

P1n – RADIOACTIVITÉ ET SCINTIGRAPHIE

Auteur : Frédéric Marquet

TI-Nspire™ CAS

Mots-clés : isotope radioactif, décroissance radioactive, activité.

Fichiers associés : RadioactiviteScintigraphie_prof_CAS.tns,
RadioactiviteScintigraphie_eleve_CAS.tns,
P1nElev_RadioactiviteScintigraphie.pdf.

1. Objectif

Recueillir et exploiter des informations sur les réactions nucléaires dans le domaine médical : exemple de la scintigraphie.

2. Énoncé

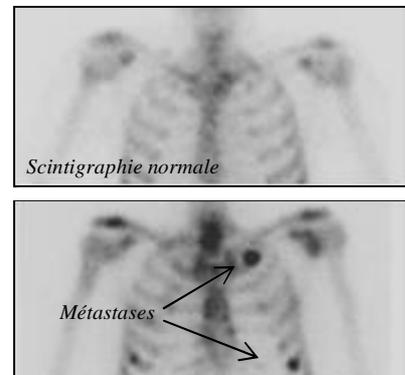
Certains **isotopes radioactifs** artificiels émetteurs de rayonnements gamma sont utilisés comme marqueurs pour la détection et le suivi de pathologies telles que le cancer.

Lorsque l'on en injecte dans l'organisme d'un patient (dose d'environ 500 MBq), ils vont se concentrer sélectivement sur certaines lésions.

On peut alors les détecter grâce à des caméras spéciales sensibles aux rayonnements gamma.

L'isotope radioactif le plus utilisé, notamment pour la scintigraphie, est le **technétium 99m** (^{99m}Tc) dont la **demi-vie***, suffisamment courte pour limiter l'irradiation du patient, est de **6 heures**.

* Temps nécessaire pour que l'activité radioactive diminue de moitié.



Au bout de combien de temps pourra-t-on considérer que le radioélément ne présente plus de danger pour le patient (moins de 5 % de radioéléments encore présents) ?

3. Simulation de la décroissance radioactive avec la calculatrice

Dans ce qui suit, on cherche à modéliser la baisse de l'activité radioactive A au cours du temps. On part de l'hypothèse que **chaque heure il disparaît une certaine proportion p de noyaux radioactifs**.

On sait que :

– À la date $t = 0$, on a 100 % noyaux radioactifs : $A(0) =$ activité maximale = 500 MBq.

– À la date $t = 6$ h, il ne restera plus que 50 % des noyaux radioactifs et donc l'activité A aura elle aussi diminuée de moitié : $A(6\text{h}) = 250$ MBq.

Si l'on a par exemple $p = 0,1$ alors, chaque heure, il disparaît 10 % de radioéléments :

t (heures)	0	1	2	3
A (%)	100	$100 - 0,1 \times 100 = 90$	$90 - 0,1 \times 90 = 81$	$81 - 0,1 \times 81 = 72,9$
A (MBq)	500	450	405	364,5

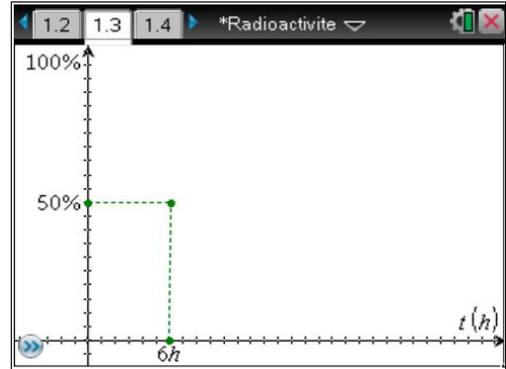
$\xrightarrow{\times 0,9}$ $\xrightarrow{\times 0,9}$ $\xrightarrow{\times 0,9}$

Pour passer d'une colonne à l'autre, il suffit de multiplier par $1 - p$ (en d'autres termes, il s'agit d'une suite géométrique définie par la relation de récurrence : $A_{n+1} = (1 - p) A_n$ avec $A_0 = 100$ %).

Ouvrir le fichier « .tns » correspondant à l'étude de la radioactivité du **technétium 99m** lors d'une scintigraphie.

Parcourir les pages de présentation **1.1** et **1.2** jusqu'à la page **1.3 (Graphiques)**.

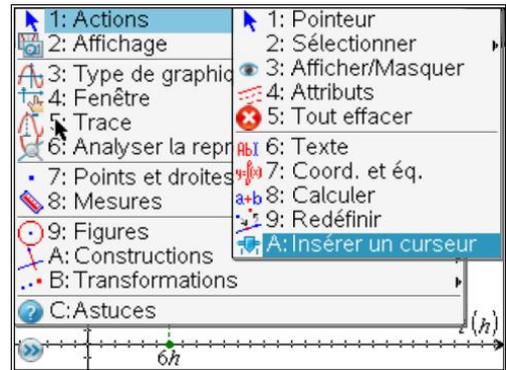
On souhaite modéliser la baisse de radioactivité au cours du temps. On ne connaît pas la proportion p de radioéléments qui disparaissent chaque heure. On sait simplement qu'au bout de 6 heures, il n'y en a plus que 50 %.



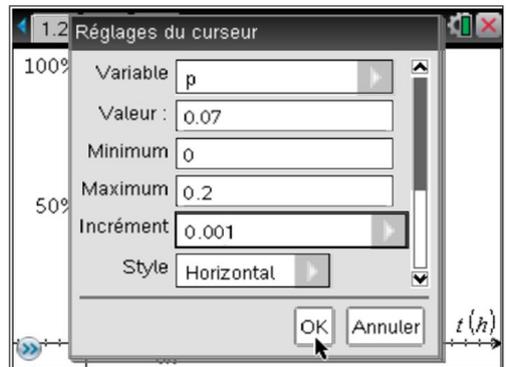
Insérer un curseur pour ajuster la proportion p de noyaux qui disparaissent chaque heure.

Pour cela, taper **[menu]** puis **Actions** et **Insérer un curseur**.

Régler les bornes du curseur avec la valeur minimum 0 et la valeur maximum 0,2 puis définir un pas (incrément) égal à 0,001.



Aller dans **Réglages du curseur** (sélectionner le curseur puis taper **[ctrl]** **[menu]**) et définir le nom p de la variable, les bornes inférieures et supérieures (maximum et minimum) puis le pas (incrément).



Ouvrir la page **1.4 (Tableur & listes)**.

Remplir la colonne **A (temps t)**.

Elle doit contenir les valeurs 1, 2, 3, ..., 30 (on étudie la décroissance radioactive sur une durée totale de 30 heures).

Remplir la colonne **B (activité)**.

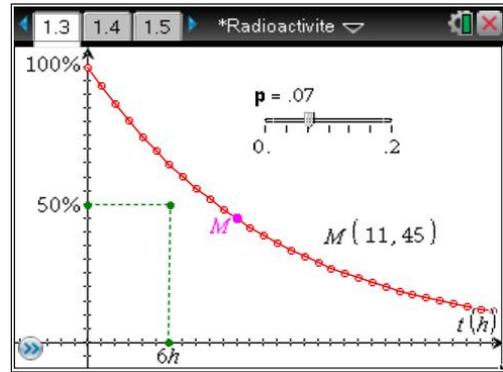
Rentrer dans la cellule **B1** la valeur 100 (à $t = 0$, l'activité est égale à 100 %), puis calculer de proche en proche les valeurs successives de l'activité.

A	B	C	D
t	activité		
0	100		
1	90		
2	81		
3	72.9		
4	65.61		

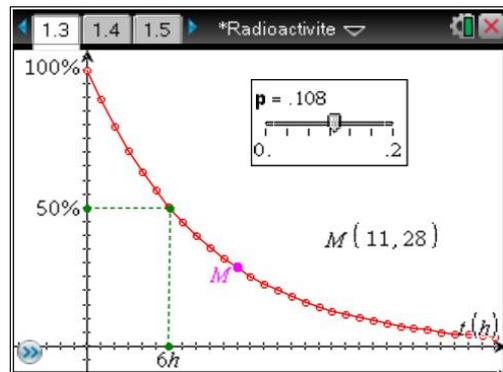
Revenir à la page 1.3 (Graphiques).

La courbe de décroissance radioactive s'affiche.

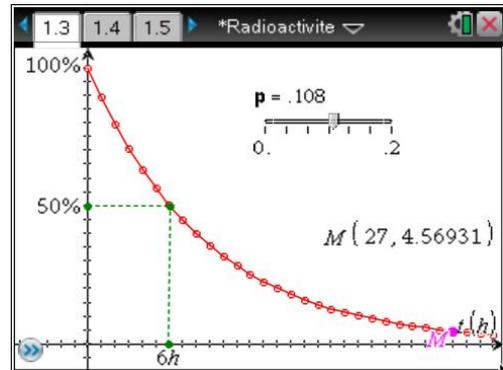
Ajuster avec le curseur la valeur de p pour que la courbe passe par le point de coordonnées (6h, 50 %) (demi-vie égale à 6 heures).



On trouve $p = 0,108$ ce qui signifie que, chaque heure, 10,8 % des radioéléments encore présents se désintègrent.



Déterminer la durée au bout de laquelle on pourra considérer que le radioélément ne présente plus de danger pour le patient (moins de 5 % des radioéléments injectés encore présents dans l'organisme).



Au bout de ~~environ~~ 27 heures, on constate qu'il reste moins de 5 % des radioéléments initialement injectés au patient : le **technétium 99m** ne présente plus de danger après à peine plus d'une journée.