

Complément: Sources naturelles de rayonnement

Notions de dose

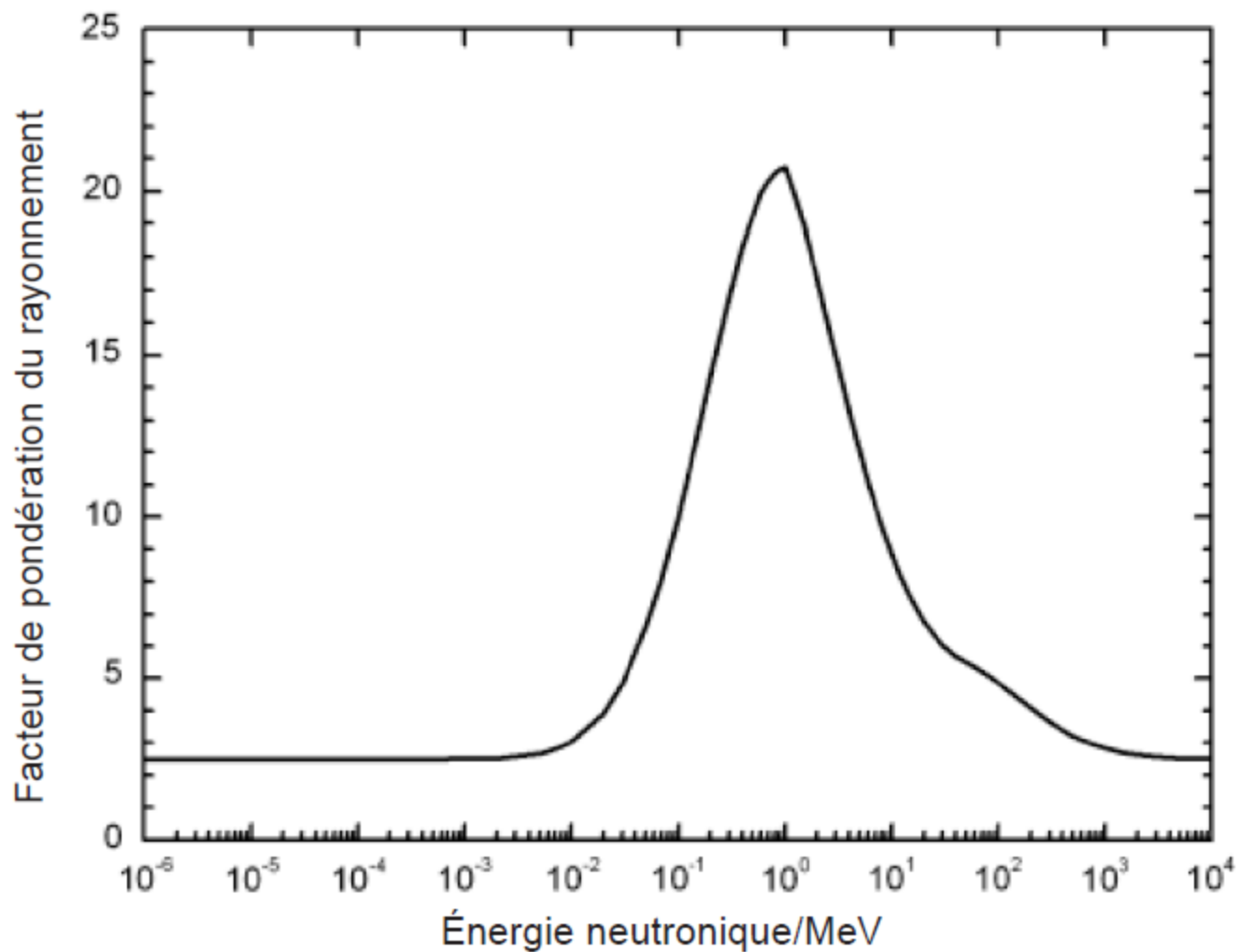
- Dose absorbée en 1 point (D) → unité: Jkg^{-1} ou gray (Gy) → valeur moyenne de l'énergie impartie (déposée) à la matière par unité de masse à un point donné
- Dose équivalente dans un organe ou un tissu (H) → unité: Jkg^{-1} ou sievert (Sv) → Dose tenant compte des risques pour un être humain des différents types et énergies de rayonnements ionisants → application du facteur de pondération radiobiologique, w_R , à la dose absorbée pour le rayonnement donné →

$$H = w_R D_R$$

Facteurs de pondération pour les rayonnements (ICRP 103)

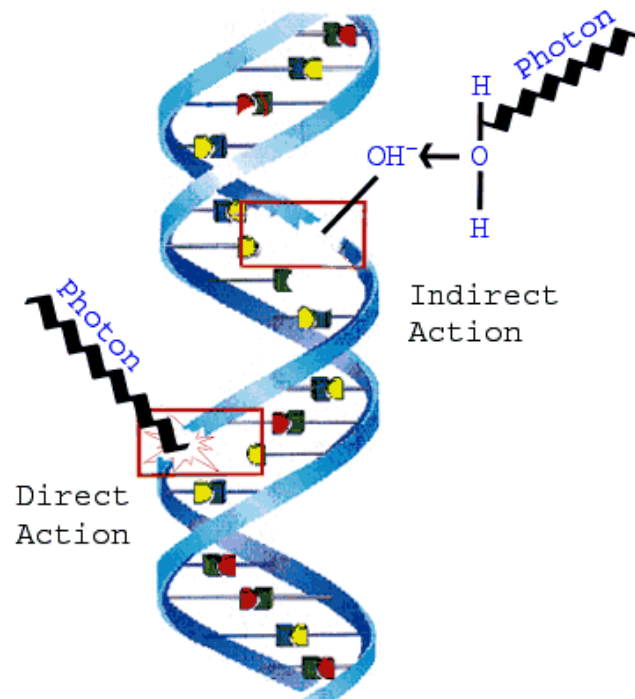
Type de rayonnement	Facteur de pondération pour les rayonnements, w_R
Photons	1
Électrons ^a et muons	1
Protons et pions chargés	2
Particules alpha, fragments de fission, ions lourds	20
Neutrons	Une fonction continue de l'énergie des neutrons

Facteurs de pondération pour les neutrons (ICRP 103)



Énergie impliquée

- L'énergie typique impliquée en dosimétrie est faible (exemple: dose semi-létale pour une exposition uniforme à un champ de rayons X: 4 Gy \rightarrow pour un être humain de 70 kg \rightarrow 280 J) \rightarrow les effets des rayonnements ionisants s'expliquent parce que l'énergie est délivrée localement à l'échelle moléculaire



Limites légales de dose

- Pour le public → la limite de dose maximale est fixée à 1 mSv/an à l'exception de la dose reçue par un patient dans le cadre de soins médicaux
- Pour les travailleurs professionnellement exposés → la limite de dose maximale est de 20 mSv/an
- Pour les femmes enceintes → maximum de 1 mSv pour la période de grossesse
- Ces seuils ne prennent pas en compte l'irradiation naturelle
- Des seuils plus particuliers existent pour certaines parties du corps (cristallin, extrémités,...)

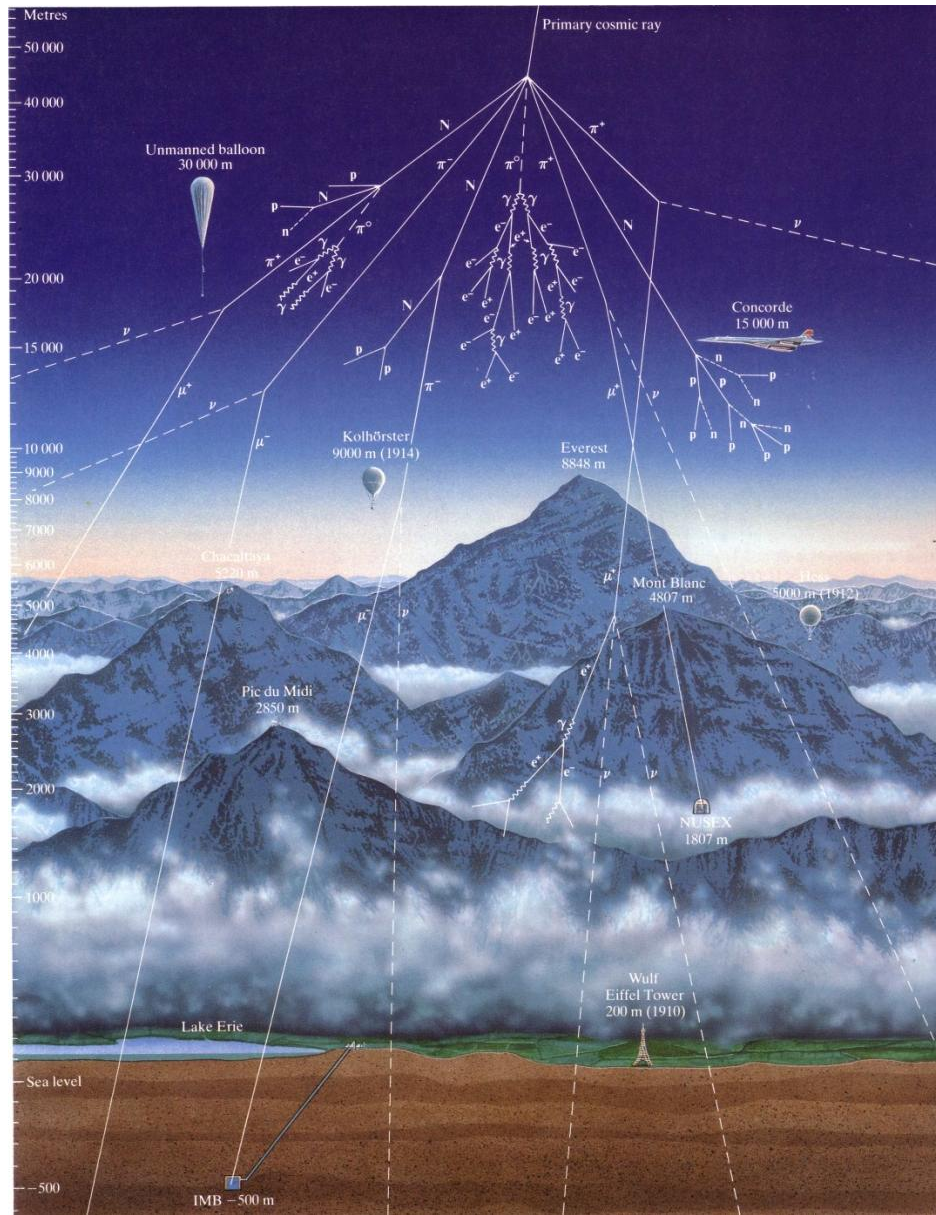
Sources naturelles et non-naturelles de radiation

- Les sources naturelles de rayonnement ont 3 origines:
 1. Le rayonnement cosmique
 2. Le rayonnement terrestre
 3. Le rayonnement interne
- La source « non-naturelle » la plus importante résulte d'examens médicaux

Rayonnement cosmique

- La Terre est constamment bombardée par des rayonnements en provenance de l'espace
- Ces rayonnements peuvent être de basse énergie → proviennent du soleil ou de haute énergie (peuvent atteindre $10^{15} - 10^{20}$ eV) → proviennent du dehors du système solaire (supernovæ ou pulsars)
- Le rayonnement cosmique est constitué à 90% de protons
- Quand ces protons entrent en collision avec les noyaux de l'atmosphère → production d'une cascade de particules secondaires → certaines atteignent le sol → source de rayonnement → typiquement des γ et des muons

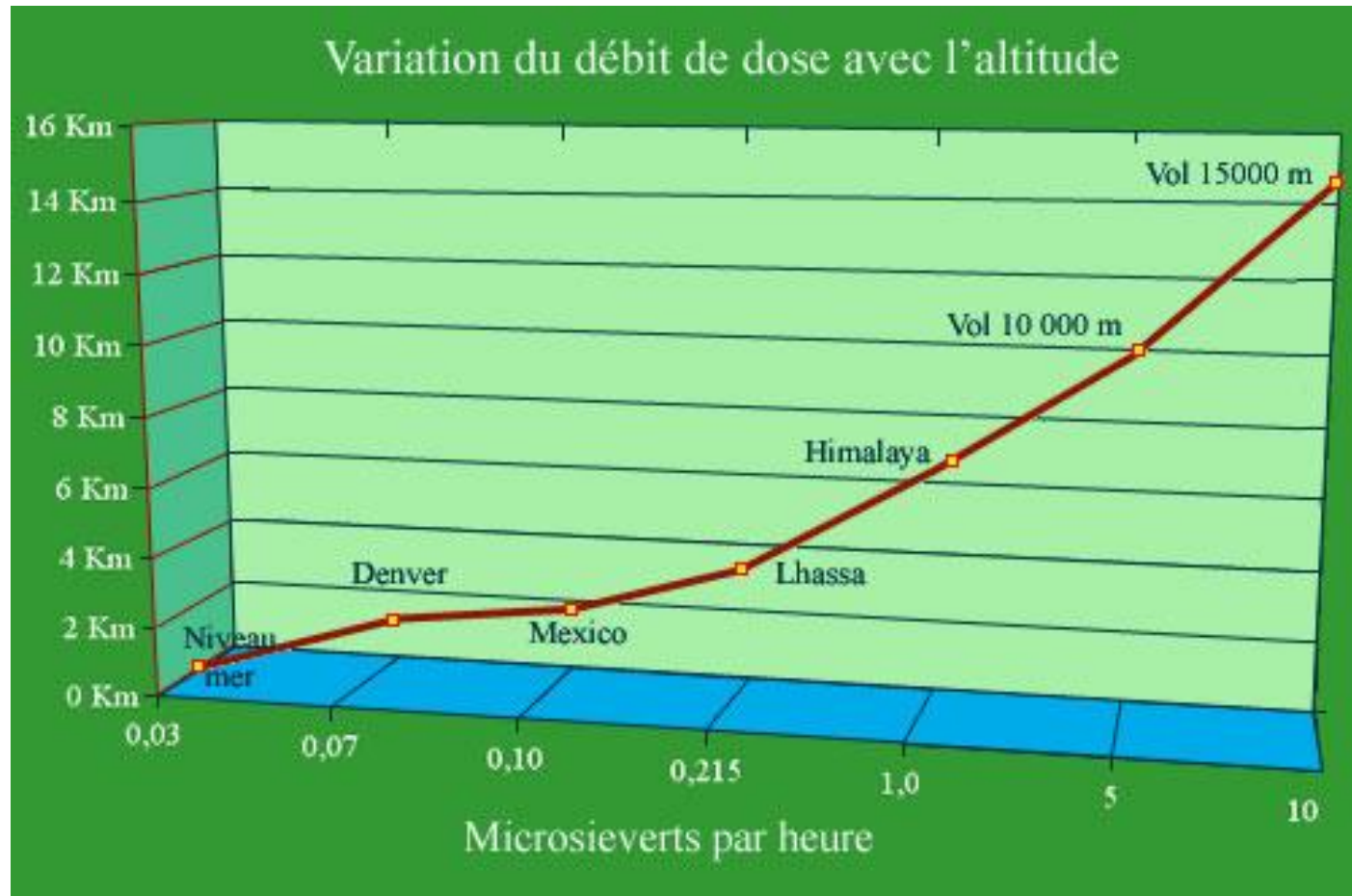
« Douche » cosmique



Dose due au rayonnement cosmique

- La dose due au rayonnement cosmique varie en fonction de la partie du monde où on la mesure à cause du champ magnétique terrestre et de l'altitude
- L'exposition moyenne en Belgique est d'environ 0.25 mSv/an
- Lors d'un voyage en avion (altitude de ≈ 8000 m) \rightarrow la dose reçue est $\approx 100 \times$ plus grande qu'au niveau de la mer \rightarrow le passager d'un vol Londres-New York reçoit une dose de ≈ 0.03 mSv \rightarrow remarque: le personnel de vol n'est pas contrôlé
- Lors des vols spatiaux \rightarrow les astronautes reçoivent une dose de 1 mSv/jour

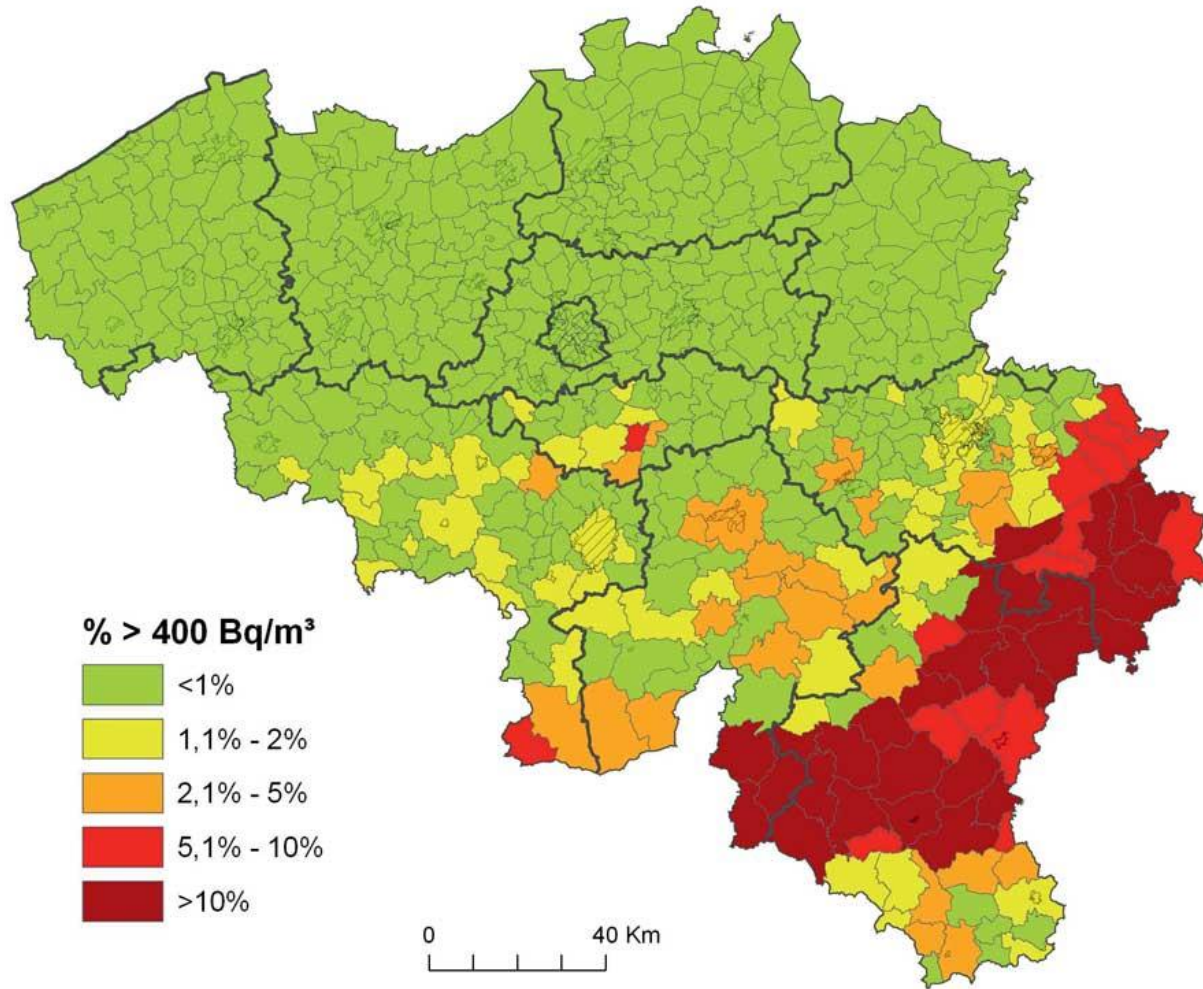
Effet de l'altitude



Rayonnement terrestre

- L'écorce terrestre contient des radionucléides de très longues durées de vie (plusieurs milliards d'années) → source d'une radioactivité naturelle: ^{232}Th , ^{235}U , ^{238}U
- Avec leurs produits de filiation → responsables du rayonnement terrestre
- Certains de ces isotopes peuvent être ingérés et d'autres inhalés (radon 220 et 222)
- La dose due au rayonnement terrestre varie fortement en fonction de la partie du monde considérée → possibles concentrations élevées d'uranium ou de thorium dans le sol → dose élevée (exemple: dans les Ardennes)

Rayonnement terrestre en Belgique



En Belgique → la dose radon est estimée à ≈ 1 mSv/an (très variable)

Guarapari - Brésil



- Sur la plage de Guarapari → sable riche en monazite: minerais contenant près de 10% de thorium → débit de dose en certains points: $20 \mu\text{Sv/h}$ → 175 mSv/an
- « Bains de radioactivité » → publicités pour ses vertus curatives et bénéfiques pour la santé

Ramsar - Iran



- La région de Ramsar en Iran est une région touristique qui offre des stations thermales → sources chaudes radioactives très recherchées par les touristes → 260 mSv/an
- Pour les populations locales → 130 mSv/an

Kerala -Inde

Table des malformations

Dose (mGy/an)	Nbre total de nouveau-nés	Nbre avec malformations	
< 1,5	10 654	147	1,38%
1,5 à 3	22 599	337	1,49%
3 à 6	2 195	30	1,37%
6 à 18	975	18	1,85%
> 18	382	6	1,57%



Exposition au rayonnement naturel très élevé de 1 à plus de 35 mSv par an.

© OMIRIS 2004

« Le taux des malformations et des morts-nés au sein des communautés exposées du sud de l'Inde ne semble pas lié au niveau des rayonnements des roches → ce taux varie peu avec la dose subie en moyenne par an dans les diverses zones de résidence »

Rayonnement interne

- Nous ingérons et inhalons continuellement des éléments radioactifs → ces éléments nous irradient de l'intérieur
- Plus de la moitié du rayonnement interne provient du potassium (^{40}K)
- Taux de ^{14}C important aussi
- Émission de β → exposition interne et de γ → exposition externe
- La dose moyenne due au rayonnement interne est d'environ 0.25 mSv/an
- Variations en fonction du lieu relativement faibles

Activité du ^{40}K

Activité du potassium-40 dans divers aliments

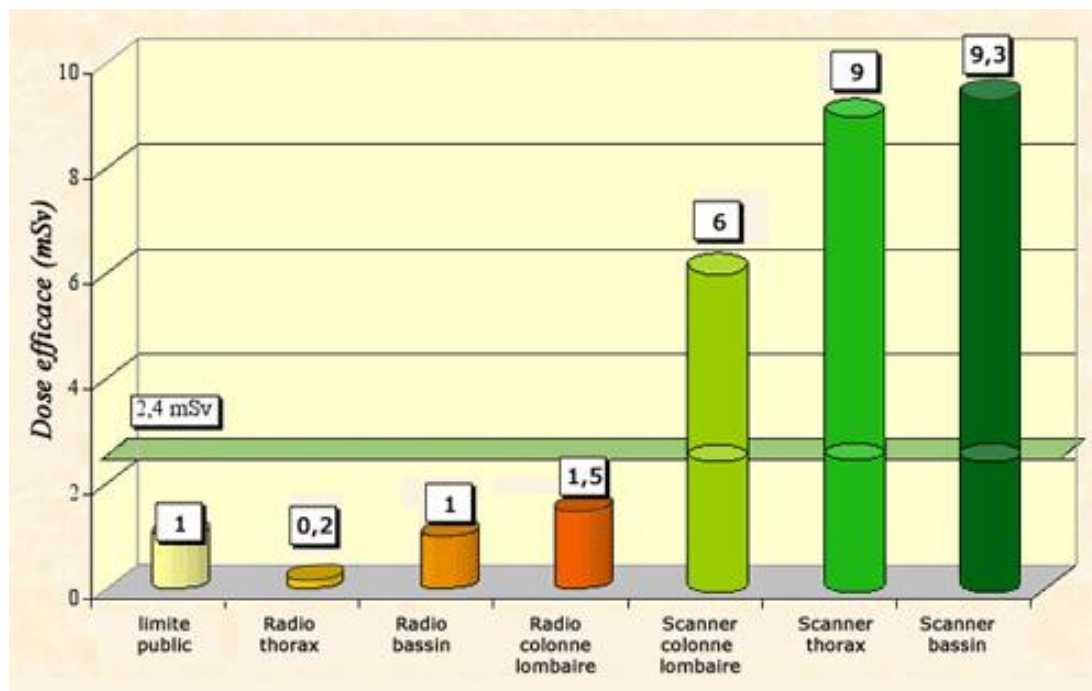
<u>Produit</u>	<u>Activité en Bq/kg</u>
Lait entier	44
Lait en poudre	300
Fromage	59
Boeuf, mouton, volaille	100
Saucisse	130
Oeufs	44
Poisson	90
Pommes de terre	170
Fruits rouges	110
Legumes verts	150
Pain blanc	56
Avoine	130
Soja	440
Thé	770

UIR
EULEP
EURADOS



Dose résultant d'examens médicaux

- La dose résultant d'examens médicaux est très variable en fonction des personnes → pour des personnes en bonne santé: 0 mSv/an et pour certaines personnes: plusieurs dizaines de mSv



- En moyenne en Belgique: 1.5 mSv/an

Exposition en Belgique

