

Lieu : Fukushima city / quartier Watari	Débit de dose (µSv/h)	Ratio intérieur / extérieur
Pelouse, entrée terrain sport (1 m)	2,9	
Entrée maison (jardin paysager) (1 m)	2,2	
Dans maison (salon) 1m	0,6	0,27
Dans maison (tatamis chambre) contact	0,38	0,17

**Tableau 4 : Mesures de débit de dose effectuées fin mai 2011 par la CRIIRAD dans la préfecture de Fukushima. Comparaisons entre intérieur et extérieur des habitations**

Dans l'exemple de la ferme à Iitate-Nagadoro, le débit de dose mesuré en extérieur était de 13 µSv/h. A l'intérieur, il était encore de 5,48 µSv/h dans le salon (contre la fenêtre) et de 2,5 µSv/h au centre du salon. Pour calculer le débit de dose à l'intérieur, il faut donc multiplier les valeurs mesurées à l'extérieur par **0,19** et **0,42** respectivement.

Dans la ville de Fukushima, quartier Watari, au niveau d'une maison individuelle, le débit de dose mesuré en extérieur dans le jardin était de 2,2 µSv/h. A l'intérieur, il était encore de 0,6 µSv/h dans le salon (à 1 mètre du sol) et de 0,38 µSv/h au contact du tatami là où dorment les enfants. Pour calculer le débit de dose à l'intérieur il faut donc multiplier les valeurs mesurées à l'extérieur par **0,27** et **0,17** respectivement.

Attention des valeurs différentes de ces « facteurs de protection » seraient à considérer pour d'autres types de constructions et d'architectures.

Il faut noter également qu'au cours du temps, avec la disparition progressive du césium 134, les niveaux de protection offerts par les parois des bâtiments devraient naturellement augmenter car l'essentiel des rayonnements seront émis par le césium 137, à un niveau d'énergie (donc avec un pouvoir de pénétration) sensiblement inférieur à celui des rayonnements gamma émis par le césium 134.

### Construction de scénarii réalistes tenant compte de la présence dans les bâtiments

Nous proposons dans le tableau 5 ci-dessous, toujours pour un terrain ayant subi une retombée initiale de 100 000 Bq/m<sup>2</sup> de césium 137, une évaluation de la dose cumulée, du 1<sup>er</sup> septembre 2011 au 1<sup>er</sup> octobre 2012, pour les habitants du secteur, en fonction de divers scénarii (variation du temps passé à l'extérieur et à l'intérieur, différents facteurs d'atténuation par les murs de l'habitation).

On obtient dans ces trois exemples des doses cumulées (arrondies) comprises entre 2 700 et 3 500 microSieverts.

Ces valeurs plus « réalistes » correspondent donc à la dose de 5 155 microSieverts, calculée en supposant que l'on passe 100 % du temps à l'extérieur, multipliée, selon les scénarii, par un facteur **0,52 à 0,69**.

Dose (irradiation externe) sur 12 mois pour 100 % du temps à l'extérieur : **5 155 microSieverts**

#### Scénario 1

Lieu	Extérieur	Intérieur proche fenêtre (1 m)	Intérieur centre pièce (1 m)
Pourcentage de temps passé	40%	20%	40%
Facteur d'atténuation	1	0,42	0,19
Facteur correctif	0,40	0,08	0,08

Facteur correctif combiné : **0,56**  
Dose pour scénario N°1 : **2 893 microSieverts**

#### Scénario 2

Lieu	Extérieur	Intérieur proche fenêtre (1 m)	Intérieur centre pièce (1 m)
Pourcentage de temps passé	50%	40%	10%
Facteur d'atténuation	1	0,42	0,19
Facteur correctif	0,50	0,17	0,02

Facteur correctif combiné : **0,69**  
Dose pour scénario N°2 : **3 546 microSieverts**

#### Scénario 3

Lieu	Extérieur	salon (1 m)	couchage (tatami) / contact sol
Pourcentage de temps passé	40%	20%	40%
Facteur d'atténuation	1	0,27	0,17
Facteur correctif	0,40	0,05	0,07

Facteur correctif combiné : **0,52**  
Dose pour scénario N°3 : **2 691 microSieverts**

**Tableau 5 : évaluation de la dose externe artificielle cumulée en fonction de scénarii de vie pour un terrain contaminé par 100 000 Bq/m<sup>2</sup> de césium 137 (en tenant compte du césium 134 associé). Période : 1/09/2011 au 1/10/2011.**