

Complément de physique

Formulaire

$$\begin{aligned} \text{Électron volt (1)} &= 1,602 \times 10^{-19} \text{ J} \\ &1,783 \times 10^{-36} \text{ kg (obtenu grâce à } e=mc^2) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P+ \text{ masse au repos} &= 938,272 \text{ MeV} \\ N0 \text{ masse au repos} &= 939,565 \text{ MeV} \\ E- \text{ masse au repos} &= 0,5109906 \text{ MeV} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Noyau} &= 1,4 \times 10^{-15} A^{1/3} \text{ m} \\ \text{Volume} &= 4/3 \Pi r^3 \end{aligned}$$

$$\text{Force de répulsion entre 2 } P+ = 50N$$

$$\text{Interaction forte : } 10^{38} \times g$$

$$1 \text{ uma} = 1,66054 \times 10^{-27} \text{ kg} = 931 \text{ MeV}$$

$$e^- + \beta^+ = 2\gamma \text{ de } 511 \text{ keV}$$

$$\text{Trop de n : } n \rightarrow p + \beta^- + \nu_e + Q \quad (\text{antineutrino})$$

$$\text{Trop de p : } p \rightarrow n + \beta^+ + \nu_e + Q$$

$$p + e \rightarrow n + \nu_e + Q \quad (\text{puis capture électronique après ou production d'un électron}$$

Auger)

$$\text{Trop de p, trop de n : } {}^A_Z X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2} Y + \alpha + Q$$

fission spontanée (proba de fission faible et demi-vie très grande)

Emission de ${}^{12}\text{C}$, ${}^3\text{H}$ (pour les atomes exotiques)

Si la particule (α, β) n'emporte pas toute l'énergie le noyau nucléaire peut émettre un rayonnement γ suite à sa désexcitation nucléaire

Sources de rayons X : un électron qui perd de l'énergie avec interaction d'un noyau :
rayonnement de freinage = Bremsstrahlung

réarrangement du cortège électronique

$$\rightarrow dN = -\lambda \cdot N \cdot dt \quad (\text{avec } \lambda = \text{constante de radioactivité en } s^{-1} \text{ et } N_T \text{ l'activité en Ci})$$

$$N_T = N_0/2 \rightarrow \lambda \cdot T = \ln 2$$

$$T = 0.693/\lambda \rightarrow N_T/N_0 = 2^{-t/T}$$

Si τ_i = durée de vie moyenne d'un atome i d'un radionuclide

$$\tau = \int_0^\infty t \cdot \lambda \cdot e^{-\lambda \cdot t} \cdot dt = 1/\lambda = 1,44 T$$

Une activité de 1 Bq correspond à un nombre d'atomes de $1/\lambda = T/0.693$

Filiation radioactive $dN_2 = \lambda_1 \cdot N_1 \cdot dt - \lambda_2 \cdot N_2 \cdot dt$
 $dN_2/dt + \lambda_2 \cdot N_2 = \lambda_1 \cdot N_1^0 \cdot e^{-\lambda_1 \cdot t}$

$$N_2(t) = (\lambda_1 \cdot N_1^0) / (\lambda_2 - \lambda_1) [e^{-\lambda_1 t} - e^{-\lambda_2 t}] + N_2^0 \cdot e^{-\lambda_2 t}$$

Activité : $A_2(t) = \lambda_2 / (\lambda_1 - \lambda_2) \cdot A_1^0 [e^{-\lambda_1 t} - e^{-\lambda_2 t}]$

Filiation radioactive : cas général ($T_1=6j$; $T_2=5j$)

$$\text{Max} = [\ln(\lambda_2/\lambda_1)] / (\lambda_2 - \lambda_1)$$

équilibre transitoire ($T_1 = 10-100 T_2 \rightarrow \lambda_1 < \lambda_2$)

équilibre séculaire ($T_1 > 100 T_2 \rightarrow \lambda_1 \approx 0 < \lambda_2$)

$T_1 \approx 0 \ll T_2 \rightarrow \lambda_1 \approx \infty \gg \lambda_2$

Ionisation : la moitié de l'énergie est utilisé pour réchauffer \rightarrow 30-32 eV suffisent à ioniser toute la matière biologique

TEL (transfert d'énergie linéique) = pv d'arrêt (somme de toutes les trajectoires) \neq range

Interaction photon-matière, 5 type d'interaction : effet photo-électrique

Diffusion Compton

Production de paire (si $E > 1.022 \text{ MeV}$)

\hookrightarrow Radio-protection et médecine (les 3)

Diffusion Thomson-Rayleigh

Réactions photo-nucléaires (si $E > 10 \text{ MeV}$)

Absorption exponentielle décroissante : $N_x = N_0 \cdot e^{-\mu x}$ ou : $N_x = N_0 \cdot e^{-(\mu/\rho)x}$ d

Avec $\mu = \mu_{\text{photo-électrique}} + \mu_{\text{compton}} + \mu_{\text{création paire}} + \mu_{\text{Rayl-Thom}}$

ou $\mu = \tau + \sigma + \kappa + \sigma_{\text{Rayl-Thom}}$

Avec le débit : $\phi_x = \phi_0 \cdot e^{-\mu x}$

CDA (couche de demi atténuation) = HVT (half value thickness) = $\ln 2 / \mu$

Vient de : $\phi_x / \phi_0 = 0.5 = e^{-\mu x}$

1Bq = 1 désintégration par seconde ; 1Ci = 39.10^9 Bq \rightarrow source

1 Gray = 1J/Kg = 100 rad \rightarrow absorbé

Sievert : Sv = Gy x facteur de qualité (x, γ ,e=1 ; α ,n=20 ; p=2)

Les courbes de survie

Modèle à un coup

Si TLE élevé (α ,n) : $S = e^{-D/D_0}$ avec $D_0 = 1/a$

Si $D = D_0$; $S = 1/e = 0,37$

Typiquement $D_0 = 1000$ Gray avec les Virus ; 100 Gray avec levures ; 10 Gy avec bactéries

Modèle à n coups sublétales à un coup

Si TLE plus faible (X,e, γ) : $S = 1 - (1 - e^{-D/D_0})^n$

Typiquement $n=2-20$; $D_0 = 1-2$ Gy

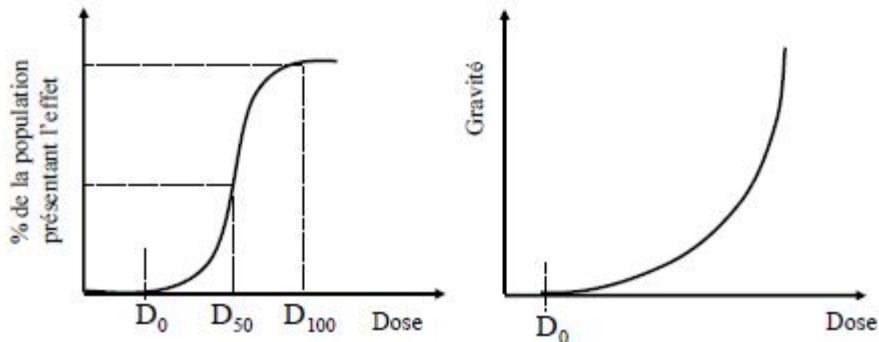
Modèle linéaire quadratique (mix des 2)

$S=e-(\alpha.D+\beta D^2)$ avec β qui traduit l'accumulation de dose

Typiquement : $0.1 < \alpha < 0.5$ Gy⁻¹, $0.05 < \beta < 0.1$ Gy⁻¹, $1 < \alpha/\beta < 10$

S'il y a présence d'oxygène : production de ROOH (qui détruit la membrane)

Effets déterministes : précoce et à coup sûr quand la dose dépasse un certain taux (dose quand la moitié des personnes touchées montre l'effet = D₅₀)



Effets stochastiques : se manifeste de manière aléatoire = risque

ALARA

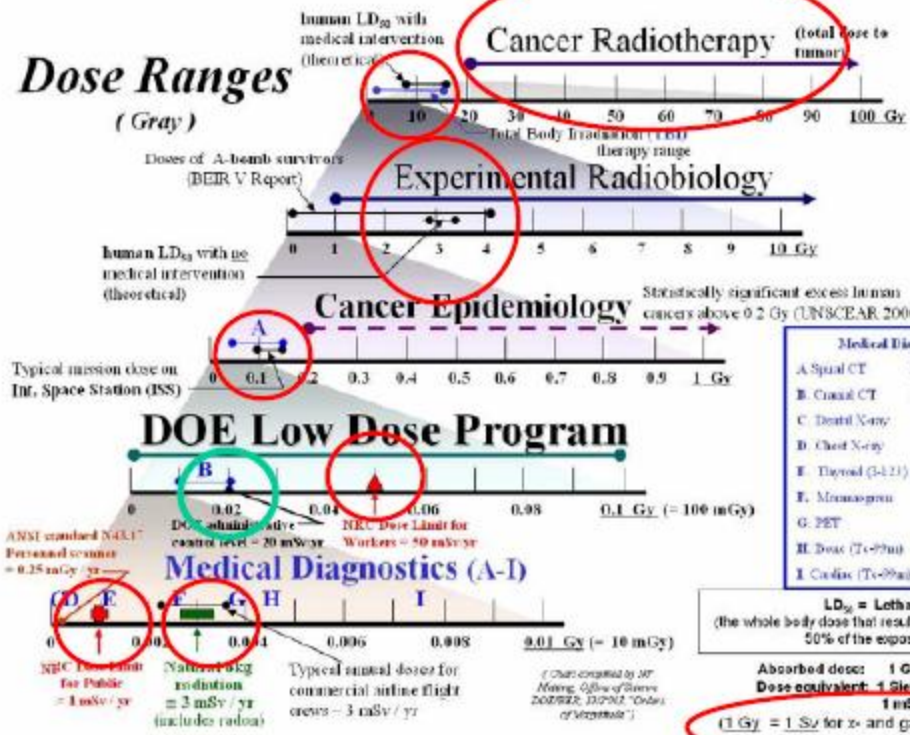
La dose prise = kt (fct du temps)

Le débit de dose = k/d^2

Un blindage peut arrêter les particules mais pas les rayonnements

Éléments de dosimétrie

Dose Ranges (Gray)



Retenir des ordres de grandeur

Chart created by JF. Naming: Gy = Gray, Sv = Sievert, mGy = milligray, mSv = millisievert, μGy = microgray, μSv = microsievert.