

THÈME 1 : LA LONGUE HISTOIRE DE LA MATIÈRE

Chapitre 1 : Un niveau d'organisation, les éléments chimiques

Activité 3 : la radioactivité, un phénomène aléatoire...



Document 1 : une brève histoire de la radioactivité

1896 Le Français Henri Becquerel découvre que certaines substances émettent spontanément des rayonnements capables de traverser la matière.

1897 Les Français Pierre et Marie Curie commencent à découvrir les isotopes à l'origine de ces rayonnements, phénomène qu'ils baptisent radioactivité.

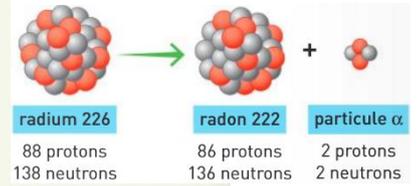
1898 Pierre et Marie Curie découvrent le radium (Ra), un isotope radioactif rare, lui-même issu de la désintégration de l'uranium (U). Cette même année à Montréal, Ernest Rutherford s'aperçoit que le radium émet un gaz radioactif, incolore et inodore, le radon (Rn).

1903 Henri Becquerel et les Curie reçoivent le Prix Nobel de Physique pour leurs recherches sur les radiations.

1911 Marie Curie reçoit le Prix Nobel de chimie pour la découverte du radium, devenant la première femme à obtenir cette distinction.

Milieu du xx^e siècle

Les mécanismes de la radioactivité sont expliqués. Les noyaux radioactifs étant instables, ils se désintègrent et émettent, pendant cette réaction, un rayonnement.



Chaîne de désintégration de l'uranium 238 en radon 222



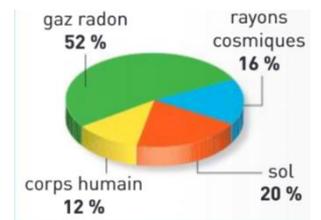
(Belin)

Document 2 : La radioactivité : un phénomène qui existe dans la nature

Certains noyaux sont instables car ils ont un excès de protons ou de neutrons ou tout simplement trop de nucléons. Ils se transforment donc spontanément en d'autres noyaux : on parle de désintégration radioactive. Cette désintégration s'accompagne de l'émission de rayonnements électromagnétiques (qui peuvent être dangereux) et de particules chargées.

Par exemple l'isotope 14 du carbone (le noyau « père ») se désintègre en azote 14 (noyau « fils ») en produisant également un électron : ${}_{6}^{14}\text{C} \rightarrow {}_{7}^{14}\text{N} + {}_{-1}^{0}\text{e}$.

La radioactivité peut être naturelle (on ne peut pas l'empêcher et elle a lieu dans notre environnement) ou artificielle (provoquée). Ainsi l'être humain est soumis à la radioactivité naturelle provenant de la Terre et de l'espace. Les rayonnements émis sont suffisamment faibles pour que cette radioactivité ne présente pas de danger. Pour identifier certaines sources de radioactivité naturelle, on peut regarder l'animation ci-contre (QR code).



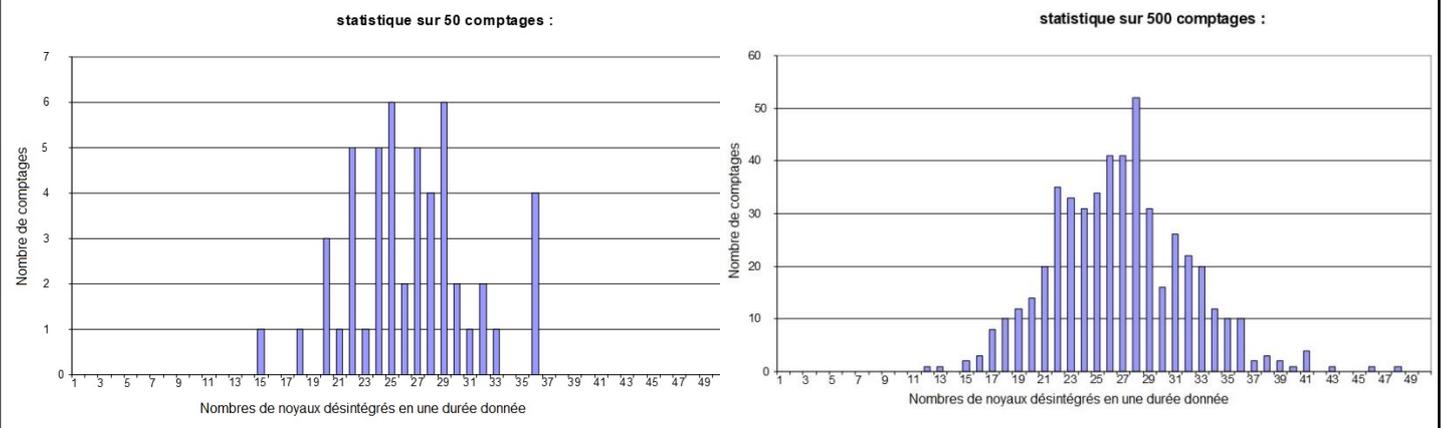
a Sources de radioactivité naturelle sur Terre.



Document 3 : La désintégration radioactive : un phénomène aléatoire

Pour estimer à quelle « vitesse » un noyau radioactif se désintègre on utilise une grandeur particulière : l'activité, notée A. Elle s'exprime en becquerel (Bq) : 1 Bq signifie qu'il y a pour un échantillon donné une désintégration par seconde.

Si on compte en une durée donnée le nombre de désintégrations dans un échantillon, on peut observer qu'on n'obtient pas toujours le même nombre. Pour autant, celui-ci ne diminue pas mais varie. Par exemple, si on porte en ordonnée le nombre de fois qu'on trouve une valeur donnée (pour une durée Δt fixée), on obtient des histogrammes comme ci-dessous.



A- Simulation du phénomène de décroissance radioactive avec des dés.

1. Pourquoi peut-on espérer simuler la décroissance avec des jets de dés ?
2. À quoi peut correspondre, dans la simulation, l'événement « le dé sort sur la face blanche » ?

Protocole : Chacun des 10 groupes dispose de 20 dés comportant une face blanche. Chaque groupe va effectuer 5 séries de 15 lancers dans le fond de la boîte en carton (75 lancers au total !). Pour chaque série de 10 lancers : dès qu'une face blanche sort, on élimine le dé. Après chaque lancer, on note le nombre de dés restant dans la boîte.

Le fichier partagé en ligne dont vous disposez vous permet de saisir vos résultats puis l'ensemble des résultats de la classe. Fichier disponible sur www.prof-vince.fr

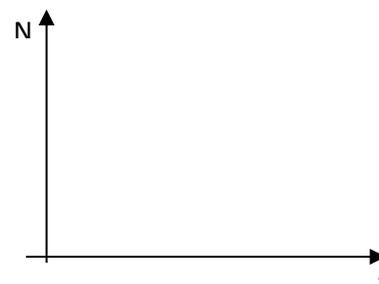
Au sujet de l'analogie

3. Complétez le tableau suivant pour comprendre l'analogie

Lancer de dés	radioactivité
Dés sortant sur la face blanche	
Nombre de dés restant	
Nombre de lancers (de 1 à 15)	
Probabilité qu'un dé soit éliminé à chaque lancer	

Résultat donné par l'analogie

- Vérifier que, pour votre groupe, la population de dés diminue.
- Qu'est-ce qui indique, sur les courbes tracées, que le phénomène est aléatoire ?
- Sur une grande population de dés, à quoi ressemble la courbe donnant l'évolution du nombre de dés restant en fonction du nombre de lancers.
- En déduire **ci-contre** l'allure de la courbe de décroissance radioactive donnant l'évolution du nombre de noyau radioactif d'un échantillon au cours du temps.



La forme de cette courbe est caractéristique de phénomènes ayant la caractéristique suivante à trouver :

La probabilité qu'un dé soit exclu est au nombre de dés lancés.

C'est le cas pour la radioactivité : la probabilité qu'un noyau se désintègre est au nombre de noyaux.

B- Demi-vie d'un noyau radioactif.

On définit la **demi-vie $t_{1/2}$ d'un noyau radioactif** comme la **durée nécessaire pour qu'une population quelconque de ces noyaux soit divisée par 2.**

La demi-vie est une grandeur caractéristique de chaque noyau radioactif.

- Si on note N_0 le nombre de noyaux radioactifs tous identiques initialement présents dans un échantillon, combien restera-t-il de noyaux :
 - au bout de 2 demi-vies ?
 - au bout de 3 demi-vies ?

Phosphore 32	14,3 jours
Iridium 192	74 jours
Cobalt 60	5,25 années
Césium 137	30 années
Carbone 14	5 730 années
Uranium 238	$4,5 \times 10^9$ années

- En déduire ci-dessous une représentation précise de la courbe de décroissance radioactive.

