

Nom:..... Prénom:..... Classe:..... Date:

La radioactivité

✔ Objectifs

- ☐ Certains noyaux sont instables et se désintègrent (radioactivité). L'instant de désintégration d'un noyau radioactif individuel est aléatoire.
- ☐ La demi-vie d'un noyau radioactif est la durée nécessaire pour que la moitié des noyaux initialement présents dans un échantillon macroscopique se soit désintégrée. Cette demi-vie est caractéristique du noyau radioactif considéré.
- ☐ Calculer le nombre de noyaux restants au bout de n demi-vies.
- ☐ Utiliser une représentation graphique pour déterminer une demi-vie.

👤 Classe

1^{ère} ES

🕒 Durée

1 h

📄 Document 1: La stabilité des noyaux



Animation PHET (afficher la stabilité en bas à droite)¹

La radioactivité est le phénomène physique par lequel des noyaux atomiques instables se transforment spontanément en d'autres atomes (désintégration) en émettant simultanément des particules de matière et de l'énergie.

https://phet.colorado.edu/sims/html/build-an-atom/latest/build-an-atom_fr.html

📄 Document 2: Découverte de la radioactivité

En 1896, Henri Becquerel étudie les propriétés de fluorescence des sels d'uranium en les exposant aux rayons solaires, puis en les déposant sur une plaque photographique. Après quelques minutes, la plaque est impressionnée comme si elle avait été exposée à la lumière. Henri Becquerel pense que ce sont les rayonnements absorbés par l'uranium qui sont réémis sous forme de rayons X vers la plaque.

C'est par hasard qu'il découvre que si les sels restent plusieurs jours dans un tiroir, une image apparaît également sur une plaque photographique à proximité ! Sa théorie sur la fluorescence des sels d'uranium est remise en cause. L'uranium émet des rayonnements de façon « naturelle ».

Source: Le Livre Scolaire

1. À partir de l'animation, de quoi semble dépendre la stabilité des noyaux ?

Solution: La stabilité du noyau dépend du nombre de neutron par rapport au nombre de proton: pour les éléments les plus légers, les éléments stables ont un nombre de neutron similaire à celui des protons.

2. En quoi le mécanisme de désintégration peut être qualifié de "spontané" ?

Solution: Le mécanisme de désintégration peut être qualifié de "spontané" car il est aléatoire: il n'est pas provoqué par un facteur extérieur.

On se propose à présent de simuler le comportement d'un échantillon de noyaux radioactifs. On suit alors l'évolution de la population de noyaux dans le temps. N'ayant pas le droit de vous exposer à la radioactivité (quel dommage !), nous simulerons ce phénomène à l'aide de dés.

3. Compléter le tableau ci-contre en respectant les règles de ce jeu collaboratif.

Document 3: Règles de la simulation et de l'étude de la décroissance radioactive

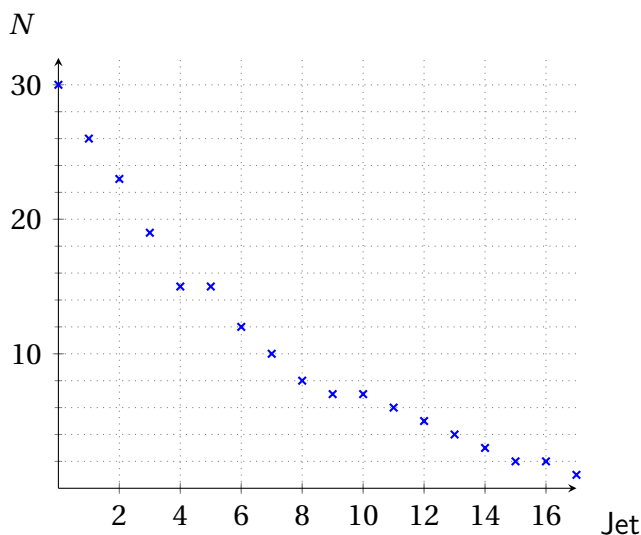
Chaque élève se mettra debout devant sa table. Il jouera le rôle d'un noyau radioactif instable qui

- peut alors à tout moment se désintégrer en se transformant en un autre élément plus stable ... ce dernier se désintégrera à son tour etc.
- Ainsi chaque élève dispose d'un dé à 6 faces.
- Chaque élève doit lancer le dé mais à chaque fois qu'il tombera sur le numéro 6, il se désintégrera et disparaîtra... il suffira de s'asseoir (sinon un dé virtuel est disponible en scannant le qr code ci-contre.)
- Un élève au tableau inscrira le nombre N d'élèves restant debout pour chaque jet symbolisant le temps qui s'écoule.
- On relance une nouvelle fois et ainsi de suite. Une fois que tous les élèves, heu... les noyaux auront disparu, il vous restera à tracer le nombre de noyaux restants en fonction du nombre de jet. $N = f(t)$



Alors Bonne chance ! Qui d'entre vous restera LE survivant à ce jeu ?

Jet	$N(t)$
Jet 0	30
Jet 1	26
Jet 2	23
Jet 3	19
Jet 4	15
Jet 5	15
Jet 6	12
Jet 7	10
Jet 8	8
Jet 9	8
Jet 10	7
Jet 11	6
Jet 12	5
Jet 13	4
Jet 14	3
Jet 15	2
Jet 16	2
Jet 17	1

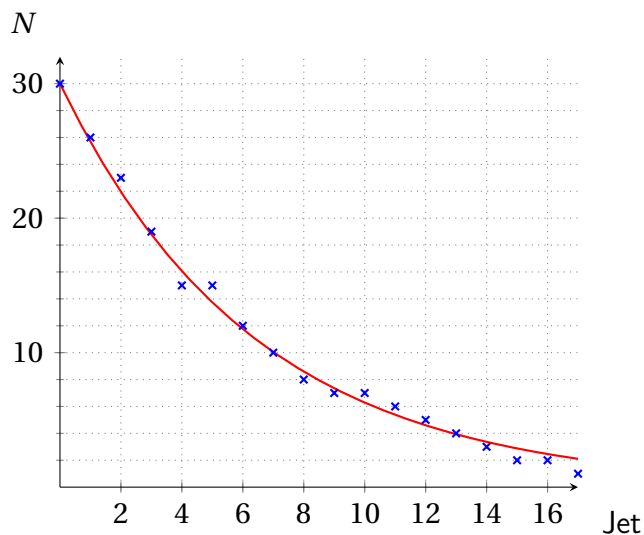


4. L'atome se désintégrant est-il un phénomène prédictible ou aléatoire ?

Solution: Il s'agit d'un phénomène aléatoire puisqu'il dépend du dé.

5. Tracez de $N = f(t)$ en complétant la courbe ci-dessous. Ici, le numéro de lancer modéliser le temps.

6. La courbe de désintégration modélise-t-elle un phénomène linéaire ? exponentiel ?

Solution:

Il ne s'agit pas d'un phénomène linéaire (pas de droite). Cela peut être un phénomène exponentiel.

7. Qu'est-ce que cela signifie physiquement sur la vitesse de disparition des atomes ?

Solution: Cela signifie que à mesure que le nombre de noyaux diminue, la vitesse de désintégration diminue elle aussi.

8. Votre désintégration est-elle à votre avis spontanée ou provoquée ? et pour les éléments radioactifs ?

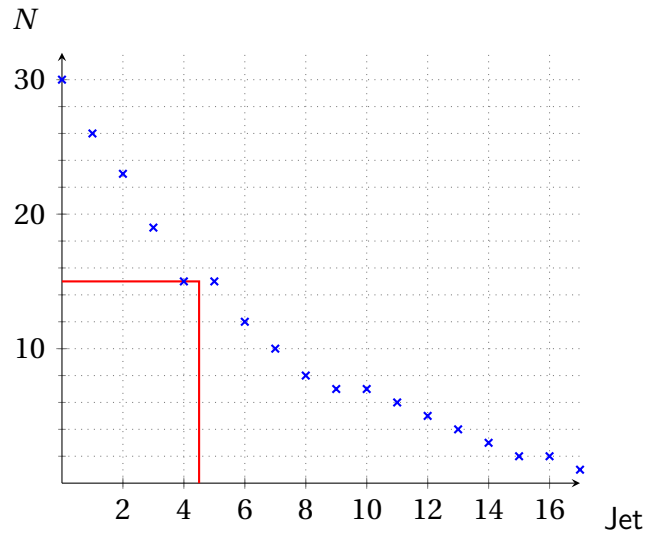
Solution: Puisque le phénomène est aléatoire, votre désintégration est spontanée, tout comme pour les éléments radioactifs.

Document 4: Temps de demi-vie

Le temps de demi-vie est le temps au bout duquel la moitié des noyaux radioactifs se sont désintégrés.

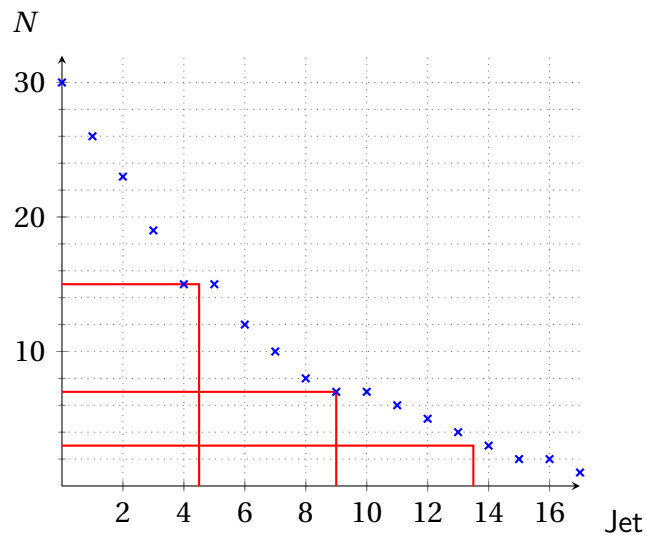
9. Retrouvez graphiquement la demi-vie $t_{1/2}$ ou Période radioactive du noyaux « élève ».

Solution:



10. Quelle est la quantité d'élève restants au bout de 2 puis 3, demi-vies ?

Solution:



Au bout de deux demi-vies, il reste 7 élèves et au bout de 3 il n'en reste plus que 3.

11. Quelle est la relation donnant la quantité d'atomes restants au bout de n demi- vies ?

Solution: $N(n) = \frac{N_0}{2^n}$

12. Si le nombre de dés était de 400 ou 100 milliards la courbe serait-elle identique ?

Solution: Plus le nombre de dé est grand, plus la courbe ressemblera à l'exponentielle.

13. Recherchez sur Internet ou au CDI ,en classe ou chez vous, quelques application pour l'Iode 131 ? Le Plutonium 239 et enfin l'Uranium 235.

Solution:

- Iode 131: médecine (traceur et traitement thyroïde);
- Plutonium 239: combustible fissile pour la bombe nucléaire;
- Uranium 235: combustible fissile pour les centrales nucléaires.

Isotope		Période
iode	^{131}I	8,02 jours
krypton	^{85}Kr	10,70 ans
tritium	^3H	12,30 ans
carbone	^{14}C	5700 ans
plutonium	^{239}Pu	24 300 ans
plutonium	^{244}Pu	80,8 millions d'années
iode	^{129}I	17 millions d'années
uranium	^{235}U	710 millions d'années
uranium	^{238}U	4,5 milliards d'années
thorium	^{232}Th	14 milliards d'années

Table 1: Période radioactive (temps de demi-vie) de quelques isotopes

14. Nommez les Isotopes présents dans le tableau ou rappelant la définition.

Solution: Les isotopes (même numéro atomique mais nombre de masse différent) sont:

- ^{131}I et ^{129}I ;
- ^{239}Pu et ^{244}Pu ;
- ^{235}U et ^{238}U .