

scienceinfuse

ANTENNE DE FORMATION ET DE PROMOTION DU SECTEUR SCIENCES & TECHNOLOGIES

LIVRET ÉLÈVE



PHYSIQUE

La machine à Désintégrer le temps



© Geek3

Ce dossier s'inspire du travail réalisé par Jean-Michel Louys dans le cadre de l'agrégation 2013-2014

UCL

Scienceinfuse • Antenne de formation et de promotion du secteur sciences & technologies
rue des Wallons 72 L6.02.01 • 1348 Louvain-la-Neuve

Introduction

L'homme a toujours voulu connaître son origine, son évolution, son âge... Malheureusement, il n'y a pas toujours eu de scribe pour tout répertorier et à part Marty et le Doc, nous ne connaissons personne capable de remonter le temps !

Et si les éléments présents dans la nature nous permettaient de réaliser ce voyage à travers les âges ? Si les phénomènes que nous pouvons observer étaient de vraies horloges... Etablir leur modèle mathématique permettrait de remonter le temps et de connaître la date de leur commencement, leur évolution. C'est ce que nous allons démontrer à travers cette expérience. Alors, prêt pour le voyage...?

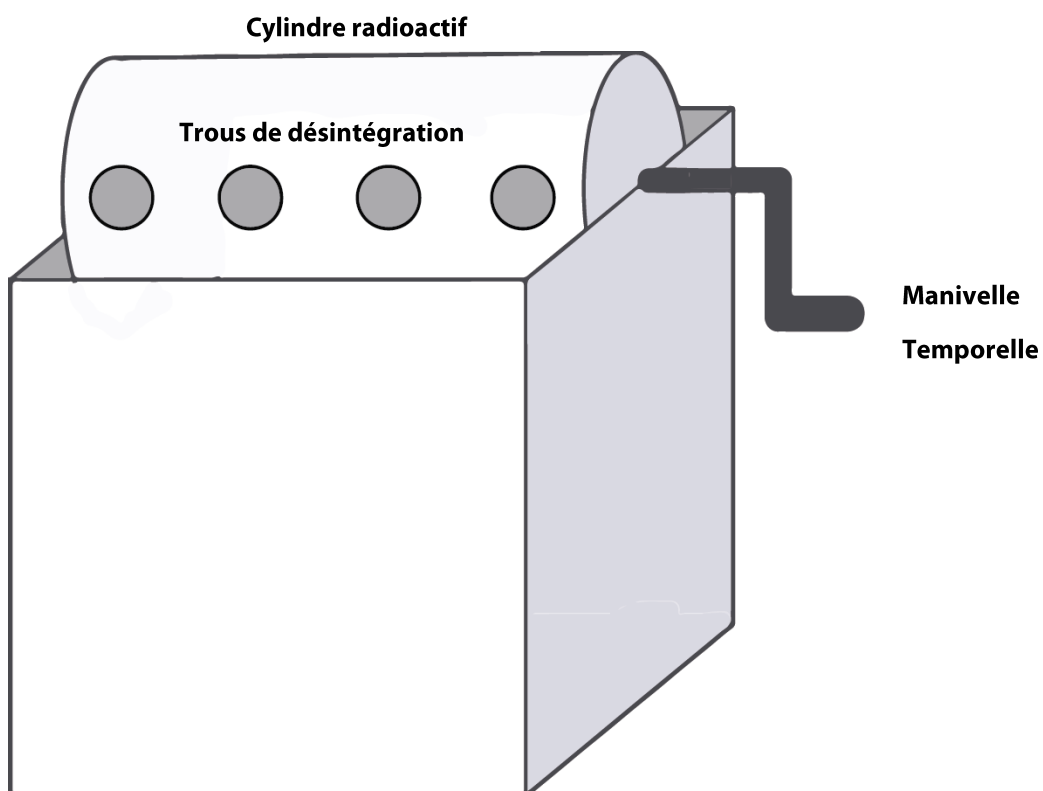
Le modèle

Dans l'univers de la science, l'étude de n'importe quel phénomène serait facilitée si elle pouvait s'effectuer directement sur le sujet étudié. S'il semble plus facile de mener une étude sur des plantes, certains animaux, des roches et bien d'autres choses, il n'en est pas de même pour la plupart des sujets d'étude. Lorsque l'échantillon est plus grand que l'enceinte du laboratoire, que l'on ne peut se le procurer soit à cause de son prix ou sa rareté, ou lorsque sa dangerosité est connue de tous, la construction d'un modèle le représentant devient indispensable. La simulation permet alors d'étudier et de comprendre l'objet de l'étude. En voulant étudier la désintégration radioactive des atomes d'un matériau, nous nous trouvons bien de ce dernier cas de figure et la nécessité d'un modèle s'impose.

Matériel

Les boîtes élèves contiennent chacune le même matériel :

- 1 cylindre en plastique transparent percé de 4 trous équidistants de même diamètre
- 1 manivelle
- 50 billes blanches de 6 mm de diamètre
- 100 billes colorées de 3 mm de diamètre
- Une boîte en carton entaillée sur deux côtés servant de support



La préparation

MANUTENTION ET MODE OPÉRATOIRE

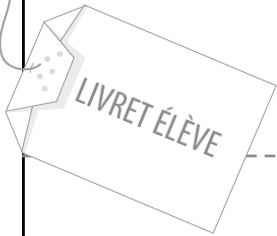
L'outil que nous utiliserons pour cette manipulation est donc un cylindre « radioactif » percé de quatre trous équidistants de même diamètre. Avant chaque expérience :

- Veillez à remplir le cylindre d'une quantité spécifique de billes, représentant les atomes radioactifs en ouvrant le couvercle noir du cylindre transparent.
- Placez les deux extrémités du cylindre au niveau des entailles de la boîte en carton. Vérifier que les billes ne se superposent pas à l'intérieur du cylindre. *Pourquoi?*
- Une manivelle permet de mettre le cylindre en mouvement et aux billes d'en sortir par les différents trous. Elles s'échappent alors aléatoirement et sont récupérées dans la boîte afin d'être comptabilisées.



Avant de commencer l'expérience, décidez chacun de votre rôle dans votre groupe :

- **Le technicien** : Lors de l'expérience, il devra toujours veiller à placer le dispositif le plus horizontalement possible et de tourner la manivelle de façon régulière, sans l'élancer.
- **Le comptable** : A chaque fin de série, il devra compter les billes échappées du cylindre radioactif et en déduire les billes restantes.
- **Le secrétaire** : Il notera les résultats dans les tableaux prévus à cet effet que vous trouverez sur les prochaines pages.



LIVRET ÉLÈVE



La manipulation

EXPÉRIENCE 1

Cette expérience sera réalisée deux fois, sous les labels Cycle 1 et Cycle 2. Chaque cycle regroupe les résultats de 5 séries. Chaque série correspond à 3 tours de manivelle. A chaque fin de série, le comptable comptabilise les billes échappées hors du cylindre et calcule le nombre restant à l'intérieur. Le secrétaire note ce résultat intermédiaire dans la colonne correspondante du tableau ci-dessous. Un fois les résultats des deux cycles inscrits, calculez en groupe la moyenne de ces résultats et complétez le tableau.

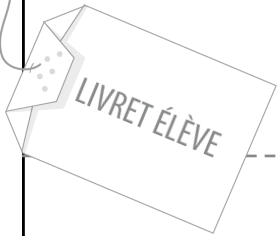
Questions préliminaires :

- Que représente en terme scientifique une série de tours de manivelle ?
- Les billes ont elles toutes la même probabilité de s'échapper du cylindre? Justifiez votre réponse

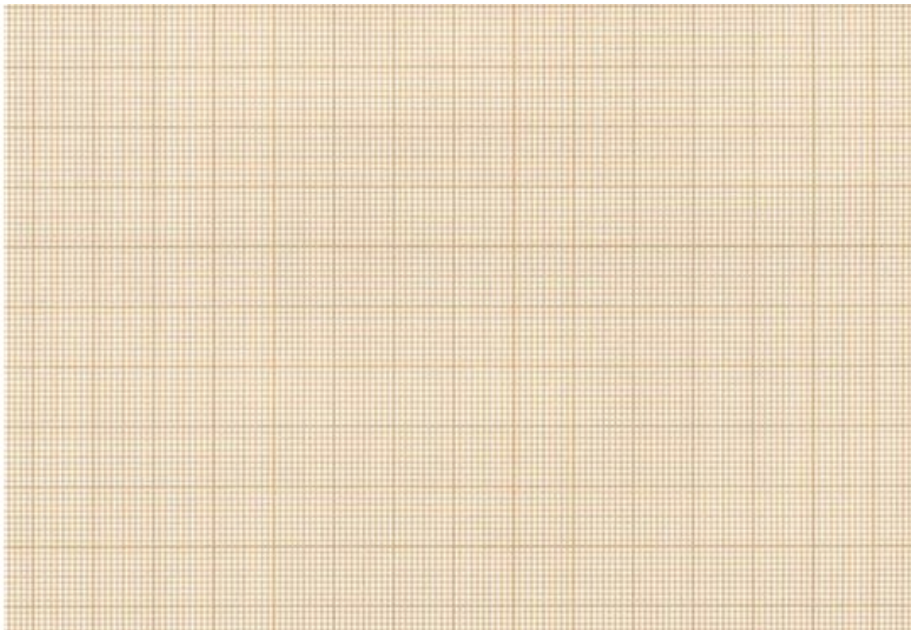
1. Complétez le tableau par groupe

Avant de commencer l'expérience veillez à remplir le cylindre radioactif de 50 billes de 6 mm de diamètre .

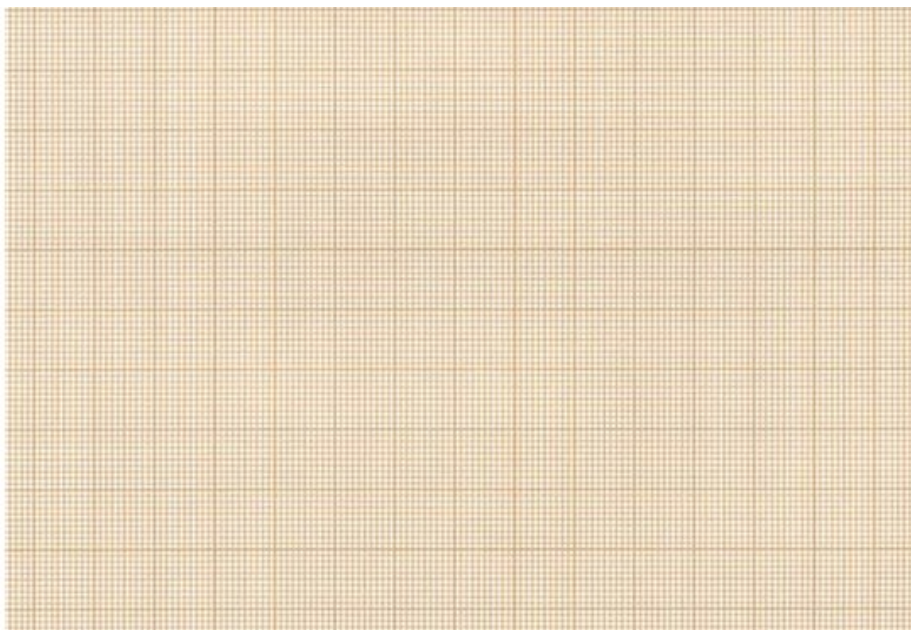
Nombre de bille initial : 50	SERIE 1 Nombre de billes restantes	SERIE 2 Nombre de billes restantes	SERIE 3 Nombre de billes restantes	SERIE 4 Nombre de billes restantes	SERIE 5 Nombre de billes restantes
Cycle 1					
Cycle 2					
Moyenne					



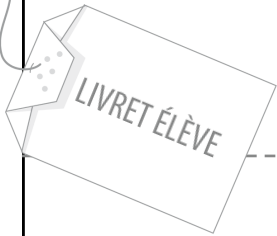
2. Tracez le graphe de la moyenne du nombre de billes restantes N en fonction du numéro de série T sur le papier millimétré ci-dessous. Prenez la valeur de N_0 pour $T=0$.



3. Déterminez l'allure de cette courbe (parabole, exponentielle?) Justifier graphiquement votre réponse ci-dessous.



Le graphe du nombre de billes restantes N en fonction de T est une fonction



La manipulation

EXPÉRIENCE 2

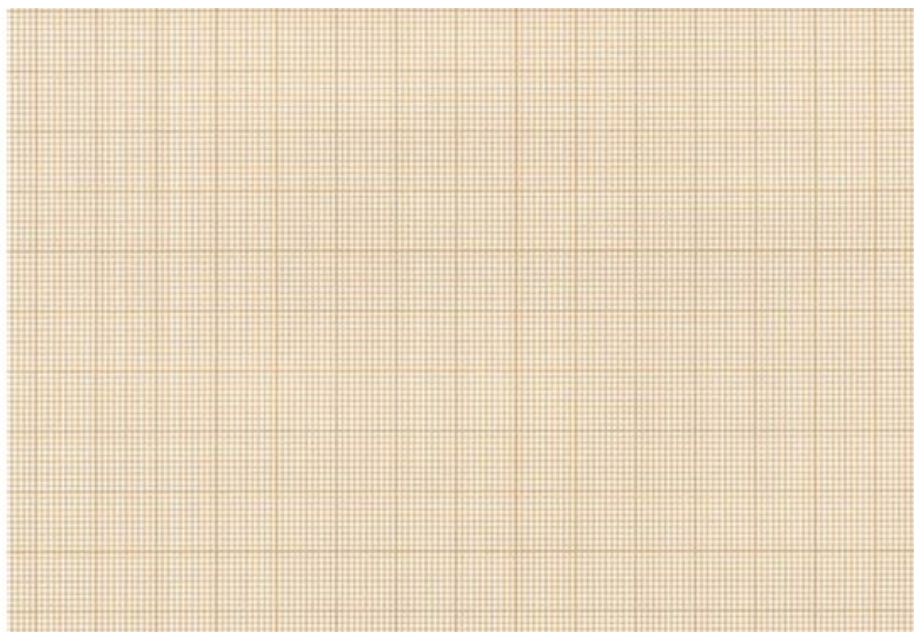
1. Complétez le tableau par groupe


Réitérez la démarche de l'expérience 1.

Avant de commencer l'expérience veuillez à remplir le cylindre radioactif de 100 billes de 3 mm de diamètre.

Nombre de bille initial : 100	SERIE 1 Nombre de billes restantes	SERIE 2 Nombre de billes restantes	SERIE 3 Nombre de billes restantes	SERIE 4 Nombre de billes restantes	SERIE 5 Nombre de billes restantes
Cycle 1					
Cycle 2					
Moyenne					

2. Tracez le graphe du logarithme Népérien de la moyenne du nombre de billes restantes N en fonction du nombre de série T



- 
3. **Calculez la pente de cette fonction et comparez la à celle obtenue à l'expérience 1 .
Quelle signification physique pourrait on lui donner?**
4. **Trouvez une expression mathématique du nombre de billes restantes N en fonction du
numéro de série T*.**
5. **Calculez le nombre de tours pour lequel le nombre de billes devrait être réduit de moi-
tié en utilisant comme notation $T_{1/2}$ (temps de demi-vie) . Vérifiez votre résultat expéri-
mentalement**

* : Si $\ln y = kx$ alors $e^{\ln y} = e^{kx}$ et donc $y = e^{kx}$

Restructuration

QUESTIONS DE RÉFLEXION

1. La radioactivité d'un matériau est le phénomène physique de désintégration d'un atome de ce matériau en un autre atome plus stable. On peut la mesurer grâce à l'Activité correspondant au nombre de désintégration par seconde, l'unité est le Becquerel (Bq).

Partant de cette définition et en vous aidant des résultats obtenus des expériences 1 et 2, quel est selon vous le type de bille le plus radioactif dans ce modèle?

2. **Quel paramètre caractérise la radioactivité d'un matériau donné? Aidez vous des calculs de pente et justifiez votre réponse. Comment varie-t-il avec le temps de demi-vie $T_{1/2}$?**

LIVRET ÉLÈVE

Remerciements

UCL – AGREGATION 2013/14

Travail réalisé par
Louys Jean-Michel et Ngueguim Gaston