



Ce document a été mis en ligne par l'organisme [FormaV®](#)

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :

www.formav.co/explorer

Formulaire

Physique nucléaire et radioprotection

(Certaines notions, considérées comme connues, sont volontairement omises)

■ Constantes

$$N_A = 6,022\,137 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

$$c = 2,997\,925 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$e = 1,602\,177 \times 10^{-19} \text{ C}$$

■ Masses et énergies

	Masse en kg	uma en MeV
u	$1,660\,540 \times 10^{-27}$	931,494
Electron	$9,109\,390 \times 10^{-31}$	0,511
Proton	$1,672\,623 \times 10^{-27}$	938,272
Neutron	$1,674\,929 \times 10^{-27}$	939,566

$$M_{\text{}^4_2\text{He}} = 4,002\,603 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$E = m \cdot c^2 \quad \text{masse au repos}$$

■ Section efficace

$$1 \text{ barn} = 10^{-24} \text{ cm}^2$$

■ Activité

$$\lambda = \frac{\ln(2)}{T} \quad \text{constante radioactive en s}^{-1}$$

$$A = N \cdot \lambda \quad \text{avec } A \text{ en Bq}$$

N = nombre d'atomes

$$A = A_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$$

$$n = A \cdot \frac{I}{100} \quad \text{taux d'émission}$$

■ Pour les β

$$R = 0,412 \cdot \frac{E^n}{\rho} \quad \text{et} \quad n = 1,265 - 0,0954 \cdot \ln(E)$$

avec R = portée en cm
 E = énergie maximale des β en MeV
 ρ = masse volumique en $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$

$$\overset{\circ}{D} = 9 \times 10^{-7} \cdot A \cdot \frac{I}{100} \quad \text{avec} \quad \overset{\circ}{D} \text{ en } \text{mGy} \cdot \text{h}^{-1} \text{ à } 10 \text{ cm}$$

A en Bq
 I en %

■ Pour les γ

$$\overset{\circ}{D} = 1,3 \times 10^{-10} \cdot A \cdot E \cdot \frac{I}{100} \quad \text{avec} \quad \overset{\circ}{D} \text{ en } \text{mGy} \cdot \text{h}^{-1} \text{ à } 1 \text{ m}$$

A en Bq
 E en MeV
 I en %

■ Transfert linéique d'énergie

$$\text{TLE} = \frac{E}{x}$$

■ Ecrans

$$\overset{\circ}{D} = \overset{\circ}{D}_0 \cdot e^{-\mu \cdot x} \quad \text{avec} \quad \mu = \text{coefficient d'atténuation linéique}$$

x = épaisseur de l'écran

$$\overset{\circ}{D} = \overset{\circ}{D}_0 \cdot B \cdot e^{-\mu \cdot x} \quad \text{avec} \quad B = \text{facteur de Build-Up}$$

■ Dose efficace engagée

$$E = h(g) \cdot A_{\text{inh}} + e(g) \cdot A_{\text{ing}} \quad \text{avec} \quad h(g) \text{ ou } h(g)_{\text{inh}} = \text{DPUI inhalée en } \text{Sv} \cdot \text{Bq}^{-1}$$

$e(g) \text{ ou } h(g)_{\text{ing}} = \text{DPUI ingérée en } \text{Sv} \cdot \text{Bq}^{-1}$
 A_{inh} et A_{ing} en Bq = activité incorporée
 E en Sv

$$A_{\text{inh}} = A_V \cdot Q \cdot t \quad \text{avec} \quad Q = \text{quotient respiratoire} = 1,2 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \text{ (travail léger)}$$

$$A_{\text{I}20\text{inh}} = \frac{0,02}{h(g)_{\text{inh}}} \quad \text{activité incorporée en Bq par inhalation conduisant à une dose efficace engagée de } 20 \text{ mSv}$$

$$1 \cdot \text{RCA} = \frac{25 \times 10^{-6}}{Q \cdot h(g)_{\text{inh}}} \quad \text{avec} \quad \text{RCA en } \text{Bq} \cdot \text{m}^{-3}. \text{ Correspond à } 25 \text{ } \mu\text{Sv de dose efficace engagée par inhalation en } 1 \text{ h}$$

$h(g) \text{ ou } h(g)_{\text{inh}} = \text{DPUI inhalée en } \text{Sv} \cdot \text{Bq}^{-1}$
 Q = quotient respiratoire = $1,2 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ (travail léger)

■ Période effective

$$\frac{1}{T_e} = \frac{1}{T} + \frac{1}{T_b}$$

■ Coefficients de pondérations radiologique et tissulaire

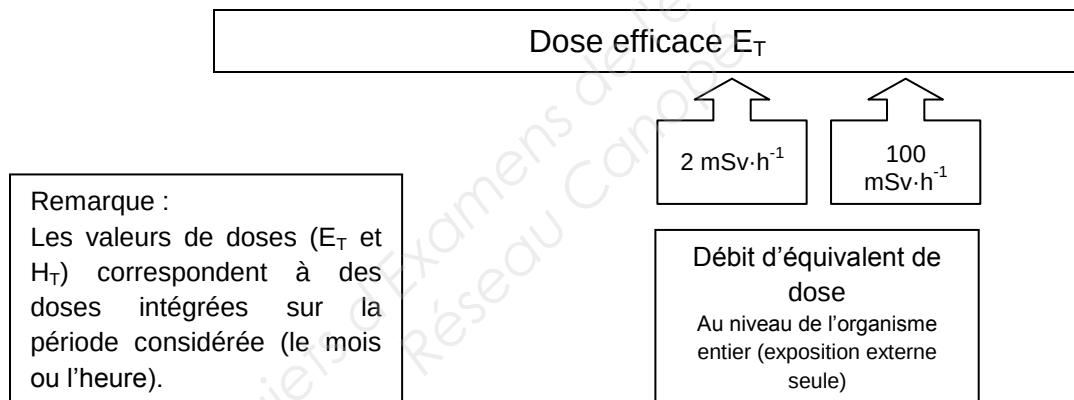
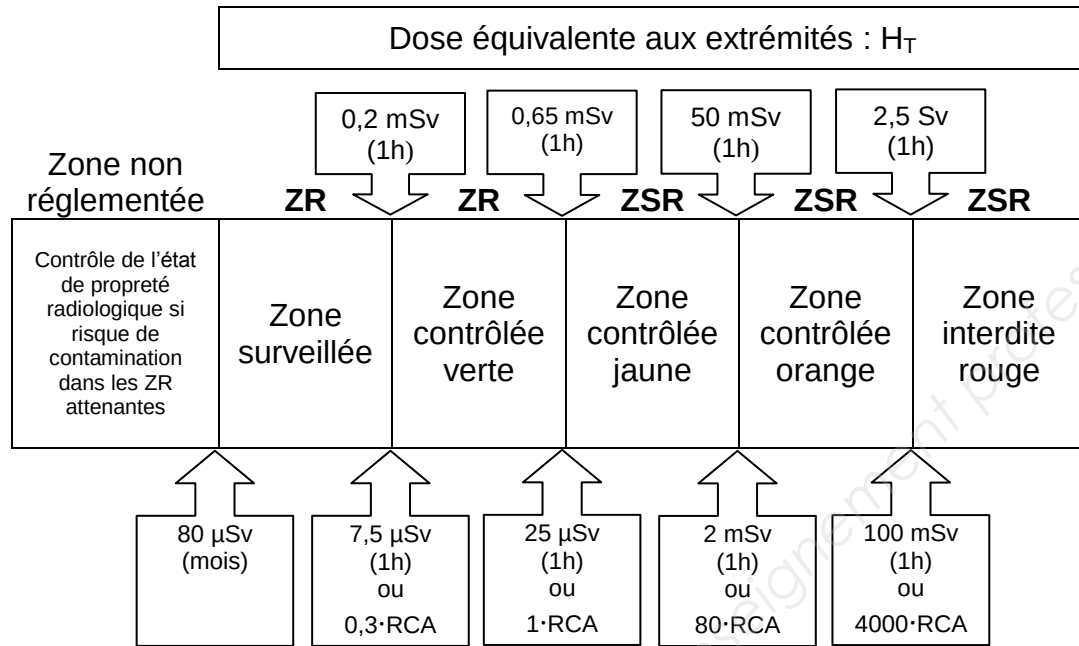
		W_R
γ, X, β		1
α , cluster		20
n	< 10 keV	5
	10 keV à 100 keV	10
	100 keV à 2 MeV	20
	2 MeV à 20 MeV	10
	> 20 MeV	5
p > 2 MeV		5

	W_T
Gonades	0,20
Moelle osseuse	0,12
Colon	0,12
Poumon	0,12
Estomac	0,12
Vessie	0,05
Sein	0,05
Foie	0,05
Œsophage	0,05
Thyroïde	0,05
Peau	0,01
Os (surface)	0,01
Autres tissus ou organes	0,05
Total (corps entier)	1

■ Dosimétrie

		Limites sur 12 mois glissants en mSv		
Catégorie		Public	B	A
Corps entier	$E = H_{(10)}$	1	6	20
Peau (1cm ²)	$H_{(0,07)}$	50	150	500
Extrémités	$H_{(0,07)}$	-	150	500
Cristallin	$H_{(3)}$	15	45	150

■ Zonage



$$\frac{H_{(10)}^*}{H_{\text{zonage}}} + \frac{A_V}{nb \cdot RCA_{\text{zonage}}} \leq 1$$

avec

A_V et $nb \cdot RCA_{\text{zonage}}$ en Bq·m⁻³

■ Mathématiques

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{a+b}{a \cdot b}$$

$$y = e^x \Leftrightarrow x = \ln(y)$$

$$e^a \cdot e^b = e^{a+b}$$

$$e^x = \frac{1}{e^{-x}}$$

$$\ln(a^n) = n \cdot \ln(a)$$

$$\ln(a \cdot b) = \ln(a) + \ln(b)$$

■ Contamination surfacique

A_s = activité surfacique en $\text{Bq}\cdot\text{cm}^{-2}$

A = activité en Bq

n = taux de comptage brut obtenu en impulsions/s ou c/s

n_{BDF} = nombre de chocs dus au bruit de fond.

ε_i = rendement de l'appareil

ε_s = rendement source 0,5 pour β si $E_{\beta\text{max}} \geq 0,4 \text{ MeV}$
 0,25 pour β si $E_{\beta\text{max}} < 0,4 \text{ MeV}$ et pour α

R_f = rendement frottis $\approx 10 \%$

S = surface frottée en cm^2

$$A_s = \frac{n - n_{\text{BDF}}}{\varepsilon_i \cdot S_{\text{contaminée}} \cdot \varepsilon_s} \quad \text{si} \quad S_{\text{contaminée}} < S_{\text{détecteur}}$$

$$A_s = \frac{n - n_{\text{BDF}}}{\varepsilon_i \cdot S_{\text{détecteur}} \cdot \varepsilon_s} \quad \text{si} \quad S_{\text{détecteur}} < S_{\text{contaminée}}$$

$$A_s = \frac{n - n_{\text{BDF}}}{R_f \cdot S \cdot \varepsilon_i \cdot \varepsilon_s} \quad \text{si} \quad S_{\text{frottis}} < S_{\text{détecteur}}$$

$$A_s = \frac{n - n_{\text{BDF}}}{R_f \cdot S \cdot \varepsilon_i \cdot \varepsilon_s} \cdot \frac{S_{\text{frottis}}}{S_{\text{détecteur}}} \quad \text{si} \quad S_{\text{détecteur}} < S_{\text{frottis}}$$

■ Contamination volumique

$$A_v = \frac{A}{V}$$

$A_v = A_{v0} \cdot e^{-R \cdot t}$ pour une émission A_{v0} de courte durée dans un local ventilé

avec A_v et A_{v0} = activité volumique en $\text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$
 R = taux de renouvellement de l'air en h^{-1}

$$R = \frac{Q}{V} \quad \text{avec} \quad Q = \text{débit de ventilation en } \text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$$

V = volume du local en m^3

t = durée en h

$$A_v = \frac{A_h}{Q} \cdot (1 - e^{-R \cdot t}) \quad \text{pour une production continue } A_h \text{ en } \text{Bq}\cdot\text{h}^{-1}$$

$$A_v = \frac{A_s \cdot S \cdot \tau}{V} \quad \text{contamination volumique engendrée par une remise en suspension de la contamination surfacique de la surface } S$$

avec τ = taux de remise en suspension

Classification périodique des éléments

Période	Groupes																		Groupes					
	I	II																	III	IV	V	VI	VII	VIII
1 couche K	¹ ₁ H hydrogène 1,0																							⁴ ₂ He hélium 4,0
2 couche L	⁷ ₃ Li lithium 6,9	⁹ ₄ Be béryllium 9,0																	¹¹ ₅ B bore 10,8	¹² ₆ C carbone 12,0	¹⁴ ₇ N azote 14,0	¹⁶ ₈ O oxygène 16,0	¹⁹ ₉ F fluor 19,0	²⁰ ₁₀ Ne néon 20,2
3 couche M	²³ ₁₁ Na sodium 23,0	²⁴ ₁₂ Mg magnésium 24,3	Éléments de transition																²⁷ ₁₃ Al aluminium 27,0	²⁸ ₁₄ Si silicium 28,1	³¹ ₁₅ P phosphore 31,0	³² ₁₆ S soufre 32,1	³⁵ ₁₇ Cl chlore 35,5	⁴⁰ ₁₈ Ar argon 39,9
4 couche N	³⁹ ₁₉ K potassium 39,1	⁴⁰ ₂₀ Ca calcium 40,1	⁴⁵ ₂₁ Sc scandium 45,0	⁴⁸ ₂₂ Ti titane 47,9	⁵¹ ₂₃ V vanadium 50,9	⁵² ₂₄ Cr chrome 52,0	⁵⁵ ₂₅ Mn manganèse 54,9	⁵⁶ ₂₆ Fe fer 55,8	⁵⁹ ₂₇ Co cobalt 58,9	⁵⁸ ₂₈ Ni nickel 58,7	⁶³ ₂₉ Cu cuivre 63,5	⁶⁴ ₃₀ Zn zinc 65,4	⁶⁹ ₃₁ Ga gallium 69,7	⁷⁴ ₃₂ Ge germanium 72,6	⁷⁵ ₃₃ As arsenic 74,9	⁸⁰ ₃₄ Se sélénium 79,0	⁷⁹ ₃₅ Br brome 79,9	⁸⁴ ₃₆ Kr krypton 83,8						
5 couche O	⁸⁵ ₃₇ Rb rubidium 85,5	⁸⁸ ₃₈ Sr strontium 87,6	⁸⁹ ₃₉ Y yttrium 88,9	⁹⁰ ₄₀ Zr zirconium 91,2	⁹³ ₄₁ Nb niobium 92,9	⁹⁸ ₄₂ Mo molybdène 95,9	⁹⁸ ₄₃ Tc technétium 99,0	¹⁰² ₄₄ Ru ruthénium 101,1	¹⁰³ ₄₅ Rh rhodium 102,9	¹⁰⁶ ₄₆ Pd palladium 106,4	¹⁰⁷ ₄₇ Ag argent 107,9	¹¹⁴ ₄₈ Cd cadmium 112,4	¹¹⁵ ₄₉ In indium 114,8	¹²⁰ ₅₀ Sn étain 118,7	¹²¹ ₅₁ Sb antimoine 121,8	¹²⁸ ₅₂ Te tellure 127,6	¹²⁷ ₅₃ I iode 126,9	¹²⁹ ₅₄ Xe xénon 131,3						
6 couche P	¹³³ ₅₅ Cs césium 132,9	¹³⁸ ₅₆ Ba baryum 137,3	57 à 71 lanthanides	¹⁸⁰ ₇₂ Hf hafnium 178,5	¹⁸¹ ₇₃ Ta tantale 180,9	¹⁸⁴ ₇₄ W tungstène 183,9	¹⁸⁵ ₇₅ Re rhénium 186,2	¹⁹² ₇₆ Os osmium 190,2	¹⁹³ ₇₇ Ir iridium 192,2	¹⁹⁵ ₇₈ Pt platine 195,1	¹⁹⁷ ₇₉ Au or 197,0	²⁰² ₈₀ Hg mercure 200,6	²⁰⁵ ₈₁ Tl thallium 204,4	²⁰⁸ ₈₂ Pb plomb 207,2	²⁰⁹ ₈₃ Bi bismuth 209,0	²¹⁰ ₈₄ Po polonium 210	²¹⁸ ₈₅ At astate 210	²²² ₈₆ Rn radon 222						
7 couche Q	²²³ ₈₇ Fr francium 223	²²⁶ ₈₈ Ra radium 226,1	89 à 103 actinides	¹⁰⁴ ₁₀₄ Ku kurchatovium 260	¹⁰⁵ ₁₀₅ Ha hahnium 260																			

A : nombre de masse de l'isotope le plus abondant

Z : numéro atomique

M : masse molaire atomique (g.mol⁻¹) du mélange isotopique naturel

A

Z

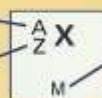
X

M

Lanthanides	¹³⁹ ₅₇ La lanthane 138,9	¹⁴⁰ ₅₈ Ce cérium 140,1	¹⁴¹ ₅₉ Pr praseodyme 140,9	¹⁴⁴ ₆₀ Nd néodyme 144,2	¹⁴³ ₆₁ Pm prométhium 145	¹⁵² ₆₂ Sm samarium 150,4	¹⁵³ ₆₃ Eu europium 152,0	¹⁵⁸ ₆₄ Gd gadolinium 157,3	¹⁵⁹ ₆₅ Tb terbium 158,9	¹⁶² ₆₆ Dy dysprosium 162,5	¹⁶⁵ ₆₇ Ho holmium 164,9	¹⁶⁶ ₆₈ Er erbium 167,3	¹⁶⁹ ₆₉ Tm thulium 168,9	¹⁷⁴ ₇₀ Yb ytterbium 173,0	¹⁷⁵ ₇₁ Lu lutétium 175,0
Actinides	²²⁷ ₈₉ Ac actinium 227	²³² ₉₀ Th thorium 232,0	²³¹ ₉₁ Pa protactinium 231	²³⁸ ₉₂ U uranium 238,0	²³⁷ ₉₃ Np neptunium 237	²³⁹ ₉₄ Pu plutonium 242	⁹⁵ ₉₅ Am américium 243	⁹⁶ ₉₆ Cm curium 247	⁹⁷ ₉₇ Bk berkélium 249	⁹⁸ ₉₈ Cf californium 249	⁹⁹ ₉₉ Es einsteinium 254	¹⁰⁰ ₁₀₀ Fm fermium 255	¹⁰¹ ₁₀₁ Md mendélévium 256	¹⁰² ₁₀₂ No nobélium 253	¹⁰³ ₁₀₃ Lw lawrencium 257

A : nombre de masse
de l'isotope le plus
abondant

Z : numéro atomique



M : masse molaire
atomique (g.mol⁻¹) du
mélange isotopique
naturel