LA PHYSIQUE DU POPCORN

DÉCOUVRIR ET APPRENDRE EN 22 EXPÉRIENCES



LE MONDE FABULEUX DE LA

SCIENCE EN CUISINE

DR. AIDAN RANDLE-CONDE

LA PHYSIQUE DU POPCORN

Prêt à vous amuser avec votre nourriture ?

Découvrez comment on peut créer de l'électricité, apprenez le fonctionnement interne des atomes et réalisez des expériences en faisant des vagues, etc.

Devenez un scientifique de la cuisine en appréhendant les gaz à l'aide d'une montgolfière artisanale, en utilisant la lumière pour recréer un arc-en-ciel et en maîtrisant l'élan avec des modèles réduits de voitures !

Ce petit livre utilise la science appliquée pour une approche amusante et interactive de l'apprentissage pour toute la famille.

ISBN : 978-2-7598-2590-5

9 782759 825905

edp sciences
www.edpsciences.org

LA PHYSIQUE DU POPCORN



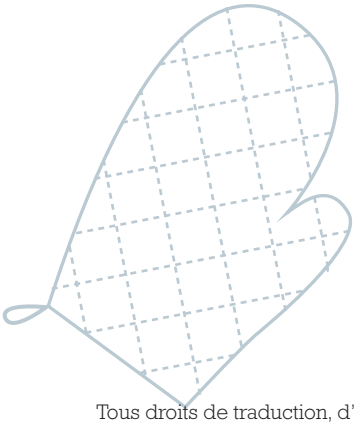
Translation from the English language edition of: *The Physics of Popcorn*

© UniPress Books Ltd 2020

Traduction et mise en page de l'édition française : Benjamin Peylet

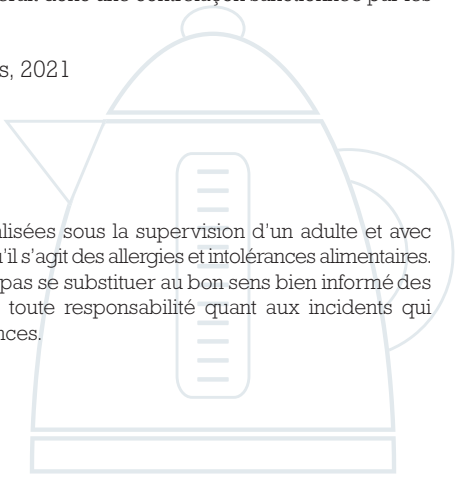
ISBN (papier) : 978-2-7598-2590-5

ISBN (ebook) : 978-2-7598-2591-2



Tous droits de traduction, d'adaptation et de reproduction par tous procédés, réservés pour tous pays. La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinés à une utilisation collective », et d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (alinéa 1er de l'article 40). Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du code pénal.

© EDP Sciences, 2021



AVERTISSEMENT DE SÉCURITÉ

Les expériences décrites dans ce livre doivent être réalisées sous la supervision d'un adulte et avec toutes les précautions nécessaires, en particulier pour ce qu'il s'agit des allergies et intolérances alimentaires. Les instructions de chacune des expériences ne doivent pas se substituer au bon sens bien informé des participants. L'auteur et l'éditeur déclinent par avance toute responsabilité quant aux incidents qui pourraient survenir lors de la réalisation de ces expériences.

LA PHYSIQUE DU POPCORN

LE MONDE FABULEUX DE LA SCIENCE EN CUISINE

DR. AIDAN RANDLE-CONDE



edp sciences

SOMMAIRE

6 **INTRODUCTION**

CHAPITRE 1 : CHALEUR ET ÉNERGIE

10 **DÉCOUVRIR :** Densité et poussée
12 **EXPÉRIMENTER :** Premier pop
14 **DÉCOUVRIR :** États de la matière
16 **DÉCOUVRIR :** Chaleur et énergie
18 **EXPÉRIMENTER :** Modèle de convection
20 **APPRENDRE :** Densité
21 **APPRENDRE :** Transfert de chaleur
22 **DÉCOUVRIR :** Gaz parfait et machines à vapeur
24 **EXPÉRIMENTER :** Changer l'eau en vapeur
26 **DÉCOUVRIR :** Éclater le grain
28 **EXPÉRIMENTER :** Pression du pop
30 **APPRENDRE :** Équilibrer une équation
32 **EXPÉRIMENTER :** Vol en montgolfière
34 **APPRENDRE :** Propriétés des solides, des liquides et des gaz

CHAPITRE 2 : ONDES ET ÉLECTROMAGNÉTISME

38 **DÉCOUVRIR :** Électricité et magnétisme
40 **EXPÉRIMENTER :** Électricité et magnétisme dans la cuisine
44 **APPRENDRE :** Électricité et magnétisme
46 **DÉCOUVRIR :** Qu'est-ce qu'une onde ?
48 **EXPÉRIMENTER :** Faire des vagues
52 **DÉCOUVRIR :** Spectre électromagnétique
54 **EXPÉRIMENTER :** Faire un arc-en-ciel
56 **APPRENDRE :** Vitesse des ondes
57 **APPRENDRE :** Au-delà du visible
58 **DÉCOUVRIR :** Un micro-onde, comment ça marche ?
60 **EXPÉRIMENTER :** Micro-ondes et vitesse de la lumière
62 **DÉCOUVRIR :** Électricité
64 **APPRENDRE :** Circuits
65 **APPRENDRE :** Différentes centrales
66 **EXPÉRIMENTER :** Fabriquer un moteur à pile
68 **DÉCOUVRIR :** Qu'est-ce que la lumière ?
70 **EXPÉRIMENTER :** Filtrer la lumière
74 **APPRENDRE :** Envoyer des codes secrets avec des photons

CHAPITRE 3 : FORCES ET GRAVITÉ

78 **DÉCOUVRIR :** Forces
80 **EXPÉRIMENTER :** Tester la 3e loi de Newton
82 **APPRENDRE :** Graphiques de vitesse
84 **DÉCOUVRIR :** Gravité
86 **EXPÉRIMENTER :** Chute et gravité

88 **APPRENDRE :** Gravité et expérience de pensée
90 **DÉCOUVRIR :** Quantité de mouvement
92 **EXPÉRIMENTER :** Mouvement conservé
94 **APPRENDRE :** Jouer au billard
96 **DÉCOUVRIR :** Baseball et boulets
98 **EXPÉRIMENTER :** Projectiles de popcorn
100 **APPRENDRE :** Moment cinétique
102 **DÉCOUVRIR :** Friction et résistance
104 **EXPÉRIMENTER :** Friction en action
106 **APPRENDRE :** Friction et camions

CHAPITRE 4 : PHYSIQUE NUCLÉAIRE ET ESPACE

110 **DÉCOUVRIR :** Atomes et noyaux
112 **EXPÉRIMENTER :** Popcorn nucléaire
114 **APPRENDRE :** Dans l'atome
116 **DÉCOUVRIR :** Physique et médecine
118 **EXPÉRIMENTER :** Rayons X, scanners et bagages
120 **APPRENDRE :** Oranges et radioactivité
122 **DÉCOUVRIR :** Assez de popcorn pour former une étoile
124 **EXPÉRIMENTER :** Système solaire
126 **APPRENDRE :** Vitesse de libération
128 **DÉCOUVRIR :** Comment marchent les fusées
130 **EXPÉRIMENTER :** Construire une navette spatiale
132 **APPRENDRE :** Missions spatiales
134 **DÉCOUVRIR :** Relativité restreinte
136 **EXPÉRIMENTER :** Gravité et relativité générale
138 **APPRENDRE :** Vaisseaux super rapides
140 **DÉCOUVRIR :** Terre et système solaire
142 **EXPÉRIMENTER :** Ce qu'on voit depuis la Terre
144 **APPRENDRE :** Planètes visibles

146 **RÉPONSES**
156 **INDEX**
160 **CRÉDITS PHOTOGRAPHIQUES**



INTRODUCTION

Le 2 août 1971, l'astronaute américain David Scott a lâché en même temps un marteau et une plume, qui après leur chute ont touché le sol au même moment. David était alors sur la Lune et, s'il a lâché ce marteau et cette plume, c'était pour prouver une idée vieille de plus de 300 ans, une idée de Galilée, célèbre savant italien du XVIe siècle. Cette idée, la voici : la gravité – cette force qui fait tomber les choses – fait tout tomber à la même vitesse.

On s'attendrait pourtant à ce que la plume tombe plus lentement que le marteau, car l'air la ralentit davantage. Mais comme il n'y a pas d'air sur la Lune, David a pu mettre en pratique l'idée de Galilée et prouver qu'il avait raison.

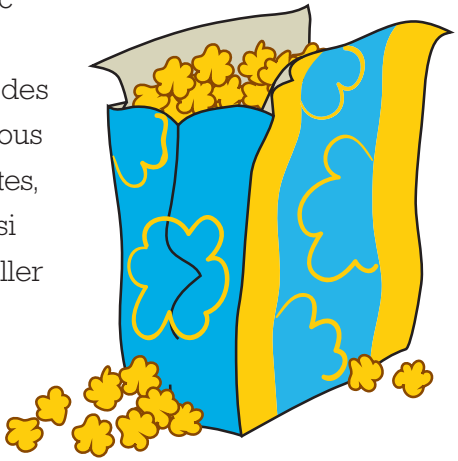
Il était important de vérifier l'idée de Galilée dans un endroit sans air. Mais le plus important, c'est que cette expérience sur la Lune a été un succès. Galilée s'intéressait à la chute des objets sur Terre. Pourtant, il a abouti à une idée qui s'applique partout dans l'Univers. La physique est ainsi, elle s'intéresse aux idées qui s'appliquent partout et tout le temps. Elle cherche les règles fondamentales qui régissent le fonctionnement de tout l'Univers.

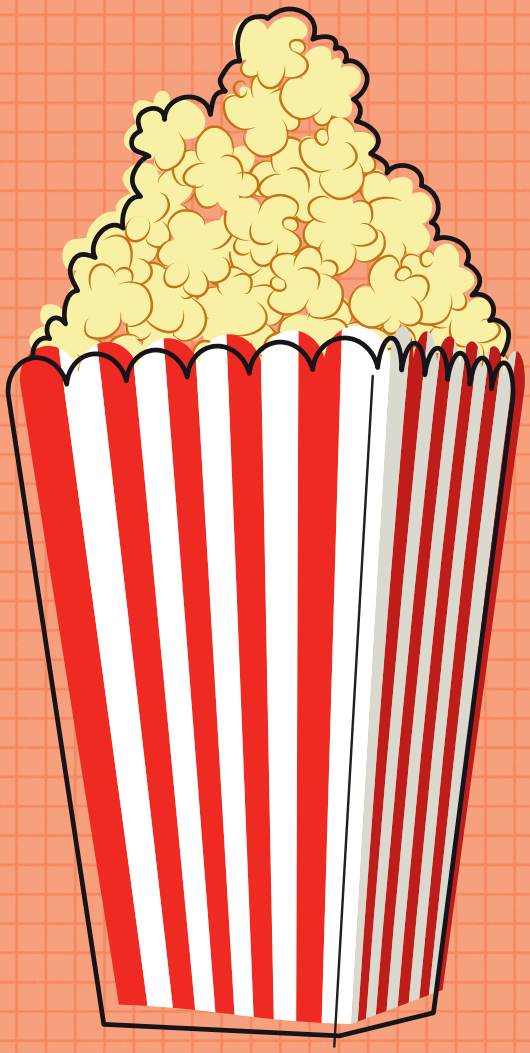
La physique nous aide à comprendre le monde et même l'Univers, du plus petit fragment de matière aux vastes galaxies, de la chaleur au centre du Soleil à l'espace infiniment glacé. Et comme la physique marche à toutes les époques, les règles qui régissent l'Univers d'aujourd'hui n'ont pas changé depuis des milliards d'années, et règneront encore très longtemps.

Dans ce livre, vous serez guidés au travers des principaux domaines de la physique. Vous trouverez de nombreuses expériences avec leur texte explicatif, et des quiz amusants pour vous assurer que vous avez bien retenu les concepts exposés. Ces expériences nécessitent du matériel simple. S'il vous manque un ingrédient chez vous, demandez à un ami ou au voisin.

Mais qu'est-ce que le popcorn vient faire là-dedans ? Eh bien, pas mal de choses, car la physique du popcorn est la même que la physique de tout le reste. Par exemple, la physique de la vapeur n'intervient pas que pour faire du popcorn, c'est aussi ce qui a alimenté la Révolution industrielle. Les ondes qui cuisent le popcorn dans un four à micro-ondes sont les mêmes que celles qui font fonctionner tous les téléphones portables et les radios du monde. Et les atomes qui constituent le popcorn ont été formés au cœur des étoiles avant de se répandre partout dans l'Univers.

Aujourd'hui, ce sont peut-être des objets banals que vous construirez, mais demain vous pourriez voler dans l'espace. Aujourd'hui, vous vous amuserez avec des aimants, mais plus tard peut-être votre métier consistera-t-il à inventer des machines incroyables. Une fois que vous comprenez la physique, les seules limites, ce sont les lois de la nature. C'est ainsi que les humains ont été capables d'aller sur la Lune, de créer Internet et de développer des énergies durables.





CHAPITRE 1

CHALEUR ET ÉNERGIE

DÉCOUVRIR...

APPRENDRE...

EXPÉRIMENTER...

DÉCOUVRIR : DENSITÉ ET POUSSÉE

Avant cuisson, les grains de popcorn sont petits et durs. Une fois éclatés, un produit meilleur, plus gros et plus mou, est obtenu. Qu'est-ce qui a fait éclater les grains ? Dans chacun d'eux, on trouve de l'eau et de l'amidon, très dur. La chaleur ramollit l'amidon et casse le grain.

MASSE ET VOLUME

Il faut d'abord nous intéresser aux changements de densité du popcorn. La densité nous indique la quantité de masse par unité de volume. La masse quant à elle nous donne le poids d'un corps, et le volume l'espace qu'il occupe. Par exemple, quand on parle d'un litre de lait, ce litre est l'unité de volume. Un objet lourd a une masse élevée, un objet léger une masse faible. Si on suppose que tous les grains de popcorn sont de masse égale, alors deux fois plus de grains auront une masse deux fois plus grande. Autrement dit, la masse totale est proportionnelle au nombre de grains.

L'équation suivante donne la densité :

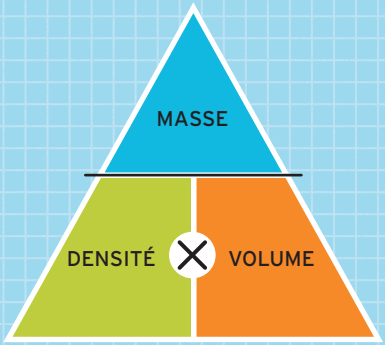
Densité = Masse ÷ Volume

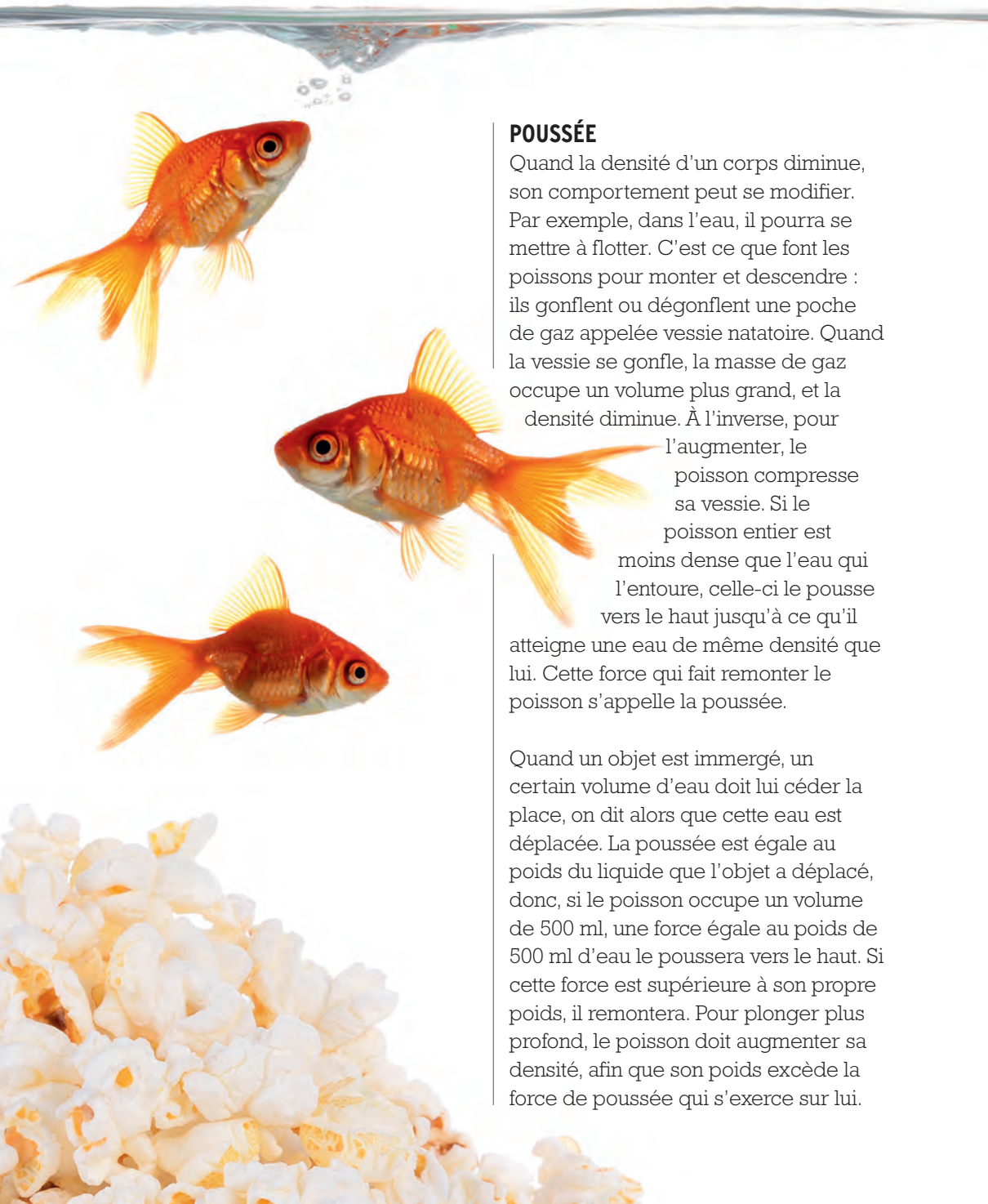
Notez que la densité ne concerne pas toujours la masse. Par exemple, la densité d'énergie nous donne la quantité d'énergie dans une unité de volume. La densité des grains de popcorn peut être définie comme le nombre de grains par unité de volume.

VISUALISONS LES ÉQUATIONS

Dans ce livre, vous rencontrerez des équations telles que cette équation de la densité. On peut les représenter par un triangle. Si on connaît deux des valeurs qu'il contient, et qu'on cherche à déterminer la troisième, il suffit de cacher cette dernière avec le doigt pour trouver comment la calculer.

Par exemple, pour calculer la densité, cachez-la dans le schéma suivant pour découvrir qu'il faut diviser la masse par le volume. Si c'est la masse qu'il faut calculer, cachez la masse et vous verrez qu'il faut dans ce cas multiplier la densité par le volume.





POUSSÉE

Quand la densité d'un corps diminue, son comportement peut se modifier. Par exemple, dans l'eau, il pourra se mettre à flotter. C'est ce que font les poissons pour monter et descendre : ils gonflent ou dégonflent une poche de gaz appelée vessie natatoire. Quand la vessie se gonfle, la masse de gaz occupe un volume plus grand, et la densité diminue. À l'inverse, pour l'augmenter, le poisson compresse sa vessie. Si le poisson entier est moins dense que l'eau qui l'entoure, celle-ci le pousse vers le haut jusqu'à ce qu'il atteigne une eau de même densité que lui. Cette force qui fait remonter le poisson s'appelle la poussée.

Quand un objet est immergé, un certain volume d'eau doit lui céder la place, on dit alors que cette eau est déplacée. La poussée est égale au poids du liquide que l'objet a déplacé, donc, si le poisson occupe un volume de 500 ml, une force égale au poids de 500 ml d'eau le poussera vers le haut. Si cette force est supérieure à son propre poids, il remontera. Pour plonger plus profond, le poisson doit augmenter sa densité, afin que son poids excède la force de poussée qui s'exerce sur lui.

EXPÉRIMENTER : PREMIER POP

Quand on fait du popcorn, on remarque vite qu'il occupe beaucoup plus de place une fois éclaté que quand il était encore sous forme de grains. Comment déterminer le volume de popcorn avant et après la cuisson ?

IL VOUS FAUDRA :

- Un paquet de grains de popcorn
- Une casserole et son couvercle
- Un produit en grains fins (sucre, sel, sable ou riz)
- Une balance de cuisine
- Un petit verre mesureur (gradations de 10 ml)
- Un grand verre mesureur (jusqu'à 750 ml)
- Un saladier

CE QU'IL FAUT FAIRE :

1. Videz les grains de popcorn dans la casserole et fermez le couvercle. Chauffez la casserole à feu moyen et laissez cuire jusqu'à ce qu'environ la moitié des grains aient éclaté (demandez l'aide d'un adulte). Retirez du feu et laissez refroidir (attention, c'est chaud !). Une fois le popcorn refroidi, séparez les grains éclatés et les grains encore fermés.

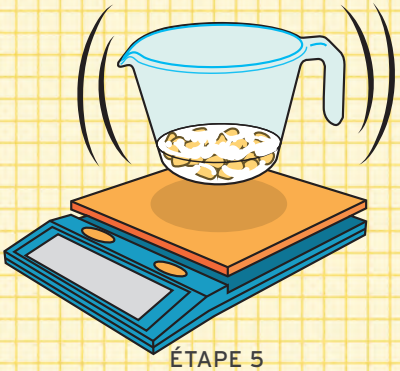
2. Versez 40 ml d'eau dans le petit verre mesureur et, à l'aide la balance, mesurez sa masse.

PRÉSENCE ADULTE NÉCESSAIRE

PESER LES GRAINS



ÉTAPE 3



ÉTAPE 5

3. Ajoutez les grains encore fermés dans le petit verre, un à la fois, jusqu'à ce que le volume atteigne 50 ml. Comptez le nombre de grains ajoutés. Cela vous indique combien de grains fermés occupent un volume de 10 ml. Notez ce nombre et appelez-le N_fermés. Pesez de nouveau le verre et son contenu.

4. Soustrayez la masse du verre ne contenant que de l'eau (étape 2) de la masse du verre contenant l'eau et les grains fermés (étape 3). Notez ce nombre M_fermés et divisez-le par le nombre de grains fermés ajoutés dans le verre à l'étape 3 pour obtenir la masse moyenne d'un grain.

5. Placez 25 grains éclatés dans le grand verre mesureur. Ajoutez le produit en grains fins jusqu'à recouvrir le popcorn. Secouez doucement pendant 30 secondes, puis lisez le volume qu'occupe le mélange. Pesez le verre pour découvrir la masse du mélange.

6. Videz le grand verre mesureur dans un saladier, ôtez les grains éclatés et reversez le reste (les grains fins) dans le grand verre mesureur. Pesez de nouveau le verre et notez la masse obtenue, ainsi que le volume occupé par le remplissage de grains fins.

7. Soustrayez le volume des grains fins (étape 6) du volume du mélange grains éclatés et grains fins (étape 5). Le résultat est le volume des 25 grains éclatés. Notez ce nombre et appelez-le V_éclatés.

8. Soustrayez la masse des grains fins (étape 6) de la masse du mélange grains éclatés et grains fins (étape 5). Le résultat est la masse des 25 grains éclatés. Notez ce nombre et appelez-le M_éclatés.

QUE SE PASSE-T-IL ?

Quel volume occupent les grains éclatés par rapport aux grains encore fermés ? Afin de le savoir, il vous faudra déterminer le volume qu'occupe un unique grain de popcorn.

Pour calculer le volume moyen d'un grain fermé, regardez l'étape 3. Divisez les 10 ml par le nombre de grains fermés que vous avez ajoutés (N_fermés). Cela vous donnera le volume d'un grain fermé, V_fermé. Divisez ensuite le volume des popcorns éclatés (V_éclatés, étape 7) par 25 pour obtenir le volume d'un seul grain éclaté. Calculez la différence entre les deux en soustrayant le plus petit volume du plus grand. Cette différence de volume est-elle plus grande que vous ne le pensiez ? (Les résultats de cette expérience vous resserviront en page 20.)

Pour découvrir d'où vient tout ce volume en plus, plongez quelques grains éclatés dans de l'eau et observez la montée du niveau d'eau. Est-ce que ça monte autant que vous l'imaginiez ? Sinon, pourquoi, à votre avis ? (Pour en avoir l'explication, allez page 148.)





DÉCOUVRIR : ÉTATS DE LA MATIÈRE

Tout ce qui vous environne, tout ce que vous touchez est fait de matière. La matière existe en trois principaux états : solide, liquide et gazeuse. Par exemple, la nourriture que vous mangez est solide, l'eau que vous buvez est liquide, l'air que vous respirez est gazeux.

SOLIDE, LIQUIDE, GAZ

Tout ce qui nous entoure est fait de molécules, de minuscules bouts de matière, et la manière dont elles s'accrochent les unes aux autres détermine si ce qu'elles composent est un solide, un liquide ou un gaz.

Les solides sont durs et conservent leur forme. Leurs molécules sont disposées comme les oranges dans une boîte : pour en déplacer une, il faut les déplacez toutes. Les solides sont souvent plus denses que les gaz.

Les molécules d'un liquide sont plutôt comme des oranges dans un sac. Elles restent groupées mais leur forme n'est pas fixe, elles rempliront tout contenant où vous les verserez. Les liquides sont en général aussi denses que les gaz.

Les molécules d'un gaz sont comme des oranges lancées en l'air, sans forme ni densité déterminée. Les gaz remplissent l'espace disponible.

Liquides et gaz sont des fluides. Les molécules d'un fluide qui rencontrent une paroi y exercent une pression.

