

Niveau	Domaine	Modules	Outil numérique	Fichier
Terminale Bac pro	Algèbre-Analyse	Suites géométriques Fonctions logarithme décimal et exponentielle	Tableur LibreOffice Calc	Expérimentation- radioactivité.odt

ATTENDUS

Document : Extraits du site internet de l'Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire (IRSN)

Scientifiquement, on dit qu'un atome qui se transforme par le processus de radioactivité se désintègre. En effet, il perd son intégrité (il se dés-intègre) en libérant des particules avec plus ou moins d'énergie.

Les physiciens appellent la demi-vie d'une matière radioactive le temps au bout duquel la moitié des atomes de départ se sont désintégrés.

Le nombre de becquerels correspond au nombre de fois par seconde où la source radioactive émet un rayonnement. Plus son nombre est grand, plus l'activité de la source est grande.

Un être humain peut être irradié ou contaminé par une source radioactive. Il est irradié s'il est « atteint » depuis l'extérieur par les rayonnements issus de la source. Il est contaminé si des particules radioactives se déposent sur lui ou bien si elles sont ingérées ou inhalées.

Source : [https://www.irsn.fr/page/presentation-lexpo-radioactivite-decouvrir-](https://www.irsn.fr/page/presentation-lexpo-radioactivite-decouvrir)

Il est utilisé en médecine dans le traitement de certains cancers de la thyroïde. L'iode-131 se concentre dans les cellules cancéreuses ciblées et les irradie, ce qui permet leur destruction.

L'équipe de médecins a établi un protocole personnalisé pour un patient.

La dose optimale de son injection en iode-131 doit correspondre à une activité radioactive comprise entre 5 000 MBq et 5 100 Mbq. (1MBq = 10⁶ Bq).

L'hôpital dispose d'un flacon dont l'activité radioactive était de 12 000 MBq le jour de sa fabrication en date du 1er février dernier.

Problématique : À quelle date doit-on programmer l'injection pour ce patient ?

PARTIE A : Appropriation de la situation

1) Déterminer l'activité radioactive 8 jours après la fabrication.

$$12\ 000 / 2 = 6\ 000\ \text{MBq}$$

2) Compléter le tableau suivant :

Nombre de jours écoulés depuis la fabrication du produit	0	8	16	24
Activité radioactive de l'iode-131 (en MBq)	12 000	6 000	3 000	1 500

3) Pour chaque question, cocher la bonne réponse.

a) Dans le tableau précédent, les éléments de la 1ère ligne composés du nombre de jours depuis l'accident constitue ici une suite numérique :

quelconque. arithmétique. géométrique.

Justifier votre choix.

On passe d'un terme au suivant en ajoutant toujours 8.

b) Dans le tableau précédent, les éléments de la 2ème ligne composés de l'activité radioactive de l'iode-131 dans le flacon constitue une suite numérique :

quelconque. arithmétique. géométrique.

Justifier votre choix.

On passe d'un terme au suivant en multipliant toujours par 0,5.



Appeler le professeur afin qu'il vérifie vos réponses aux questions précédentes.

On assimile l'activité radioactive de l'iode-131 exprimée en MBq à une suite numérique (u_n) de premier terme $u_1 = 12\ 000$.

4) a) Calculer le terme de rang 6 noté u_6 correspondant à l'activité radioactive de l'iode-131 dans le flacon, 40 jours après sa fabrication.

$$u_6 = 12\ 000 * 0,5^5 = 375$$

4) b) Le flacon serait-il utilisable 40 jours après sa fabrication pour ce patient dans le cadre de son protocole personnalisé ?

Non car $375\ \text{MBq} < 5\ 000\ \text{MBq}$

5) Indiquer le sens de variation de la suite (u_n). Justifier.

Cette suite géométrique est décroissante car $0 < q < 1$ ($q = 0,5$)

PARTIE B : Détermination expérimentale de la date à laquelle on doit programmer l'injection pour le patient.

Une aide à l'utilisation du logiciel peut être proposé pour cette partie (voir fiche d'aide).

1ère étape : Recherche d'un intervalle

6) Ouvrir la feuille « *intervalle recherché_iode-131* » du fichier Tableur « *expérimentation-radioactivité* ».

Dans ce fichier, on place dans la colonne A le temps écoulé (en jours) depuis la fabrication du produit avec des valeurs espacées de 8 jours en 8 jours et dans la colonne B l'activité radioactive de l'iode-131 (en MBq) pour la durée indiquée sur la même ligne.

7) a) Indiquer si la formule écrite dans la cellule A3 est cohérente avec la réponse à la question 3)a). Justifier.

Oui car on passe d'une ligne à la suivante en ajoutant 8, ce qui est cohérent.

7) b) Saisir dans la cellule B2 la valeur de l'activité radioactive (en MBq) de l'iode-131 dans le flacon le jour de sa fabrication.

L'élève saisit 12 000 dans cette cellule B2.

7) c) Écrire la formule à saisir dans la cellule B3.

= B2 / 2 ou = B2*0,5



Appeler le professeur afin qu'il vérifie vos réponses aux questions précédentes.

7) d) Saisir la formule précédente dans la cellule B3.

L'élève saisit la formule dans la cellule B3.

8) En utilisant les fonctionnalités du tableur, faire des essais et compléter la phrase suivante.

Capture d'écran :

Temps écoulé depuis la fabrication (en jours)	Activité radioactive de l'iode-131 (en MBq)
0	12000
8	6000
16	3000
24	1500
32	750
40	375

L'activité radioactive de l'iode-131 passe sous le seuil de 5 100 MBq entre le 8^{ème} jour et le 16^{ème} jour après la fabrication du produit.

2^{ème} étape : Recherche précise

On souhaite maintenant apporter une réponse plus précise à la problématique.

9) Ouvrir la feuille « recherche précise_iode-131 » du fichier Tableur « *expérimentation-radioactivité* ».

L'évolution au cours du temps de l'activité radioactive d'un élément radioactif est appelée la décroissance radioactive.

La formule de décroissance radioactive pour un élément (en MBq) est donnée ci-dessous pour x jours après la fabrication du produit, la demi-vie étant aussi en jours.

$$\text{Activité}_{\text{restante}} = \text{Activité}_{\text{initiale}} \times 0,5^{(x / \text{demi-vie})}$$

10) Justifier que la formule saisie dans la cellule B3 correspond bien à la formule de décroissance pour l'iode-131.

Oui, on reconnaît dans la formule saisie la formule de décroissance avec la valeur de l'activité le jour de la fabrication et la valeur de la demi-vie qui est 8 jours.

11) En utilisant les fonctionnalités du tableur, répondre à la problématique : *A quelle date doit-on programmer l'injection pour ce patient ?*

Un exemple possible des essais en capture d'écran :

Temps écoulé depuis la fabrication (en jours)	Activité radioactive de l'iode-131 (en MBq)
0	12000
8	6000
16	3000
10	5045
9	5502
11	4627

Oui, d'après les essais sur tableur, on pourra utiliser ce flacon 10 jours après sa fabrication et donc programmer l'injection le 11 février.

PARTIE C : Recherche algébrique de la date à laquelle on doit programmer l'injection pour le patient.

On note x la durée nécessaire (en jours) après fabrication du produit pour que l'activité radioactive de l'iode-131 passe sous le seuil de 5 100 MBq.

12) Écrire l'inéquation à résoudre qui traduit cette situation. $12\,000 \times 0,5^{x/8} \leq 5\,100$

On admet que cette inéquation peut également s'écrire : $0,5^{\frac{x}{8}} \leq 0,425$

13) En utilisant les propriétés du logarithme décimal, résoudre cette inéquation puis indiquer la durée nécessaire (en jours) après fabrication du produit pour que l'activité radioactive de l'iode-131 passe sous le seuil de 5 100 MBq. Arrondir à l'unité.

Un coup de pouce peut être proposé pour cette question (voir fiche d'aide).

$$\log(0,5^{\frac{x}{8}}) \leq \log(0,425)$$

$$\frac{x}{8} \log(0,5) \leq \log(0,425)$$

$$x \geq \frac{8 \log(0,425)}{\log(0,5)}$$

x supérieur à 9,9 arrondi à 10 jours.

14) Vérifier que, pour la durée trouvée à la question précédente, l'activité restante de l'iode-131 est bien supérieure à 5 000 MBq comme l'impose aussi le protocole décidé pour ce patient.

$$12\,000 \times 0,5^{10/8} \approx 5\,045 \text{ MBq} \geq 5\,000 \text{ MBq}$$

15) Comparer la date obtenue par cette méthode à celle obtenue à la question 11) de la Partie B. **Les résultats sont identiques.**

Pour en savoir plus:

[Expo_radioactivite_v2022_Serie_5_Medical©ASN_IRSN_compressed.pdf](#)

Culture scientifique

Discussions possibles autour des informations suivantes :

- *le flacon contenant le produit radioactif est conservé dans un cylindre entouré de plomb pour éviter que les rayonnements irradient les personnes ;*
- *les flacons contenant un produit radioactif ne peuvent pas être préparés longtemps à l'avance du fait de la demi-vie courte des éléments choisis en médecine ;*
- *les mesures de confinement pour le patient durent tout le temps de l'hospitalisation soit environ 4 jours pour éviter l'irradiation des visiteurs et des personnels hospitaliers ;*
- *l'hôpital transmet aux patients à leur retour au domicile des consignes qu'ils doivent appliquer pendant environ une semaine (distance d'au moins un mètre avec les autres personnes ; ne pas s'approcher des femmes enceintes et des enfants).*