



## Sources

Un atome est constitué d'un noyau autour duquel gravitent des électrons. Certains atomes sont instables, se transforment spontanément en cédant de l'énergie et reviennent à un état stable. Ils émettent différents types de rayonnements, chargés électriquement (émission + ou -) ou non (photons  $\gamma$  ou rayons X).

### Sources scellées et non scellées ;

**Source naturelle** : source de rayonnement ionisant d'origine naturelle terrestre ou cosmique.

**Source radioactive non scellée** : source dont la présentation et les conditions normales d'emploi ne permettent pas de prévenir toute dispersion de substance radioactive.

**Source radioactive scellée** : source dont la structure ou le conditionnement empêche, en utilisation normale, toute dispersion de matières radioactives dans le milieu ambiant.

L'utilisation de sources de rayonnements ionisants est subordonnée à l'obtention préalable d'une autorisation délivrée par l'ASN. La traçabilité des sources non scellées est assurée par l'existence de registres relatifs aux entrées et sorties des substances radioactives, aux différents contrôles...

### Caractéristiques

#### ♦ Rayonnements

Transport d'énergie sous la forme de particules ou d'ondes électromagnétiques d'une longueur d'ondes inférieure ou égale à 100 nanomètres.

- $\alpha$  faible pénétration, parcours de quelques cm – arrêtés par la peau ou une feuille de papier ;
- $\beta$  parcours de quelques cm à m – protection de l'exposition externe par plexiglas si  $E \leq 100$  keV ;
- $\gamma$  X parcours de quelques m – pénétration importante – atténués par des écrans (Pb, béton) – pas d'exposition externe si  $E < 15$  keV ;
- n Parcours de quelques centaines de m – pénétration importante.

#### ♦ Période T

Temps au bout duquel l'activité initiale est divisée de moitié. La décroissance du phénomène est exponentielle.



Période :  $^{11}\text{C}$  : 20 minutes  $^{131}\text{I}$  : 8 jours  $^{33}\text{P}$  : 25,6 jours

$^{14}\text{C}$  : 5730 ans  $^{238}\text{U}$  : 4,47 milliards d'années

L'activité résiduelle après 10 T est inférieure au 1/1000 de l'activité initiale.

**La période effective  $T_e$**  d'un radioélément dépend de la période biologique  $T_b$  (élimination par l'organisme) et de la période physique  $T_p$  (désintégration nucléaire).

La relation entre les 2 périodes s'écrit :

$$1/T_e = 1/T_p + 1/T_b$$

carbone 14	$T_p$ 5730 ans	$T_e$ 10 jours
tritium	$T_p$ 12,3 ans	$T_e$ 10 jours

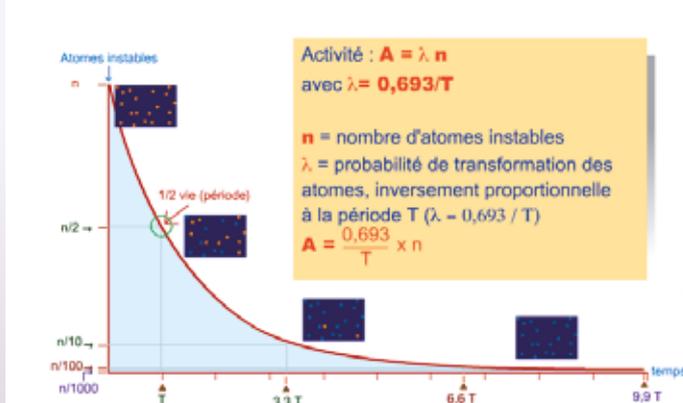
#### ♦ Energie E

en électron volt (eV - keV - MeV)  
 1 électron volt =  $1,6 \cdot 10^{-19}$  joule  
 1 MeV =  $1,6 \cdot 10^{-13}$  joule

#### ♦ Activité A

en becquerel (Bq - kBq - MBq) nombre de désintégrations par unité de temps (ou transition/seconde)  
 1Ci =  $3,7 \cdot 10^{10}$  Bq - 1 Bq = 27 pCi

## Mesure et décroissance de l'activité



### Exposition

**Externe** : la source est à distance ou au contact et émet des rayonnements ;

**Interne** : la source radioactive est incorporée dans l'organisme par voie aérienne, cutanée, par ingestion.

La dose reçue est :

- proportionnelle à l'activité, à l'énergie des particules, à la durée d'exposition, à la période, à la nature du rayonnement ;
- inversement proportionnelle au carré de la distance  $1/d^2$  (pour les radioéléments utilisés en recherche biologique).

- dépendante des modalités d'exposition :

**externe :**

- à distance : corps entier ou extrémités (mains, avant-bras...);
- au contact : prise de matériels contenant un produit radioactif, dépôts accidentels sur la peau ;
- par immersion : dans un nuage radioactif lors de manipulation de sources radioactives gazeuses.

**interne :**

- par voie aérienne (inhalation et voie oculaire) digestive, cutanée, transcutanée, par blessure.

- dépendante de la forme physico-chimique du radio-élément, des effets biologiques spécifiques sur la cellule et de la radiosensibilité des tissus exposés.

♦ **Dose**

- **Absorbée notée D unité le gray Gy**

Quantité d'énergie cédée par unité de masse de matière  
 $1 \text{ Gy} = 1 \text{ joule.kg}^{-1}$ .

- **Equivalente notée H unité le sievert Sv**

Dose absorbée x facteur de pondération  $W_r$  qui prend en compte la qualité du rayonnement. Pour les rayonnements  $\beta$   $\gamma$  X,  $W_r = 1$ .

- **Efficace notée E unité le sievert Sv**

Somme de doses équivalentes délivrées aux différents tissus, pondérées par le facteur de pondération tissulaire  $W_t$ .

- **Efficace engagée notée  $E(\tau)$  unité le sievert Sv**

Pour un travailleur, dose équivalente intégrée sur 50 ans après l'incorporation.

♦ **Effets biologiques**

Les mécanismes physiques d'interaction entre les particules et la matière dépendent principalement de la masse de la particule et de son énergie.

- **Excitation** l'énergie cédée est inférieure à l'énergie de liaison de l'électron rencontré.
- **Ionisation** l'énergie cédée est supérieure à celle de l'électron rencontré :
  - directe avec les  $\alpha$  et  $\beta$ ,
  - indirecte avec les X et  $\gamma$ .
- Emission d'un **rayonnement dit de freinage** photon X lors de l'interaction d'un électron avec un noyau.

## Locaux et équipements

**Locaux de manipulation :** zones surveillées ou contrôlées.

La délimitation des zones est effectuée par la personne compétente en radioprotection (PCR). La zone peut être classée de façon permanente ou temporaire - dans tous les cas, elle doit être balisée. La zone peut être réduite au poste de travail, ex. : le PSM dans un L2.

**Local de stockage des déchets** hors du laboratoire.

**Les équipements de protection :** sorbonne, boîte à gants, écrans contre les  $\beta$  ou les  $\gamma$ .

**Les matériels de détection :** détecteurs adaptés aux rayonnements ( $\beta$ ,  $\gamma$ , X), compteurs à scintillation.

## Gestuelle et formation

La formation et l'information du personnel sont effectuées par la PCR. La PCR met en place les règles de radioprotection et doit s'assurer qu'elles sont bien respectées - (études de poste, consignes, contrôles, locaux, déchets...).

L'objectif est de réduire les expositions :

**externes :** temps, distance, écran (ils arrêtent les rayonnements  $\beta$  et atténuent les rayonnements X et  $\gamma$ ) ;

**internes :** équipements de protections individuelles (EPI) blouse, gants, lunettes...

Bonnes pratiques : rédiger un protocole expérimental - se former à la gestuelle - contrôles réguliers de non contamination - connaître les caractéristiques des radio-éléments utilisés.

Avant de commencer une nouvelle manipulation, remplacer le radioisotope par un colorant type fuchsine.

## Surveillance médicale

	Public	Travailleur Cat. A	Travailleur Cat. B	Femme enceinte	Femme allaitante
Corps entier Dose efficace	1	20	6		
Cristallin		150	45	1 mSv à l'enfant à naître	0 mSv
Extrémités		500	150		
Peau (dose moyen, sur $1\text{cm}^2$ )		500	150		

Le personnel est classé par le médecin de prévention à partir des études de poste et de la fiche individuelle d'exposition aux RI qui vient en sus du dossier médical, des résultats de dosimétrie et de la carte individuelle de suivi médical. Il s'en suit la mise en place de la dosimétrie externe passive thorax et doigts, voire opérationnelle et interne par analyse radiotoxicologique des urines.

## Déchets

Un plan de gestion des déchets et effluents est demandé dans le dossier d'autorisation et doit permettre d'assurer la traçabilité des sources radioactives. Il doit prendre en compte la période radioactive et la nature des déchets :

Période < 100j : mise en décroissance, au moins 10T - rejet > à 1,5 bruit de fond - filière adaptée au risque en fin de décroissance.

Période > 100j : enlèvement par l'ANDRA.

Le tri et les conteneurs reposent sur la nature des déchets : liquide (aqueux ou organique) - solide - mixte - gazeux.

## En cas d'incident

**Ne pas s'affoler - prévenir la PCR - suivre les consignes affichées. En cas de problème joindre l'IRSN : 06 07 31 56 63.**

**Incident matériel au poste de travail**

Délimiter la zone contaminée. Absorber et décontaminer de l'extérieur vers l'intérieur. Contrôler.

**Contamination d'une personne :** traiter l'urgence médico-chirurgicale en priorité.

Contrôler, laver à l'eau 10 minutes sans frotter. Prévenir le médecin de prévention.