## I. LOI DE DECROISSANCE D'UNE POPULATION DE NOYAUX RADIOACTIFS

La radioactivité est **l'émission d'une particule souvent associée à un rayonnement qui fait suite à la désintégration d'un noyau instable.**

La radioactivité est un **phénomène statistique** → tout nucléide instable va se désintégrer d'une manière :

* Aléatoire = imprévisible, sans mémoire, on ne connaît pas l'instant t ou le noyau va se désintégrer.
* Stationnaire dans le temps = avec une probabilité invariable = constante (λ) qui ne dépend pas de notre durée d'observation.

### A. La constante radioactive λ

La probabilité P qu'un nucléide subisse une transformation radioactive pendant un intervalle de temps d'observation dt est : $\boxed{P(dt) = \lambda . dt}$

La constante radioactive λ :

* A une dimension qui est l'inverse d'un temps, en secondes$^{-1}$ *(mais on peut l'exprimer également en minutes$^{-1}$, heures$^{-1}$, années$^{-1}$)*
* Dépend de :
  - La nature du nucléide : la constante radioactive est différente s'il s'agit de $C^{14}$ ou d'$O^{15}$, *(deux des éléments radioactifs instables)*;
  - Du niveau d'énergie du noyau.
* Ne dépend pas :
  - Des conditions physico-chimiques de l'environnement (t°, pH, environnement moléculaire...)

Exemples :

* **Carbone-14** : $\lambda = 1{,}2.10^{-4}$ an$^{-1}$ => Chaque noyau a environ 1 chance sur 10 000 de se désintégrer au cours d'une année.
* **Sodium-24** : $\lambda = 4{,}62.10^{-2}$ h$^{-1}$ => Chaque noyau a un peu plus de 4 chances sur 100 de se désintégrer en une heure.

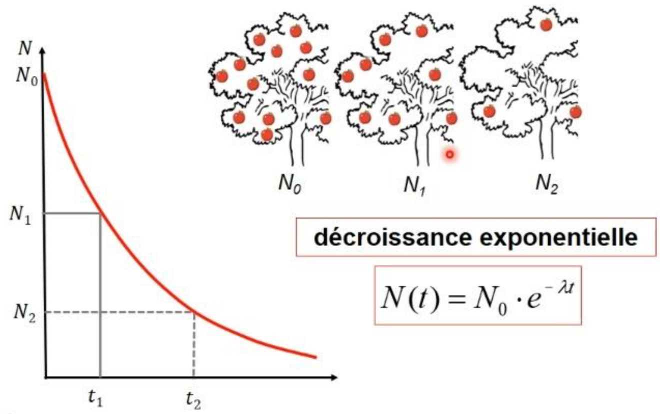
➔ On voit grâce à leur constante radioactive λ que les noyaux de sodium vont se désintégrer beaucoup plus rapidement que les noyaux de carbone-14.

## B. Évolution du nombre de noyaux au cours du temps

On va maintenant étudier la probabilité de désintégration d'une population de nucléides radioactifs.

* N0 l'effectif initial de noyaux (le nombre de noyaux de départ)
* λ la constante radioactive associée
* N(t) le nombre de noyaux à l'instant t
* dt l'intervalle de temps de notre observation

Entre les instants *t* et *t+dt* la population de noyaux va diminuer de dN (= le nombre de noyaux qui disparaissent par désintégration radioactive).




$$dN = -N(t) \cdot P(dt) \longrightarrow dN = -N(t) \cdot \lambda \cdot dt$$

On intègre: $\boxed{N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda t}}$

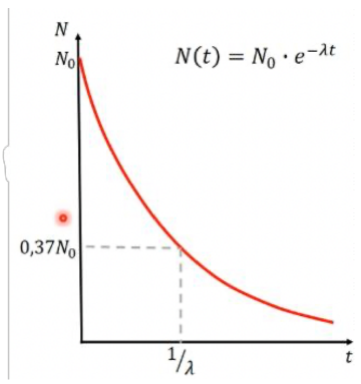
→ Donc le nombre de noyaux radioactifs **décroit par désintégration de manière exponentielle** avec cette formule.

On prend l'exemple d'un pommier avec ses pommes mûres prêtes à tomber. Chaque pomme a une probabilité P de tomber à chaque instant t.
P est toujours la même, elle est indépendante du temps t et du nombre de pommes restantes.

A l'instant t=0 on a N0 pommes, à t=1 on a N1 pommes avec une diminution assez rapide au départ du nombre de pommes, au temps t=2 on a N2 pommes.
On a une décroissance exponentielle du nombre de pommes : rapide au départ qui va ensuite se tasser dans le temps.
L'exemple du pommier peut se transposer au nombre de noyau d'une population d'atomes radioactifs.

# II. PERIODE RADIOACTIVE T

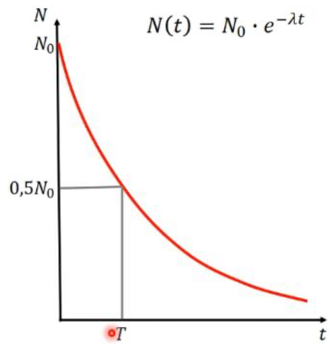
## A. Définition




Pour caractériser la décroissance on a **λ : la constante radioactive qui est exprimée comme l'inverse d'un temps.**
Il est plus simple d'utiliser une constante de temps = $^1/_\lambda$ exprimée en unité de temps (secondes, années…) → L'unité de λ étant l'inverse d'un temps, $^1/_\lambda$ est donc un temps exprimé en secondes.

On calcule le nombre de noyaux N restant au temps t = $^1/_\lambda$ *(donc après un intervalle dt =* $^1/_\lambda$*)*

$$N\left(\tfrac{1}{\lambda}\right) = N_0.e^{-\lambda\frac{1}{\lambda}} \rightarrow N\left(\tfrac{1}{\lambda}\right) = N_0.e^{-1} \rightarrow N\left(\tfrac{1}{\lambda}\right) = N_0 \text{ x } 0{,}37$$




<u>Sur le graphique</u> : Le temps est sur l'axe des abscisses, on voit la décroissance exponentielle du nombre de noyaux en fonction du temps : A **t** = $^1/_{\lambda}$ → il reste 37% de l'effectif initial des nucléides (= 63% ont disparu).

<u>En théorie</u> : la constante radioactive (λ) ou la constante de temps (1/λ) suffisent pour caractériser la décroissance de la population des noyaux instables.
<u>En réalité</u> : on préfère utiliser la période radioactive T :

* S'exprime en unité de temps (secondes, jours, années…)
* Définit le temps au bout duquel il ne reste plus que 50% de l'effectif initial (donc effectif réduit de moitié) donc : N(T) = $^{N_0}/_2$

On lie les formules, on développe :

$$N(T) = \frac{N_0}{2}$$

et $$N(T) = N_0 \cdot e^{-\lambda T}$$

Formule +++

donc $$N_0 \cdot e^{-\lambda T} = \frac{N_0}{2}$$

$$\rightarrow e^{-\lambda T} = \frac{1}{2} \qquad \rightarrow \lambda \cdot T = \ln 2$$

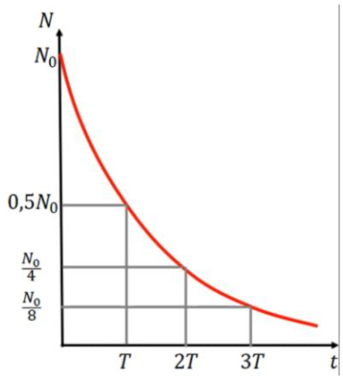
$$\boxed{\rightarrow T = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0{,}693}{\lambda}}$$

On cherche maintenant à écrire **N(t)= N0.e$^{-\lambda t}$** en remplaçant **λ par ln2/T** démontré à l'équation précédente.

$$N(t) = N_0 \cdot e^{-\frac{\ln 2 \cdot t}{T}} = N_0 \cdot (e^{\ln 2})^{-\frac{t}{T}} = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$$

$$\frac{N(t)}{N_0} = 2^{-\frac{t}{T}}$$

| t | $T$ | $2T$ | $3T$ | $10T$ | $nT$ |
|---|---|---|---|---|---|
| N(t)/$N_0$ | ½ | $2^{-2}$ | $2^{-3}$ | $2^{-10}$ | $2^{-n}$ |
| % | 50 | 25 | 12,5 | 0,1 | … |




N(t)/N0 correspond au pourcentage de noyaux restants après l'intervalle de temps t

→ Après 1 période radioactive il reste 50% des noyaux, après 2T il reste 25% des noyaux, ainsi de suite… et après 10 périodes radioactives il reste 0,1% de noyaux restants soit un millième de l'effectif initial N0→On considère qu'au bout de 10T le radionucléide a quasiment disparu. +++

## B. Exemples de calcul

$^{24}_{11}Na$

- $\lambda = 4{,}62.10^{-2}\ h^{-1}$
- $T = \frac{Ln2}{\lambda} = \frac{0{,}693}{\lambda}$
- $T = \frac{0{,}693}{4{,}62.10^{-2}} = 15h$

$^{99m}_{43}Tc$

- $\lambda = 3{,}2.10^{-5}s^{-1}$
 $= 3{,}2.10^{-5} \times 3600 = 0{,}1152\ h^{-1}$
- $T = \frac{0{,}693}{0{,}1152} = 6\ h$

$^{131}_{53}I$

- $\lambda = 1{,}0.10^{-6}s^{-1} = 8{,}64.10^{-2}j^{-1}$

(Attention pour le Na, λ est en heure donc on donne T en heure, pour le Tc on convertit d'abord pour donner T en heure et pour I on demande T en jour donc on convertit les secondes en jours, faites attentions aux unités !)

## C. Période effective en physiologie

Une population d'atomes radioactifs dans l'organisme peut être éliminée par :

* **Élimination physique** par désintégration radioactive : suit une loi exponentielle
 → Élimination caractérisée par la période radioactive $T_{radioactive} = T_{physique}$
* **Élimination biologique** (le radionucléide quitte l'organe, éliminé via les urines ou les selles par exemple) : suit aussi une loi exponentielle
 → Élimination caractérisée par la période biologique $T_{bio}$ = temps au bout duquel la moitié des noyaux initiaux ont été éliminés biologiquement.

L'élimination réelle des radionucléides tient compte de ces **deux phénomènes** : physique et biologique

Un élément qui se désintègre selon une période radioactive T est également métabolisé avec une période biologique $T_{bio}$ → Il sera finalement éliminé selon la période effective $T_{eff}$ avec :

$$\frac{1}{T_{eff}} = \frac{1}{T_{physique}} + \frac{1}{T_{bio}} +++$$

# III. ACTIVITE D'UN RADIOELEMENT

## A. Définition

L'activité est :

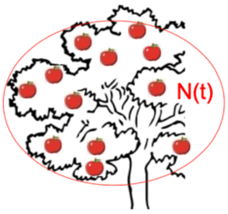
* Le nombre moyen de désintégrations radioactives par unité de temps.
* Proportionnelle au nombre de radionucléides restants (=non encore désintégrés) à chaque instant t

$$\boxed{A(t) = \lambda \cdot N(t)}$$

*A(t) = l'activité au temps t ;*
*N(t) le nombre de nucléides au temps t ;*
*λ la constante radioactive*

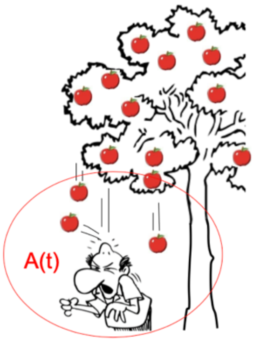
Le nombre de photons ou de particules émises par unité de temps (puisque lors d'une désintégration il y a libération de photon ou de particule détectable) est :

* Proportionnelle à ce que l'on détecte.
* Une grandeur utile pour exprimer une quantité de radionucléides. Le taux de désintégration des particules radioactives est un élément plus important que leurs nombre N ou leurs masse m. (=ce qui compte c'est la radioactivité émise → exprimée par l'activité)




***Exemple*** $^{99m}Tc$:
$N(t)$ = *nbre de noyaux* $^{99m}Tc$;
$A(t)$ = *nbre de gamma émis.*

***Exemple*** $^{14}C$:
$N(t)$ = *nbre de noyaux* $^{14}C$;
$A(t)$ = *nbre de* $\beta^-$ *émis.*




<u>Retour de l'exemple du pommier</u> : N, le nombre de pommes sur l'arbre = d'atomes radioactifs (cf.p3). On change le référentiel et on se met à la place du gars sous le pommier, pour lui ce qui est important c'est le nombre de pommes qu'il se prend sur la tête (pas le nombre de pommes dans le pommier), on va donc regarder le nombre de pommes émises à chaque instant t par le pommier A(t) => c'est l'activité. On ne regarde pas le nombre d'éléments présents mais le nombre de particules émises à chaque instant.

## B. Unité d'activité

**L'unité du SI** de l'activité est le **Becquerel** (Bq) : 1Bq= 1 désintégration par seconde.

Quand on a une population d'atomes radioactifs on a généralement plusieurs milliers voire millions de désintégrations toutes les secondes, le Bq est donc une unité très **petite** et on utilise souvent le MBq (1 million de Bq), ou parfois le GBq (1 milliard) +++

**L'ancienne unité** (historique) est le **Curie** (Ci) : 1 Ci = $3{,}7.10^{10}$ Bq = 37 GBq
Le Curie est une unité très **grande**, les sources en médecine sont moins radioactives, donc on utilise des sous multiples du Ci le mCi (un millième 10-3) avec 1mCi = 37 MBq, ou le µCi (un millionième, $10^{-6}$).

## C. Évolution dans le temps

$$N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$$

or $A(t) = \lambda \cdot N(t)$

*et* $A_0 = \lambda \cdot N_0$

Donc:

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

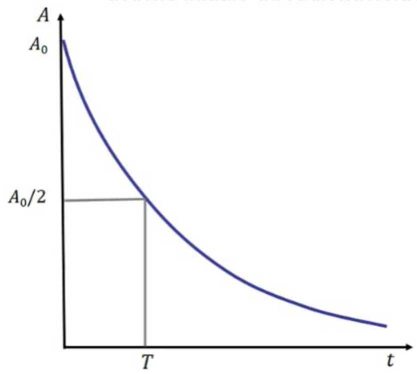
Ou encore:

$$\boxed{A(t) = A_0 \cdot e^{-\frac{\ln 2 \cdot t}{T}}}$$

*On remarque qu'on retrouve les mêmes formules que pour le nombre de noyaux, c'est normal, car l'activité est proportionnelle au nombre de noyaux*

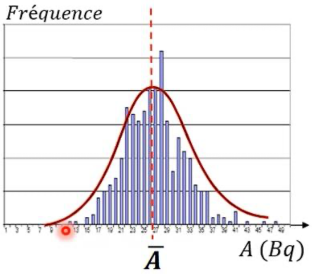
L'activité décroit exponentiellement également.

$A_0 = \lambda \cdot N_0$
= activité initiale du radionucléide



## D. Mesure de l'activité

On dispose d'outils détecteurs de radioactivité : qui mesurent l'émission de particules ou de rayonnements électromagnétiques → les **activimètres**.
Cependant l'activité mesurée n'est **pas fixe dans le temps** (la radioactivité est un phénomène probabiliste aléatoire). Le nombre de désintégrations qui se produit pendant un temps t n'est pas prévisible (on a seulement une probabilité), les mesures vont refléter cette incertitude.




La source radioactive a une activité précise à un temps donné mais pour une même source, en répétant les mesures, l'activimètre nous donne une variabilité de valeurs d'activité. On observe une répartition spécifique des fréquences d'activité : les valeurs suivent la Loi de poisson (courbe Gaussienne). Il y a une fréquence maximale $\bar{\mathbf{A}}$ qui correspond à l'activité moyenne de notre source

## E. Calcul de la masse de radioéléments à partir de son activité

Il est possible de calculer la masse d'un radioélément à partir de l'activité qu'on a mesuré.
Pour calculer la masse d'un atome unique on passe par la masse molaire M de l'élément (rappel =masse d'une mole, mole = quantité de matière qui contient autant d'entités élémentaires qu'il y a d'atomes de carbone 12 dans 12g de carbone 12 = environ $6.10^{23}$ atomes, ce dernier étant le nombre d'Avogadro).

- Masse d'un atome (en g) = $\dfrac{M}{N_A}$

M : masse molaire ($g.mol^{-1}$) **Proche du nb de masse A**

$N_A$ : Nb d'Avogadro ($6{,}022.10^{23}\ mol^{-1}$)

- Masse responsable d'une activité A au temps t:

$$m(t) = N(t) \times \frac{M}{N_A}$$

+++

$$\boxed{m(t) = \frac{A(t)}{\lambda} \times \frac{M}{N_A} = \frac{A(t) \times T}{\ln 2} \times \frac{M}{N_A}}$$

$m(t)$ (g) ; $A(t)$ (Bq) ; $M$ ($g.mol^{-1}$) ; $T$ (s) ; $\lambda$ ($s^{-1}$) ; $N_A$ ($mol^{-1}$)

# IV. CINETIQUE DES FILIATIONS RADIOACTIVES

On va voir comment évolue l'activité d'un nucléide fils par rapport à l'activité du noyau radioactif père dont il est issu +++

* Un noyau radioactif père qui se désintègre et va donner un noyau fils :
  - Soit **stable**
  - Soit lui-même **radioactif**, qui va se désintégrer +/- rapidement en un autre élément

* C'est important car en médecine nucléaire (où on utilise des sources radioactives en imagerie ou pour les traitements) on a souvent recourt à un radioélément à décroissance rapide, lui-même fils d'un radioélément à demi-vie plus longue.

Exemple : Technétium-99m

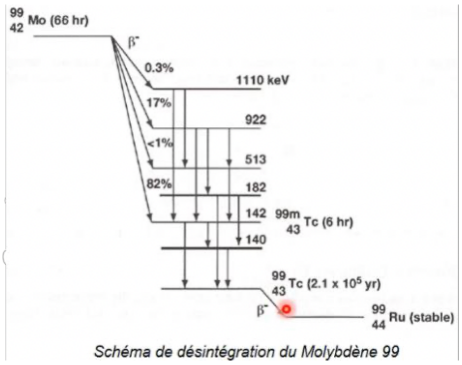


Schéma de désintégration du Molybdène 99

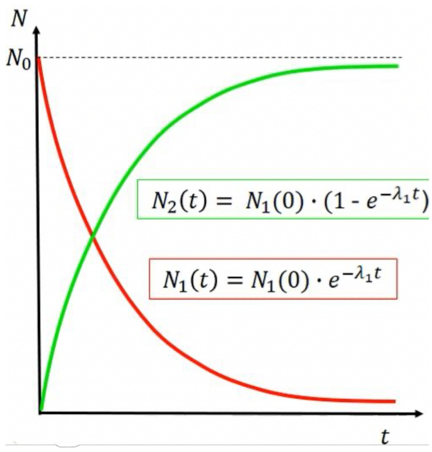
Utilisé pour des images scintigraphiques, impliqué dans toute une cascade de transformations :

Père molybdène-99 1/2vie = 66h → désintégration $\beta^-$ → donne plusieurs élément fils dont le Tc-99m : instable ½ vie = 6h → transformation isomérique Tc-99 → désintégration β-
Ru-99 stable

## A. Formation d'un nucléide stable

Situation la plus simple : $^*X_1 \rightarrow X_2$

Père radioactif — Fils stable




* On sait que : (N1 nombre de noyaux pères et λ1 constante radioactive du père)
* Quand t = 0, N2(0) = 0 → le nombre de noyaux pères est à son maximum et il n'y a pas encore de fils.
* A chaque instant, un atome père donne un fils, donc le nombre de pères + de fils correspond au nombre de pères initialement présents (constante N1(0)).

A tout instant $N_1(t) + N_2(t) = N_1(0)$

Donc: $N_2(t) = N_1(0) - N_1(0) \cdot e^{-\lambda_1 t}$

$$N_2(t) = N_1(0) \cdot (1 - e^{-\lambda_1 t})$$

On voit que la croissance du nombre d'atomes fils en fonction du temps est la symétrique de la décroissance du nombre d'atomes pères (toutes deux exponentielles).

On regarde maintenant les activités :

* Celle du père s'obtient avec la formule : $A_1(t) = \lambda N_1(t) = A_1(0) \cdot e^{-\lambda_1 t}$
* Celle du fils : est nulle, le fils est stable donc il n'a pas de radioactivité ++ (attention au piège)

## B. Formation d'un nucléide instable : cas général

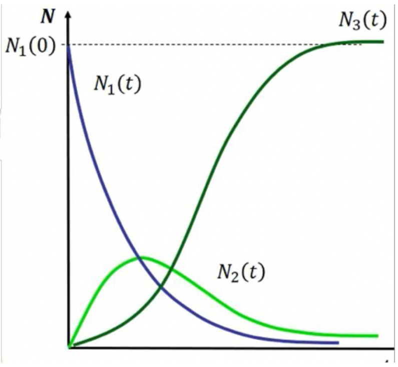
Un peu plus complexe : $^*X_1 \rightarrow {}^*X_2 \rightarrow X_3$

RA — RA — Stable

→ Le père et le fils sont instables et radioactifs (X2 va aussi se désintégrer en X3 stable)

Évolution du nombre de noyaux :

* Noyaux **pères**, décroissance exponentielle à partir de N1(0)
* Cinétique d'évolution du nombre de noyaux **fils** $X_2$ en fonction du temps dépend d'un équilibre entre :




- La **formation** des atomes de $X_2$ qui proviennent directement de la transformation radioactive de $X_1$, (un père qui se désintègre forme un fils)
- La **disparition** des $X_2$ radioactif qui se désintègrent en $X_3$

Courbe : à t = 0 pas de noyaux fils, puis augmentation du nombre de noyau fils $N_2(t)$ dû à la désintégration rapide des pères, puis un seuil maximal (équilibre formation disparition) et enfin décroissance lente du fait de la transformation du X2 en X3.

Équation qui calcule N2 à chaque instant t :

$$dN_2 = \lambda_1 N_1 dt - \lambda_2 N_2 dt$$

$$N_1(t) = N_1(0) \cdot e^{-\lambda_1 t}$$

Equation différentielle qui conduit à l'expression:

$$N_2(t) = N_1(0) \cdot \frac{\lambda_1}{\lambda_2 - \lambda_1}\left(e^{-\lambda_1 t} - e^{-\lambda_2 t}\right)$$

→ La différence entre la formation et la désintégration du nombre de noyaux $N_2$ pendant un intervalle de temps dt = nb d'atomes pères qui se désintègrent pendant dt moins le nb d'atomes fils qui se désintègrent pendant dt. Équation complexe, qui donne l'évolution de $X_2$ selon le temps.

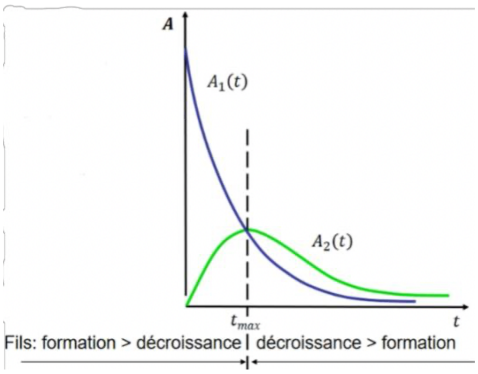
* Évolution du nombre de noyaux **petit-fils** $X_3$ stables :
  - Ne fait qu'augmenter, à la fin $N_3$ sera égal à N1(0).

Évolution des activités :

On a vu que l'activité est directement proportionnelle aux nombres de nucléides présents à un instant t → les équations du calcul d'activité seront donc similaires.

- Activité du père : $A_1(t) = A_1(0)e^{-\lambda_1 t}$
- Activité du fils : $A_2(t) = A_1(0)\frac{\lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_1}\left(e^{-\lambda_1 t} - e^{-\lambda_2 t}\right)$

*On retrouve aussi les mêmes courbes, le père à une activité exponentielle décroissante et l'activité du fils croit rapidement, attient un maximum puis décroit.*




Particularités :

On a un temps tmax = temps auquel l'activité du fils $X_2$ va être maximale
Ce tmax correspond aussi au moment où l'activité de $X_2$ = l'activité des noyaux père $X_1$ (croisement des 2 courbes d'activité, père et fils) peut calculer ce temps particulier : +++ « retenez cette formule »

On peut calculer ce temps particulier : $$t_{max} = \frac{Ln\lambda_2 - Ln\lambda_1}{\lambda_2 - \lambda_1}$$

La courbe d'activité du fils instable $X_2$ a :

- Une phase de croissance avant $t_{max}$ : formation du fils $X_2$ > désintégration en $X_3$ ;
- Un maximum en $t_{max}$ ; $\mathbf{A_1(t_{max}) = A_2(t_{max})}$
- Une phase de décroissance après $t_{max}$ : noyaux qui se désintègrent en $X_3$ > noyaux $X_2$ qui proviennent de $X_1$ (car il n'y a plus beaucoup de noyaux pères).

## C. Formation d'un nucléide instable : cas particulier de l'équilibre de régime $\lambda_1 < \lambda_2$ ($T_1 > T_2$)

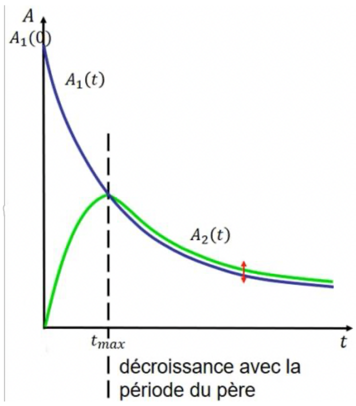
$$\underset{\text{RA}}{{}^*X_1} \rightarrow \underset{\text{RA}}{{}^*X_2} \rightarrow \underset{\text{Stable}}{X_3}$$

On a encore un noyau père radioactif qui se désintègre en noyau fils, lui-même radioactif qui donne $X_3$ MAIS avec le cas particulier de l'équilibre de régime (ou équilibre séculaire).

L'équilibre de régime survient quand :

| | |
|---|---|
| $\lambda$ | $\lambda_1 < \lambda_2$ |
| $T$ | $T_1 > T_2$ |

Les deux relations reviennent au même car la période radioactive T est l'inverse de la constante radioactive λ.
→ **Cela signifie qu'on a un équilibre de régime quand le père se désintègre moins vite que le fils.**




En termes d'activité on a la formule de l'activité du fils à un instant t :

$$A_2(t) = A_1(0)\frac{\lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_1}\left(e^{-\lambda_1 t} - e^{-\lambda_2 t}\right)$$

Pour tout temps t > $t_{max}$ on montre que : l'activité du fils égale l'activité du père au même instant multiplié par un coefficient de proportionnalité :

$$A_2(t) \cong A_1(t) \times \frac{\lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_1}$$

Coef de proportionalité

Donc après $t_{max}$ (après son palier maximum) ET toujours sous la condition que T1>T2 /!\ ++ :

- La décroissance du fils X2 sera proportionnelle à celle du père X1→elle suit la décroissance du père avec la même période radioactive que celle du père.
- Il y a une légère différence (A du fils > A du père) qui correspond au coefficient de proportionnalité qui nous donne la vraie activité du fils.

Ceci n'est vrai que quand les noyaux pères et fils sont ensemble, dans le même compartiment/même solution, si on les sépare on perd cet équilibre de régime.

Exemple :

*Le Tc-99m est utilisé en médecine pour les scintigraphies.*
*On a des générateurs avec du Mo-99 pour obtenir du Tc-99m (puis du Tc-99).*
*Il y a une différence de constantes radioactives et périodes radioactives du père et du fils, T1>T2 → équilibre de régime.*

$${}^{99}_{42}Mo \rightarrow {}^{99m}_{43}Tc \rightarrow {}^{99}_{43}Tc$$

| | ${}^{99}_{42}Mo$ | ${}^{99m}_{43}Tc$ |
|---|---|---|
| $\lambda$ | $10^{-2}h^{-1}$ | $11{,}5.10^{-2}h^{-1}$ |
| $T$ | $67\ h$ | $6\ h$ |

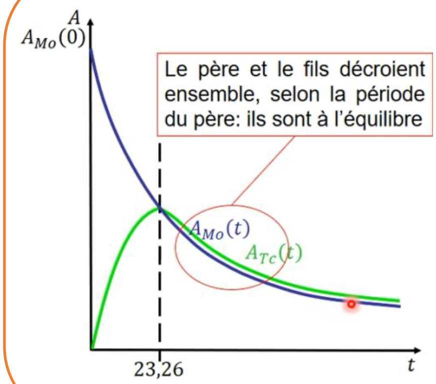
$$t_{max} = \frac{Ln\lambda_2 - Ln\lambda_1}{\lambda_2 - \lambda_1} = 23{,}26\text{h}$$

Pour $t > t_{max}$

$$A_2(t) \cong A_1(t) \times \frac{\lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_1}$$

$$\frac{\lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_1} = 1{,}09$$

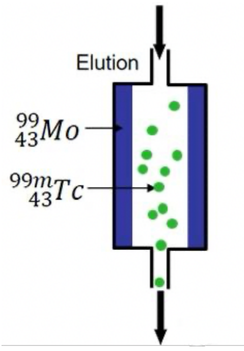
$$\boldsymbol{A_{Tc}(t) = 1{,}09 \times A_{Mo}(t)}$$




On peut calculer le tmax = 23,26h, au-delà duquel l'activité du Tc-99m sera égale à l'activité du Mo-99 multipliée par le facteur de proportionnalité (on le calcule = 1,09) → ATc99m = 1,09 x AMo. La courbe de décroissance de l'activité du Tc subit celle du Mo en étant légèrement supérieure (avec un facteur 1,09).

Attention : quand on dit que l'activité du Tc décroit avec l'activité du Mo, on considère l'activité globale du Tc dans le générateur : si on regardait individuellement ce qu'il se passe pour chaque noyau de Tc-99m, chacun diminuerait avec sa période propre (de 6h) mais globalement quand Mo et Tc sont ensemble dans le générateur, ils diminuent avec la même période.

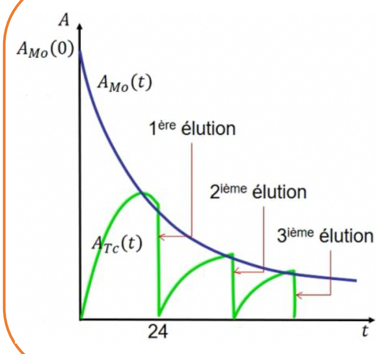
**Schéma** : On a ici un schéma du générateur de Tc-99m présent dans les services de médecine nucléaire. Il est fait d'une résine échangeuse d'ions dans laquelle est incorporé le Mo-99. Quand il se désintègre en Tc-99m, ce dernier est libéré de la résine et se retrouve dans la cavité centrale du générateur ; il faudra faire des élutions = faire passer un liquide (ex : eau) dans le générateur pour récupérer les noyaux de Tc-99m de la cavité centrale (le Mo reste dans la résine on récupère seulement le Tc pour l'imagerie).




- Application au générateur ${}^{99}Mo$ / ${}^{99m}Tc$

$${}^{99}_{42}Mo \rightarrow {}^{99m}_{43}Tc \rightarrow {}^{99}_{43}Tc$$

| | ${}^{99}_{42}Mo$ | ${}^{99m}_{43}Tc$ |
|---|---|---|
| $T$ | $67\ h$ | $6\ h$ |




Activité du Mo : il reste inclus dans la résine donc son activité décroit exponentiellement avec le temps selon sa période de 67h ;

Activité du Tc : à t=0 il n'y a pas de Tc ; puis il y a formation de Tc → activité qui augmente, jusqu'à arriver à tmax (environ 23h), au-delà il commence à décroitre avec le Mo → c'est donc le moment idéal pour faire l'élution (on a un max de Tc dans la cavité). On récupère le Tc donc son activité dans le générateur retombe à 0. Et on répète le processus... on va souvent à un maximum de 3 élutions (il y a de moins en moins de Tc car de moins en moins de Mo)

Grâce à cet équilibre de régime, les physiciens peuvent prévoir quelle quantité de Tc-99m on récupérera à chaque élution.

La durée de vie du générateur de médecine nucléaire est d'environ 3j → on le change 2 fois par semaine.