

## « Expositions liées à l'incorporation de radionucléides naturels par ingestion de denrées »

Ph. RENAUD

Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire  
BP 3, 13115 Saint-Paul-Lez-Durance  
Philippe.renaud@irsn.fr

Les denrées alimentaires contiennent des radionucléides naturels. Il s'agit de radionucléides telluriques présents dans les sols depuis la formation de la terre : principalement le potassium 40 et une trentaine de radionucléides appartenant aux chaînes de désintégration de l'uranium ( $^{238}\text{U}$  et  $^{235}\text{U}$ ), du thorium ( $^{232}\text{Th}$ ) ; ainsi que des radionucléides cosmogéniques qui se forment en permanence dans les hautes couches de l'atmosphère sous l'action du rayonnement cosmique : principalement le carbone 14, le tritium et le béryllium 7.

La consommation de denrées induit donc des doses liées à l'incorporation de ces radionucléides. Ces doses résultent de la combinaison de trois facteurs :

- les activités respectives des différents radionucléides naturels dans les denrées,
- les quantités de denrées consommées,
- les différentes valeurs de Dose par Unité d'Incorporation (DPUI) des radionucléides concernés

L'examen des DPUI montre des radio-toxicités extrêmement différentes (figure 1) avec des valeurs qui se répartissent sur plusieurs ordre de grandeur depuis le tritium présentant la plus faible DPUI, jusqu'au polonium 210 qui présente la DPUI la plus élevée, 29 000 fois supérieure à celle du tritium.

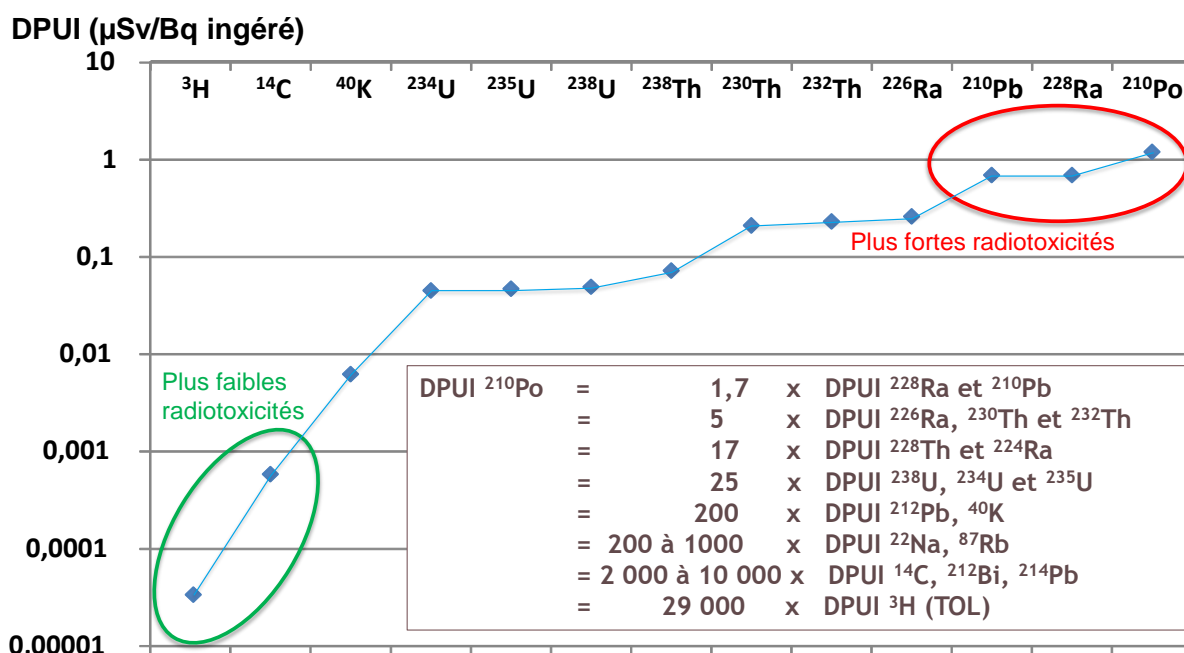


Figure 1 : Comparaison des Doses Par Unité d'Incorporation des principaux radionucléides naturels ( $\mu\text{Sv/Bq}$ )

Les teneurs en ces radionucléides des différents types de denrées sont également extrêmement variables : elles vont de quelques  $\mu\text{Bq/kg}$  ou dizaines de  $\mu\text{Bq/kg}$  de denrée fraîche pour l'uranium, à quelques dizaines ou centaines de  $\text{Bq/kg}$  pour le potassium 40.

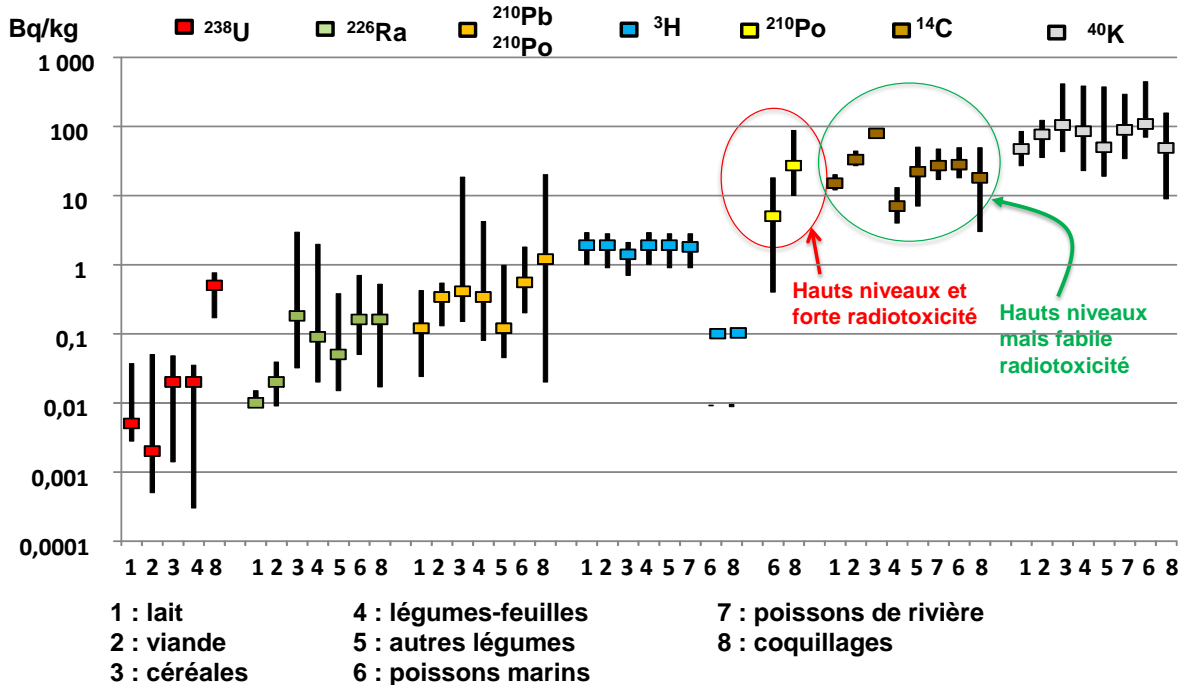


Figure 2 : Gamme d'activités des principaux radionucléides naturels observés dans les denrées produites en France (Bq/kg).

Dans le cas du tritium et du carbone, les activités observées en milieu continental résultent en partie de la rémanence des retombées des essais d'armes nucléaires. Pour le carbone 14, cette contribution est désormais négligeable au regard de l'origine cosmogénique.

Les enquêtes alimentaires menées à l'échelle nationale (INSEE, INCA, CALIPSO) et celles menées autour des sites nucléaires par l'IRSN, montrent que les quantités consommées de chaque type de denrées fluctuent peu à l'exception de celles des fruits de mer : coquillage et crustacés (figure 3). Pour ce type de denrées on peut distinguer 4 cas :

- les personnes qui n'en consomment jamais
- celles qui en consomment occasionnellement : 1-2 fois/mois soit 5kg/an ; ce qui correspond à la majeure partie de la population française
- celles qui en consomment régulièrement : 1-2 fois/semaine, soit 50 kg/an
- les gros consommateurs de coquillages et de crustacés : plusieurs fois par semaine, soit 150 à 200 kg/an

En raison de la forte teneur en  $^{210}\text{Po}$  des coquillages et crustacés, et du facteur de dose élevé de ce radionucléide, les habitudes de consommations de ces produits sont les plus déterminantes de la dose liée à l'ingestion de radionucléides naturels.

Les activités des radionucléides naturels dans les eaux consommées en France, notamment les valeurs moyennes des activités des eaux d'adduction (du robinet), ne sont pas connues. En effet, seules les eaux dépassant l'un au moins des trois indices réglementaires font l'objet d'une mesure destinée à caractériser ces activités. Cependant, les contrôles systématiques de ces indices montrent que 95% des eaux distribuées en France n'excèdent pas les valeurs-guide et donc conduisent (par construction des valeur-guides) à des Doses Totales Indicatives (DTI) inférieures à 0,1 mSv/an.

Les analyses effectuées par l'IRSN sur les eaux dépassant les valeurs guides montrent par ailleurs que pour 100 000 personnes réparties sur 21 départements, les DTI sont comprises entre 0,1 et 0,3 mSv/an. Il n'y a plus en France d'eau d'adduction susceptible de conduire à une dose supérieure à 0,3 mSv/an. Il faut noter que ces estimations ne prennent pas en compte le radon présent dans l'eau ; il semblerait que des doses nettement supérieures, de quelques mSv/an puissent être atteintes du fait du radon dissous dans l'eau.

Enfin, les feuilles de tabac contiennent, à l'instar des autres végétaux, des activités en polonium 210 conséquentes. Fumer conduit à inhaler ce radionucléide et donc à une incorporation spécifique qu'il est intéressant de considérer ici. Sur la base du nombre de cigarette vendues annuellement en France et du nombre de fumeurs, la dose efficace moyenne est estimée à 0,02 mSv/an ; celle d'un gros fumeur (30 cigarettes par jour) à 0,3 mSv/an.

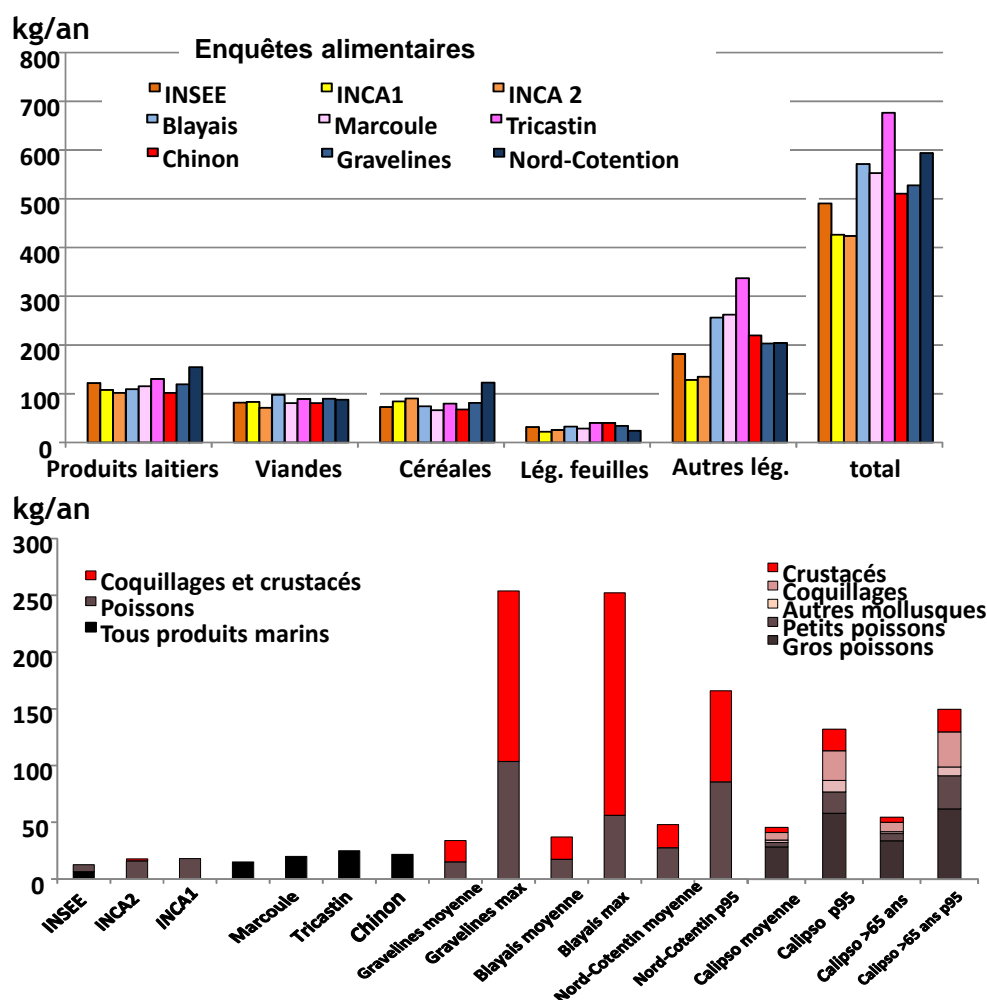


Figure 3 : Quantités annuellement consommées des différents types de denrées issues de différentes enquêtes nationales (INSEE, INCA, CALIPSO) et locales menées par l'IRSN autour de sites nucléaires

La figure 4 présente les doses efficaces liées à l'incorporation de radionucléides naturels pour différents cas. Ces doses vont de 0,4 mSv/an pour une personne qui ne fume pas, ne consomme pas de coquillages ni de crustacés et boit une eau peu radioactive, à plus de 3 mSv/an pour une personne qui cumulerait ces causes de doses plus élevées ; la moyenne de la population se situant autour de 0,5 mSv/an.

Le polonium 210 contribue à lui seul entre 60% (cas de la dose efficace moyenne) et plus de 90% (cas de la dose cumulative) de la dose totale, suivi du  $^{40}\text{K}$  (5 à 30% de la dose totale) la contribution des radionucléides cosmogéniques ( $^{14}\text{C}$ ,  $^3\text{H}$ ,  $^7\text{Be}$ ...) est toujours négligeable.

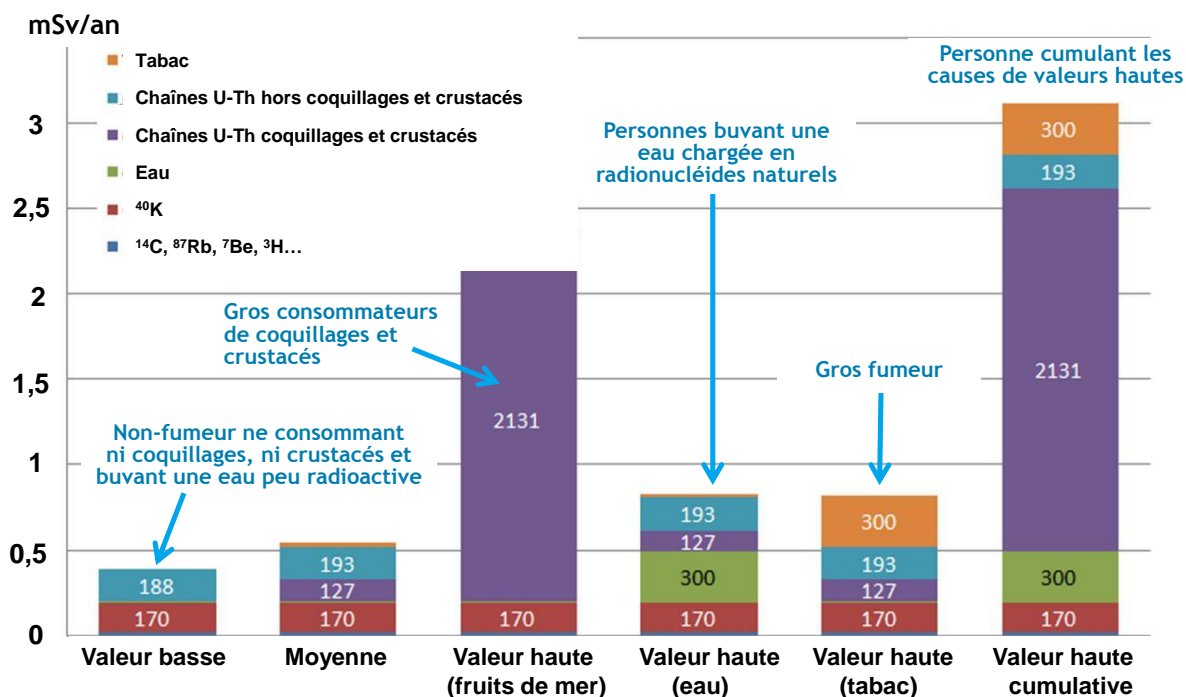


Figure 4 : Doses efficaces dues à l'ingestion de radionucléides naturels en France (mSv/an)

Ces doses sont à comparer à celles liées à l'incorporation de radionucléides artificiels. Ainsi, une étude publiée en 2016 par l'IRSN (\*) a montré que la dose efficace liée à l'ingestion de radionucléides artificiels rémanents des retombées des essais atmosphériques d'armes nucléaires et de l'accident de Tchernobyl, est de l'ordre de 0,0008 mSv/an en France, en dehors des zones les plus touchées par ces retombées. Cette dose résulte principalement de l'incorporation de strontium 90 (0,0006 mSv/an) provenant des essais d'armes nucléaires. Dans les zones les plus touchées par les retombées de l'accident de Tchernobyl et sur la base des activités de césium 137 les plus élevées mesurées, les doses efficaces liées à une forte consommation de gibier (32 kg/an) et de champignons (25 kg/an) pourraient atteindre 0,5 mSv/an.

Toujours à titre de comparaison, les doses liées à l'ingestion de denrées produites sous influence des rejets normaux des installations nucléaires sont de l'ordre ou inférieures à 0,0001 mSv/an (\*\*).

Pour en savoir plus :

Renaud P., Roussel-Debet S., Pourcelot L. and Gurriaran R.  $^{226}\text{Ra}$  and  $^{228}\text{Ra}$  in French foodstuffs. *Radioprotection* 50(2), 111-115. 2015.

Renaud P., Roussel-Debet S., Pourcelot L., Thébault H., Loyen J. and Gurriaran R.  $^{210}\text{Pb}$  and  $^{210}\text{Po}$  in French foodstuffs. *Radioprotection* 50(2), 123-128. 2015.

Renaud P., Parache V. and Roussel-Debet S. Doses to the French adult population linked to the intake of radionuclides of uranium and thorium decay-chains by ingestion of foodstuffs. *Radioprotection* 50(2), 117-121. 2015.

Renaud P. Doses liées à l'incorporation de radionucléides naturels via l'alimentation en France. Rapport IRSN/SESURE 2014-08.

\*Collectif : Constat Radiologique « zone de rémanence de la radioactivité d'origine artificielle. Rapport IRSN 2016.

\*\*Collectif : Bilan Radiologique de l'environnement français 2011-2014. Rapport IRSN/RNMRE 2015.