

PRINCIPES GENERAUX DE LA RADIOCHRONOLOGIE ABSOLUE

Soit un isotope père P, radioactif, qui se désintègre en un isotope fils F, radiogénique, noté F*.

$$P \rightarrow F^*$$

La variation du nombre d'isotopes P en fonction du temps obéit à la loi :

$$dP/dt = -\lambda P \text{ soit } dP/P = -\lambda dt$$

avec λ appelé *constante de désintégration (ou constante radioactive) qui dépend de l'élément père considéré*. Remarquer que cette relation est négative car il s'agit d'une décroissance.

Mathématiquement, on dit que cette équation s'intègre en fonction du temps selon :

$$\int dP/P = \ln P \text{ et } \int -\lambda dt = -\lambda t + k$$

Donc

$$\ln P = -\lambda t + k$$

avec k une constante que l'on détermine pour t=0.

S'il y a P_0 isotopes au temps t = 0 :

$$\ln P = -\lambda t + k$$

$$e^{\ln P} = e^{(-\lambda t + k)}$$

$$P = e^{(-\lambda t)} \times e^k$$

$$\text{Or, } t=0 \text{ donc } P = e^0 \times e^k = e^k$$

$$\text{Comme à } t=0, P=P_0 \text{ alors } P_0 = e^k$$

On remplace le terme e^k

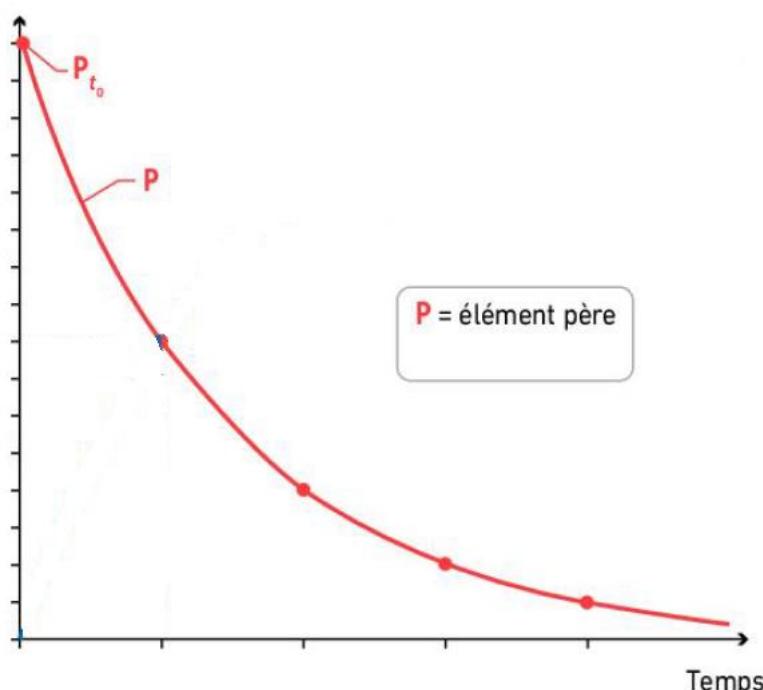
Maths :

$$e^{\ln x} = x$$

$$e^0 = 1$$

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

On obtient : $P = P_0 e^{-\lambda t}$



Ainsi, le nombre d'isotopes P diminue en fonction du temps tandis que le nombre d'isotopes fils produit augmente. Pour tout isotope radioactif quel qu'il soit, on définit un temps T appelé *période* ou *demi-vie*, au bout duquel il ne reste plus que la moitié des isotopes P présent au départ, autrement dit :

$$P_0/2 = P = P_0 e^{-\lambda t}$$

$$\text{Soit } \frac{1}{2} = e^{-\lambda t}$$

$$\text{Or, } t=T \text{ donc } \frac{1}{2} = e^{-\lambda T}$$

$$\ln \frac{1}{2} = -\lambda T$$

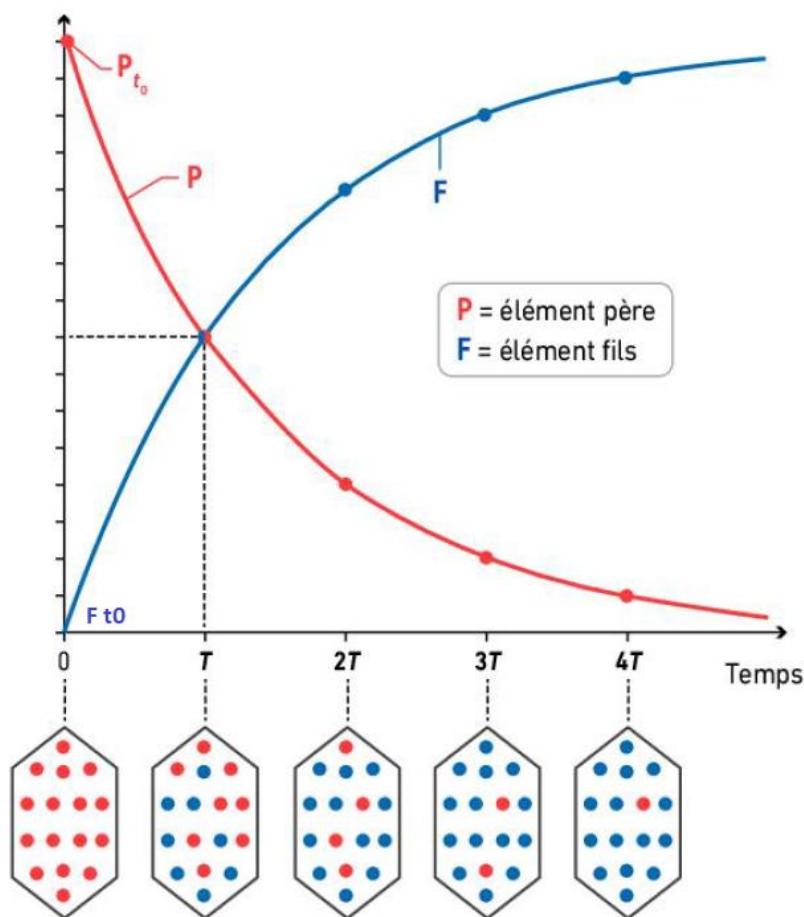
$$T = -(\ln \frac{1}{2}) / \lambda \text{ et } \lambda = -(\ln \frac{1}{2}) / T$$

Maths :

$$\ln \frac{1}{2} = \ln 1 - \ln 2 = 0 - \ln 2 = -\ln 2$$

Soit $T = \ln 2 / \lambda$ et $\lambda = \ln 2 / T$

On a alors défini λ appelée constante de désintégration de l'isotope radioactif P ; elle équivaut à l'inverse d'un temps et s'exprime en an^{-1} .



Ainsi, pour dater un minéral ou une roche, on peut :

1. mesurer le nombre d'isotopes P qui restent dans le système si on connaît P_0 (comme pour la datation au ^{14}C sur de bois carbonisés) : ce n'est pas très facile car on mesure des quantités de plus en plus faibles d'un atome qui disparaît...
2. ou mesurer la quantité d'isotopes F présents dans le système. Dans ce cas, il faut tenir compte du fait que des isotopes F peuvent exister au départ (F_0) dans la roche indépendamment de la radioactivité de P.

On a alors $F = F_0 + F^*$

Si F^* est produit par la désintégration de P,

on a $F^* = P_0 - P$

comme $P = P_0 e^{-\lambda t}$ ou $P_0 = P/e^{-\lambda t} = P e^{\lambda t}$

alors $F^* = P_0 - P = P e^{\lambda t} - P = P (e^{\lambda t} - 1)$.

Et donc $\mathbf{F} = \mathbf{F}_0 + \mathbf{P} (e^{\lambda t} - 1)$

Toutes ces lois physiques ne sont valables que si le système étudié (échantillon de roche, minéral...) est fermé soit qu'il n'y a plus d'échanges de P ni de F entre le système et son environnement.