

# Mousse de bière et radioactivité

## 1 Introduction

La courbe exponentielle, vous connaissez ? En général, on en parle pour dire qu'un phénomène croît ou décroît très rapidement ! En fait, l'exponentielle fait partie des courbes immanquables lorsqu'on s'intéresse aux sciences et pour cause on la retrouve un peu partout : dans le développement de populations, dans le temps que mettent certains programmes pour s'exécuter ou encore dans l'étude de la radioactivité.

D'ailleurs, la radioactivité, qu'est-ce que c'est ? Et bien parlons-en !

## 2 Histoire de la découverte de la radioactivité

En 1789, on découvrait qu'un minerai extrait des mines d'argent, la pechblende, contenait un nouvel élément chimique : l'uranium. L'intérêt pour cette nouvelle substance était minime car personne ne savait quoi en faire, mis à part pour colorer le verre d'une jolie teinte verte.

Seuls les chimistes, comme Henri Becquerel en 1896, étudiaient l'uranium pour sa phosphorescence, c'est-à-dire qu'il devient lumineux après avoir été exposé à de la lumière ultraviolette. Concrètement, que faisait monsieur Becquerel ? Et bien il étudiait comment un échantillon d'uranium exposé au soleil impressionnait une plaque photo. Mais un jour où il n'y avait pas de soleil, Becquerel s'est rendu compte que même si l'échantillon d'uranium n'était pas phosphorescent, il impressionnait tout de même la plaque photographique. Il découvre donc que les sels d'uranium émettent un rayonnement.

Ce rayonnement est ensuite étudié par Marie Curie et son mari Pierre Curie. Ils comprennent que ce rayonnement est directement issu du minéral et qu'il est capable d'ioniser la matière. Elle décrit l'uranium comme étant « **radio-actif** ».

Comprendre la radioactivité, c'est donc comprendre de quoi est constituée la matière et quelles sont les règles qui gouvernent l'atome.

Vous savez sûrement que des charges de signes différents s'attirent. Au contraire, des charges de même signe se repoussent. Mais alors, pourquoi le noyau qui contient uniquement des charges positives ne se disloque pas ? Et bien, en fait, il existe une autre force qui s'oppose à la répulsion électrique. Cette force, c'est la force nucléaire.

Pour certains atomes, cette force nucléaire n'est pas suffisante pour compenser la répulsion des protons et le noyau devient instable. Pour retrouver un état de stabilité, il se désintègre, il se transforme en un autre élément en émettant spontanément un rayonnement. Ce rayonnement, c'est celui qu'a découvert Henri Becquerel et Marie Curie.

## 3 L'exponentielle

Le moment est venu pour moi d'expliquer le titre de ma capsule vidéo. Quel lien pourrait-il y avoir entre la Mousse de bière et la radioactivité ? Et bien la physique est formelle, les

2021

modèles mathématiques qui les décrivent sont les mêmes ! Si on observe le nombre d'atomes radioactifs restant dans un échantillon et la hauteur de la mousse de bière dans un verre, les deux diminuent exponentiellement. C'est Arnd Leike, un physicien allemand, qui a remporté le Nobel de physique en 2002 pour cette découverte.

Je vous propose de réaliser l'expérience, pour vérifier que la disparition de la mousse de bière suit bien une loi exponentielle.

## 4 L'expérience de la mousse de bière

### 4.1 Matériel utilisé

Pour cela, il vous faudra un bécher ou un verre plutôt large, une bière et une latte.

### 4.2 Déroulement de l'expérience

1. Placer la latte verticalement contre la paroi du verre.
2. Verser rapidement la bière. Il faut obtenir une épaisseur de mousse la plus grande possible ! Un petit conseil, la mousse se crée plus facilement quand la bière est à température ambiante.
3. A intervalles de temps réguliers (toutes les 5 s au début de l'expérience puis de 10 à 20 s ensuite), relever le niveau supérieur et inférieur de la mousse.
4. Il faut ensuite calculer la différence entre ces deux niveaux pour obtenir l'épaisseur de la mousse de bière.

### 4.3 Résultats

Lorsqu'on porte en graphique la hauteur de la mousse de bière en fonction du temps, on trouve que la disparition de la mousse suit une loi exponentielle.

Avec l'aide d'un programme de traitement de données, comme Excel, il est possible d'approcher nos mesures par une courbe exponentielle. Les paramètres de la courbe sont alors déterminés. Ici, il s'agit de  $h_0$ , la hauteur de mousse initiale et  $\lambda$ , la constante de décroissance.

Une valeur intéressante à repérer, c'est la demi-vie de la mousse, autrement dit la durée au bout de laquelle la moitié de la mousse a disparu ! Dans notre expérience, il faudra 130 s pour que la moitié de la mousse disparaisse.

## 5 Application au C14

Ce qui est étonnant, c'est que la radioactivité aussi obéit à une décroissance exponentielle ! Le nombre d'atomes radioactifs diminue de la même manière que la mousse de bière.

A quoi cela peut bien nous servir de savoir ça ? Et bien, on peut se servir de la radioactivité d'un isotope, le C-14 par exemple, pour dater les fossiles récents, les os, les dents ou encore le bois comme ça a été fait pour les grottes de Lascaux qui ont été datées à environ 19 000 ans. C'est d'ailleurs Willard Frank Libby, l'inventeur de cette méthode de datation, qui a réalisé celle des grottes de Lascaux.

2021

Comment marche cette méthode de datation ? Cet élément est naturellement présent partout autour de nous en faible quantité : dans l'air que nous respirons, dans les aliments que nous mangeons, ... Ce qui est intéressant, c'est que la proportion de carbone-14 dans un organisme est constante car bien qu'il se désintègre, cet isotope est constamment renouvelé. Mais ce n'est plus le cas quand l'organisme meurt !

On sait aussi que la demi-vie du C-14 est de 5730 ans. C'est-à-dire qu'au bout de ces 5730 ans, la moitié des atomes de C-14 se seront transformés. Au bout de deux demi-vies, il n'en restera qu'un quart et après 3 demi-vies, il ne restera qu' $1/8$  des atomes de C14 initialement présents. On connaît donc précisément en combien de temps et dans quelle proportion les atomes se transforment au fil du temps.

A partir de là, en mesurant la quantité de carbone-14 restante dans un os ou une dent, il est possible de savoir précisément combien de temps s'est écoulé depuis la mort de l'organisme !

Qui aurait cru que se prélasser à sa terrasse, un verre de bière à la main pourrait nous aider à comprendre l'évolution des atomes radioactifs ?! Restez curieux et à bientôt !

## 6 Sources

[Beer paper wins Ig Nobel physics prize - Physics World](#)

The Apollonian decay of beer foam bubble size distribution and the lattices of Young diagrams and their correlated mixing functions [079717.pdf \(hindawi.com\)](#)

[Demonstration of the exponential decay law using beer froth - IOPscience](#)

[La bière et sa mousse - Vidéo Dailymotion](#)

Formes mathématiques Exponentielle, radioactivité et bière [Decouverte\\_SOMMAIRE \(palais-decouverte.fr\)](#)

[La bière et sa mousse | Physique à Main Levée \(unisciel.fr\)](#)