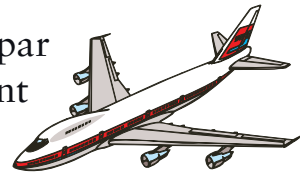




LES RAYONNEMENTS IONISANTS

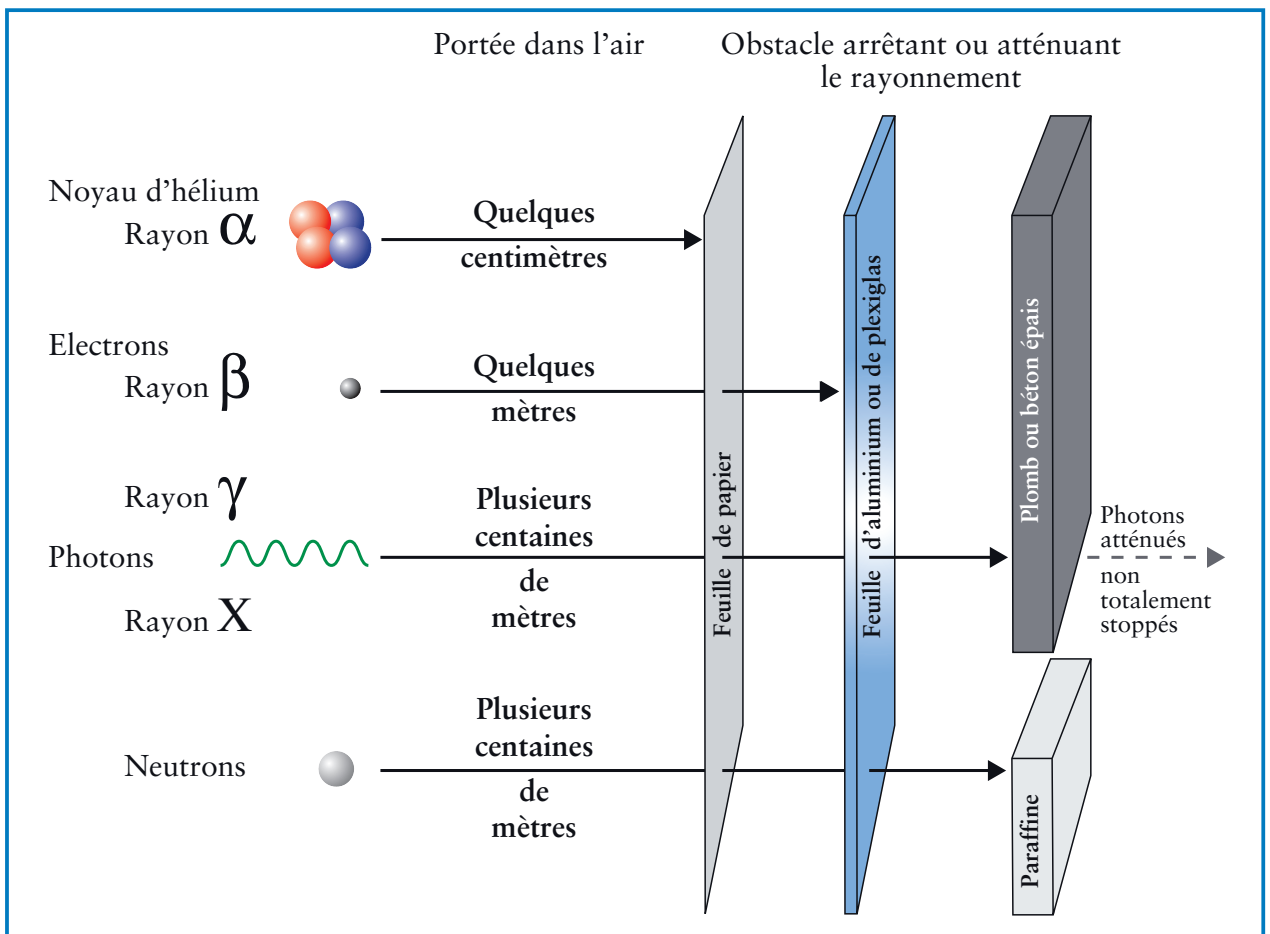


L'homme est soumis aux rayonnements ionisants émis par la radioactivité naturelle de l'environnement : rayonnement cosmique, rayonnement issu des sols, radon et rayonnements ionisants produits par l'activité humaine.



Par leur énergie, les différents rayonnements α , β , X, γ ou neutrons pénètrent dans la matière et y produisent des effets ionisants. Ils se différencient par leur portée dans l'air et leur pouvoir de pénétration.

Certains matériaux sont susceptibles de les arrêter ou de les atténuer.



Les rayonnements ionisants sont invisibles, on ne les sent pas, on doit s'en protéger.

SOURCES RADIOACTIVES

En France, environ 250 000 personnes sont suivies pour une exposition professionnelle aux rayonnements ionisants dans les secteurs médical, industriel et nucléaire.

CARACTÉRISTIQUES ET PRINCIPALES UTILISATIONS DES RAYONNEMENTS IONISANTS

Sources scellées :

la substance radioactive est incluse dans une enveloppe scellée et ne peut pas se disperser dans les conditions normales d'utilisation (objets de petite taille tels que billes, pastilles, aiguilles, cylindres...).

- Jauges d'épaisseur (β , γ)
- Détecteurs de fumée (α)
- Radiologie industrielle, CND (γ)
- Jauges de densité ou de niveau (γ)
- Humidimètres (neutrons)
- Diagnostic plomb-habitat
- Radiothérapie



Appareils électriques générateurs :

ils produisent les rayonnements par des procédés physiques, tubes ou accélérateurs de particules.

- Radiologie industrielle et médicale (X)
- Analyses de laboratoires (X)
- Radiothérapie (γ , électrons)
- Contrôle de sécurité



Sources non scellées :

la substance radioactive (gaz, liquide et poudre) peut se disperser même dans les conditions normales d'utilisation.

- Traceurs industriels
- Médecine nucléaire diagnostique et thérapeutique



Les déchets radioactifs issus de ces applications sont aussi des sources de rayonnements ionisants.



L'émission de rayonnement par un générateur de rayons X cesse dès l'arrêt de l'appareil.

Selon la substance radioactive, la dose reçue dure quelques secondes ou des milliers d'années.

ET MODES D'EXPOSITION

EXPOSITION EXTERNE OU IRRADIATION

La source radioactive est située à l'extérieur de l'organisme :
salle de radiographie ou travail à côté d'une source.

L'exposition externe d'une personne ne la rend pas radioactive.



CONTAMINATION

Contamination externe

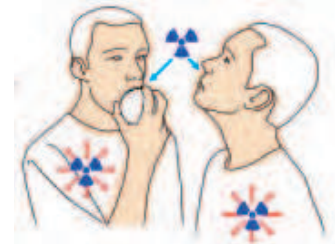
La substance radioactive est en contact plus ou moins prolongé avec la peau : *renversement d'un tube à essais sur la peau.*



Contamination interne

La substance radioactive a pénétré dans l'organisme (inhalation, ingestion, plaie...) : *manipulation de radio-isotopes.*

La contamination d'une personne la rend radioactive.



Les sources non scellées peuvent être responsables d'une exposition externe **et** d'une contamination.

LA DURÉE D'EXPOSITION

Elle dépend

- de la période radioactive : temps au bout duquel la radioactivité a diminué de moitié (période du Carbone 14 : plus de 5000 ans ; du Technétium 99^m : 6 heures).

Et

- de la période biologique : temps nécessaire à l'élimination de la substance radioactive par l'organisme en cas de contamination.

radioactive, la radioactivité
 des, plusieurs jours
 rds d'années.

**Une personne contaminée cesse
 de l'être lorsque les substances
 radioactives ont disparu
 de l'organisme.**

EFFETS BIOLOGIQUES

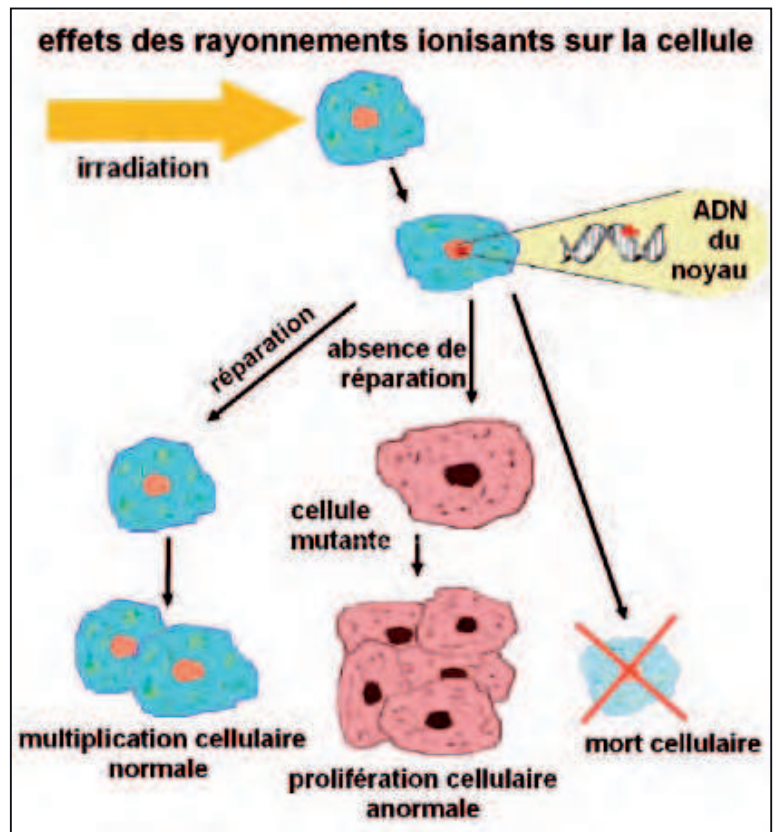
Les effets biologiques des rayonnements ionisants sur l'organisme dépendent de leur nature, de la dose reçue, du temps et du mode d'exposition. Certains tissus et organes sont particulièrement radiosensibles (cristallin, thyroïde, gonades, moelle osseuse...).

EFFETS ALÉATOIRES : plusieurs années après l'irradiation

De survenue incertaine, la probabilité d'apparition de ces effets augmente avec la dose. Il n'a pas été défini de dose seuil.

Les rayonnements ionisants sont classés agents cancérogènes : risque accru de leucémies et de cancers (poumons, thyroïde, voies digestives et urinaires).

Le risque d'anomalies génétiques est discuté.



EFFETS OBLIGATOIRES

Ils apparaissent à partir d'un certain seuil d'irradiation, leur gravité augmente avec la dose.

En cas d'exposition répétée dans le temps et non protégée, risque de cataracte, de radiodermite, notamment des mains.

En cas d'exposition accidentelle et massive, en quelques heures ou quelques jours : troubles digestifs (nausées, vomissements, diarrhée), brûlure, nécrose, atteinte sanguine, décès.



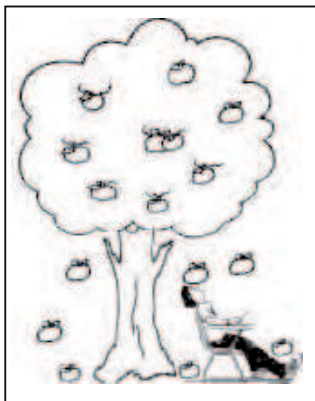
Radiodermite aigue

Le respect des limites réglementaires d'exposition garantit l'absence de survenue des effets obligatoires.

Toute dose, aussi faible soit-elle, est associée à un risque d'apparition de cancer. Ce risque augmente avec l'accroissement de la dose.

MESURE DE L'EXPOSITION

LES UNITÉS DE MESURE



L'**activité** d'une substance radioactive est exprimée en **becquerel** : Bq (le nombre des pommes qui tombent du pommier).

L'énergie cédée ou « **dose absorbée** » est exprimée en **gray** : Gy (le nombre de pommes que reçoit la personne).

L'énergie susceptible de provoquer des effets biologiques ou « **dose efficace** », différente selon l'organe ou le tissu irradié et la nature du rayonnement, est exprimée en **millisieverts** : mSv.

MESURE EN CAS DE RISQUE D'EXPOSITION EXTERNE

Dosimétrie d'ambiance : dosimétrie passive d'ambiance et mesure de débit de dose à l'aide de débitmètres, radiamètres, utilisation de balises.

Dosimétrie individuelle : mesure la dose reçue par le travailleur

- Dosimètre passif (dose cumulée sur 1 ou sur 3 mois) corps entier ou d'extrémités (dosimètre poignet, bague...)
- Dosimètre opérationnel (dose instantanée) porté obligatoirement à la poitrine à proximité du dosimètre passif corps entier.

MESURE EN CAS DE RISQUE DE CONTAMINATION

Mesures d'ambiance : atmosphère, effluents, surfaces de travail.

Mesures individuelles :

- recherche de contamination interne
 - Anthroporadiométrie si émission de rayons X et γ
 - Mesures radiotoxicologiques à la recherche de radioactivité des selles, des urines et des sécrétions nasales (mouchage)
- recherche de contamination externe à l'aide de détecteurs (corps entier, mains, pieds).



Débitmètre-dosimètre portatif type Babyline



Dosimètre passif de poitrine



Dosimètre passif d'extrémité



Dosimètre opérationnel



Détecteur mains / pieds

Avec l'aimable autorisation des sociétés LCIE Landauer et Berthold France

La mesure de la radioactivité permet le contrôle de l'exposition professionnelle.

PRINCIPES DE RADIOPROTECTION

Justification : l'utilisation des rayonnements ionisants doit apporter un bénéfice par rapport au risque.

Optimisation : maintenir le niveau d'exposition aussi bas que raisonnablement possible (principe ALARA).

Limitation des doses individuelles en respectant les valeurs limites à ne pas dépasser.

PRINCIPES DE PRÉVENTION

Sources scellées	Distance : se tenir le plus loin possible de la source (le doublement de distance divise la dose par 4).
Appareils électriques générateurs	Temps d'exposition : rester le moins longtemps possible à proximité de la source. Ecran : disposer des écrans adaptés entre la source et l'opérateur.
Sources non scellées	Même mesures que ci-dessus + confinement : confinement des sources (boîte à gants, sorbonne), conception des locaux limitant le risque de dissémination de la source (surface de travail lisse, ventilation spécifique), protection respiratoire, tenue étanche.

SURVEILLANCE DES EXPOSITIONS INDIVIDUELLES

Mesure de l'exposition externe

Dosimètre individuel passif :

- mesure légale, sur un mois en catégorie A, possible sur 3 mois en catégorie B ;
- corps entier, porté à la poitrine ou localisé (bague, dosimètre de poignet).

Le médecin du travail est destinataire des résultats de la dosimétrie passive.

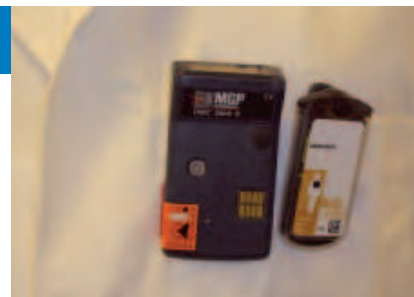
Dosimètre opérationnel :

- porté à la poitrine, pour toute personne intervenant en zone contrôlée.

Les dosimètres individuels doivent être portés sous les équipements de protection, pendant toute la durée de l'exposition.

Mesures à la recherche de contamination interne : anthroporadiométrie et examens radiotoxicologiques prescrits par le médecin du travail en fonction de l'évaluation du risque radiologique.

Mesures à la recherche de contamination externe : à l'aide de détecteurs (corps entier, mains, pieds).



Avec l'aimable autorisation de Varian Medical Systems France

OBLIGATIONS DE L'EMPLOYEUR

- Désignation d'une personne compétente en radioprotection (PCR).
- **Zonage** : délimitation et signalisation des zones de travail après avis de la PCR. L'accès à ces zones est réglementé.

- **Zone contrôlée** : lieu où les travailleurs sont susceptibles de recevoir, dans les conditions habituelles de travail, une dose efficace comprise entre 6 et 20 mSv/an.



Dosimétrie opérationnelle obligatoire pour toute personne intervenant en zone contrôlée.

- **Zone surveillée** : lieu où les travailleurs sont susceptibles de recevoir, dans les conditions habituelles de travail, une dose efficace comprise entre 1 et 6 mSv/an.



- **Classement du personnel après avis du médecin du travail.**
 - **Catégorie A** : travailleurs susceptibles de recevoir, dans les conditions habituelles de travail, une dose efficace supérieure à 6 mSv/an ou une dose équivalente supérieure aux 3/10^e des limites annuelles.
 - **Catégorie B** : travailleurs susceptibles de recevoir, dans les conditions habituelles de travail, une dose efficace supérieure à la limite publique de 1 mSv/an en exposition globale et qui ne sont pas en catégorie A.
 - **Non exposés** : travailleurs susceptibles de recevoir une dose efficace inférieure à 1 mSv/an en exposition globale.

Les femmes enceintes ou allaitantes et les apprentis de 16 à 18 ans ne peuvent pas être affectés à des postes nécessitant un classement en catégorie A.

- **Rédaction de la fiche d'exposition** pour chaque travailleur (risque radiologique et autres risques) transmise au médecin du travail.
- **Formation obligatoire du personnel exposé** tous les 3 ans.
- **Contrôle** des installations, des sources et des postes de travail.
- **Respect des limites réglementaires d'exposition.**

RÔLE DE LA PERSONNE COMPÉTENTE EN RADIOPROTECTION (PCR)

Évaluation et gestion du risque radiologique :

- Délimitation des zones de travail.
- Formation des travailleurs.
- Mesures de radioprotection.
- Dosimétrie opérationnelle des travailleurs exposés.

SURVEILLANCE MÉDICALE RENFORCÉE PAR LE MÉDECIN DU TRAVAIL

Pour tout salarié exposé aux rayonnements ionisants (catégories A et B) :

- Examen médical préalable à l'affectation puis au moins une fois par an, avec prescription éventuelle d'examen complémentaires en fonction du poste de travail (bilan sanguin, consultation en ophtalmologie, examens radiotoxicologiques...).
- Bilan dosimétrique de l'exposition : le médecin du travail reçoit les résultats des dosimétries passives et opérationnelles. En cas de discordance, il détermine la dose reçue et en informe l'IRSN. Il communique les résultats aux salariés lors de la visite médicale.
- Information des salariés : effets sur la santé de l'ensemble des risques du poste et moyens de prévention.
- Propositions d'aménagement des postes de travail, notamment pour les femmes enceintes.
- Fiche d'aptitude et carte individuelle de suivi médical.
- Information concernant le suivi post-exposition.

Limites réglementaires d'exposition (mSv)	Catégorie A	Catégorie B Apprentis de 16 à 18 ans	Femme enceinte Femme allaitante
Dose efficace corps entier en profondeur sur 12 mois consécutifs par exposition interne et externe	20	6	Femme enceinte : <1mSv durant les 9 mois de la grossesse Femme allaitante : interdiction d'affecter une femme allaitante à un poste entraînant un risque d'exposition interne
Peau	500	150	
Cristallin	150	50	
Mains, avant-bras et chevilles	500	150	

