

# BIOPHYSIQUE I

Pr N BEN RAIS AOUAD  
Chef de service de médecine nucléaire  
Centre hospitalier IBN SINA  
Directeur de l'équipe de recherche en oncologie  
nucléaire

# CH3 Cinétique des transformations radioactives

- I. Constante radioactive
- II. Décroissance radioactive
- III. Période
- IV. Représentation graphique
- V. Activité d'un échantillon radioactif
  - 1) Unité d'activité
  - 2) Activité spécifique
  - 3) Vie moyenne
- VI. Filiations radioactives
- VII. Calcul de la masse d'un échantillon radioactif

# CINETIQUE DES TRANSFORMATIONS RADIOACTIVES

## I / Constante radioactive :

- Il est impossible de prévoir à quel moment un noyau radioactif va se transformer, car il s'agit d'un phénomène aléatoire.
- Par contre, il est possible de déterminer la **probabilité** qu'il a de se transformer pendant l'unité de temps. Cette probabilité s'appelle la **constante radioactive =  $\lambda$** , elle est **caractéristique du noyau considéré**.
- Elle est indépendante des conditions physiques, chimiques et de l'âge de l'atome.

## II/Décroissance radioactive :

- Expression du nombre d'atomes ( de noyaux) en fonction du temps :

$$N(t) = N(0) \cdot e^{-\lambda t}$$

$N(0)$  = le nombre des noyaux au temps  $t=0$

$N(t)$  = le nombre des noyaux au temps  $t$

## III/ Période = **demi-vie** : **T** ou **T1/2**

La période d'un radioélément désigne la période **physique** : C'est le temps  $T$  au bout duquel le nombre d'atomes ( noyaux) a diminué de moitié.

- A  $t=0 \rightarrow N(0)$
- A  $t=T \rightarrow \mathbf{N(T)= N(0)/2}$
- $N(T) / N(0)= 1/2 \rightarrow N(T)=N(0)/2$
- $N(T)=N(0).e^{-\lambda T} =N(0)/2$
- $\rightarrow 1/2 = e^{-\lambda T}$
- $\rightarrow 2 = e^{\lambda T}$
- $\rightarrow \mathbf{\ln 2 = \lambda T}$
- $\mathbf{\ln 2 = 0,693}$

Unité : seconde : s

$$\mathbf{T= \ln 2/\lambda =0.693/\lambda}$$

- NB : lorsqu'on introduit un radioélément à l'intérieur de l'organisme ; il faut tenir compte de la période physique T et de la période biologique Tb.
- **Période biologique:Tb** : temps nécessaire pour que soit éliminé naturellement la moitié de la quantité d'un radioélément : Tb
- Donc, en l'absence d'apport, l'activité présente dans l'organisme décroît en fonction de Tb par élimination et de T par désintégration.
- **Période effective :Te**, relie T et Tb par la relation :

**Unité: s**

$$1/T_e = 1/T + 1/T_b$$

Exemples:  $^{131}\text{I}$  «Iode 131» ;  $^{137}\text{Cs}$  «Césium137»

$^{131}\text{I}$  :  $\rightarrow T = 8,04 \text{ j}$

$\rightarrow T_b = 138 \text{ j}$



**$T_e = 7,06 \text{ j}$**

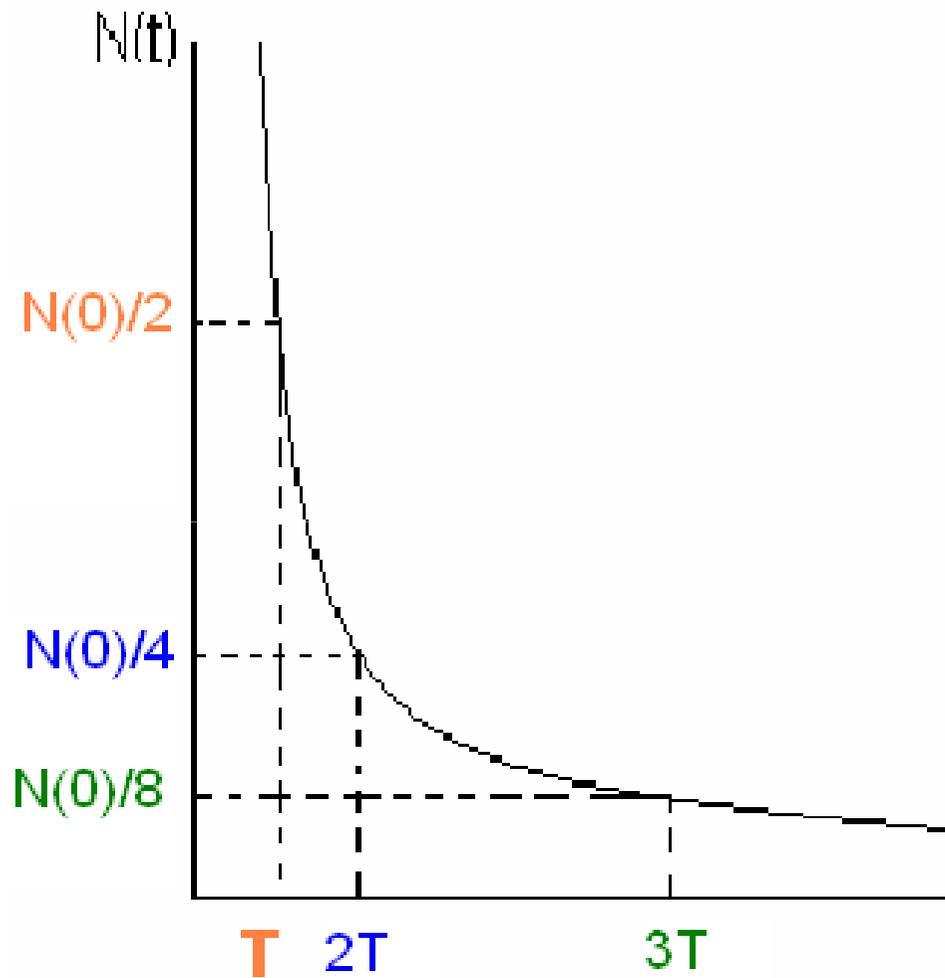
$^{137}\text{Cs}$  :  $\rightarrow T = 30 \text{ ans}$

$\rightarrow T_b = 70 \text{ j}$

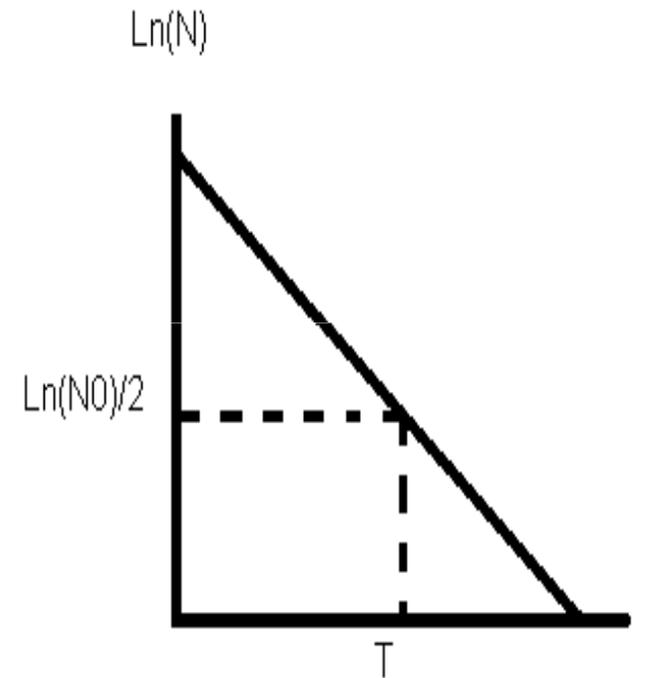


**$T_e = 70 \text{ j}$**

# IV/Représentation graphique : $N(t)=N_0e^{-\lambda t}$



représentation en papier semi long



$$N(0)/2 = N(0)/2^1 \text{ ----- } 1T$$

$$N(0)/2^2 \text{ ----- } 2T$$

$$N(0)/2^3 \text{ ----- } 3T$$

$$N(0)/2^{10} \text{ ----- } 10 T$$

$$N(0)/2^n \text{ ----- } n T$$

**Applications: rejet des déchets radioactifs de faible période et faible toxicité à un temps = 10T**

**10T est le temps au bout duquel la radioactivité a diminué d'un facteur 1000 puisque «1000» =  $1024 = 2^{10}$**

$$N(0)/2^{10} \text{ ----- } 10 T \quad 1/1000 = 1/2^{10}$$

## V/ Activité d'un échantillon radioactif :

L'activité d'un échantillon radioactif est le nombre de désintégrations par unité de temps (d.p.s) :

- $A(t) = \lambda N(t)$
- $A(t) = \lambda N(0) \cdot e^{-\lambda t}$
- Si à  $t=0$  ; on a une activité  $A(0)$  :

$$A(t) = A(0) \cdot e^{-\lambda t}$$

## 1/Unité d'activité :

.Classique : le curie (Ci) est l'activité de 1g de Radium $^{226}_{88}\text{Ra}$

$$1\text{Ci} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ d.p.s}$$

$$1\text{mCi} = 3,7 \cdot 10^7 \text{ d.p.s ( désintégration par seconde)}$$

$$1\mu\text{Ci} = 3,7 \cdot 10^4 \text{ d.p.s}$$

.Actuelle : le Becquerel (Bq)

$$1\text{Bq} = 1 \text{ d.p.s}$$

$$1\text{MBq} = 10^6 \text{ Bq}$$

$$1\text{GBq} = 10^9 \text{ Bq}$$

$$1\text{Ci} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Bq}$$

## 2/ Activité spécifique $\bar{a}(t)$ :

C'est le rapport de l'activité de l'échantillon à l'instant (t) par sa masse :

$$\bar{a}(t) = A(t) / m$$

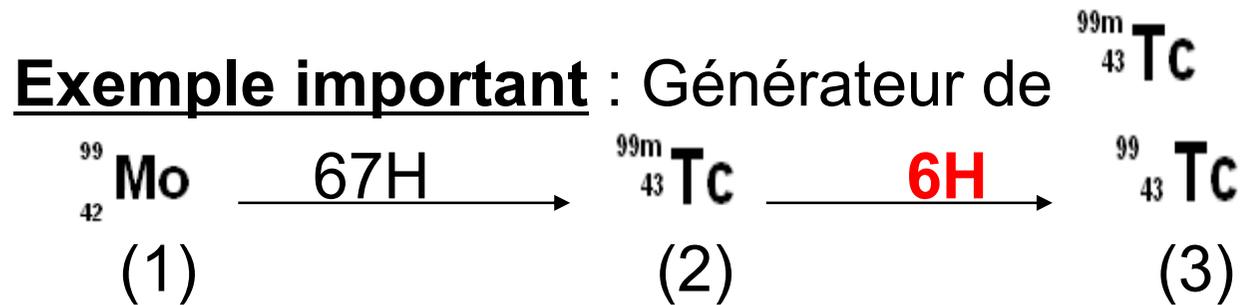
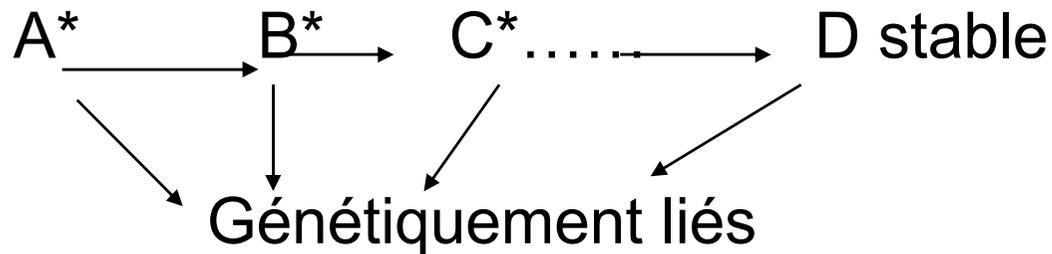
Unité: Ci.g<sup>-1</sup>, Ci.mol<sup>-1</sup> , Bq/kg

## 3/ vie moyenne : $\tau$

C'est l'inverse de la constante radioactive  $\lambda$

$$\tau = 1/\lambda \text{ (s)}$$

## VI/ filiations radioactives :



$$T(1) = 67\text{h}$$

$$T(2) = 6\text{h}$$

**NB :** (2) → (3) : émission gamma pure d'énergie 140 KeV

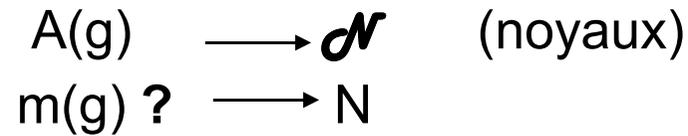
(2) : adapté au **diagnostic** in vivo (**médecine Nucléaire**).

(3) : éliminé par les processus biologiques.

• VII/ calcul de la masse m d'un échantillon radioactif



Activité :  $A^* = \lambda \cdot N$       m ?



$$m \mathcal{N} = AN$$

$$m = AN / \mathcal{N} \quad \text{et} \quad N = A^* / \lambda$$

	<b>Nombre de masse</b>	x	<b>activité</b>
$m =$	_____		_____
	$\mathcal{N}$		$\lambda$

$$m = \frac{\text{Nombre de masse}}{\text{Nombre d'Avogadro}} \times \frac{\text{activité x T}}{0,693}$$

m= masse en quantité très faible (utilisation médicale).