



## CRIIRAD

Commission de Recherche  
et d'Information Indépendantes  
sur la Radioactivité.

471 av. Victor Hugo 2600 Valence  
Internet : [www.criirad.org](http://www.criirad.org)

**Mercredi 6 décembre 2006**

CRIIRAD – 471 avenue Victor Hugo - 26000 VALENCE

**Dossier POLONIUM 210**  
**Affaire LITVINENKO**

### ANNEXE

## A/ Analyse : la désinformation à la française

La CRIIRAD a analysé les informations diffusées tant au Royaume-Uni qu'en France à propos de la contamination d'Alexandre Litvinenko par du polonium 210 et de ses conséquences. Elle souhaite apporter les commentaires suivants :

### Opacité au Royaume-Uni :

- **Les informations diffusées par les responsables britanniques ne comportent aucune donnée chiffrée** permettant de vérifier les appréciations sur les niveaux de contamination des différents lieux affectés et les niveaux de risques encourus par les personnes qui les ont fréquenté. Seules des appréciations subjectives type « *traces de polonium* », « *doses minimales* », « *petites quantités de matière radioactive* », « *risque faible* », etc ont été diffusées. Le black-out est complet sur les chiffres de contaminations surfaciques (Bq/cm<sup>2</sup>), sur les activités massiques (Bq/kg), sur la forme physico-chimique sous laquelle se trouve le polonium, etc. Dans ces conditions, il est impossible de vérifier la cohérence des évaluations officielles, encore moins de poser un diagnostic sur les risques encourus.

Le polonium 210 est naturellement présent dans notre environnement : dans le sol son activité est de l'ordre de quelques dizaines de becquerels par kilogramme (Bq/Kg). Étant donné l'activité spécifique très élevée du polonium (166 milliards de Bq par milligramme), toute dispersion de quantités même infimes peut conduire à des contaminations très élevées. On serait certainement étonné par les niveaux d'activité réels que recouvre le terme de « *traces de polonium* ».

- **On remarque toutefois : 1/** que les informations diffusées restent cohérentes avec le système international de radioprotection ce qui n'est pas le cas en France. Ainsi, les deux types de risques sanitaires sont signalés : les effets des fortes doses de radiation (effets caractéristiques qui se manifestent sur le court terme) et les effets des doses moyennes et faibles qui n'apparaîtront qu'à moyen ou long terme et sans marquage spécifique (augmentation des risques de cancer pour les personnes contaminées et d'anomalies génétiques pour leur descendance) ; **2/** que les autorités se soucient de vérifier le niveau de contamination des lieux et des personnes susceptibles d'avoir été contaminés (des précautions en partie inutiles si l'on en croit certains responsables français).

### Désinformation en France

- **En France**, les commentaires des responsables présentent les **mêmes travers qu'en 1986**, au moment des retombées radioactives de **Tchernobyl** : **volonté de minorer les risques, parfois jusqu'à la caricature, au mépris des bases scientifiques et des règles de radioprotection.**

Nous prendrons pour exemple deux interviews diffusées le 30/11/2006 :

- ✓ Dans **Le Figaro**, celle de **Patrick GOURMELON**, directeur de la radioprotection de l'homme, au sein de l'organisme public d'expertise, l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (**IRSN**), qui a notamment pour mission de fournir aux autorités françaises et à l'ASN les diagnostics nécessaires aux prises de décisions en matière de protection des populations.
- ✓ Dans le quotidien **20 minutes**, celle d'**Anne FLÜRY-HERARD**, présentée comme « *spécialiste des effets de la radioactivité* » au **CEA** (Fontenay-aux-Roses).

L'intégralité des articles est disponible sur le site [www.criirad.org](http://www.criirad.org). Nous limiterons la démonstration aux trois thèmes suivants :

**1/ le temps nécessaire pour la disparition de la radioactivité :** « le rayonnement radioactif du polonium réduit de moitié tous les 140 jours. *D'ici un an il n'y aura donc quasiment plus de traces.* »

**2/ l'absence de risques autres que ceux liés aux fortes doses de rayonnement :** « a priori ces résidus de radioactivité sont **absolument inoffensifs**. Il faut ingérer une certaine quantité de polonium (*quelques millièmes de grammes*) pour qu'il soit toxique, ou y être exposé à **très forte dose**, comme c'est le cas dans les catastrophes nucléaires».

**3/ la quasi absence de risque de contamination :** 1/ « pour être contaminé, il faudrait **se frotter fortement les mains** directement sur la surface, puis se « sniffer » la main, ou de façon plus crédible, se lécher les doigts. Le risque d'une telle contamination est **négligeable**, et il n'y a **pas d'impact sanitaire possible**. » et 2/ « le polonium ne sort du corps que par **les urines ou les selles**. » ce qui implique qu'« il faudrait **coucher avec cette personne et avoir des jeux assez particuliers pour courir un risque** ».

## **A1/ Le temps nécessaire pour la disparition du polonium 210**

Sans information sur les niveaux d'activité initiaux, on ne peut se prononcer sur le temps pendant lequel la radioactivité persistera. Sauf à vouloir rassurer sans aucune base scientifique, il est incorrect d'affirmer que la radioactivité aura disparu dans 138 jours ou dans 1 an.

### **1.1. Quelques rappels concernant les différentes « périodes »<sup>1</sup>.**

En radioprotection, on distingue 3 périodes : physique (ou radioactive), biologique et effective. Schématiquement :

- **la période physique** est le temps au bout duquel l'activité d'un radionucléide donné a été divisée par 2. Pour le polonium 210, cette période est de **138 jours**.<sup>2</sup>

Lors que des êtres vivants sont contaminés, deux autres périodes doivent être considérées :

- **la période biologique** est le temps au bout duquel la moitié de la quantité d'un élément donné est éliminée de l'organisme par les voies naturelles (élimination physiologique par les fluides corporels). La quantité prise en compte n'est pas la quantité ingérée mais la fraction qui a été transférée au sang et qui est redistribuée vers les différents tissus et organes cibles. Pour le polonium, les organes cibles sont notamment le foie, les reins et la rate et la période biologique est estimée à **50 jours** (vision schématique, la réalité est beaucoup plus complexe : il n'y a pas une mais des périodes biologiques variant selon les organes de fixation).
- **La période effective** est la résultante des deux mécanismes d'élimination : physique et physiologique. Elle est donc nécessairement plus courte que les deux autres. Pour le polonium 210, elle est d'environ **37 jours**. (chiffre approximatif pour une réalité bien plus complexe et sujet à débat).

Si l'on considère une personne contaminée par le polonium 210, la quantité ingérée sera éliminée sur la base d'une période de 37 jours : niveau de contamination initial divisé par 2 en 37 jours, par 4 en 74 jours, par 8 en 148 jours, etc.

Lorsque la personne est décédée, l'élimination physiologique n'intervient plus. L'activité du radionucléide présent dans l'organisme décroît en fonction de la seule période physique (cas désormais du corps d'Alexandre Litvinenko).

**Dans l'environnement**, l'activité du radionucléide décroît au seul rythme de la période physique. En revanche les atomes radioactifs sont facilement déplacés : **phénomènes de dispersion** (sous l'action du vent par exemple ou encore parce qu'une personne aura touché une surface contaminée et que des atomes radioactifs seront transférés de l'objet à sa peau) ou, au contraire, **mécanismes de reconcentration** (par exemple dans les filtres d'un appareil de ventilation).

<sup>1</sup> Nous utilisons ce terme par facilité bien qu'il soit incorrect, tout comme celui de « demi-vie ».

<sup>2</sup> **Attention** : cette période physique de 138 jours n'est pertinente que dans l'hypothèse où le polonium 210 n'est pas accompagné par son ascendant à vie longue le **plomb 210** dont la période radioactive est de 22 ans. Si le polonium 210 est à l'équilibre avec le plomb 210, c'est la période de ce radionucléide qui détermine le rythme de décroissance du polonium 210 (et le cas échéant celle d'ascendants plus lointains de la chaîne de l'uranium 238 éventuellement présents et de périodes encore plus longues).

## 2.2. Tout est fonction de l'activité initiale et du milieu considéré

### Tout dépend de l'activité initiale en polonium 210. Elle sera :

- Divisée par 2 en 1 période, soit 138 jours (4 mois et 18 jours)
- Divisée par 4 en 2 périodes, soit 276 jours (9 mois et 6 jours)
- Divisée par 8 en 3 périodes, soit 414 jours (1 an, 1 mois et 19 jours)
- (...)
- Divisée par 1 000 (1024) en 10 périodes, soit 1 380 jours (3 ans et 10 mois).
- (...)
- Divisée par 1 000 000 (1 048 576) en 20 périodes, soit 2 760 jours (7 ans et 7 mois)
- (...)
- Divisée par 1 000 000 000 en 30 périodes, soit 4 140 jours (11 ans et 4 mois).

Si l'on prend pour hypothèse que la quantité de polonium utilisée initialement est de **5 microgrammes** (notés 5 µg, soit 5 millièmes de milligramme), l'activité correspondante est de **830 millions de becquerels** (notés 830 MBq). Cette activité est en fait :

- divisée par 4 en 9 mois = 207 500 000 Bq
- divisé par 1 000 en 4 ans = 830 000 Bq
- divisé par 1 million en 11 ans = 830 Bq

Depuis sa création, la CRIIRAD dénonce l'utilisation de la **pseudo règle des 10 périodes** au terme desquelles la radioactivité aura disparu. Ce raccourci erroné continue d'être présent non seulement dans les documents des pollueurs mais également dans les publications officielles et dans les médias. Au terme de 10 périodes, l'activité n'a pas forcément disparu. Elle est divisée par 1 000 environ.

Ainsi que nous l'avons souligné, aucun chiffre n'a été publié. Pour les différents lieux contaminés, les autorités n'ont parlé que de traces de polonium. Partant de ces « traces », on appréciera l'évaluation de Mme FLÜRY-HERARD : « *D'ici un an il n'y aura donc quasiment plus de traces* ».

Au début mai 1986, quand les services officiels français ont été contraints de signaler l'augmentation de radioactivité sur le territoire français après que Monaco l'eut fait, les citoyens français ont eu droit au même type d'appréciations.

## A2/ L'absence de risque en dehors des fortes doses

### a/ Effets déterministes et stochastiques

Les normes officielles de radioprotection, que ce soit au niveau international, européen ou français, retiennent schématiquement deux types d'effets pour l'exposition aux rayonnements ionisants :

**1/ les effets déterministes** associés aux fortes doses qui apparaissent à partir d'un certain seuil et dont la gravité augmente avec la dose.

**2/ les effets stochastiques** qui sont considérés comme sans seuil : toute dose entraîne une augmentation de leur probabilité d'apparition et la probabilité augmente avec la dose. Il s'agit des leucémies et des cancers solides pour les personnes exposées (apparition après un délai dit temps de latence) et de la transmission d'anomalies génétiques à la descendance des personnes exposées.

**CIPR 60 (extraits)** : recommandations de la Commission Internationale de Protection Radiologique qui datent de 1990 et servent de base aux actuelles réglementations européenne et française.

#### *Les effets biologiques des rayonnements ionisants*

*(...) Le processus d'ionisation modifie obligatoirement les atomes, au moins provisoirement, et peut ainsi altérer la structure des molécules qui les contiennent (...). Si les molécules affectées se trouvent dans une cellule vivante, la cellule elle-même peut parfois être endommagée, soit directement si la molécule a un rôle crucial dans son fonctionnement, soit indirectement par suite d'une modification chimique dans les molécules voisines, par exemple, la production de radicaux libres. Parmi les différentes formes de dommages que le rayonnement peut causer dans les cellules, la plus importante est l'atteinte de l'ADN. Les dommages causés à l'ADN peuvent empêcher la survie ou la reproduction de la cellule mais ce dommage est fréquemment réparé par la cellule. Si la réparation n'est pas parfaite, elle peut aboutir à une cellule viable mais modifiée (...).*

*Si suffisamment de cellules sont détruites dans un organe ou dans un tissu ou si elles ne peuvent pas se reproduire ou fonctionner normalement, il y aura une perte de fonction de l'organe, un effet que la Commission qualifie maintenant de « déterministe ». La perte de fonction devient plus grave au fur et à mesure que le nombre de cellules affectées augmente (...).*

*Une cellule somatique modifiée peut encore garder sa capacité de reproduction et peut donner naissance à un clone de cellules modifiées qui peuvent finir par devenir un **cancer**. Une cellule germinale modifiée des gonades, ayant pour fonction de transmettre des informations génétiques aux descendants d'un individu exposé, peut transmettre des informations **héréditaires** incorrectes et causer des nuisances graves à certains des descendants. Ces effets somatiques et héréditaires qui peuvent avoir pour origine une seule cellule modifiée sont appelés effets stochastiques (...).*

#### • **Effets déterministes**

Le cas d'Alexandre LITVINENKO s'inscrit évidemment dans cette catégorie. La rapidité et la nature des manifestations (nausées, hémorragies internes..) sont caractéristiques des effets des fortes doses de rayonnements. Cf. syndrome gastro-intestinal (atteinte des cellules souches de l'épithélium), syndrome médullaire (atteinte des cellules souches de la moelle épinière).

D'autres personnes ont-elles été contaminées à fortes doses ? D'après les informations disponibles, ce pourrait être le cas de Mario SCARAMELLA. Là encore, l'absence de données chiffrées ne permet pas de se prononcer.

#### • **Risques encourus par les personnes contaminées à des niveaux de dose moyens, faibles ou très faibles.**

Les effets des faibles doses de rayonnements sont beaucoup plus facile à nier puisqu'ils ne s'accompagnent d'aucun symptôme clinique et qu'il n'y a pas d'effets à court terme : le cancer radioinduit se déclarera après 10, 20, 30 ans ou plus. La dose n'augmente pas la gravité de l'effet (un cancer reste un cancer) mais sa probabilité d'apparition.

Depuis sa création, la CRIIRAD constate que les experts officiels français s'efforcent de minorer, voire même de nier catégoriquement, les effets des faibles et très faibles doses de rayonnement (cf. positions de Pierre Pellerin, de l'Académie des sciences et dans le cas présent de Mme FLÜRY-HERARD

*« (...) a priori, ces résidus de radioactivité sont **absolument inoffensifs**. Il faut ingérer une certaine quantité de polonium 210 (quelques millièmes de grammes) pour qu'il soit toxique, ou y être exposé à **très forte** dose, comme c'est le cas dans les catastrophes nucléaires.»*

### **b/ Doses de rayonnement et niveaux de risque associés à l'ingestion du polonium 210**

L'activité spécifique d'1 gramme de polonium 210 est de  $166 \times 10^{12}$  becquerels (Bq) soit 166 TBq  
Pour 1 mg, l'activité correspondante est donc de 166 GBq ( $166 \times 10^9$  Bq)  
et pour 1 µg de 166 MBq ( $166 \times 10^6$  Bq) = 166 000 000 Bq.

D'après Mme FLÜRY-HERARD, il n'y aurait pas de toxicité en deçà de « quelques millièmes de grammes », soit quelques microgrammes. Le pluriel étant utilisé, on peut en conclure qu'il faudrait au minimum 2 microgrammes, soit une activité de 332 000 000 Bq (332 MBq).

#### **A quelle dose de rayonnement correspond l'ingestion de 2 µg de polonium 210 ?**

Les coefficients de dose utilisés sont ceux retenus par la réglementation européenne et française, exprimés en Sv.Bq<sup>-1</sup> :

- Jusqu'à 1 an :  $2,6 \cdot 10^{-5}$  soit pour 332 MBq une dose équivalente de **8 632 Sieverts**.
- De 1 à 2 ans :  $8,8 \cdot 10^{-6}$  soit pour 332 MBq une dose équivalente de **2 922 Sieverts**.
- De 2 à 7 ans :  $4,4 \cdot 10^{-6}$  soit pour 332 MBq une dose équivalente de **1 461 Sieverts**.
- De 7 à 12 ans :  $2,6 \cdot 10^{-6}$  soit pour 332 MBq une dose équivalente de **863 Sieverts**.
- De 12 à 17 ans :  $1,6 \cdot 10^{-6}$  soit pour 332 MBq une dose équivalente de **531 Sieverts**.
- Adulte) :  $1,2 \cdot 10^{-6}$  soit pour 332 MBq une dose équivalente de **398 Sieverts**.

*Calculs à insérer : doses en Gray aux différents organes cibles (rein, foie, rate...) après incorporation par ingestion.*

Imaginons qu'une infime particule de polonium, soit un 100 000<sup>ème</sup> de la quantité initiale de 2 µg (= **0,00002 microgramme**) se trouve sur la table du restaurant et est ingérée par inadvertance. Quelle dose recevrait :

**un enfant en bas âge** (1 an ou moins) :

$2 \mu\text{g} \times 10^{-5} = 3\,320 \text{ Bq} \times 2,6 \cdot 10^{-5}$  soit une dose équivalent de **86,3 mSv**, soit plus de 86 fois la limite de risque cancérogène et génétique maximum « admissible » sur un an.

**un adulte :**

$2 \mu\text{g} \times 10^{-5} = 3\,320 \text{ Bq} \times 1,2 \cdot 10^{-6}$  soit une dose équivalent de **3,98 mSv**, soit près de 4 fois la limite de risque cancérogène et génétique maximum « admissible » sur un an.

Si la microparticule ingérée contient 1 millième de la quantité initiale (soit **0,002 µg**) :

**un enfant en bas âge recevrait :**

$2 \mu\text{g} \times 10^{-3} = 332\,000 \text{ Bq} \times 2,6 \cdot 10^{-5}$  soit une dose équivalent de **8 630 mSv**, soit plus de 8 000 fois la limite de risque cancérogène et génétique maximum « admissible » sur un an.

**un adulte recevrait :**

$2 \mu\text{g} \times 10^{-3} = 332\,000 \text{ Bq} \times 1,2 \cdot 10^{-6}$  soit une dose équivalent de **398 mSv**, soit près de 400 fois la limite de risque cancérogène et génétique maximum « admissible » sur un an.

**Ces doses correspondent à des dépassements considérables de la limite annuelle de 1 mSv qui correspond non pas à une limite d'innocuité mais à un niveau de risque considéré comme maximum admissible !**

### **A3. Sur la quasi absence de risques de contamination**

#### **a/ Remarque préalable sur l'absence de risques d'exposition externe**

Le polonium 210 est un **émetteur alpha pur**. Les risques sont donc considérés comme négligeables tant que les atomes radioactifs restent à l'extérieur de l'organisme. **Vrai sauf si** :

1/ le polonium est associé à d'autres radionucléides (notamment ses ascendants de la chaîne de l'uranium 238). Auquel cas, il faudrait alors prendre en compte l'émission de rayonnement bêta (cas du bismuth 210 et du plomb 210 par exemple). Compte tenu des difficultés de détection signalées, il n'y a probablement pas d'émetteur gamma significatif.

2/ l'association du polonium 210 et du béryllium 9 (un nucléide stable) qui constitue une source de neutrons.

Etant donné l'importance des zones d'ombre du dossier, il est à ce stade impossible d'écarter totalement ces hypothèses.

#### **b/ Les risques de contamination (interne)**

**Transfert des atomes radioactifs présents dans l'environnement à l'intérieur de l'organisme :** incorporation d'une particule radioactive en suspension dans l'air par inhalation, incorporation d'une particule radioactive présente sur une surface par ingestion ou par passage à travers les lésions de la peau.

Contrairement à ce qu'affirme le directeur de la radioprotection de l'homme à l'IRSN, Monsieur GOURMELON, il n'est pas nécessaire de « **se frotter fortement les mains directement sur la surface** » contaminée pour que les atomes radioactifs soient transférés à la peau avec ensuite le risque évident de la transformation d'une contamination externe en contamination interne.

Pour Monsieur GOURMELON, la contamination ne peut provenir que de comportements a priori assez aberrants comme « *se sniffer la main* » ou « *se lécher les doigts* » (à grands coups de langue ?). En réalité, la contamination peut être induite par des actes tout à fait quotidiens : dès lors que les atomes radioactifs sont transférés sur la peau, les vêtements, les cheveux d'une personne suite à un contact avec des surfaces contaminées, **des gestes très banals peuvent transformer cette contamination externe en contamination interne** : manger un fruit, un sandwich, se ronger les ongles ou les cuticules, porter une mèche de cheveux à sa bouche, se lécher l'index pour tourner des pages, se toucher les lèvres puis se passer la langue dessus, etc. sans compter le transfert direct de la peau à l'intérieur de l'organisme au niveau des microlésions de la peau (égratignures, boutons, etc).

Les autorités britanniques n'ont pas pêché par excès de prudence en tenant compte des possibilités de contamination. Elles ont simplement appliqué les règles de base de la radioprotection.

Si cette affaire était survenue en France, la gestion aurait certainement été très différente/ M. GOURMELON, le haut responsable de la radioprotection de l'homme à l'IRSN (expert du Gouvernement et de l'Autorité de Sûreté Nucléaire) considère en effet que « *le risque d'une telle contamination est négligeable, et il n'y a pas d'impact sanitaire possible.* »

D'après ce spécialiste « *le polonium ne sort du corps que par les urines ou les selles.* » ce qui implique qu'« *il faudrait coucher avec cette personne et avoir des jeux assez particuliers pour courir un risque* ».

Précisions à ce propos que **les atomes radioactifs sont excrétés via les différents fluides corporels : urines, selles, transpiration, salive, mucus (et le cas échéant lait maternel)**. Les transferts – directs ou indirects – vers d'autres personnes s'opèrent évidemment plus facilement par les postillons ou la transpiration (ne pas imaginer liée à effort physique particulier, c'est un phénomène permanent) que par les urines ou les selles (sauf pour certaines catégories professionnelles comme le personnel médical).

## **B/ Aspects réglementaires / les seuils d'exemption**

Les déclarations publiées ces dernières semaines laissent supposer que l'acquisition de polonium 210 implique forcément des filières très spécialisées, impliquant le secret et l'illégalité. Ce n'est pas le cas :

### **B.1. Des sources de polonium 210 sont en vente libre sur Internet.**

Si vous êtes aux États-Unis et que vous disposez de 69\$ vous pouvez vous rendre sur le site [www.unitednuclear.com](http://www.unitednuclear.com) de la société **United Nuclear Scientific Supplies** (implantée dans l'État du Nouveau Mexique) ou directement sur la page <http://www.unitednuclear.com/isotopes.htm> et passer librement commande d'une source de 0,1 µCi (soit 3 700 Bq) de polonium 210. Aucun justificatif ne vous sera demandé, tout sera fait au contraire pour faciliter votre achat (« *ordering from United nuclear is easy & hassle-free* »)

**Suite à l'affaire LITVINENKO, une notice spéciale a été mise en ligne.**

Ce document précise que la quantité de polonium 210 qui est vendue sur le site est une quantité exemptée. Les rédacteurs sont affirmatifs : « **Ces quantités ne sont pas dangereuses** ». C'est d'ailleurs pourquoi la NRC (Nuclear Regulatory Commission) permet leur vente au grand public sans autorisation d'aucune sorte.

On peut également y lire que les quantités de polonium 210 qui sont vendues dans le cadre de l'exemption sont si petites qu'elles sont pratiquement invisibles à l'œil humain (quand on connaît l'activité spécifique du polonium 210 cela n'a pourtant rien de rassurant).

Les affirmations de cette société commerciale sont en tout point comparables à celles de responsables de notre Commissariat à l'Énergie Atomique : « **You would need about 15 000 of our polonium-210 needle sources at a total cost of about \$1 million – to have a toxic amount.** » « *Il vous faudrait 15 000 de nos sources de polonium 210 (aiguilles) pour un montant total d'environ 1 million de dollars pour avoir une quantité toxique.* »

### **Quelles doses ? Quels risques ?**

**Pour juger de l'exactitude de ces affirmations, il est intéressant de calculer les niveaux de doses associés à l'ingestion des ces sources prétendument dépourvues de toute toxicité.**

**Ingestion accidentelle ou du fait d'un acte de malveillance d'une seule source de 3 700 Bq :**

- d'un nouveau-né :  $26 \mu\text{Sv/Bq} \times 3\,700 = 96,2 \text{ mSv}$
- d'un enfant de 1 à 2 ans :  $8,8 \mu\text{Sv/Bq} \times 3\,700 = 32,56 \text{ mSv}$
- d'un enfant de 2 à 7 ans :  $4,4 \mu\text{Sv/Bq} \times 3\,700 = 16,28 \text{ mSv}$
- d'un adulte :  $1,2 \mu\text{Sv/Bq} \times 3\,700 = 4,44 \text{ mSv}$

*NB : calculs sur la base des règles de radioprotection, à affiner selon la forme physico-chimique de la substance.*

### **Ingestion de 15 sources :**

- d'un nouveau-né :  $96,2 \text{ mSv} \times 15 = 1\,443 \text{ mSv}$
- d'un enfant de 1 à 2 ans :  $32,56 \times 15 = 488,4 \text{ mSv}$
- d'un enfant de 7 ans :  $16,28 \text{ mSv} \times 15 = 244,2 \text{ mSv}$
- d'un adulte :  $4,44 \text{ mSv} \times 15 = 66 \text{ mSv}$

### **Ingestion de 15 000 sources de polonium (soit 55,5 MBq) ce qui correspond à une masse de 0,0003 milligrammes.**

- enfant d'1 an et moins : 1 443 Sv
- enfant de 1 à 2 ans : 488 Sv
- d'un enfant de 7 ans : 244 Sv
- d'un adulte : 66 Sv

### **Comparaison avec les limites réglementaires**

#### **La directive 96/29/Euratom transposée en droit français définit :**

- Le seuil au delà duquel le risque radiologique ne peut plus être considéré comme négligeable est de **0,01 mSv/an**
- **La limite maximale du risque admissible sur 1 an : 1 mSv** (au-delà de cette limite, le risque cancérogène et génétique est considéré comme intolérable).
- **Entre 0,01 mSv et 1 mSv**, le risque n'est pas négligeable et des mesures de radioprotection doivent être mises en œuvre pour le réduire au maximum qu'il est « raisonnablement » possible de l'obtenir.

#### *Extrait de la CIPR 90*

*La Commission a estimé utile d'utiliser trois notions pour indiquer le degré de tolérabilité d'une exposition (ou d'un risque).*

*La première notion est celle d'"inacceptable", qui est utilisée pour indiquer que l'exposition, du point de vue de la Commission, n'est en aucun cas raisonnablement acceptable dans le cadre du fonctionnement normal d'une pratique quelconque dont l'utilisation serait une question de choix. De telles expositions pourraient être acceptées dans des situations exceptionnelles, par exemple en cas d'accidents.*

*Les expositions qui ne sont pas inacceptables sont quant à elles divisées en expositions "tolérables", c'est à dire qui ne sont pas vraiment désirées mais qui peuvent néanmoins être raisonnablement tolérées, et en expositions "acceptables", qui peuvent être acceptées sans amélioration supplémentaire, c'est à dire lorsque la protection a été optimisée.*

*Dans un tel cadre, la limite de dose représente la frontière entre l'"inacceptable" et le "tolérable" pour les situations auxquelles la limite de dose doit s'appliquer, c'est à dire pour le contrôle des pratiques.*

### **Conclusion :**

L'ingestion d'une seule source de 3 700 Bq de polonium 210 délivre, selon l'âge de la personne, des doses allant de 4,4 à 96,2 mSv, valeurs qui sont :

- ⇒ => **plus de 4 fois à plus de 96 fois supérieures à la limite maximale annuelle**
- ⇒ => **plus de 400 à plus de 9 600 fois supérieures au niveau de risque dit négligeable**

**Comment admettre que de telles sources puissent être exemptées ?**

**Cet exemple est emprunté aux États-unis mais la situation en France n'est pas meilleure.**

### **B.2. Les graves insuffisances de la réglementation**

En effet, les réglementations européenne et française fixent des seuils d'exemption (cf. notamment l'arrêté du 2 décembre 2003).

**Pour le polonium 210, les seuils d'exemption sont :**

- pour l'activité totale : 10 000 Bq
- pour l'activité massique : 10 000 Bq/kg

Si la source radioactive est inférieure à l'une ou l'autre de ces deux limites, la pratique peut être exemptée.

La CRIIRAD avait dénoncé les artifices utilisés pour la fixation de ces seuils (notamment introduction d'un coefficient  $10^{-2}$  permettant de diviser artificiellement par 100 le niveau de risque).

De fait, les niveaux de dose et par conséquent de risque associés à ces valeurs sont particulièrement élevés.

**Ingestion de 10 000 Bq de polonium 210 :**

Par un enfant de 1 an ou moins : 26  $\mu\text{Sv/Bq}$  => **260 mSv**  
(260 fois la limite annuelle maximum du risque cancérigène et génétique)  
(26 000 fois la limite du risque négligeable)

Par un adulte : 1,2  $\mu\text{Sv/Bq}$  => **12 mSv**  
(12 fois la limite annuelle maximum du risque cancérigène et génétique)  
(1 200 fois la limite du risque négligeable)

**Autre facteur aggravant, la lecture que l'Administration française, les exploitants (et au moins une association) font de la notion d'exemption. Alors que cette limite concerne la nécessité de contrôler ou non une activité industrielle, les limites d'exemption sont utilisées comme des limites en deçà desquelles les substances elles-mêmes ne sont plus officiellement considérées comme radioactives et ne nécessitent ni contrôle ni signalisation.**