



Radioprotection

Coucouuu, ceci est une fiche A JOUR !! J'ai mis les rajouts du professeur que j'ai mis dans cette couleur là + les QCMs qu'il a fait en présentiel woouoo

C'est ma dernière fiche de Biophy et j'avoue que ça me rend bien triste, c'était trop trop sympa de faire des fiches pour vous et j'espère que vous les avez kiffées <33, vous êtes des boss, ne lâchez PAS vous allez le manger cet exam, il reste du temps pour se rattraper ne doutez surtout pas de vous !!!! BISOUS

I. RADIOPROTECTION

a) Les deux types d'exposition

Lorsqu'un organisme est soumis à des RI, cela peut être par exposition externe ou par irradiation interne (soit avalée soit respirée). Les protections contre ces deux sources de rayonnements sont différentes.

Exemple du **Radon-222** qui est un atome radioactif émetteur alpha sous forme gazeuse que l'on trouve beaucoup en région granitique. Il expose principalement à une forme de contamination interne, c'est-à-dire que respiré avec l'air, il va exposer directement le tissu pulmonaire en rentrant en contact avec les alvéoles pulmonaires. En revanche, son exposition externe est négligeable puisqu'il s'agit d'un émetteur alpha et que ces particules sont facilement absorbées par la couche cornée de la peau.

b) Protection contre l'irradiation externe

Cette protection fait appel à trois moyens simples :

- La **distance** : plus on s'éloigne d'une source, moins l'irradiation est importante. On peut faire le lien avec "l'éclairement énergétique" (= la dose reçue par une certaine surface) qui diminue avec le carré de la distance, il s'agit donc d'un moyen efficace pour réduire cette exposition
- Le **temps** : moins on s'expose et moins la dose reçue est importante
- L'**interposition d'écran** entre soi et la source permet d'absorber l'irradiation avant qu'elle ne nous atteigne. Il faudra choisir ces écrans en fonction du type de rayonnement

Un exemple d'écran est par exemple le plomb : on ne va utiliser que du matériel en plomb, même les tabliers. Tout est plombé mais les tabliers sont plus ou moins utiles parce que c'est lourd et pas forcément hyper pratique

Il insiste beaucoup sur l'importance des écrans

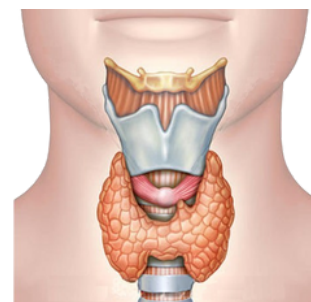
(Rappel : les rayonnements particuliers sont arrêtés par des écrans relativement fins ; en revanche pour les REM, les écrans seront peu utiles, il faudra donc utiliser du béton ou encore un tablier de plomb) (ça doit être giga lourd)

c) Protection contre la contamination interne

Cette protection plus complexe dépend du type de contamination, il est alors nécessaire de se servir d'exemples isolés.

Exemple de l'Iode

La **thyroïde** est une glande **endocrine** située à la base du cou. La thyroïde est composée d'une couche monocellulaire de *thyrocytes* regroupés autour d'un liquide qui s'appelle le *colloïde*. La fonction de ces thyrocytes est de **capturer l'Iode** dans le sang, puis de le concentrer de manière à pouvoir l'utiliser pour la **fabrication des hormones thyroïdiennes**.



C'est un système extrêmement efficace pour capter l'Iode, mais le problème, c'est lorsqu'il y a un accident nucléaire et qu'il y a un **relargage** important d'un **isotope radioactif de l'Iode** :

L'**Iode 131 radioactif**, qui est un **émetteur β^-** (donc qui dépose son énergie à courte distance), peut être **libérée** accidentellement. Le risque principal est la **contamination interne** par **concentration** de l'Iode radioactif dans la thyroïde (car pour les cellules, que ce soit l'*Iode 131* ou *127* (c'est pareil), la dose déposée au tissu thyroïdien va donc être importante).

Pour s'en protéger, on utilise une "**contre-mesure**" qui consiste en une **saturation préalable** de la thyroïde par des **pastilles d'Iode 127** (stable) qui peuvent être prise lors d'un accident nucléaire et qui vont apporter une grande quantité d'Iode stable à la thyroïde pour la **saturer** en Iode, si bien que quand va arriver l'Iode 131, **il ne sera pas capté par la thyroïde déjà saturée.**



Exemple de l'Iode

La durée de la radio exposition interne dépend de deux choses :

- De la **période radioactive** (= période physique) du radioélément
- De la **vitesse d'élimination physiologique** du radioélément (= période **biologique**)

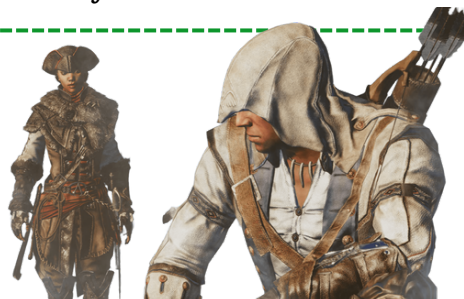
Alors, la durée de contamination interne va être la composante de ces deux périodes : il s'agit de la période **effective**. Cette période effective se calcule comme tel :

$$\frac{1}{T_{\text{eff}}} = \frac{1}{T_{\text{phy}}} + \frac{1}{T_{\text{bio}}}$$

Par exemple l'Iode 131 possède une période physique de *8 jours* et une période biologique de *56 jours* (car cet Iode est incorporé dans les hormones et le colloïde donc va rester longtemps dans l'organisme), quelle est sa période **effective** ?

$$\frac{1}{T_{\text{eff}}} = \frac{1}{8} + \frac{1}{56} = \frac{7}{56} + \frac{1}{56} = \frac{8}{56} \Rightarrow T_{\text{eff}} = \frac{56}{8} = 7 \text{ jours}$$

Important !! Une période effective est toujours inférieure aux périodes physique ou biologique. Ça veut dire qu'en QCM si y a un item avec une période effective supérieure aux périodes physique ou biologique alors avant même de réaliser le calcul vous pouvez être sûr que c'est faux !

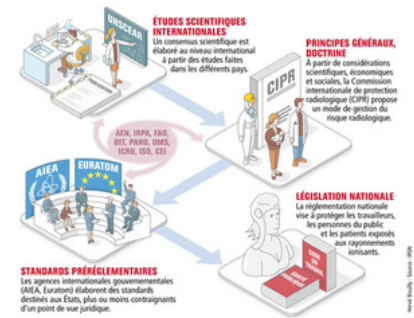


d) Règles de radioprotection

Les différents organismes impliqués

le prof insiste très (TRES) peu sur cette partie, il a même pas cité les différentes structures à l'oral

- Tout part d'un organisme appelé l'**UNSCEAR** (United Nations Scientific Committee of the Effects of Atomic Radiation) au niveau des Nations Unies. Il s'agit d'un organisme scientifique collectant toutes les informations au niveau national afin d'avoir toutes les données pour prendre les bonnes dispositions.
- Ces informations sont transmises à l'**AIEA** (Agence Internationale pour l'Energie Atomique) et l'**EURATOM** (pour l'Europe) qui sont des organismes qui élaborent des standards de réglementation utilisés par les pays membres qui intégreront dans leur législation ces propositions
- Ces données sont transmises à la **CIPR** (Commission Internationale de Protection Radiologique) qui, en fonction des données scientifiques qui lui ont été transmises, va développer les principes généraux de la radioprotection pour les citoyens.
- En France, les règles de radioprotection sont incluses dans les codes de santé publique et du travail



Ces règles vont être contrôlées et surveillées, en France grâce à l'**ASN** (Autorité de Sûreté Nucléaire), qui contrôle la radioprotection qu'elle soit industrielle ou médicale.

La **CRIIRAD** (Commission de Recherche et d'Information Indépendante sur la RADioactivité) n'est pas une organisation nationale ou internationale mais une **association de citoyens** "pour le droit à l'information et à la protection".

Les principes de radioprotection

Ces règles de radioprotection correspondent à des dispositions **réglementaires** (un peu comme un "code de la route ou de conduite") que chaque pays ou organisation s'impose pour **protéger sa population**.



Public : pour le public, la radioprotection établit des **limitations de doses individuelles** par an. La limitation de **dose efficace** au corps entier en France est de **1 mSv**. Les **doses équivalentes** correspondent à des doses ciblées sur certains organes, par exemple le cristallin (de **15 mSv**) et la peau (de **50 mSv**).

Travailleurs : il existe aussi des normes pour les travailleurs amenés dans leur travail à être exposés aux **radiations ionisantes**. Dans ce cas-là, les limites de **dose efficace** individuelles sont **plus élevées** puisque les personnes sont amenées à être plus exposées, les doses sont de **20 mSv** par an (20 fois plus que la dose autorisée par le public).



Patients : pour les patients, il n'y a **pas de limitation de doses ++**. MAIS même si les doses ne sont pas limitées pour les patients qui en ont besoin, l'utilisation de ces radiations ionisantes doit être **justifiée** avec une **utilisation optimisée** : dans chaque cas, qu'il faut utiliser la dose la **plus faible possible** pour obtenir dans des conditions correctes le diagnostic ou l'**effet thérapeutique recherché**. Ce principe se nomme **ALARA** "As Low As Reasonably Achievable".

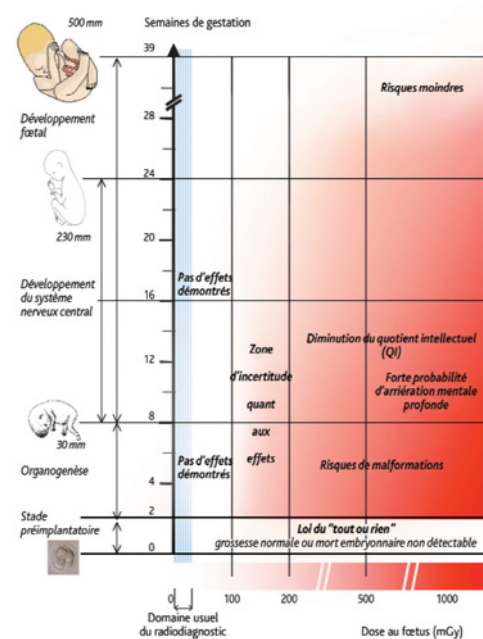
Il précise que les enfants sont plus à risque que les adultes de développer des choses à cause des RI
Le prof insiste un peu sur la distinction entre la justification et l'optimisation

Exemple de la radioprotection chez la femme enceinte

La femme enceinte constitue un sujet plus à risque surtout au travers de son **foetus en développement**.

Les risques pour le foetus sont des risques **déterministes** qui vont survenir à partir d'un certain seuil équivalent à **100 mGy**. Le diagnostic biologique se situant bien **en-dessous** de ce seuil, on peut conclure qu'en **théorie** il n'y a **pas de risque** possible pour le foetus pour les irradiations **habituelles**. D'autre part, il est nécessaire de tenir compte dans cette évaluation du risque du **stade de la grossesse** :

- Du stade **préimplantatoire** au **8e jour**, il y a un effet **"tout ou rien"**, cela signifie que si une femme enceinte est soumise à une irradiation suffisante à ce moment-là, les effets **déterministes** provoqueront soit la **mort de l'oeuf**, soit la grossesse sera menée à terme **normalement**.
- Du **8e jour** à la **8e semaine** se déroule la période de l'**organogenèse** (la période pendant laquelle se développent les organes) pendant laquelle une irradiation importante peut induire un risque de **malformation** seulement au-delà de **100 mGy**. Les risques vont croître avec la dose
- Au-delà de **8 semaines**, les organes sont formés mais les risques concernent le développement du **système nerveux central** seulement dans le cas d'une irradiation supérieure à **500 mGy**.



En conséquence, il y a plusieurs règles de radioprotection pour la femme enceinte :

Femme enceinte patiente : si la femme enceinte doit être soumise à des **RI** pour des raisons médicales, on **évitera de réaliser ces examens ou traitements** par principe de **précaution** même si on se trouve bien en-deçà des seuils dangereux. Il y a des **exceptions en cas d'urgence** ++

Femme enceinte travailleuse : dans le cas où la femme enceinte est une professionnelle ayant pour **habitude d'être exposée à des RI**, dans ce cas, elle ne sera plus soumise aux limites de dose des travailleurs (rappel : 20 mSv) mais aux **limites du public** (rappel : **1 mSv**) puisque l'on considère que l'enfant qu'elle porte est une personne du public et donc que son exposition doit être en conséquence des règles pour le public.

Il est important de ne pas confondre les risques de **malformations** possibles pour le foetus (effets **déterministes**) avec les effets **génétiques** (**mutations** qui pourraient être transmises à la **descendance**, ce phénomène théorique n'a **jamais été observé**).



e) Conclusion

La radioprotection contre l'irradiation **externe** repose sur des règles de bon sens : on **augmente la distance** avec la source de rayonnement, on **diminue le temps** et on interpose des écrans.

Les mesures de radioprotection contre la contamination **interne** dépendent de chaque **situation**. Comme pour l'Iode que vous avez vu juste avant, on **sature** la thyroïde avec de l'**Iode stable** afin d'éviter qu'elle ne le soit par de l'Iode radioactif. Cela sera différent si la contamination est due au Radon par exemple, ou tout autre contamination interne.

La réglementation établit des limites pour le **public** et pour les **travailleurs** selon le **principe de précaution** en ayant des **seuils très bas** pour être sûr de ne pas avoir d'effets détectables. En revanche, il n'y a **pas de limite pour les patients** qui peuvent être soumis à des RI autant qu'ils en ont besoin mais il y a la nécessité de **justifier** et d'optimiser les doses délivrées à ses patients.

Dans le cas particulier de la **femme enceinte**, on **renonce à réaliser des examens ou traitements** utilisant des RI chez la femme enceinte, sauf en cas d'**urgences** par **principe de précaution**.

Ptit moment de pause si vous en avez besoin hehe

Je savais grave pas quoi faire en thème pour ma dernière fiche (ça m'a pris 1 semaine de prendre une décision) mais Assassin's Creed est une des franchises auxquelles j'ai le plus joué donc j'ai pu mettre ça yeahhhhhh

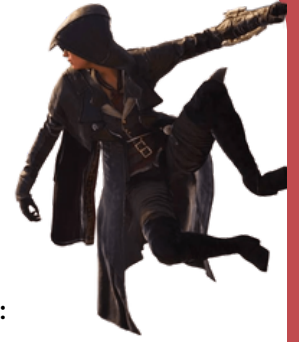
Bref je vous laisse retourner à cette fiche, elle est très chill ne vous en faites pas

Travaillez bien et ayez confiance en vous, vous êtes des boss smr



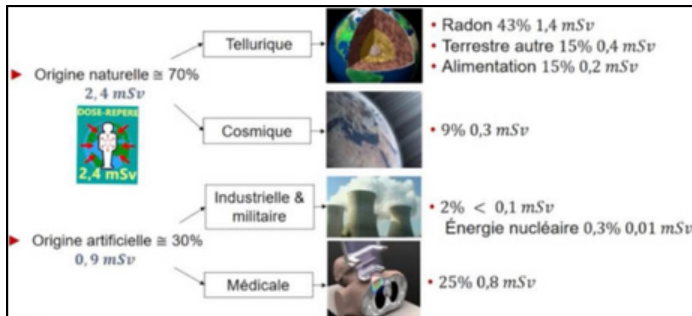
II. Expositions aux rayonnements ionisants

a) Les deux types d'exposition



Origines

Il existe deux catégories de radiations ionisantes qui exposent le public :



• Ceux d'origine naturelle :

→ **Tellurique** = lié aux radioéléments présents dans l'écorce terrestre, ces noyaux radioactifs ont été formés il y a des milliards d'années à la création de la Terre

→ **Cosmique** = lié à des particules de haute énergie provenant essentiellement du soleil

• Ceux d'origine artificielle :

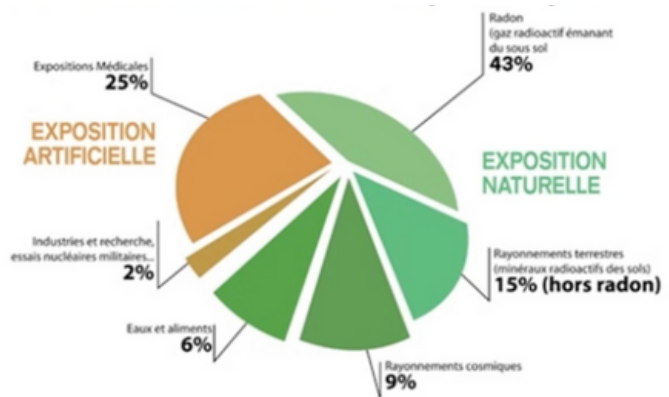
→ **Industrielle ou militaire** = lié au développement du nucléaire civil ou des retombées des essais militaires

→ **Médicale** = lié au diagnostics ou traitements chez des patients

Répartition des différentes expositions

Malgré une exposition très variable entre les individus, on définit une exposition moyenne (notamment dans un pays).

Les radiations que nous recevons sont à **70-75% d'origines naturelles**. Dans ces irradiations naturelles, le plus gros contributeur est le **gaz Radon 222** (43% à lui seul de l'exposition globale) qui est un gaz radioactif issu des sous-sols. Concernant l'exposition artificielle, l'exposition d'origine **médicale** prédomine avec environ **25%** de l'exposition globale d'un sujet.



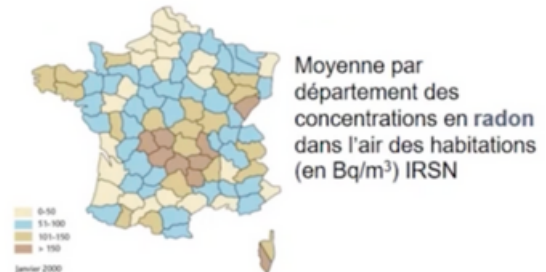
L'exposition **industrielle** ou **militaire** est faible (environ **2%**). En France, l'exposition est responsable d'une **dose efficace**, donc d'une **dose délivrée**, qui prend en compte à la fois les facteurs de qualité du rayonnement et de la radiosensibilité des tissus. Cette dose **efficace** est de **3,3 mSv/an**.

L'exposition d'origine naturelle représente environ **70%** de cette dose **efficace**, ce qui correspond à **2,4 mSv**, qui correspond à la dose **repère** (donc la dose efficace par irradiation d'origine naturelle que reçoit un habitant du territoire français). L'exposition d'origine **artificielle** correspond à 30% de la dose reçue et représente **0,9 mSv** dans laquelle l'irradiation **médicale** est largement dominante représentant **0,8 mSv** à elle seule sur cette dose.

L'exposition naturelle tellurique

Elle est liée aux radioéléments présents dans l'écorce terrestre depuis la création de la Terre et cette exposition participe à la dose **repère**. Il s'agit essentiellement d'une source d'exposition par **contamination interne**. En effet, deux radioéléments provoquent principalement cette irradiation :

Le **Radon 222** (gaz émetteur α provoquant une irradiation des **tissus pulmonaires** par inhalation) avec une demi-vie relativement courte de 3,8 j. **On en retrouve surtout vers le Massif Central et la Bretagne**. Le Radon est le fruit de la **désintégration** de l'**Uranium-238** avec une demi-vie de 4 milliards d'années (il se désintègre peu à peu).



Cette exposition est **variable en fonction de la géographie** car cela dépend de la nature des sols. En France ça varie un petit peu (en moyenne **1,4 mSv**) mais dans le monde encore plus (jusqu'à **50 mSv en Inde, Brésil, Iran, ...**).

Le deuxième radioélément qui participe à l'irradiation naturelle est le **Potassium 40**, qui est **toujours présent** puisqu'il possède une période de 1,3 milliards d'années.

⁴⁰ K	Bq/kg
Eau douce	0,1
Eau de mer	12
Corps humain*	130

*9 000 Bq pour 70kg (⁴⁰K)

C'est un élément assez familier qu'on incorpore par **l'alimentation (contamination interne)**. Il est présent dans l'eau de mer mais ce qui est important c'est qu'au total, dans un homme de poids moyen (70kg), il génère une activité de **9000 Bq**, donc **notre corps est naturellement radioactif**.

Exposition naturelle cosmique



Cette exposition **contribue peu** à la dose de 2,4 mSv par an puisqu'elle représente **0,3 mSv**. Elle est liée aux **particules** et rayons **gamma** qui proviennent essentiellement du **soleil**. Il ne s'agit pas d'une exposition par contamination interne mais d'une exposition par **irradiation externe**. Nous sommes **protégés** de ces rayonnements cosmiques grâce à l'atmosphère (il s'agit d'une protection partielle). L'importance de cette exposition cosmique **dépend fortement de l'altitude** : au niveau de la **mer**, il y a une exposition de **0,25 mSv** par an mais dès que l'on monte en altitude, **cette exposition double tous les 1500 m** (15 jours à 1500 m = 0,002 mSv). Si vous prenez l'avion l'exposition **à 10 000 m est multipliée par 100** et pour les cosmonautes, l'exposition cosmique est de l'ordre de 1 mSv par jour.

Les individus les plus exposés à l'irradiation cosmique sont les hôtes de l'air.

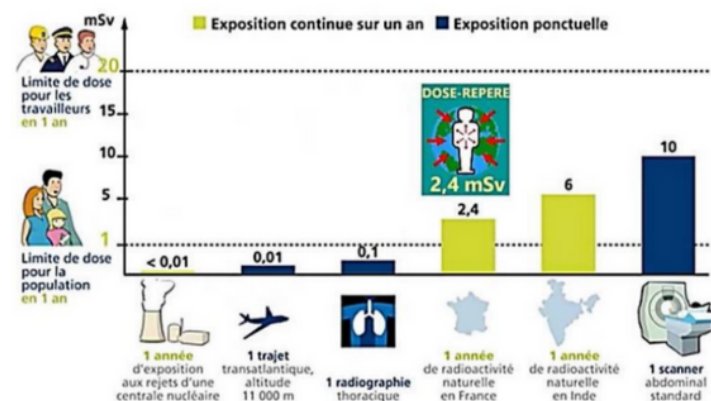
b) Exposition des patients

Elle est importante à considérer puisqu'elle est responsable de **25%** de l'ensemble de l'exposition moyenne d'un sujet et elle vient s'ajouter à l'exposition naturelle déjà vue. Elle est extrêmement variable d'un individu à un autre en fonction de ses **besoins médicaux**. Elle est due aux **actes diagnostiques** (radiologie, médecine nucléaire) et aux **traitements** qui vont utiliser les RI (radiothérapie, médecine nucléaire).

Elle est soumise à plusieurs principes :

- La **justification** des traitements et examens (ils doivent être nécessaires à la santé du patient)
- L'**optimisation** des doses avec le **principe ALARA** qui impose d'utiliser des doses qui soient aussi **basses que possible** pour obtenir des résultats qu'ils soient diagnostiques ou thérapeutiques
- Au niveau réglementaire, cette dose n'est **pas limitée pour un patient** donné à l'exception de la situation de la femme enceinte chez laquelle on s'abstient d'utiliser les RI par principe de précaution pour éviter d'exposer son fœtus

Les ordres de grandeur de cette exposition des patients vont varier entre **1 et 10 mSv** pour un **diagnostique** (on parle de dose efficace à tout le volume) et entre **60 et 80 Gy** pour la **radiothérapie** (on parle de dose déposée cumulée et localisée)



Ce graphique permet de situer, par rapport à l'exposition naturelle, l'exposition médicale.

En abscisse, on voit différentes sources d'irradiations : ces dernières sont continues en **jaune** et ponctuelles en **bleu**.

En ordonnée, il y a les doses en mSv correspondantes avec quelques repères : la limite réglementaire de dose pour le **public de 1 mSv** et la limite de dose pour les **travailleurs de 20 mSv**.

Si l'on prend des doses croissantes, les doses annuelles d'exposition liées aux **centrales nucléaires** est assez **faible** (< 0,01 mSv). Si on réalise un trajet transatlantique en avion, on voit des doses de l'ordre de **0,01 mSv**.

Une **radiographie pulmonaire** va nous donner une dose plus importante de l'ordre de **0,1 mSv** ++ mais cela reste bien inférieur à la dose repère de 2,4 mSv, qui est la dose repère en France liée à l'irradiation naturelle. Elle peut être beaucoup plus élevée dans certains pays (comme en Inde par exemple **où ils sont à 6 mSv par an en moyenne**). L'exposition liée au **scanner** est de **10 mSv** en moyenne et est donc largement supérieure à la dose repère naturelle mais qui reste inférieure à la dose limite pour les travailleurs. **En sachant que les choses vont en s'améliorant puisqu'on améliore la technologie des scanners, donc on est de moins en moins irradiés.**

Ces doses additionnelles pour le patient sont donc extrêmement variables en fonction des nécessités du patient et elles viennent s'ajouter aux autres sources d'irradiation externe.

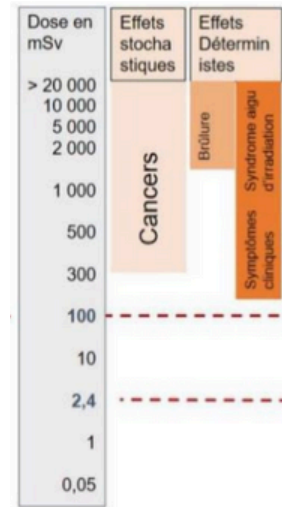


c) Expositions accidentelles

Les repères

Dans les points de repère importants pour nous sur cette échelle des doses en mSv pouvant être reçues il y a :

- L'irradiation naturelle de 2,4 mSv par an
- La limite des faibles doses de 100 mSv, elle est choisie comme tel car à 100 mSv et en dessous de cette valeur il n'y a **aucun symptôme** et aucune conséquence pour la santé qui a pu être mise en évidence
- Au-delà de cette dose, il existe des risques qui peuvent être :
 - soit **stochastiques**, donc **aléatoires** liés à des mutations (peuvent provoquer des cancers) → vers **300 mSv** sur le schéma
 - soit **déterministes** liés à des **brûlures** ou à des **syndromes aigus d'irradiation** (qui peuvent se manifester par des symptômes digestifs, hématologiques et modification biologique de la formule sanguine) → vers **1000/1500 mSv** et **200/300 mSv** sur le schéma)



L'accident de Fukushima Daiichi du 11 Mars 2011

Le professeur n'a pas du tout parlé de Fukushima, je vous ai laissé le texte parce que je trouve ça intéressant mdm et y en plus y a quelques rappels !! mais ce n'est pas au programme du coup

Ici, les gammes d'exposition sont bien différentes et bien plus faibles : les doses maximales reçues par les travailleurs de la centrale sont peu supérieures à 100 mSv puisqu'elles sont en moyennes égales à 140 mSv, on se situe autour de la limite des faibles doses. Aucun effet stochastique cancérogène n'a été constaté d'autant plus que les Japonais ont appliqué la contre-mesure de la pastille d'Iode si bien que les effets constatés après Tchernobyl n'ont pas été ressentis dans cet accident même si le suivi (notamment des enfants) est toujours en cours. Pour les populations proches de la centrale, ils ont reçu des doses inférieures à la limite des faibles doses de 100 mSv donc, à priori, sans effet sur la santé. On voit qu'ici, l'accident en lui-même n'a pas provoqué d'effet de surmortalité et d'effets cancérogènes significatifs.

Aucun effet stochastique cancérogène n'a été constaté d'autant plus que les Japonais ont appliqué la contre-mesure de la pastille d'Iode si bien que les effets constatés après Tchernobyl n'ont pas été ressentis dans cet accident même si le suivi (notamment des enfants) est toujours en cours.

Pour les populations proches de la centrale, ils ont reçu des doses inférieures à la limite des faibles doses de 100 mSv donc, à priori, sans effet sur la santé. On voit qu'ici, l'accident en lui-même n'a pas provoqué d'effet de surmortalité et d'effets cancérogènes significatifs.



L'accident de Tchernobyl du 26 Avril 1986

Lors de l'incendie de la centrale nucléaire de Tchernobyl, **600 pompiers** sont intervenus pour éteindre l'incendie. Les doses maximales reçues ont été très élevées : de **plus de 1000 mSv** (largement dans les doses d'**effets déterministes**). Parmi les 600 pompiers, **134** ont développé des **syndromes aigus d'irradiations graves**, pour lesquels ils ont dû être hospitalisés et traités. Malheureusement, il y a eu **28 décès** de ces syndromes aigus d'irradiation. Pour le reste des sujets qui ont survécu à cette irradiation, ils ont été suivis de très près car on s'attendait à des tas de maladies/cancers, mais finalement sur 20 ans, ils n'ont développé aucun cancer particulier, ce qui est une bonne surprise. Cependant, 19 d'entre eux sont décédés mais ce n'est pas dû à leur irradiation.

Viennent ensuite ceux qu'on appelle les **liquidateurs**, les Russes ont fait intervenir **600 000** liquidateurs sur les lieux de manière très courte afin d'être individuellement peu irradié : entre **100 et 200 mSv** par personne.

Il dit bien tous les chiffres donc c'est important

Ces personnes ont été suivies et ont eu beaucoup d'effets sur la santé **non spécifiques** mais plutôt lié au travail forcé (suicide...) et non pas à l'irradiation. On n'a pas constaté de surmortalité liée à l'irradiation, il y a tout de même eu des cataractes en plus et les leucémies sans que leur nombre dépasse l'incidence habituelle.

Les **effets stochastiques cancérogènes**, n'ont finalement pas été constatés SAUF ceux liés à l'**Iode 131**, c'est-à-dire le **cancer de la thyroïde** par **contamination interne** de l'Iode dans la thyroïde chez les **enfants**. En effet, les enfants possèdent une thyroïde qui a des capacités de concentration de l'Iode plus importantes que l'adulte puisqu'ils ont besoin de fabriquer des hormones thyroïdiennes en **quantité importante**. Les retombées d'Iode 131 ont été concentré dans la thyroïde de ces enfants et **7000** d'entre eux ont développé des **cancers de la thyroïde**. Heureusement le cancer de la thyroïde est un cancer peu agressif et dont beaucoup ont pu être guéris, cependant il y a quand même eu **20 décès** après 20 ans. Il n'y a eu **aucun effets tératogènes** (=effets sur la descendance) comme on pourrait le voir sur internet.

Conclusion

Le professeur insiste encore une fois sur les doses efficaces à retenir ++ :

- La limite de **100 mSv des faibles doses**, on sait qu'en deçà il n'y a aucun effet sur la santé
- La dose **efficace** liée à la radioexposition naturelle annuelle en France de **2,4 mSv**
- L'ordre de grandeur des doses délivrées par les examens **diagnostiques** utilisés en médecine entre **1 et 10 mSv**

Source	Dose efficace
Sol Ouest de l'Inde, Brésil	50 mSv
Solier, France	10 mSv
A 1000 m d'altitude, Montagne enneigée	6 mSv
A 1000 m d'altitude, Montagne enneigée	1,6 mSv
En France (moyenne)	2,4 mSv
Médicaments (exemple : chimiothérapie)	1 mSv
Soins dentaires (rayons X)	0,5 mSv
Soins dentaires (rayons X)	0,03 mSv
Rayonnements des avions	0,017 mSv
Rayonnements des avions (au-dessus de 10000 ft)	0,004 mSv
Rayonnements de Tchernobyl	0,002 mSv
Contaminants naturels (exemple : radon)	0,002 mSv





Conclusion

Ce problème nous concerne en tant que professionnels de santé :

- Ils sont utilisés dans un **intérêt diagnostique et thérapeutique** (*médecine*)
- La **radiopharmacie**, c'est-à-dire l'utilisation et la manipulation de médicaments radioactifs (*pharmacie*)
- Utilisation des **rayons X** lors de panoramiques dentaires (*odontologie*)
- Les **radiographies osseuses** (*masseurs-kinésithérapeutes*)
- La prise en charge de femmes enceintes avec leur statut particulier vis-à-vis des RI (*maïeutique*)

Cela concerne aussi tous les citoyens car l'exposition aux RI est un **phénomène naturel**. Il est vrai que les RI sont dangereux et qu'il faut savoir s'en protéger mais la radiophobie est aussi dangereuse que la radioactivité elle-même, il s'agit d'un rapport bénéfique/risque. Marie Curie disait *"Dans la vie rien n'est à craindre, tout est à comprendre"*, c'est particulièrement important dans le domaine des RI puisqu'il faut appuyer son avis sur des **faits scientifiques** et non pas de la désinformation guidée par des émotions. Dans ce domaine comme dans beaucoup d'autres, il y a la loi de **Brandolini** : *"La quantité d'énergie nécessaire pour réfuter des idioties est supérieure d'au moins un ordre de grandeur à celle nécessaire pour les produire"*

DÉDIIIIIIII => la plus grande dédi à ma famille qui mérite tout

Pas dédi au fait que je fais des erratas dans TOUS les EBs et STs et je tiens à m'excuser, je relis des **MILLIARDS** de fois et j'arrive quand même à faire de la D wow, toutes les erratas seront corrigées pour les DMs compilés je vous jure <3333

Dédi à Auscaaaaaa que j'aime, qui me soutient et me rassure chaque jour

Dédi à Assassin's Creed 3 parce que jsuis giga nostalgique là et j'y ai joué 6 fois

Dédi à Assassin's Creed Unity et Syndicate qui rejoignent le podium

Dédi à Fullmetal Alchemist lolololo au prime de ma vie

Dédi à la Ratonerie comme d'hab et au CRPV !!

Dédi à WassuranceMaladie et Juliantagique qui forment le plus grand duo de l'histoire

Dédi à Maude et Sirine qui illuminent mes journées de cours

Dédi à Garance, Maxime et Margaux encore une fois, je vous aime vrmt vrmt bcp

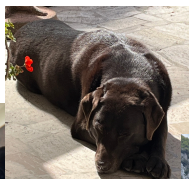
Dédi à OBY CITY parce que jsuis moins là mais c'est toujours autant ma famille

Dédi au fait que je suis CETTE personne au Poker

Dédi à Mathéo l'italien soin (avec un T et un H cbon cbon j'ai compris)

Dédi à la team biophy

Dédi à vous qui faites de votre mieux pour réussir et progresser jour après jour, c'est incroyablement courageux !! Peu importe vos résultats, à 1 mois de l'examen là c'est toujours faisable, faites de votre mieux et ne lâchez RIEN



dédi à mon coeur qui me manque et qui mérite toutes les dédis du monde



dédi à cette photo d'Iwan il est trop chou



dédi au Western de Cédric et Nicolas qui sort cet hiver (c'est faux j'ai la flemme du montage)



énorme dédi à ma ptite Naw qui me supporte depuis DIX ANS maintenant

QCMs DU PROFFFF

c'est les mêmes que sur la fiche d'Emna parce que c'était pour ce cours en fait mdmdmr)

Quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) concernant les cassures simple brin de l'ADN provoquées par les rayonnement ionisants ?

- A) Elles peuvent se faire par un effet direct des rayonnements
- B) Elles peuvent se faire par un effet indirect via des radicaux à libres ou des espèces réactives de l'oxygène
- C) Elles ne peuvent pas être réparées
- D) Elles sont spécifiques des rayonnements ionisants
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

Concernant l'exposition aux radiations ionisantes en France, quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) ?

- A) Le radon-222 participe de manière importante à l'irradiation naturelle d'origine tellurique
- B) L'exposition d'origine médicale représente 5% de l'exposition totale de la population
- C) Un examen diagnostique de type tomographie par ordinateur produit une exposition de l'ordre de 100 à 500 mSv
- D) La dose repère de l'irradiation naturelle est égale à 100 mSv
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

Lors de l'accident de Tchernobyl, on sait que les pompiers qui sont intervenus pour maîtriser l'incendie ont été exposés à une dose efficace d'irradiation supérieure à 1000 mSv. Les populations voisines ont été exposées à des doses variables et en particulier à de l'Iode 131. Quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) concernant les suites de l'accident ?

- A) La conséquence essentielle pour les pompiers a été la survenue de nombreux cancers
- B) Certains pompiers ont présenté un syndrome aigu d'irradiation qui correspond à un effet déterministe
- C) Dans les régions voisines, on a constaté une augmentation du nombre de cancers de la thyroïde chez les enfants
- D) Il n'y a pas eu d'effets stochastiques démontrés
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses



QCMs DU PROFFFFF

Quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) concernant les cassures simple brin de l'ADN provoquées par les rayonnement ionisants ?

- A) Elles peuvent se faire par un effet direct des rayonnements*
- B) Elles peuvent se faire par un effet indirect via des radicaux à libres ou des espèces réactives de l'oxygène*
- C) Elles ne peuvent pas être réparées*
- D) Elles sont spécifiques des rayonnements ionisants*
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses*

A) Vrai

B) Vrai

C) Faux

D) Faux : les UV par exemple peuvent aussi provoquer des lésions de l'ADN

E) Faux

Concernant l'exposition aux radiations ionisantes en France, quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) ?

- A) Le radon-222 participe de manière importante à l'irradiation naturelle d'origine tellurique*
- B. L'exposition d'origine médicale représente 5% de l'exposition totale de la population*
- C) Un examen diagnostique de type tomographie produit une exposition de l'ordre de 100 à 500 mSv*
- D) La dose repère de l'irradiation naturelle est égale à 100 mSv*
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses*

A) Vrai

B) Faux : c'est 25%

C) Faux : examen diagnostique c'est entre 1 et 10 mSv (cf page 9)

D) Faux : 2,4 mSv

E) Faux

Lors de l'accident de Tchernobyl, on sait que les pompiers qui sont intervenus pour maîtriser l'incendie ont été exposés à une dose efficace d'irradiation supérieure à 1000 mSv. Les populations voisines ont été exposées à des doses variables et en particulier à de l'Iode 131.

Quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) concernant les suites de l'accident

- A) La conséquence essentielle pour les pompiers a été la survenue de nombreux cancers*
- B) Certains pompiers ont présenté un syndrome aigu d'irradiation qui correspond à un effet déterministe*
- C) Dans les régions voisines, on a constaté une augmentation du nombre de cancers de la thyroïde chez les enfants*
- D) Il n'y a pas eu d'effet stochastique démontré*
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses*

A) Faux : justement, ils n'en ont pas développé, il n'y a que des effets déterministes

B) Vrai

C) Vrai

D) Faux : si ! les effets stochastiques c'est justement les cancers chez les enfants

E) Faux