

ENVIRONNEMENT RADIOACTIF NATUREL ET ARTIFICIEL

RÉSUMÉ

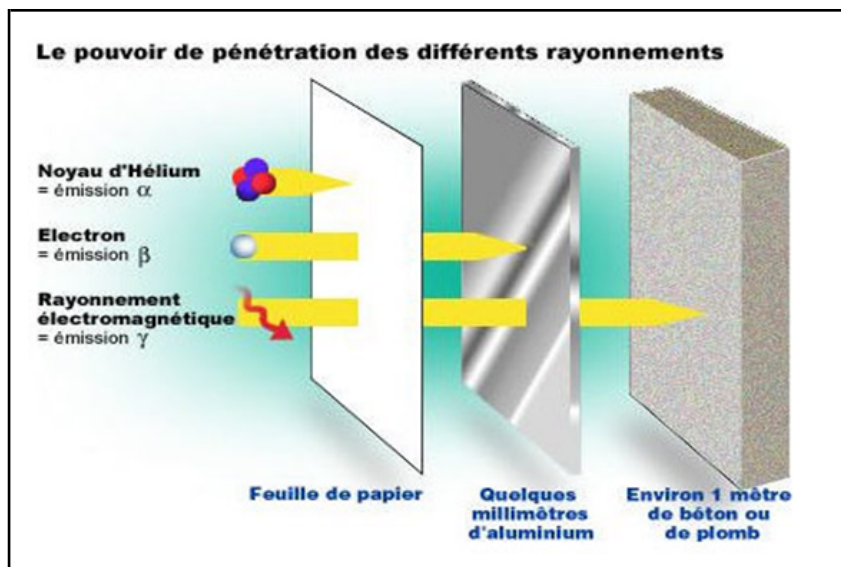
Nous vivons en permanence dans un bain de rayonnements radioactifs naturels en provenance du soleil, de la galaxie et de la croûte terrestre qui entraînent une exposition externe. L'organisme absorbe naturellement par les aliments habituels et la respiration des éléments radioactifs qui restent plus ou moins longtemps dans le corps et constitue une exposition interne.

Mais nous sommes exposés aussi à des rayonnements d'origine artificielle qui sont du même type et ont les mêmes effets que les rayonnements naturels (expositions médicales, rejets industriels, retombées des essais militaires...). **Cette radioactivité** est mesurée à l'aide d'unités dont il faut connaître la signification.

On appelle **radioactivité** d'un échantillon donné de matière, le nombre d'atomes radioactifs qui se désintègrent par seconde. Cette activité s'exprime en **Becquerel (Bq)** : une activité de 1 Becquerel correspond à 1 désintégration par seconde, ce qui est une unité extrêmement faible.

Un atome, si la structure de son noyau est instable, va chercher à se stabiliser en émettant différents rayonnements :

- en perdant des protons et des neutrons il émet un **rayonnement alpha** (des noyaux d'hélium) ;
- en transformant un neutron en proton ou vice-versa il émet un **rayonnement bêta moins ou beta plus** (des électrons),
- en réorganisant son cortège d'électrons) il émet sous la forme de photons des **rayonnements électromagnétiques X et gamma**.



C'est quoi la radioactivité et comment la mesure-t-on ?

Becquerel, Gray, Sievert... est-ce vraiment si compliqué ?

Le Becquerel (Bq) : c'est l'unité de mesure de la radioactivité proprement dite.

Le Gray (Gy) : il correspond à la dose absorbée en c'est-à-dire l'énergie cédée par les rayonnements ionisants à la matière.

Le sievert (Sv) : c'est la dose équivalente, qui quantifie les effets biologiques des rayonnements en radioprotection.

Les rayonnements provoquent des effets différents sur l'organisme en fonction du **type de rayonnement** et de la dose reçue. Deux modes d'irradiation sont possibles :

- **L'exposition externe** : la source de rayonnements est située à l'extérieur du corps ;
- **L'exposition interne, ou contamination** : la substance radioactive a été respirée, ingérée, ou a pénétré dans l'organisme par une plaie ou par la peau.

L'exposition d'un individu doit être évaluée en additionnant l'exposition d'origine naturelle qui est en moyenne en France de **2,38 mSv/an** et l'exposition d'origine artificielle qui est en moyenne en France de **1,12 mSv/an**, soit une exposition globale de **3,5 mSv/an**.

La réglementation fixe des seuils à ne pas dépasser pour éviter tout risque sanitaire à court et moyen terme. En France ce seuil, qui concerne uniquement l'exposition d'origine artificielle, est de **1 mSv** par an pour le public et de **20 mSv** par an pour les travailleurs, qui bénéficient d'un suivi médical spécifique.

1. QU'EST-CE QUE LA RADIOACTIVITÉ

Dans la nature, rien n'est figé, il existe une recherche permanente d'équilibre. Ainsi, la radioactivité est la propriété des matières de tendre vers la stabilité et l'équilibre : les atomes instables ont tendance à aller vers la stabilité en modifiant la structure de leur noyau qui entraîne l'éjection de particules et l'émission de rayonnements.

C'est la **désintégration**. Les éléments instables sont appelés isotopes radioactifs ou radioéléments (lorsqu'ils résultent d'une réaction nucléaire provoquée).

Le retour à la stabilité s'effectue régulièrement, plus ou moins rapidement selon le noyau concerné.

De nos jours, la plupart des atomes stables proviennent de la désintégration d'atomes qui étaient radioactifs lors de la création de l'univers tel que nous le connaissons (il y a 10 à 15 milliards d'années). L'univers, et la Terre, sont actuellement beaucoup moins radioactifs que lors de l'apparition de la vie sur Terre.

2. BECQUEREL, GRAY, SIEVERT... EST-CE VRAIMENT SI COMPLIQUÉ ?

Tous les éléments radioactifs n'émettent pas les mêmes rayonnements et surtout pas au même rythme, car la proportion d'atomes qui se désintègrent spontanément dans un laps de temps donné est spécifique à chacun.

2.1. RADIOACTIVITÉ

On appelle "radioactivité" d'un échantillon donné de matière le nombre d'atomes radioactifs qui se désintègrent chaque seconde. Cette activité s'exprime en becquerel (Bq) : une activité de 1 becquerel correspond à 1 désintégration par seconde, ce qui est une unité extrêmement petite.

Pour quantifier les matières radioactives, ceci conduit à utiliser des nombres comportant beaucoup de zéros peu commodes à utiliser et difficiles à percevoir.

Par exemple, un gramme de radium a une activité de 37 milliards de becquerels. Si l'on comptait 100 grammes de viande, en nombre d'atomes, cela ferait 1 suivi de 25 zéros (10 puissance 25).

Les ordres de grandeur de l'activité de différents corps de notre environnement sont :

- | | | |
|-------------------|------|----------|
| • béton | 500 | Bq / kg |
| • granit | 1000 | Bq / kg |
| • eau de mer | 10 | Bq / kg |
| • pommes de terre | 150 | Bq / kg |
| • lait | 80 | Bq / kg. |

2.2. EXPOSITION

Un organisme vivant exposé à un rayonnement peut être endommagé à la suite de la détérioration d'atomes et de molécules constituant les cellules. Des conséquences pour la santé peuvent s'ensuivre si la capacité de l'organisme à reconstituer les cellules atteintes est insuffisante. C'est identique à ce qui se passe lorsque l'organisme est attaqué par des virus ou des microbes.

Les effets des rayonnements ionisants dépendent bien sûr de la radioactivité de la source incriminée mais, surtout, de la dose reçue. Autrement dit, si le kilogramme (kg) de plomb n'est pas plus lourd que le kilogramme de plumes, il peut faire nettement plus mal.

Pour situer les trois unités de mesure utilisées, on peut les comparer à un enfant jetant des objets sur un camarade :

- le nombre d'objets envoyés par seconde serait le nombre de rayonnements émis par une source radioactive, c'est à dire l'activité exprimée en becquerels (Bq)
- la somme des énergies des objets effectivement reçus serait la dose absorbée, exprimée en grays (Gy)
- les blessures laissées sur le corps du camarade sont différentes selon la nature des objets reçus et la partie du corps atteinte, elles constitueraient l'exposition aux rayonnements ionisants, exprimée en équivalent de dose, et dont l'unité est le sievert (Sv)

On voit donc qu'il est absurde de juger de la gravité d'un risque radioactif en s'appuyant uniquement sur le nombre de becquerels. Il faut tenir compte du débit de dose, de la distance à la source, des écrans éventuels, du type de rayonnement et de la nature de l'organe atteint.

3. LA RADIO EXPOSITION D'ORIGINE NATURELLE

3.1. L'EXPOSITION EXTERNE EST DUE :

- aux rayonnements cosmiques provenant des galaxies lointaines et du soleil ; leur intensité varie beaucoup avec l'altitude, elle double approximativement par tranche de 1 500 mètres ; elle est de l'ordre de 0,54 mSv par an au niveau de la mer. Au cours d'un vol Paris-New York, aller et retour, la dose reçue correspond à celle reçue pendant un mois et demi au niveau de la mer. L'exposition d'un homme dans la station MIR est 500 fois supérieure à celle reçue au niveau de la mer
- aux rayonnements telluriques émis par les radionucléides présents dans l'écorce terrestre. Elle dépend de la nature des sols et varie donc d'un endroit à l'autre. En France, elle est en moyenne un peu supérieure à la dose cosmique au niveau de la mer. Dans certains pays, elle est 20 fois plus élevée (Minas Gerais au Brésil, Kerala en Inde). Aucune des nombreuses enquêtes menées dans ces régions n'a mis en évidence un effet néfaste de cette exposition.

3.2. L'EXPOSITION INTERNE EST DUE :

- pour 80 % à l'inhalation du radon, gaz lui-même radioactif, provenant de la désintégration de l'uranium contenu dans les matériaux de la croûte terrestre. En France, la concentration du radon dans les habitations est en moyenne de 60 Bq/m³ (becquerels par mètre cube) et entraîne une dose absorbée d'environ 1,3 mSv par an et par habitant. Elle est en moyenne 3 fois plus importante que la dose due à l'irradiation cosmique au niveau de la mer.
- pour 20 % aux radionucléides naturels présents dans tous les aliments, qui se retrouvent dans l'organisme et contribuent à l'exposition interne de l'homme. Certains se fixent sur un organe, d'autres ne séjournent que peu de temps.

3.3. L'EXPOSITION HUMAINE NATURELLE

Elle est la somme des expositions interne et externe. Dans le monde, elle est en moyenne de 2,4 mSv par an et par individu.

4. LA RADIO EXPOSITION D'ORIGINE ARTIFICIELLE

En plus des rayonnements ionisants naturels, l'homme peut être soumis à une exposition d'origine artificielle liée aux utilisations médicales, militaires et industrielles de l'énergie nucléaire. La Commission Internationale de Protection Radiologique (CIPR) créée en 1928, dans une recommandation de 1990, fixe à 1 mSv/an la limite d'exposition d'origine artificielle pour les personnes du public.

L'utilisation médicale est, en France, en moyenne la deuxième cause de radio-exposition après la radioactivité naturelle. Cette utilisation produit aussi quelques déchets dont la gestion est parfois difficile bien que l'on utilise surtout des produits à vie très courte.

Une radiographie pulmonaire délivre une dose de 0,6 mSv, soit le 1/4 de la dose naturelle reçue en un an

Un scanner cérébral délivre une dose de l'ordre de 50 mSv, soit 20 fois la dose naturelle reçue en un an.

Un examen par scintigraphie peut entraîner une dose de 20 mSv.

Certaines tumeurs cancéreuses sont soignées par radiothérapie. La dose d'irradiation est alors très élevée mais dans un volume très limité. Près de la moitié des cancers guéris ont été soignés par cette méthode.

Suite aux 450 essais d'armes nucléaires effectués dans la haute atmosphère entre 1954 et 1962, les retombées des essais militaires ont entraîné une dose d'irradiation annuelle qui a atteint en 1964 un niveau de l'ordre de 7 % de la radioactivité naturelle. Elle est actuellement voisine de 1 % et représente 0,02 mSv/an.

L'industrie utilise de nombreux éléments radioactifs, le plus souvent sous forme de "sources" faciles à suivre tout au long de leur vie (radiographie de soudures, stérilisation, etc.). La dose d'irradiation qui en résulte concerne essentiellement les travailleurs qui les utilisent. En France, la limite réglementaire annuelle d'exposition des travailleurs est fixée à 20 mSv.

Parce que les centrales nucléaires représentent la plus importante utilisation de matériaux radioactifs, elles peuvent paraître inquiétantes. Pourtant leur contribution moyenne à la dose d'irradiation de la population locale n'est que de 1 % de la radioactivité naturelle. Bien construites et bien conduites, ce sont des installations sûres comme ce devrait être le cas de toutes les installations industrielles.

Ces centrales créent des produits de désintégration (déchets) et elles nécessitent la récupération du combustible nucléaire qui n'est recyclé que pour une petite part depuis l'abandon des surgénérateurs par le Gouvernement. Elles peuvent aussi être à l'origine d'un accident mais ce risque est très faible compte tenu des mesures prises, en constante amélioration.

L'accident de Tchernobyl (voir la [fiche argumentaire GAENA "L'accident de Tchernobyl"](#) et la [fiche argumentaire GAENA "Accident de Tchernobyl – Ses conséquences en France"](#)) était dû à des manquements à la sûreté dans la conception, à un manque de culture de sûreté du personnel, à la violation grave et répétée des règles de sûreté.

Un accident grave (avec fusion du cœur) survenu dans une centrale américaine (Three Miles Island) n'a pas eu de conséquences pour l'environnement grâce à une conception évoluée prenant en compte le risque d'un accident (voir la [fiche argumentaire GAENA "Accident de TMI"](#)).

Néanmoins en mars 2011, il y a lieu de noter qu'un très important séisme de magnitude 8,9 s'est produit à 80 km à l'Est du Japon entraînant une vague de 14 m qui est à l'origine d'un grave accident sur la centrale nucléaire de Fukushima Dai-Ichi (voir la [fiche argumentaire GAENA "Accident de Fukushima"](#)).

5. BILAN GLOBAL DE LA RADIO EXPOSITION

Le bilan global de la radio exposition annuelle moyenne d'un individu s'établit comme suit :

Exposition naturelle	mSv	%
Radionucléides de l'organisme	0,23	6,6
Rayonnements cosmiques	0,39	11,2
Rayonnements telluriques	0,46	13,2
Radon	1,30	37,2
total	2,38	68,2
Exposition artificielle		
Applications médicales	1,10	31,5
Rejets de l'industrie et retombées atmosphériques	0,02	0,30
total	1,12	31,8
Exposition globale	3,50	100

6. CONCLUSION

Le but de cette fiche, très sommaire, est de mieux comprendre ce qu'est la radioactivité et comment on la mesure.

Elle donne des ordres de grandeur qui permettent de mieux situer les informations que l'on peut avoir de part et d'autre, et de les relativiser.

Elle permet aussi de mieux comprendre le contenu des autres fiches.

7. FICHES GALÉNA LIÉES

Fiche argumentaire GAENA : ["Accident de TMI"](#). Index de classement : BBB 01

Fiche argumentaire GAENA : ["Accident de Tchernobyl"](#). Index de classement : BBC 01

Fiche argumentaire GAENA : ["Accident de Tchernobyl : Conséquences en France"](#). Index de classement : BB 02

Fiche argumentaire GAENA : ["Accident de Fukushima"](#). Index de classement : BBD 01

8. BIBLIOGRAPHIE

- Environnement - Energie - Santé : SFEN (juin 1997)
- Histoire d'atomes. A comme Atome : CEA (septembre 1998)
- Lumière d'atomes : hors série de Revue Générale Nucléaire (mai 1994)
- Le nucléaire civil en France : N° 23 de la revue du Syndicat National des Ingénieurs de l'Industrie et des Mines (septembre 1996)
- Pharmaciens et nucléaire - Informations pratiques (février 1999)
- Rapport sur l'irradiation médicale des patients (juillet 1999)
- Bilan global de la radio exposition selon l'UNSCEAR (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiations)
- L'atome en consultation - CEA (mai 1999)