

LES RAYONNEMENTS IONISANTS

I. DEFINITION

Les rayonnements ionisants sont des rayonnements électromagnétiques ou corpusculaires suffisamment énergétiques pour ioniser sur leur passage certains atomes de la matière traversée, en leur arrachant des électrons. Ils peuvent être directement ionisants (rayons alpha) ou indirectement ionisants (rayons gamma et neutrons).

II. NOTIONS DE PHYSIQUE

- La radioactivité : c'est le nombre de désintégrations spontanées par unité de temps (seconde), avec dégagement d'énergie, elle s'exprime en Becquerel (Bq).
- La dose absorbée : c'est la quantité d'énergie communiquée par le rayonnement à la matière traversée par unité de masse, elle s'exprime en Gray (Gy) $1\text{Gy} = 100\text{ rad}$.
- La dose équivalente : c'est la dose absorbée x un facteur de pondération radiologique (1 ; pour rayons X, Gama, et bêta ; 20 pour les rayons alpha). Elle s'exprime en Sievert (Sv).
- La dose efficace : c'est la somme des doses équivalentes pondérées, délivrées aux différents organes et tissus, elle s'exprime en Sievert $1\text{Sv} = 100\text{rem}$
- Débit de dose : c'est la dose reçue par unité de temps : Gr/s ou Sv/s.

III. DIFFERENTES SOURCES DE RI

1. **Sources scellées** : les substances radioactives y sont solidement incorporées dans des matières solides ou scellées dans une enveloppe inactive présentant une résistance suffisante pour éviter, dans les conditions normales d'emploi, toute déperdition de substance radioactive.
2. **Sources non scellées** : leur présentation et leur condition d'emploi ne permettent pas de prévenir toute dispersion de substance radioactive.

IV. MODES D'EXPOSITION :

- Exposition externe sans contact cutané ;
- Exposition externe avec contact cutané ;
- Exposition interne : contamination ;

V. SOURCES D'EXPOSITION AUX RI :

- 1) **Exposition naturelle** : 85,5% de radioactivité totale ;
 - **Origine tellurique** : 71%
 - **Origine cosmique** : 14,5%
- 2) **Exposition artificielle** :
 - exposition médicale : radiodiagnostic et radiothérapie, plus élevées mais plus surveillées et contrôlées ;
 - retombées des essais nucléaires aériens depuis 1954 jusqu'à 1963.
 - exposition domestique : due aux objets luminescents avec des peintures de tritium, anciens récepteurs de TV, certaines céramiques dentaires et isolation accrue des bâtiments.

3) Exposition professionnelle : elle est surtout externe, rarement interne, parmi les travailleurs exposés on peut citer :

- professions médicales et paramédicales ;
- travailleurs des centres de recherches ;
- travailleurs de l'industrie nucléaire ;
- travailleurs des mines d'uranium (exposition interne) ;
- travailleurs du secteur industriel et du commerce.

VI. EFFETS BIOLOGIQUES DES RI :

1) Effets moléculaires : la molécule ionisée, excitée, expulse son excédent d'énergie par émission de photons de fluorescence ou par rupture de liaisons chimiques : la cellule vivante contient deux molécules qui peuvent être touchés :

- ❖ L'eau par son abondance : radiolyse de l'eau avec naissance de deux radicaux libres, très réactifs, provoquant des lésions sur les molécules voisines.
- ❖ L'ADN avec apparition de phénomène de mortalité ou de mutations.

2) Effets cellulaires :

- ❖ Mort cellulaire : doses très élevées (centaines de Gy), avec perte de capacité de division cellulaires (effets déterministes).
- ❖ Mutation : doses faibles, les cellules peuvent garder leur pouvoir de division et transmettent à leur descendance des anomalies : cancer (cellules somatiques), et anomalies héréditaires (cellules germinales) : effets aléatoires.
- ❖ Mitoses

3) Effets tissulaires : ils sont la conséquence d'effets cellulaires, ne s'expriment que lorsqu'un nombre suffisant de cellules est détruit, ou apparaissant au-delà d'un seuil. Les tissus les plus radiosensibles sont : tissus hématopoïétiques, gonades, poumons, tube digestif, yeux et la peau.

4) Effets sur l'homme : ils apparaissent dès que la dose reçue dépasse une valeur seuil. Ils diffèrent selon que l'irradiation est globale ou partielle, que la dose reçue l'ait été de façon aiguë ou chronique.

A) Effets déterministes (non aléatoires)

Exposition externe globale : plus la dose reçue est élevée, plus la symptomatologie est précoce, riche et prolongée :

- inférieure à 3Gy : aucune symptomatologie ;
- 0,3 à 1Gy : asthénie, céphalée et nausée, chute du nombre des lymphocytes spontanément réversible ;
- 1 à 2Gy : nausée, vomissements, céphalées (6h à 48h), chute précoce du nombre de lymphocytes qui ne dépasse pas 50% du taux initial généralement supérieur à 1000 lymphocytes/ mm³, hospitalisation pour surveillance, guérison sans aucun trt ;
- 2 à 5Gy : NVC, puis asthénie intense et hyperthermie (2h) , chute rapide du taux de lymphocytes, inférieure à 50%, l'évolution est dominée par l'aplasie médullaire, hospitalisation : guérison sous réserve d'un traitement hématologique bien conduit ;
- 5 à 15Gy : au syndrome hématologique, s'ajoute un syndrome viscéral gastro-intestinal (N,V,diarrhée hémorragique) ; en absence de greffe de moelle, la mort est quasi- certaine ;
- dose supérieure à 15Gy : s'ajoute des troubles cardiaques, neurologiques et des réactions cutanées précoces, aucun traitement n'est possible et la mort survient dans 48h.

Exposition externe partielle : les effets dépendent de la dose reçue, et du tissu irradié :

-effets cutanés :

a) radiodermites précoces :

- 1° degré : radioépidermite érythémateuse : s'observe pour des doses supérieures à 5Gy ; il s'agit d'un érythème plus ou moins foncé, prurigineux, dépilation temporaire,
- 2° degré : radiodermite bulleuse : s'observe pour des doses entre 12 et 20 Gy, donnant un érythème intense, prurigineux avec des bulles qui s'ulcèrent rapidement et surtout apparition d'une dépigmentation et dépilation définitive ;
- 3° degré : radiodermite ulcéreuse : s'observe pour des doses supérieures à 25 Gy : érythème œdémateux intense, avec apparition de bulles qui s'ulcèrent rapidement, profondément, laissant des séquelles (télangiectasies, dyschromie, atrophie cutanée et sclérose cutanée) ;

b) radiodermites tardives apparaissent après plusieurs années et ne disparaissent pas ;

- stade atrophique : peau sèche, pigmentée et amincie avec dépilation et télangiectasies, atrophie cutanée et télangiectasies sont pathognomoniques ; l'évolution se fait vers l'apparition d'une hyperkératose et verrucosités dures et douloureuses et surtout récidivantes, responsables de l'apparition des taches hémorragiques ;
 - stade ulcéreux : ulcérations atones et douloureuse, déclenchées par les traumatismes ou par des infections radionécrose) ;
 - stade cancéreux : dégénérescence cancéreuse possibles des ulcérations .
- **effets sur les gonades** : les cellules germinales testiculaires sont très radiosensibles : une dose de 4Gy est responsable d'une stérilité définitive, une hypospermie s'observe pour une dose de 0,2 Gy ; la radiosensibilité des ovaires est inférieure à celles des testicules, elle varie en fonction de l'âge (ménopause).
- effets sur l'œil** : cataracte+++, radiodermites des paupières, blépharites, conjonctivites traînantes et kératites.
- effets sur les organes hématopoïétiques** : l'aplasie médullaire et les leucémies sont les risques majeurs (exp : leucémies des radiologistes morts entre 1929 et 1957) ;
- effets sur la thyroïde** : surtout la thyroïde de l'enfant : hypothyroïdie et risque accrue de KC.

B) Effets aléatoires (stochastiques) : ne concernent que certains individus au hasard, ils sont indépendants des doses (sujets eux même ou leur descendance) ; latence de plusieurs années ; il s'agit des effets cancérogènes : tout tissu irradié est susceptible de donner un KC : exp KC de la thyroïde (l'iode radioactif), leucémie, KC du poumon, de l'os.....

Par prudence, on considère que toute dose aussi faible soit-elle, peut entraîner un risque accru de KC ; **c'est l'hypothèse d'absence de seuil.**

Des effets génétiques sont aussi possibles, (mutations génétiques et/ou chromosomiques), compatibles ou non avec la vie.

C) Effets tératogènes : ils varient en fonction de la dose reçue, l'âge de l'embryon, l'âge de la mère, nulli- ou multipare et les habitudes toxiques (tabac).

- période de pré- implantation (6à 9j) : destruction totale de l'œuf, ou destruction de quelques cellules qui seront remplacées ; une seule cellule survivante suffit pour assurer le développement de l'embryon.

- l'embryogenèse : jusqu'à 60j : c'est la période la plus radiosensible, risque de malformations ou de tares cérébrales.

- stade fœtal : au-delà de 60j : le risque de malformation diminue mais le risque cancérogène qui se révélera après la naissance augmente.

En pratique : éviter d'irradier toute femme enceinte.

CAT en cas d'une grossesse méconnue : les conséquences seront en fonction de la dose reçue ;

- dose inférieure à 0,1 Gy : aucune mesure, si ce n'est d'éviter une irradiation ultérieure.

- dose entre 0,1 et 0,2 Gy : l'interruption de grossesse est discutée avec les parents en fonction du contexte clinique et familial ;

- dose supérieure à 0,2 Gy : l'interruption de grossesse est conseillée.

VII. PREVENTION : RADIOPROTECTION

Les principes de la radioprotection selon le (CIPR) :

- justification de l'utilisation des RI ;

- limitation des doses individuelles ;

- optimisation de la radioprotection : **ALARA** aussi bas que raisonnablement possible.

En pratique, la radioprotection est mise en œuvre par des mesures techniques collectives et individuelles :

▪ confinement des matières radioactives ;

▪ assainissement des locaux du travail ;

▪ blindage de la source radioactive ;

▪ limitation de l'exposition aux RI : en maîtrisant la durée de l'exposition, en travaillant le plus possible à distance de la source, et en utilisant des barrières adaptés.

▪ EPI en cas de nécessité (port de gants plombés, tabliers plombés avec cache thyroïde, gants jetables,);

▪ mesures organisationnelles : délimitation des zones de travail (zones contrôlées et surveillées).

▪ signalisation de la source ;

▪ information, formation et classement du personnel ;

▪ port de dosimètres individuels ;

▪ la surveillance médicale des personnes potentiellement exposées ;

▪ contrôle régulier des sources, des ambiances et des appareils de mesures ;

▪ maîtrise des rejets des déchets radioactifs (problème environnemental).

VIII. REPARATION

Tableau n° 6 des MPI (maladies professionnelles indemnifiables)

- Anémie, thrombopénie, ou syndrome hémorragique consécutifs à une irradiation aiguë ou chronique ;
- Blépharite ou conjonctivite ;
- Kératite ;
- Cataracte ;
- Radiodermites aiguës et chroniques ;
- Radionécroses osseuses ;
- Leucémies ;
- KC broncho-pulmonaire primitif par inhalation ;
- Sarcome osseux.