

*Petite collection
d'expériences qui font....*

PSCHE!

TIT

TI

T

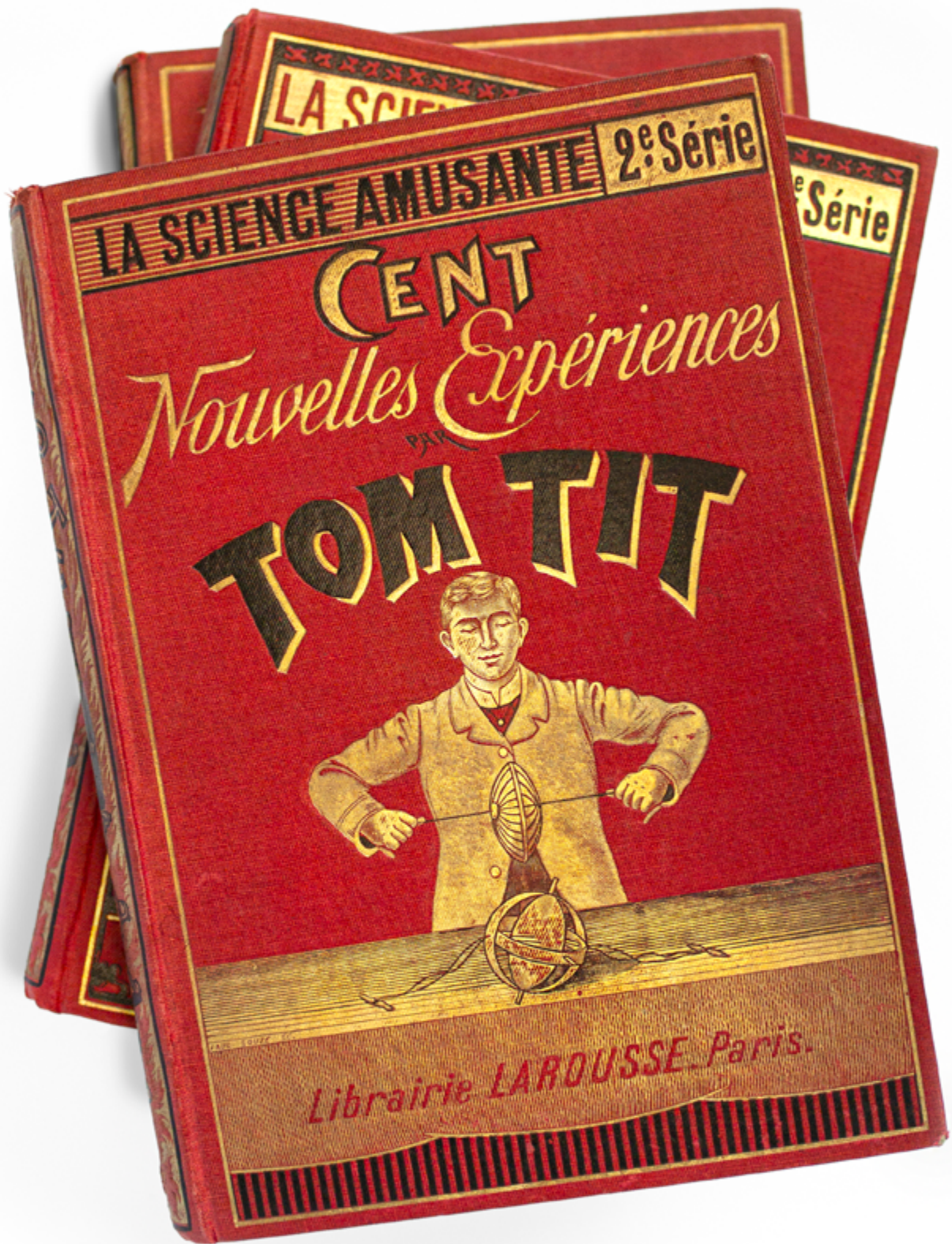




BLING!

*Petite collection
d'expériences qui font...*

PSCHITT!



Tom Tit (Arthur Good), *La Science Amusante 2^e Série. Cent Nouvelles Expériences*.
Vingt et unième édition, Librairie Larousse. Paris, 1892

Préface

La Nature est géniale! La preuve? Ce petit livre vous la donne en 43 tableaux.

Quarante-trois! C'est à peu près le nombre de tous les chapitres qu'il nous a fallu étudier pour réussir les travaux écrits de physique, de chimie, de biologie et de mathématiques lorsque j'étais écolier. Comment il se fait qu'ils ne m'aient pas dégoûté reste un mystère, mais combien de mes camarades sont alors à jamais tombé-e-s dans la conviction que la science est aride, ennuyeuse et incompréhensible? Il est vrai que, depuis lors, les bouquins scolaires de ces mêmes domaines sont devenus magnifiques. Chaque fois que j'en ouvre un, j'y prends un plaisir renouvelé.

L'évidence montre pourtant que le combat pour l'éducation inclusive de la science et de la Nature n'est pas gagné. « Oh Monsieur, moi, la physique, vous savez, je n'y ai jamais rien compris » et, quand on parle de « culture », pour la majorité des gens « cultivés », il va encore de soi qu'il s'agit exclusivement de la connaissance des œuvres humaines plutôt que de l'émotion de la relation à la Nature. Ainsi, fake news, réalité alternative, négation de la crise du climat et de la vie ont beau jeu chez celles et ceux qui n'ont pas acquis cette relation de confiance et de sympathie envers la réalité du monde.

Il y avait dans la bibliothèque de mes parents un bouquin de Tom Tit datant de 1890: « La science amusante ». Comme pour les Tintin que je savais par cœur, j'en ai assimilé patiemment du bout des doigts les 100 expériences. Il me semble que l'étrange bonheur que je continue de ressentir à chaque fois que la Nature me fait découvrir quelque chose de neuf doit beaucoup aux heures passées avec ce compagnon livresque.

La science a fait des progrès, la pédagogie aussi. « Petite collection d'expériences qui font PSCHITT! » est un livre génial. Il y a de tout, chimie, biochimie, biologie, physique, mathématiques. J'y vois un puissant antidote contre toutes les aberrations par lesquelles la réalité est aujourd'hui torturée. Surtout, j'y vois le joyeux chemin conduisant à cette tranquille confiance que la Nature est certes subtile, mais que, avec un peu de travail, on peut la comprendre. C'est un message d'action et de vie.



J. Dubochet

*Professeur Jacques Dubochet
Prix Nobel de chimie 2017*

Introduction

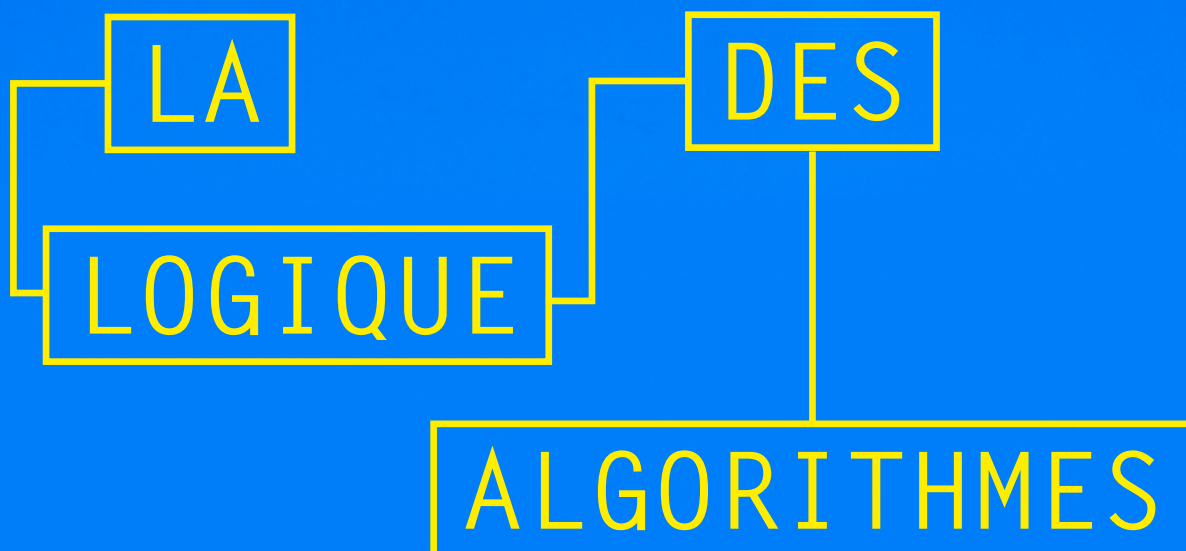
Entre 2015 et 2018, le journal Migros Magazine a collaboré avec différentes institutions romandes pour présenter chaque semaine une petite expérience scientifique aisée à réaliser à la maison. En quatre ans, près de 200 expériences ont été ainsi proposées par KidsUni de l'Université de Fribourg, l'Espace des inventions à Lausanne, le Scienscope de l'Université de Genève et le Service de promotion des sciences de l'EPFL. Ces partenaires ont souhaité donner une deuxième vie à ce très riche matériel en éditant un livre regroupant les meilleures expériences et en les enrichissant d'explications complémentaires. C'est la pétillante petite collection d'expériences qui font PSCHITT que vous avez en main! Elle est destinée à toutes les curieuses et tous les curieux de science et d'expérimentation ainsi qu'aux enseignant·e·s désireux·ses d'expérimenter en classe en leur mettant à disposition un outil simple et accessible.

Comment l'utiliser? C'est très simple. Feuillotez-la sans modération, repérez les expériences qui titillent votre curiosité et celle de vos enfants ou élèves. Regroupez le matériel nécessaire (pour l'essentiel, il s'agit de matériel courant que vous aurez déjà sous la main ou que vous vous procurerez facilement) et lancez-vous! Si ça ne marche pas du premier coup, ne vous découragez surtout pas, l'expérimentation c'est aussi ça et votre satisfaction n'en sera que plus grande lorsque ça marchera.

Nous vous souhaitons de belles découvertes et de joyeux moments de science!

Sommaire

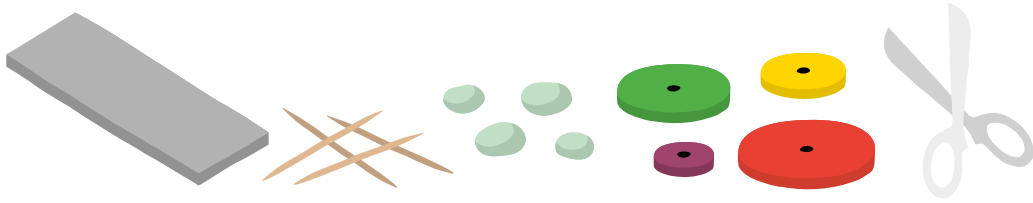
La logique des algorithmes ~~~~~	09	La formule de l'amour ~~~~~	97
Un parfum contre la dépression ~~~~~	13	Bombe à bâtonnets ~~~~~	101
Tu m'entends où ? ~~~~~	17	Slime ~~~~~	105
Super goûteur ~~~~~	21	Cocktail arc-en-ciel ~~~~~	109
Soulever le monde ? ~~~~~	25	Pâte à mode-lait ~~~~~	113
Petite graine deviendra plante ~~~~~	29	Ouh, c'est froid! ~~~~~	117
L'autoroute du soleil ~~~~~	33	Œuf mis à nu ~~~~~	121
Une bulle pour échapper à la tension ~~~~~	37	Des bulles psychédéliques ~~~~~	125
« Houston, on a un problème ! » ~~~~~	41	Des billes savoureuses ~~~~~	129
As-tu de bons réflexes ? ~~~~~	45	Un siphon, font, font... ~~~~~	133
Du métal qui s'allonge ~~~~~	49	Miam, du lait caillé! ~~~~~	137
Le chou caméléon ~~~~~	53	Goûter le nez bouché ~~~~~	141
Flèche folle ~~~~~	57	Tu m'vois ? Tu m'vois pas! ~~~~~	145
« J'aime pas l'eau » ~~~~~	61	Des fleurs tout en couleurs! ~~~~~	149
Des courbes coniques ~~~~~	65	Qui cuit un œuf, cuit un bœuf ~~~~~	153
Chaud ou froid ? ~~~~~	69	Eurêka! ~~~~~	157
C'est dans ton ADN ~~~~~	73	Ainsi fond, fond, fond... le petit glaçon ~~~~~	161
Bien au sec ? ~~~~~	77	Coriolis ~~~~~	165
À vol d'oiseau ~~~~~	81	De l'air aussi fort qu'Hercule ? ~~~~~	169
Message secret! ~~~~~	85	Balle en lévitation! ~~~~~	173
La tête à l'envers! ~~~~~	89	Dentifrice d'éléphant ~~~~~	177
La danse du moteur ~~~~~	93		



LA LOGIQUE DES ALGORITHMES

Les tours de Hanoï, un casse-tête qui va nous permettre de mieux comprendre ce qu'est un algorithme.





Matériel : du carton, 3 cure-dents, de la pâte à modeler, 4 disques de taille différente (en carton par exemple) et des ciseaux

3

Le but du jeu : déplacer sa tour sur un autre pic, en respectant les règles suivantes : ne déplacer qu'un disque à la fois et ne le placer que sur un emplacement vide ou sur un disque plus grand.

4

A toi de jouer ! Une fois que tu as réussi le défi, compte le nombre minimum de déplacements dont tu as eu besoin pour résoudre le casse-tête. Et essaie de trouver comment expliquer simplement les mouvements à effectuer.

Que se passe-t-il ?

Ce jeu de réflexion, baptisé Les tours de Hanoï, illustre ce qu'est un algorithme, à savoir une suite d'opérations qui permet de résoudre un problème. En effet, on finit par trouver une démarche qui se répète pour faire bouger sa tour en 15 coups :

1. déplacer le petit disque toujours sur le cure-dents suivant
2. effectuer ensuite un déplacement autorisé avec un autre disque
3. recommencer à l'étape 1

On peut maintenant résoudre le casse-tête sans avoir besoin de réfléchir, simplement en suivant l'algorithme. De même, ordinateurs et robots, parviendraient à effectuer cette tâche en exécutant l'algorithme.

Pour aller un peu plus loin...

Quinze coups, c'est le nombre minimum de déplacements pour résoudre ce casse-tête avec quatre disques. As-tu essayé avec cinq disques ? De combien de déplacements as-tu eu besoin ? L'algorithme énoncé ci-dessus est aussi valable pour cinq disques, ou même plus ! Il faudra juste un peu de patience, car le nombre de déplacements augmente fortement quand on augmente le nombre de disques. Voici la formule :

nombre minimum de déplacements = $2^n - 1$
(avec n le nombre de disques)

Avec cinq disques, il faudra donc 31 ($2^5 - 1$) déplacements, et avec six disques, 63 ! Patience et persévérance !

Pour être appelée algorithme, notre marche à suivre doit : se terminer en un nombre fini de mouvements, donner une solution au problème posé et ne pas être ambiguë, c'est-à-dire qu'elle ne peut pas laisser place au doute. C'est le

cas ici pour chacun de ces critères, y compris l'ambiguïté puisqu'il n'y a toujours qu'un seul mouvement autorisé à chacune des étapes.

La recherche dans ce domaine consiste à trouver des algorithmes qui permettent de résoudre des problèmes, et qu'ils soient les moins gourmands en ressources (temps ou nombre d'instructions, mémoire nécessaire) possibles. Il existe des algorithmes pour toutes sortes de problèmes informatiques et mathématiques : trier des nombres, rechercher des informations, trouver le plus court chemin dans un graphe, allouer de la mémoire à un programme, compresser des données, crypter des informations, etc.

C'est aussi un algorithme qui permet aux joueurs de Rubik's cube de résoudre leur casse-tête très rapidement.

liquide, pression, spray, air

Photo © François Schaefer

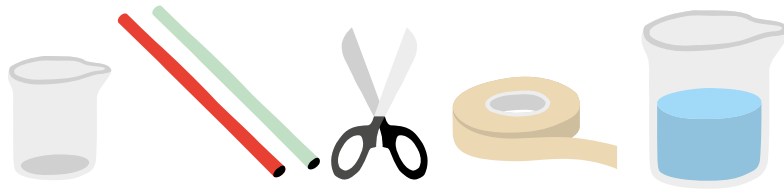


Un parfum
contre
la dépression

Un parfum contre la dépression

Comment marchent les sprays à parfum ?
Démonstration à l'aide de deux pailles,
d'un verre d'eau et d'un peu de souffle.





Matériel: 1 verre, 2 pailles, des ciseaux, 1 rouleau de Scotch et de l'eau



Que se passe-t-il ?

Lorsqu'un fluide, ici de l'air, est accéléré, sa pression diminue. Ce phénomène, appelé effet Venturi, est bien connu des pilotes d'avion et des fabricants de parfum. L'expérience du jour illustre le fonctionnement d'un spray. Le verre rempli d'eau peut être comparé à la bouteille de parfum, et la paille au petit tube en plastique qui baigne dedans. Lorsque tu souffles au sommet de la paille, une dépression se crée, aspirant ainsi l'eau vers le haut, jusqu'à débordement. Le liquide est alors propulsé dans le flux d'air vers l'avant comme avec un spray classique.

Pour aller un peu plus loin...

Le spray artisanal que tu as fabriqué est basé sur l'effet Venturi, du nom du savant italien qui a découvert ce phénomène. C'est un phénomène assez simple qui dit que lorsqu'un fluide (un gaz ou un liquide) subit une accélération, sa pression diminue. C'est un effet que nous utilisons à notre avantage dans bien des situations, par exemple dans les courses de Formule 1. À quoi peuvent bien servir les ailerons que les voitures arborent au-dessus de la tête des pilotes ? Pas très aérodynamique tout cela ! Et bien détrompe-toi, ces ailerons ont une utilité et sans eux, les voitures auraient bien du mal à adhérer sur le sol des circuits. En effet, l'air passant le long des ailerons parcourt un trajet plus important au-dessous de l'aileron qu'au-dessus. L'air sous l'aileron doit donc accélérer

pour parcourir cette distance plus grande, ce qui crée alors une dépression sous l'aileron. Elle a pour effet de plaquer la voiture au sol et d'assurer la meilleure adhérence possible à l'asphalte.

Ce principe est aussi utilisé en aéronautique. En effet, la forme des ailes des avions est bombée vers le haut, obligeant l'air passant au-dessus de l'aile à « accélérer » et ainsi créer une dépression. Cette fois-ci, à l'inverse de la Formule 1, l'avion est alors aspiré vers le haut. Ce n'est pas uniquement grâce à l'effet Venturi que les avions peuvent voler mais il participe beaucoup à la portance globale de l'avion. Sans lui, pas de vacances à Miami ou à Reykjavik !

corps humain, ouïe, oreille, perception

Tu m'entends Où ?



Tu m'enTends Où ?

Le pavillon de l'oreille est un peu comme un radar : il nous permet de savoir d'où proviennent les sons.

1

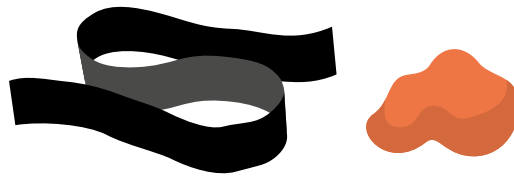


Pour cette expérience, il faut être deux! Bande les yeux de ta copine à l'aide d'un foulard épais. Assure-toi bien qu'elle ne voie effectivement plus rien du tout.

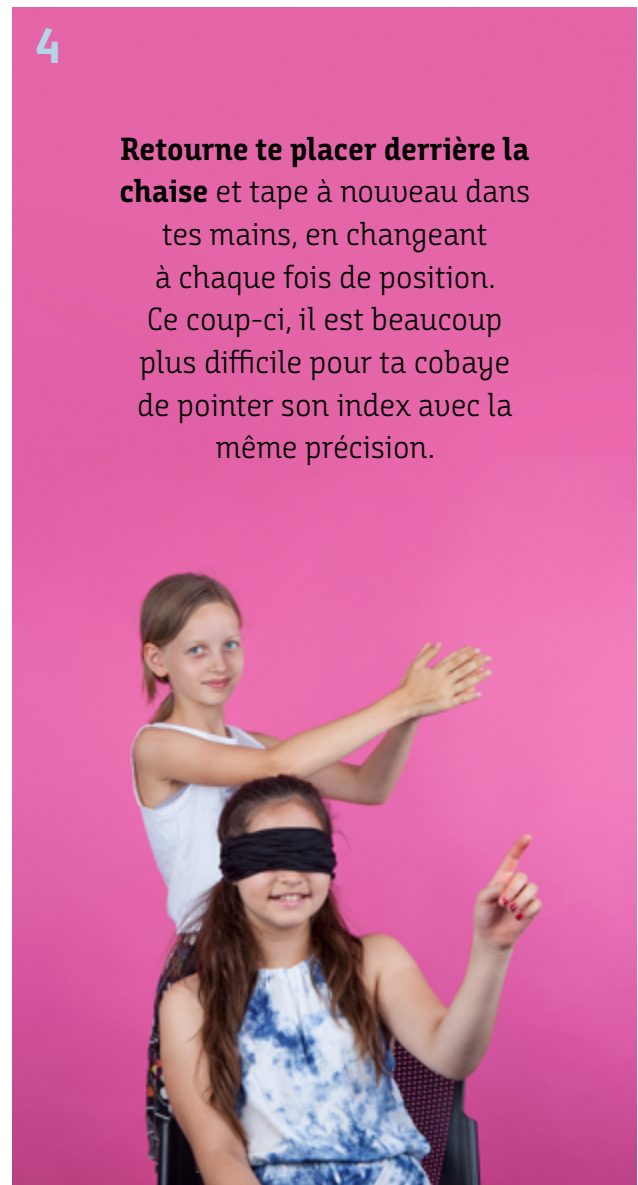
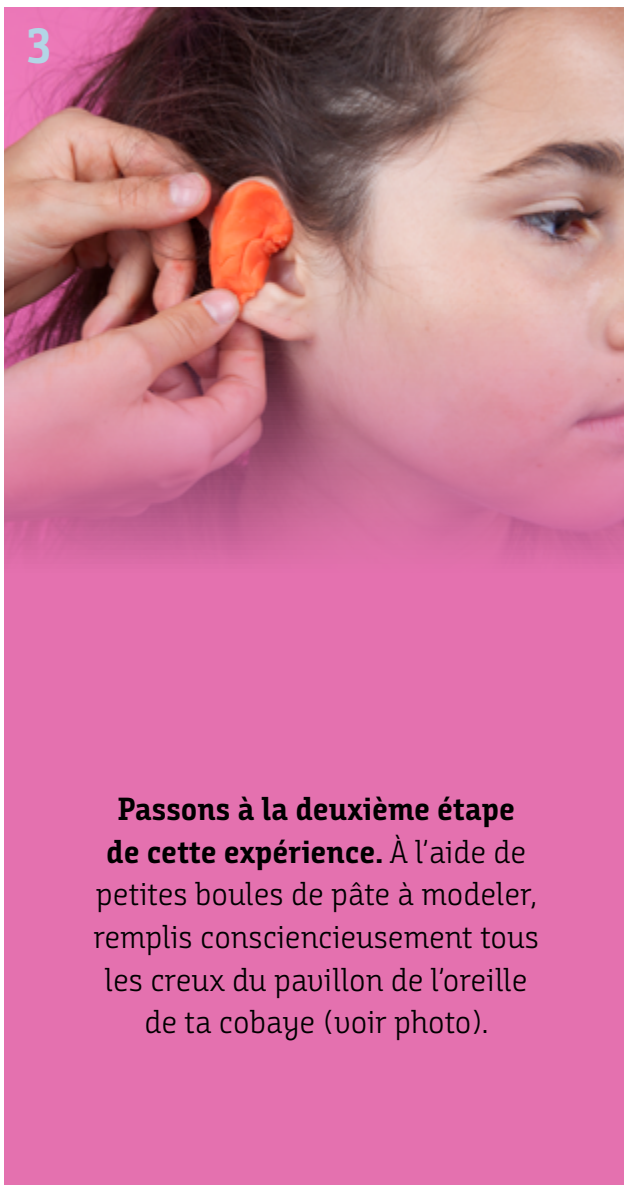
2



Tape maintenant dans tes mains. Une fois en haut à gauche de ta cobaye, une fois en bas à droite, une fois devant, etc. Attentive, celle-ci pointe à chaque fois le doigt au bon endroit.



Matériel : 1 foulard et de la pâte à modeler



Que se passe-t-il ?

Pour savoir d'où provient un son, nous utilisons divers mécanismes, notamment la différence d'amplitude entre nos oreilles et le décalage de l'arrivée du son entre celles-ci. Si un son vient de la gauche, on l'entend ainsi plus fort et en premier dans l'oreille gauche.

Mais cela ne nous permet pas de savoir si un son provient du haut, du bas, de devant ou de derrière. Ces indications-là nous sont fournies principalement par le pavillon de l'oreille, sur lequel les sons rebondissent. Changer sa forme comme dans cette expérience brouille donc nos perceptions.

Pour aller un peu plus loin...

Lorsque nos oreilles détectent un son, trois mécanismes sont utilisés pour déduire son origine. Les deux premiers se basent sur la différence d'intensité et le décalage de temps entre la détection par l'oreille gauche et l'oreille droite. Ce sont des indices « binauraux ».

Si nous n'utilisons que ces signaux, il est alors possible de situer l'origine d'un son sur l'axe gauche/droite, mais il reste impossible d'en situer la position exacte dans les autres directions.

En fait, on peut même construire géométriquement le « cône de confusion » duquel peut provenir le son : en connaissant la distance exacte de la source à chacune de nos oreilles, on peut en déduire que l'origine du son se trouve à l'intersection de deux sphères de rayons différents centrées sur chaque oreille. En deux dimensions, nous obtenons donc deux points, mais en trois dimensions, il s'agit de l'intersection de deux sphères, et nous obtenons un cercle sur lequel tous les sons produits seront perçus de la même manière par nos deux oreilles.

C'est pour se débarrasser de cette ambiguïté que nos oreilles ont un pavillon de forme complexe. Les sons provenant de devant, derrière, en haut ou en bas seront modifiés différemment en traversant différentes parties du pavillon. Cette modification physique du son s'appelle un indice « spectral ».

Notre cerveau pourra alors reconstituer l'origine des sons, car il est « calibré » pour notre forme de pavillon. Avec cette expérience, on altère la manière dont les sons sont transformés, et l'origine du son redevient ambiguë pour notre cerveau. On peut d'ailleurs remarquer qu'on ne se trompe pas au hasard, mais en général sur le cône de confusion.

Si on gardait la pâte à modeler quelques jours en place, notre cerveau pourrait se recalibrer, et nous serions à nouveau capable de détecter plus précisément l'origine des sons.

corps humain, goût, papille gustative

Photo © François Schaefer



SUPER GOÛTEUR

SUPER GOÛTEUR

Es-tu un « super goûteur » ?
Il suffit de réaliser cette expérience
simplissime pour le savoir.

1

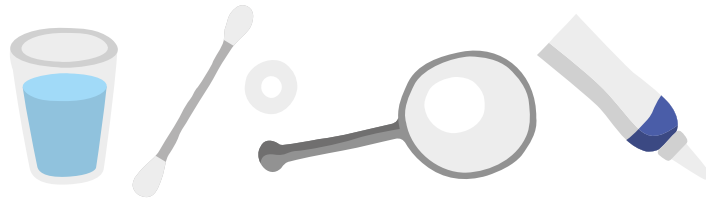


Tu auras besoin d'un verre d'eau, de colorant alimentaire, d'une loupe, d'un coton-tige et d'un œillet (ces rondelles autocollantes qui servent à renforcer les perforations des feuilles d'un classeur).

2



Verse quelques gouttes de colorant dans l'eau. Remue le liquide et plonges-y ton coton-tige. Ensuite, badigeonne ta langue avec, puis colle la rondelle au bout de celle-ci.



Matériel : 1 verre d'eau, 1 coton-tige, 1 œillet, 1 loupe et du colorant alimentaire

3

Demande ensuite de l'aide

à quelqu'un pour compter les papilles en forme de champignon à l'intérieur de l'espace défini par l'œillet. Vous pouvez utiliser une loupe pour mieux scruter ta langue.



4



Alors, quel type de goûteur es-tu ? Avec moins de 15 papilles, tu risques bien d'être un goûteur médiocre. En revanche, si tu as plus de 30 papilles, tu as de bonnes chances de faire partie des super goûteurs !

Que se passe-t-il ?

L'être humain est capable de distinguer cinq saveurs fondamentales : sucré, salé, acide, amer et umami (ou glutamate), grâce à des récepteurs situés au niveau des papilles gustatives. Mais seule une petite partie de la population est qualifiée de super goûteuse. Ces personnes-là ont en fait une hypersensibilité gustative, principalement pour tout ce qui est amer. Souvent, elles détestent le café, les pamplemousses ou les brocolis. Il semblerait que ce soit dû aux caractéristiques biologiques et anatomiques de leur langue.

Pour aller un peu plus loin...

Le système gustatif est constitué de cellules réceptrices du goût situées dans les papilles gustatives et localisées à différents endroits sur la langue et dans la bouche. Chez l'être humain, des récepteurs spécifiques, situés sur ces cellules, sont responsables de la perception du goût. Lorsque l'on mange un aliment, des molécules viennent se fixer sur les récepteurs et déclenchent une réponse dans notre cerveau.

La perception du goût diffère d'une personne à l'autre selon nos particularités génétiques et anatomiques. Dans la nature, le goût et la perception de certaines substances amères joueraient un rôle dans la protection contre des aliments potentiellement dangereux ou mauvais pour la santé. Certains individus ont une réponse plus élevée aux stimuli que le reste de la population et sont donc qualifiés de « super-goûteurs ». La cause exacte de cette

réponse amplifiée a longtemps été associée au nombre de papilles gustatives présentes sur la langue, mais des études plus récentes ont montré que des facteurs génétiques sont également en jeu.

Une variation dans un gène spécifique, appelé *TAS2R38*, est associée à la faculté de pouvoir ressentir le goût de certains aliments amers. En effet, ce gène code pour un récepteur situé sur les papilles gustatives, qui permet de capter une molécule appelée PTC, le Phénylthiocarbamide. Le PTC est un composé organique amer fabriqué par de nombreuses plantes, dont le brocoli et le chou de Bruxelles, qui l'utilisent comme répulsif pour se protéger. En fonction de ces variations génétiques, les personnes porteuses de la mutation seront capables, ou non, de sentir le goût amer du PTC.

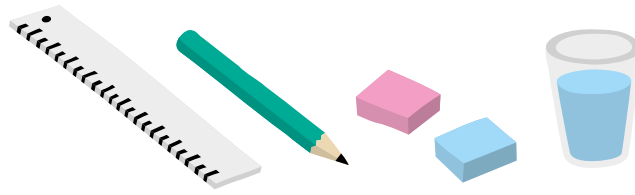


SOULEVER LE MONDE ?

SOULEVER LE MONDE ?

Soulever un verre d'eau avec un morceau de sucre ? Rien de plus facile quand on utilise le bon levier...





Matériel: 1 règle, 1 crayon, quelques morceaux de sucre et 1 verre d'eau

3



Selon toi, combien de morceaux de sucre devras-tu mettre à l'autre bout de la règle pour pouvoir soulever le verre d'eau ? Un, deux, trois ou quatre ? Beaucoup plus ? Ou est-ce tout simplement impossible ?

4



Rien ne vaut l'expérimentation.

Prends un premier morceau de sucre, puis dépose-le à l'extrémité opposée du verre. Le verre se soulève ! Pas besoin de plus de sucre, le tour est joué !

Que se passe-t-il ?

C'est Archimède qui aurait dit: « Donnez-moi un point d'appui et un levier, et je soulèverai le monde ! ». Notre challenge, lui, est plus modeste, puisqu'il consiste à lever un verre d'eau avec un morceau de sucre. Pour cela, il faut utiliser un levier (ici, la règle) posé sur un point d'appui (le crayon). Et ensuite, s'assurer que le bras de levier (celui sur lequel on met le sucre) est beaucoup plus long que le bras de charge (celui où se trouve le verre). En effet, si le point d'appui se trouve trop près du milieu de la règle, impossible de soulever le verre avec un seul morceau de sucre !

Pour aller un peu plus loin...

Le levier est un dispositif connu depuis bien longtemps, puisqu'Archimède en parle déjà au III^e siècle avant Jésus-Christ. Il se présente souvent sous la forme d'un simple bâton qui permet de soulever ou déplacer des objets très lourds en utilisant une force plus petite.

Pour utiliser un levier, il faut un point d'appui, ou pivot, c'est-à-dire l'axe autour duquel le levier peut tourner. Dans le cas de notre expérience, c'est le crayon. Ensuite, si l'on souhaite soulever un objet qui serait trop lourd autrement, il faut amplifier la différence de longueur entre les deux bras de levier. Pour cela, il faut que le pivot soit proche du poids à

lever et le plus éloigné possible de l'endroit où l'on appuie sur le levier pour soulever l'objet. Plus la différence entre ces deux distances est grande et plus il sera facile de soulever l'objet.

Mais soulever un objet en diminuant l'effort à fournir n'est pas sans conséquence. En effet, l'amplitude du mouvement du levier sera très grande pour soulever un objet sur une petite hauteur. Tu as pu constater que le verre de notre expérience ne s'est soulevé que de quelques millimètres alors que du côté du morceau de sucre, la règle a basculé sur plusieurs centimètres. Tu l'auras compris, ici, tout est question de compromis !

eau, graine, plante, photosynthèse

Photo © Mathieu Rod



Petite graine
deviendra
plante

Petite graine deviendra plante

De quoi ont besoin les graines pour germer et devenir de belles plantes ?
D'un peu d'amour et d'eau fraîche ?

1

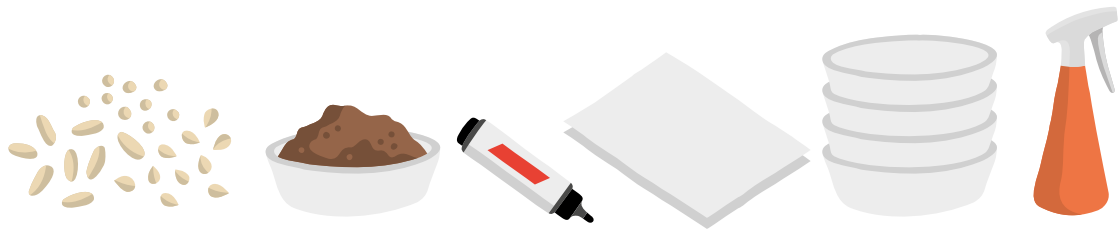


Pour cette leçon pratique de jardinage, tu as besoin de quelques graines (tournesol, lentille, cresson...), de terreau, d'eau (idéalement dans un vaporisateur), d'un stylo, de feuilles de papier et enfin de quatre assiettes creuses.

2



Remplis les assiettes de terreau, sème les graines et arrose trois des quatre assiettes. Puis, place la 1 à un endroit où il y a de la lumière, la 2 dans une pièce sans lumière et la 3 dans le frigo. Quant à la 4, c'est celle qui est privée d'eau.



Matériel: quelques graines (tournesol, lentille, cresson...), du terreau, 1 stylo, des feuilles de papier, 4 assiettes creuses et de l'eau (idéalement dans un vaporisateur)

3

Trois jours et quelques arrosages plus tard, compare les assiettes. Constates-tu déjà quelques différences ? Ce n'est pas encore très spectaculaire, alors remets-les à leur place...

4

Une semaine a passé depuis que tu as semé et les choses ont évolué. Surtout dans les assiettes 1 et 2 où les graines se sont réveillées. En revanche, ça roupille toujours du côté des assiettes 3 et 4.

Que se passe-t-il ?

Dans chaque graine, il y a un bébé plante qui sommeille avec tout le nécessaire pour le nourrir. Quelles conditions faut-il alors réunir pour le réveiller ? Eh bien, la graine a besoin – comme le montre cette expérience – d'eau et d'une température favorable. C'est pour cela qu'elle peut germer en étant enterrée dans le sol. C'est pour cela aussi qu'elle ne sort d'hibernation qu'une fois le printemps revenu. Après et seulement après la germination, la plante aura besoin – en plus de l'eau et de températures clémentes – de lumière et d'aliments pour pousser.

Pour aller un peu plus loin...

Le terme germination fait référence à toutes les étapes de transformation d'une graine pour devenir une nouvelle plante.

Les graines fraîchement produites sont dites dormantes, c'est-à-dire qu'elles ne germeront pas... C'est une adaptation qui permet à la plante de retarder la germination jusqu'au moment où les conditions seront optimales pour son espèce, comme la bonne saison. En effet, chaque type de graine germe à une température spécifique, et le froid peut ralentir, voire même stopper le processus.

Les premiers jours, la graine est autonome et n'a pas besoin de terre pour germer. Une fois les réserves de la graine épuisées, la plantule devra puiser dans son environnement certains nutriments importants pour bien continuer sa croissance. Elle aura donc besoin d'un substrat pour s'approvisionner en eau, oxygène et minéraux. L'eau permettra d'activer

le métabolisme de toutes ses cellules et s'il fait trop sec, la matière fraîche ne se développera pas. Mais attention, l'excès d'eau risque aussi de la faire moisir ou de l'asphyxier.

En plus d'un substrat bien humide, la graine aura besoin de lumière. Pourtant, au tout début, elle pourra s'en passer pour germer, (ce qui arrange bien celles enfouies dans la terre !). La plantule aura ensuite besoin de lumière pour continuer son développement grâce à la photosynthèse. C'est le processus par lequel la plante transforme du dioxyde de carbone (CO_2) et de l'eau en glucose et en oxygène au moyen de l'énergie de la lumière (du soleil). Le glucose est un élément essentiel pour construire et renouveler les cellules qui forment la plante.

Ainsi, ces conditions étant réunies, la germination peut commencer avec la sortie du radicule (germe).

lumière, graine, plante, photosynthèse

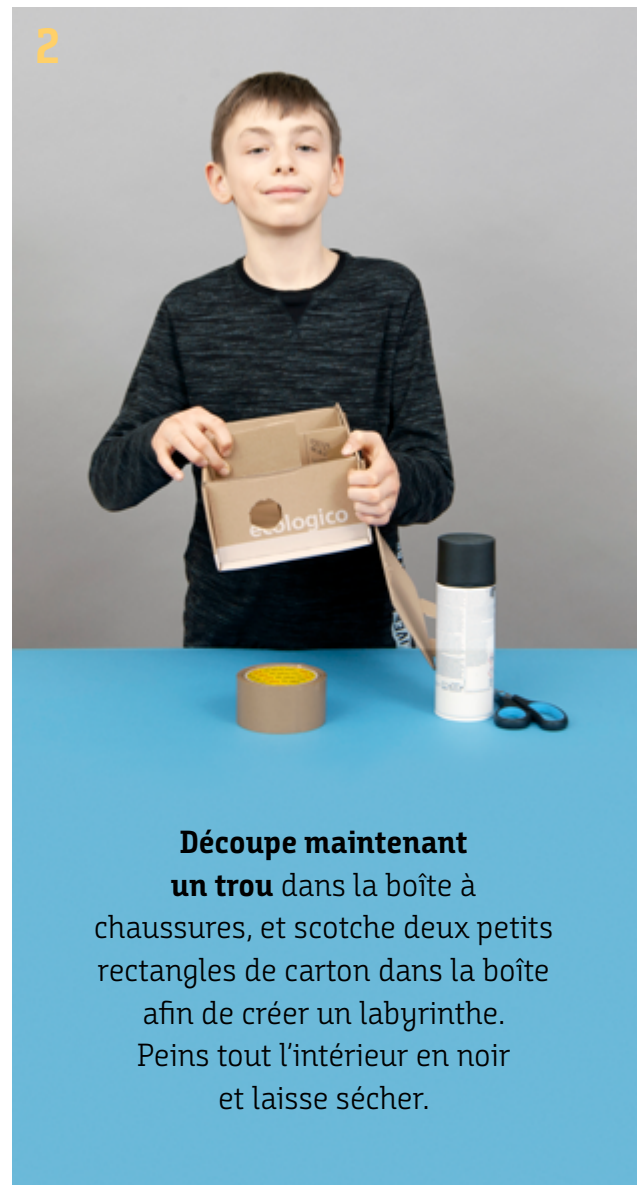
Photo © François Schaefer



L'AUTOROUTE DU SOLEIL

L'AUTOROUTE DU SOLEIL

Besoin de faire la lumière sur le phototropisme ? Ne reste pas dans l'ombre et découvrons tout ça ensemble !





Matériel : du papier absorbant, 1 boîte en carton (type boîte à chaussures), du carton, 1 sac plastique zip, des ciseaux, du Scotch, 1 pot avec de la terre, quelques graines de haricot, de la peinture noire et de l'eau



Prélève quelques graines germées du sac plastique et place-les dans le pot rempli de terre. Mets le pot au centre de la boîte, comme sur la photo. Arrose légèrement, referme la boîte et place le tout près de la fenêtre.



Ouvre la boîte une fois par jour pour arroser afin que la terre reste légèrement humide. Observe bien l'évolution, au bout de quelques jours, ta plante devrait trouver son chemin vers la lumière.

Que se passe-t-il ?

Dans cette expérience, on peut observer que la plante est capable de se courber pour se diriger vers la lumière. À la pointe des tiges, si la lumière n'est pas homogène, ce qui est le cas dans notre expérience, les cellules non éclairées ou peu éclairées s'allongent plus que les cellules très éclairées, ce qui crée une courbure de la tige en direction de la lumière. On appelle cela le phototropisme.

Une plante a effectivement besoin de lumière pour vivre et pouvoir effectuer la photosynthèse, ce phénomène qui permet à la plante de produire du sucre, donc de l'énergie et de la matière pour vivre et grandir.

Pour aller un peu plus loin...

Tout autant que l'eau, l'air et les nutriments provenant de la terre, la lumière est un élément vital pour les plantes. Lors de leur croissance, elles s'orientent en direction de la lumière du soleil, ce qui permet à la photosynthèse d'avoir lieu. La photosynthèse est un processus qui transforme de l'eau et du dioxyde de carbone en oxygène et en sucre, source d'énergie indispensable pour la croissance et le métabolisme de la plante.

Le mot tropisme définit la capacité de s'orienter en direction de quelque chose. Dans cette expérience, on s'intéresse au phototropisme, c'est-à-dire la croissance orientée de la plante en direction de la lumière: en modifiant sa trajectoire de croissance, elle capte mieux les rayonnements du soleil. Il existe d'autres sortes de tropismes, comme le gravitropisme qui est la croissance orientée de la plante par rapport à la gravité (l'attraction de la Terre).

Une plante grandit car les cellules à son extrémité (appelée apex) se divisent. Sa croissance est due à l'auxine, une hormone indispensable à son développement. Si la lumière provient d'un seul côté de la plante, parce que l'exposition n'est pas optimale, la plante va chercher à se réorienter en redistribuant l'auxine du côté « à l'ombre ». Les cellules côté ombre vont donc s'allonger plus vite et créer une courbure de la plante en direction de la lumière: on parle de croissance asymétrique.

Pour compléter cette expérience, il est possible de faire en parallèle deux autres labyrinthes. Le premier qui servirait de contrôle négatif, en absence totale de lumière, et le second, un contrôle positif, totalement exposé à lumière (dans une boîte ouverte).

C'est une démarche scientifique qui permet de valider que la lumière est bien à l'origine du phénomène observé!

bulles, savon, membrane, tension superficielle

Une bulle pour échapper à la tension



Une bulle pour échapper à la tension

Pas du genre expansives, les bulles de savon se font toujours toutes petites, comme le montre cette expérience.

1

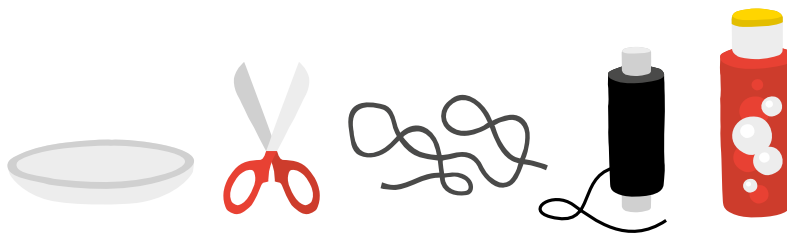
D'abord, il faut réunir tout le matériel nécessaire à la réalisation de cette expérience : fil de fer, savon à bulles, bobine de fil, ciseaux et assiette à soupe. C'est bon ? Alors au boulot !



2



Après avoir fait une boucle avec le fil de fer, tisse une toile avec le fil à coudre, comme sur la photo. Si c'est trop difficile, n'hésite pas à demander de l'aide à une personne plus grande que toi.



Matériel: 1 assiette à soupe, des ciseaux, du fil de fer, 1 bobine de fil et du savon à bulles



Que se passe-t-il ?

Quelle est la forme d'une bulle de savon? Sphérique, bien entendu! Bien entendu? Oui, parce qu'il existe un phénomène que les scientifiques appellent tension de surface, qui impose à la bulle d'adopter la forme la plus économe en termes de surface, donc de prendre le moins de place possible. C'est aussi ce que montre notre expérience. Quand tu perces la membrane de savon située au centre du dispositif, les trois autres membranes réduisent le plus possible leur surface et, du coup, les fils du centre de la toile sont attirés vers l'extérieur, et on obtient donc un cercle.

Pour aller un peu plus loin...

Dans un liquide comme l'eau, les molécules sont faiblement liées les unes aux autres. À la surface du liquide, les molécules d'eau ne sont plus entourées de toutes parts par d'autres molécules d'eau, mais sont également en contact avec l'air au-dessus d'elles. Par conséquent, ne pouvant nouer des contacts avec ce qui se trouve en dessus, elles vont former des liens plus étroits avec les autres molécules d'eau qui sont à côté d'elles. Elles forment alors une surface plus « solide » même si c'est un liquide, un peu comme une peau.

Dans notre expérience, lorsque le savon recouvre toutes les surfaces, les forces de tensions entre celles-ci sont partagées afin que chaque surface soit la plus petite possible. Dès que l'on perce la pellicule de savon centrale, les surfaces l'entourant vont alors pouvoir devenir encore plus petites, étirant au maximum la surface devenue vide. Et en géométrie, pour un périmètre donné (donc une longueur de

ficelle donnée, comme dans notre expérience), la surface ayant la plus grande aire est délimitée par un cercle.

La tension de surface de l'eau s'observe très facilement dans la vie de tous les jours. C'est elle qui permet à certains insectes, comme les gerris, de marcher sur l'eau; c'est elle également qui permet aux gouttes de rosée de se déposer au matin et de rester sur les feuilles des arbres et des fleurs.

Tu peux également observer la tension de surface de l'eau en remplissant un verre à ras-bord. Si tu verses tout doucement l'eau dans le verre, tu verras que tu peux remplir le verre un peu plus haut que le bord et que la surface de l'eau est bombée vers l'extérieur. Ce phénomène est dû à la tension de surface de l'eau, qui maintient la cohésion de la surface du liquide et empêche le verre de déborder!

réaction chimique, pression, gaz



Photo © Mathieu Bernard Reymond

«HOUSTON,
ON A UN PROBLÈME! »

« HOUSTON, ON A UN PROBLÈME ! »

**Fabriquer une fusée, c'est pas compliqué!
La preuve par cette expérience
aussi sidérante que sidérale.**

1



Pour fabriquer une fusée à réaction, tu as besoin d'une boîte de film ou de pellicule photo, d'un cachet effervescent (vitamine C par exemple) et d'un peu d'eau.

2



Il est temps de passer à l'action. Verse avec précaution de l'eau dans la boîte en plastique. Remplis-la jusqu'à la moitié environ. Place-toi maintenant dans un endroit qui ne craint pas d'être sali.



Matériel: 1 boîte de film ou de pellicule photo,
1 cachet effervescent (vitamine C par exemple) et de l'eau

3



Tu es prêt ? Pour la suite, il faut aller assez vite. Plonge le cachet effervescent dans la boîte. Sans attendre, ferme la boîte, pose-la à l'envers sur la table et éloigne-toi promptement.

4



Le compte à rebours a démarré : 5, 4, 3, 2, 1!
La fusée décolle en projetant un jet de liquide derrière elle !

Que se passe-t-il ?

Plongé dans l'eau, le cachet fait des bulles. En fait, il libère un gaz, le dioxyde de carbone ou CO_2 . Du coup, la pression à l'intérieur de la boîte augmente jusqu'à ce que le bouchon explose. L'eau est alors éjectée violemment de la capsule et cette dernière décolle. C'est le même principe que les vraies fusées. Sauf que l'eau remplace ici le carburant. Attention, cette expérience est à réaliser avec le concours d'un adulte et de préférence à l'extérieur de manière à éviter d'inonder la cuisine ou la salle de bain !

Pour aller un peu plus loin...

Dans la réalité, les fusées utilisent un autre carburant, mais pas de l'essence ou du diesel ni même du kérosène, qui est lui, employé dans les avions ! Le carburant des fusées doit être beaucoup plus efficace ! Le plus utilisé est l'hydrogène : de grands réservoirs d'hydrogène et d'oxygène sont placés sous les fusées ou les navettes spatiales. Lors du lancement d'une fusée, les deux gaz sont mélangés et des étincelles vont initier une réaction chimique pour produire... de l'eau ! C'est une réaction chimique extrêmement rapide, pour ne pas dire explosive, et « exothermique ». Cela signifie que, lors de cette réaction, une énorme quantité de chaleur est produite. On voit alors de grandes flammes suivies d'un immense panache de fumée jaillir des propulseurs.

Ce panache de fumée est en fait de la vapeur d'eau expulsée des réservoirs de l'engin en très grande quantité et de manière très rapide.

Selon le principe mécanique d'action-réaction, l'expulsion de la vapeur d'eau produit une poussée très grande et permet le décollage de la fusée.

Quand on sait qu'une fusée pèse plusieurs centaines de tonnes, on imagine aisément à quel point la poussée doit être importante ! Pour soustraire une fusée des effets de la gravité terrestre et la faire décoller, sa vitesse d'échappement doit atteindre 11,2 km par seconde, soit une vitesse de l'ordre de 40'000 km par heure (à cette vitesse, l'engin ferait le tour de la Terre en une heure). Oh là là, on imagine aussi la pression énorme que doivent subir les astronautes qui veulent atteindre les étoiles !

As-tu de bons réflexes ?



As-tu de bons réflexes ?

Aussi bons que ceux
d'un-e champion-ne de sprint ? 3, 2, 1...
Calcule ton temps de réaction !

1

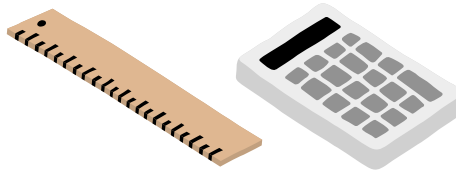
Coude à angle droit, avant-bras tendu (comme le garçon à droite de la photo), ouvre pouce et index d'environ 3 cm. Demande à un copain de tenir une règle graduée au-dessus de ta main en forme de pince, avec le 0 de la règle à hauteur de tes doigts.



2

Sans prévenir, il lâche alors la règle graduée. Tente de la saisir entre le pouce et l'index aussi vite que tu peux ! Sur quelle graduation se sont refermés tes doigts ?





Matériel: 1 règle graduée et 1 calculatrice

3

20 centimètres ? 25 centimètres ?

30 centimètres ? C'est cette mesure qui va te permettre de calculer ton temps de réaction. Il est donc temps de t'emparer de ta calculatrice et d'appliquer la formule suivante.



4

Temps (seconde) = racine carrée de la distance (cm) divisée par 22,14. Donc, si tu as attrapé la règle sur la graduation 25 cm, ton temps de réaction est 5 (= la racine carrée de 25) divisé par 22,14, soit 0,226 seconde.



Que se passe-t-il ?

Lorsque la règle commence à tomber, la rétine perçoit ce mouvement et transmet l'information au cerveau via le nerf optique. Notre centre de commande interprète alors ce signal et ordonne aux doigts d'attraper la règle. Ce processus prend évidemment un certain temps et ne peut donc pas être compressé au delà d'une limite physiologique. C'est ce qu'on appelle le temps de réaction ! Cette durée change d'une personne à l'autre (selon que l'on est doté ou non de bons réflexes). Elle a tendance à s'allonger avec l'âge et varie encore avec la concentration.

Pour aller un peu plus loin...

Le temps de réaction, qu'on appelle aussi temps de réponse, correspond au temps qui passe entre le moment où nous percevons un stimulus (événement qui attire notre attention) et celui où nous y répondons. C'est une durée physiologique qui dépend de plusieurs facteurs :

- La complexité du stimulus : plus un stimulus est complexe, plus le temps de réaction est important.
- L'état de la personne : la fatigue, le manque d'attention, l'âge plus avancé, la consommation d'alcool ou de drogue, et certaines maladies sont des paramètres qui allongent le temps de réaction.
- La préparation au stimulus : quand il faut réagir à un stimulus connu et testé ou qu'on est dans l'attente du stimulus, on est plus rapide.
- Le type de stimulus : chaque modalité sensorielle engendre un temps de réaction différent. Par exemple, le temps de réaction à un stimulus auditif est inférieur à celui lié à un stimulus visuel.

Dans les cas les plus favorables, le temps de réaction se rapproche de 0,1 seconde. C'est par exemple l'athlète dans les starting-blocks qui attend le coup de feu du départ et qui est entraîné-e à cette situation. S'il quitte les starting-blocks en moins de 0,1 seconde après le coup de feu, c'est un faux départ.

Dans les meilleures conditions, le temps de réaction d'une personne au volant de sa voiture est d'une seconde. Si les conditions sont mauvaises (brouillard, pluie, nuit,...) ou si le conducteur est alcoolisé ou fatigué, ce temps peut être sensiblement augmenté. Cela signifie qu'une personne au volant qui roule à 60 km/h et qui voit un objet sur la chaussée aura, dans le meilleur des cas, parcouru 17 mètres avant de commencer à freiner.

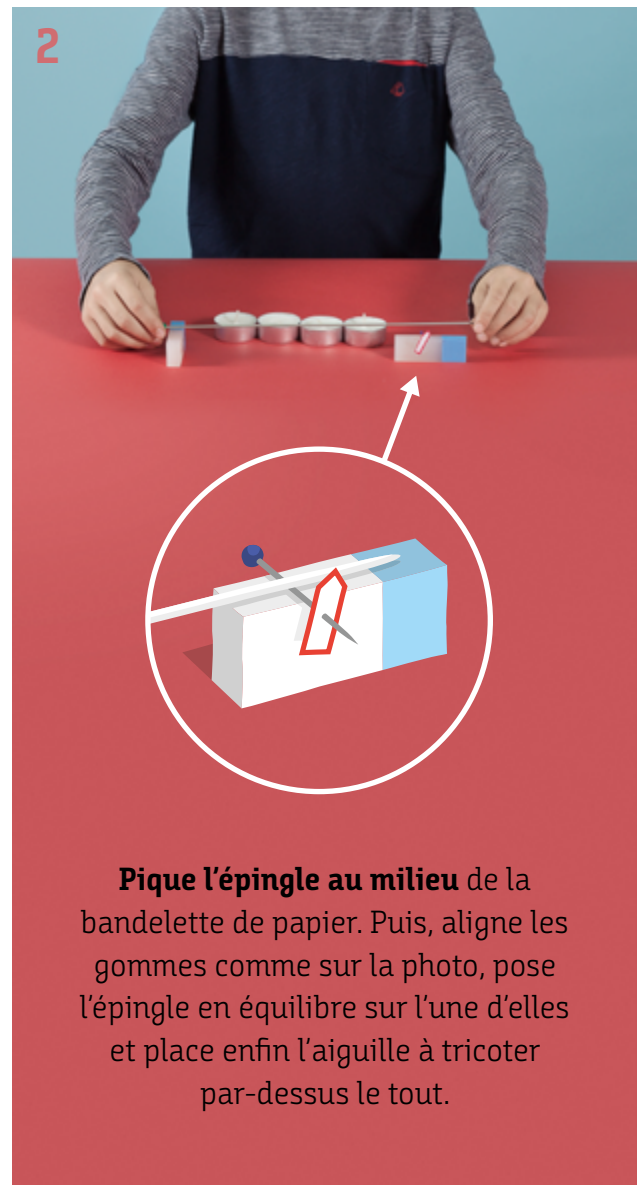
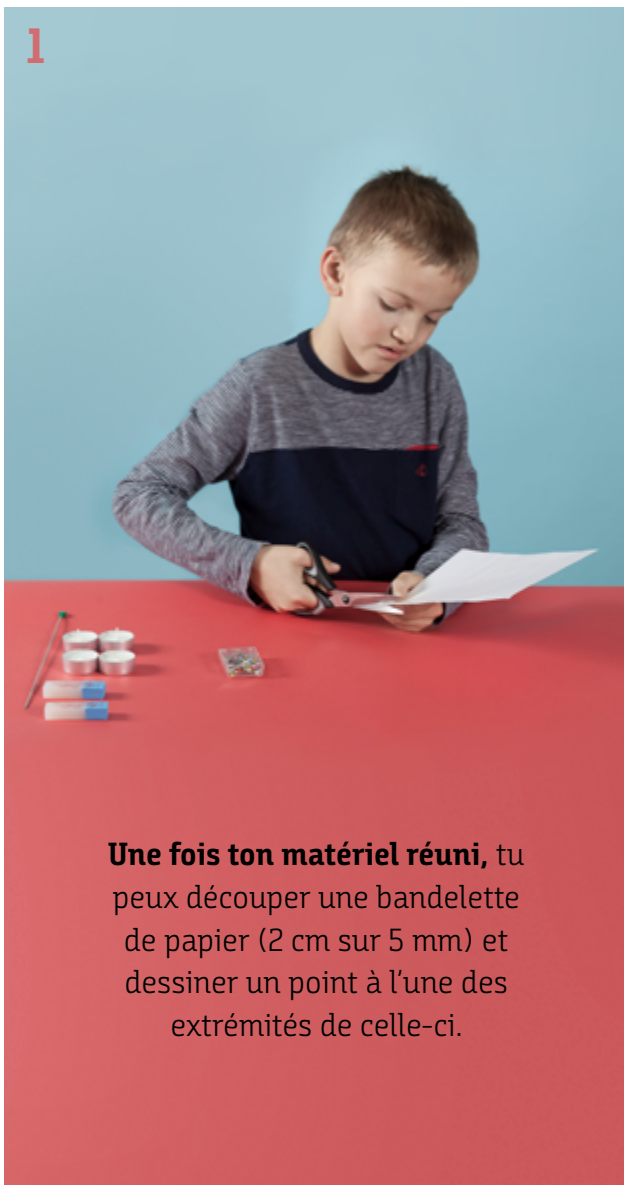
température, dilatation

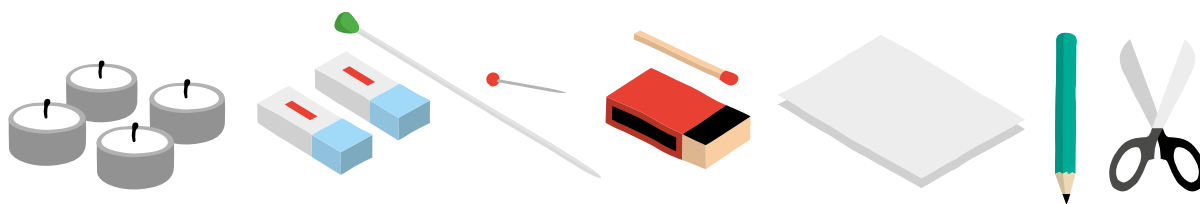
DU MÉTAL QUI S'ALLONGE



DU MÉTAL QUI S'ALLONGE

Une aiguille à tricoter qui s'allonge comme le nez de Pinocchio ? L'expérience, on vous le promet, en vaut la chandelle...





Matériel: 4 bougies, 2 gommes, 1 aiguille à tricoter, 1 épingle, 1 boîte d'allumettes, du papier, 1 crayon et des ciseaux

3



Comme on ne doit pas jouer avec le feu, c'est le moment d'appeler à la rescousse un-e adulte pour allumer les bougies. Tu peux ensuite les glisser délicatement sous l'aiguille.

4



Maintenant, observe bien la bandelette de papier ! Que se passe-t-il ? Eh oui, l'épingle tourne sur son axe... Après tu peux souffler les bougies, mais laisse l'aiguille refroidir avant de t'en saisir.

Que se passe-t-il ?

La matière est constituée d'atomes, des « grains » si minuscules que l'on ne peut pas les voir à l'œil nu. Même s'ils ont l'air immobiles, ces atomes sont perpétuellement en mouvement. Et il se trouve que la chaleur les fait s'agiter encore davantage. Or, plus les atomes bougent, plus ils ont besoin de place. C'est ce phénomène, appelé dilatation, que l'on observe lors de cette expérience. En effet, chauffée par la flamme des bougies, l'aiguille à tricoter augmente de volume, s'allonge et fait ainsi rouler l'épingle qui se trouve sous elle...

Pour aller un peu plus loin...

La matière est constituée de molécules, elles-mêmes composées d'atomes. Dans une matière à l'état solide, comme dans l'aiguille à tricoter par exemple, les molécules sont fortement liées entre elles. C'est pour cela qu'un solide ne se déforme pas sans une intervention externe. Ces liaisons n'empêchent toutefois pas les atomes de « vibrer » autour de leur position d'équilibre. Plus on va chauffer notre solide, plus cette vibration va être grande. D'ailleurs, quand tu mesures une température avec un thermomètre, tu es en fait en train de mesurer l'agitation des atomes et des molécules !

Si l'on chauffe suffisamment un solide, les molécules qui le composent vont se mettre à vibrer si fort qu'elles vont casser certaines des liaisons qui les unissaient. La matière va donc passer de l'état solide à l'état liquide, on parle de fusion. Dans la matière liquide, les

molécules peuvent bouger et glisser les unes sur les autres. C'est pour cette raison qu'un liquide ne garde pas une forme constante, mais s'adapte au récipient dans lequel on le met en conservant son volume.

Si l'on continue de chauffer, les molécules se mettent à bouger à un tel point qu'elles ne sont plus du tout liées entre elles. On passe de l'état liquide à l'état gazeux lors d'un processus appelé vaporisation. La matière gazeuse tend à occuper tout le volume dont elle dispose. Contrairement à la matière solide et liquide, les gaz sont facilement compressibles.

L'eau est la seule matière naturellement présente sur Terre sous ses trois états (glace, eau et vapeur).

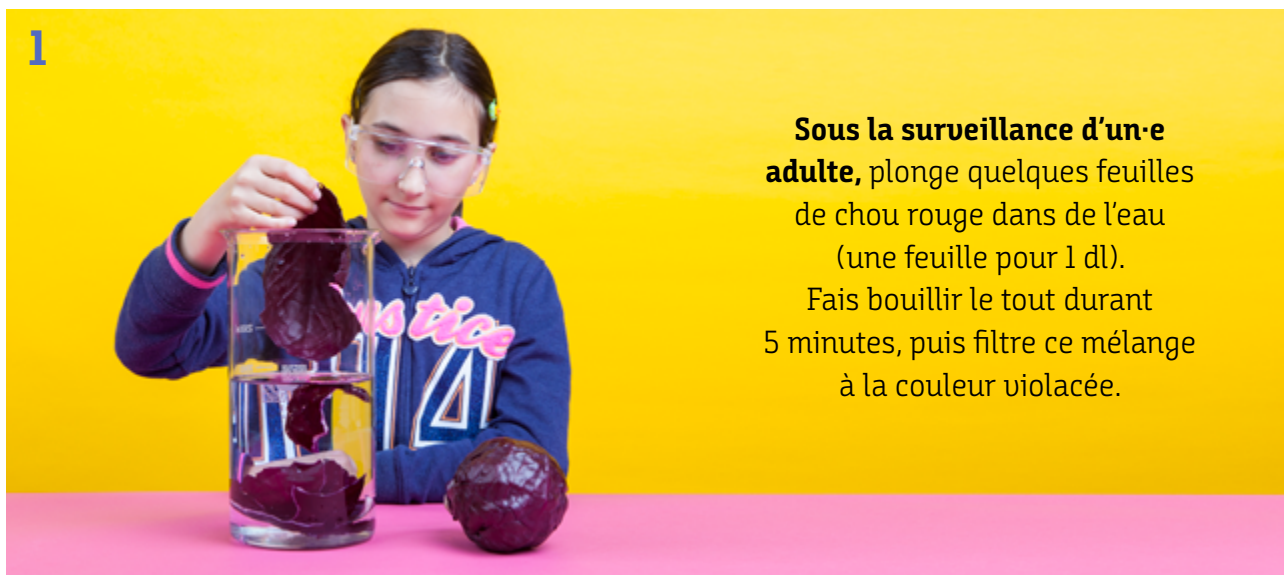


Le chou caméléon

Le chou caméléon

Acide ou basique ? Un peu de chimie dans la cuisine pour en faire voir de toutes les couleurs à un chou, ça te tente ?

1



Sous la surveillance d'un-e adulte, plonge quelques feuilles de chou rouge dans de l'eau (une feuille pour 1 dl). Fais bouillir le tout durant 5 minutes, puis filtre ce mélange à la couleur violacée.

2



Tu as maintenant besoin de trois verres transparents que tu vas remplir jusqu'à la moitié avec ce mélange – l'indicateur coloré en jargon scientifique – obtenue lors de la première étape.



Matériel : 1 bouilloire, 1 récipient, 1 cuillère à café, 3 verres transparents, 1 chou rouge, du jus de citron, de la poudre à lessive, 1 passoire et de l'eau (même si elles sont très jolies, les lunettes de protection ne sont pas nécessaires pour faire cette expérience !)

3



Ensuite, verse quelques gouttes de jus de citron dans le verre de gauche (comme sur la photo) que tu vas agiter avant de le reposer. Puis dilue 1 cuillère à café de poudre à lessive dans celui de droite.

4



Qu'observes-tu maintenant ?
Que la solution a changé de couleur dans les deux verres où l'on a ajouté un produit : elle a viré au rose dans celui de gauche et au jaune dans celui de droite.

Que se passe-t-il ?

Dans cette expérience, on utilise du simple chou rouge comme indicateur de pH, ce qui va nous permettre de « mesurer » le degré d'acidité ou de basicité d'une substance. Lorsque l'on ajoute un produit acide (comme ici quelques gouttes de citron), le liquide va rosir, voire rougir parfois. Et quand on y verse un produit basique, il va devenir vert (avec du bicarbonate de soude) ou jaune (avec de la poudre à lessive). A vous maintenant de jouer ! Vous pouvez refaire l'expérience avec d'autres solutions encore et encore !

Pour aller un peu plus loin...

La couleur du chou rouge, comme celle des baies ou des raisins, est due aux anthocyanes, une famille de pigments naturels qui produisent la couleur rouge, violette ou bleue des fruits, des fleurs et des légumes. Ces colorants naturels servent à attirer les insectes pour la fertilisation et la propagation, mais aussi à protéger les fruits, les baies et les fleurs contre les dommages causés par le rayonnement ultraviolet du soleil.

Les anthocyanes sont des pigments solubles dans l'eau. Leur structure moléculaire permet d'accepter ou de donner des protons (atomes d'hydrogène portant une charge positive). Ces deux propriétés les rendent sensibles au pH. Dans un milieu de pH acide, la molécule acceptera les protons et sa couleur virera au rouge. Dans un milieu de pH basique, la molécule sera capable de donner des protons et sa couleur virera d'abord au bleu puis au vert. Ainsi, si un chou pousse sur un sol avec un pH acide, ses feuilles seront plutôt rouges ; au contraire, sur un sol basique, les feuilles

seront plutôt bleues. En cuisine, cette propriété est utilisée en ajoutant un peu de citron dans le chou cuit pour obtenir la couleur rougeâtre désirée.

Les anthocyanes sont aussi connus pour leur effet protecteur contre les radicaux libres (espèce chimique qui réagit très fortement avec des molécules environnantes), ce qui leur confère une activité biologique antioxydante. Ils ont aussi une action préventive sur les lésions de l'ADN, la formation des cancers, du diabète et de l'obésité. Par conséquent, la consommation régulière d'aliments riches en anthocyanes a été associée à une réduction du risque de développer des maladies chroniques.

Les anthocyanes sont également utilisées comme composants de cellules solaires incorporées à des vitres. Cette application est déjà utilisée à l'aéroport de Genève ou au SwissTech Convention Center de l'EPFL.

illusion d'optique, lumière, réfraction

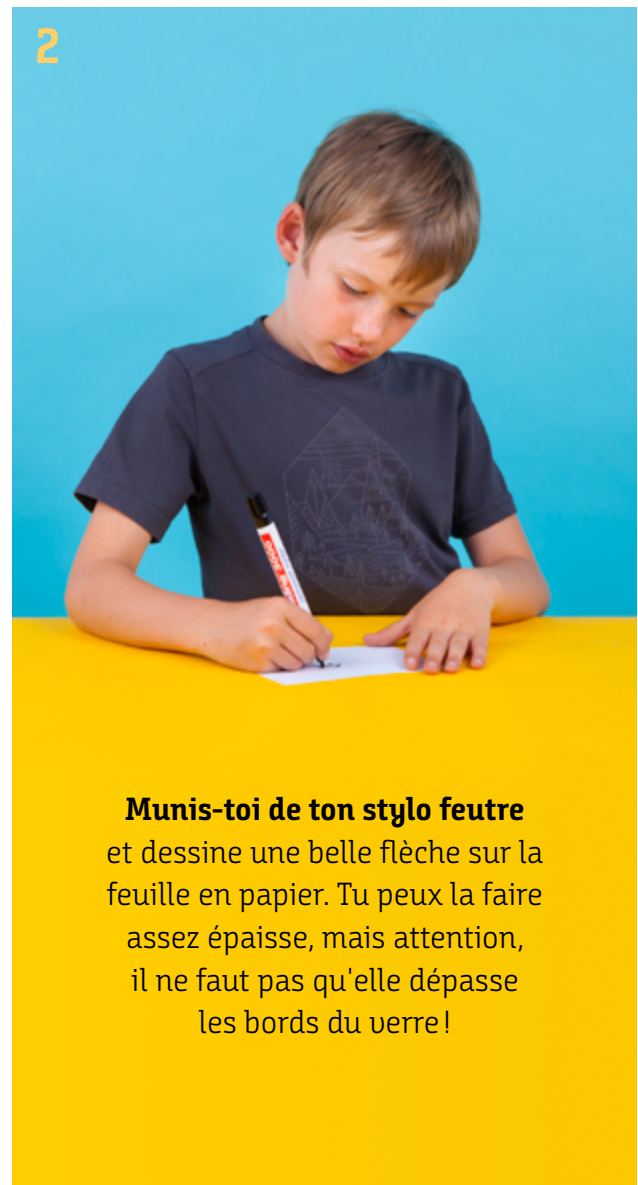
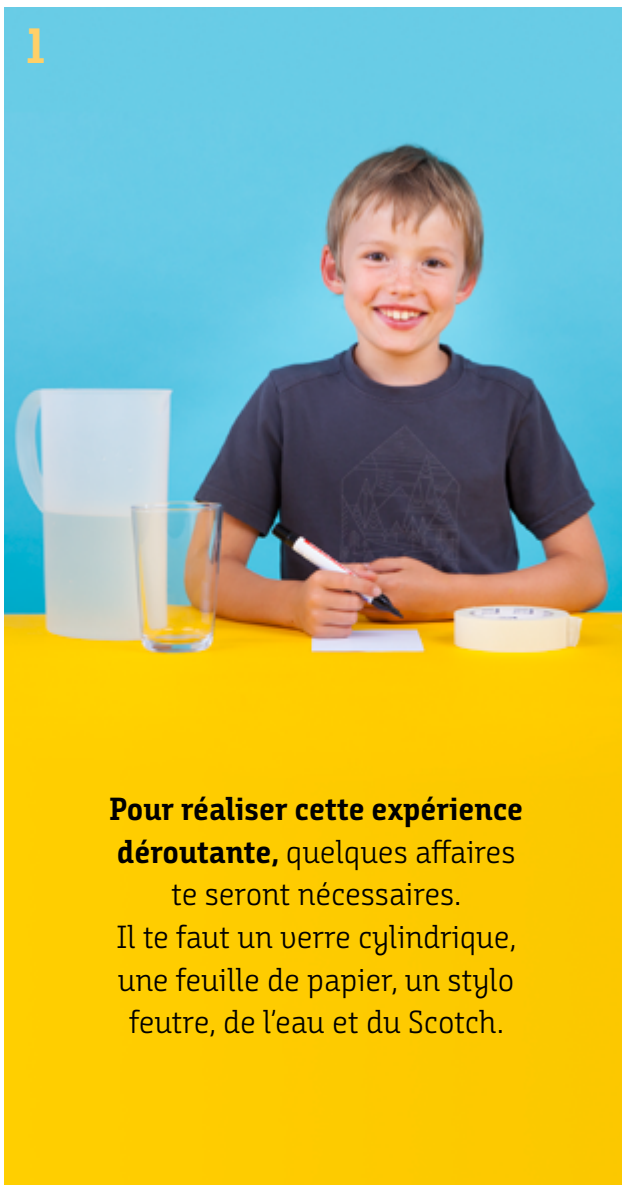
Photo © Mathieu Rod

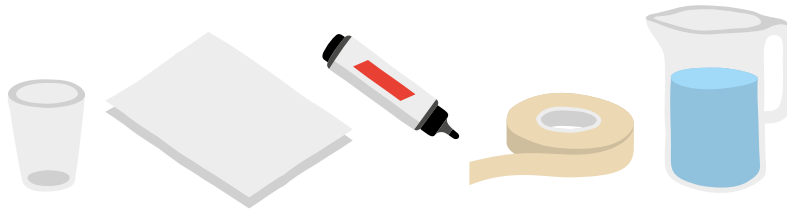


← FLÈCHE
FOLLE →

← FLÈCHE FOLLE →

Elle est folle, la flèche ! Une fois, elle indique la droite. Une autre, la gauche. A-t-elle perdu le Nord ?



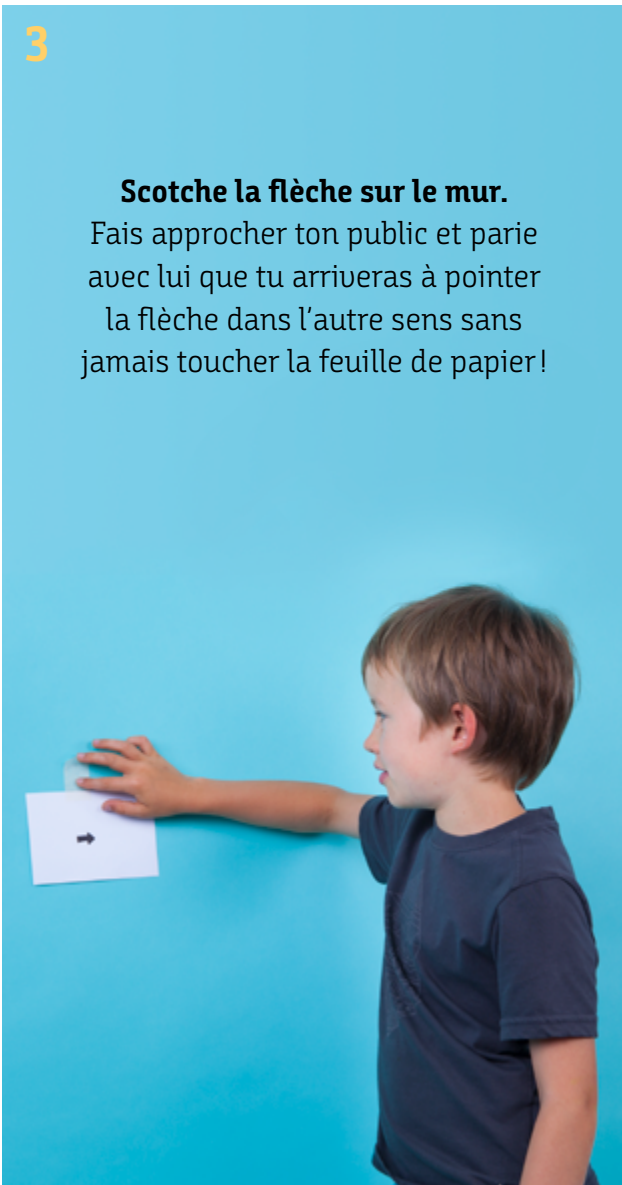


Matériel : 1 verre cylindrique, 1 feuille de papier, 1 stylo feutre, du Scotch et de l'eau

3

Scotche la flèche sur le mur.

Fais approcher ton public et parie avec lui que tu arriveras à pointer la flèche dans l'autre sens sans jamais toucher la feuille de papier !



4

Sous le regard attentif de l'assemblée, remplis le verre d'eau puis place-le devant la feuille. À bonne distance, c'est-à-dire pas trop collé au mur. Le tour est joué.



Que se passe-t-il ?

La lumière avance en ligne droite, mais elle est déviée lorsqu'elle passe de l'air à l'eau ou de l'air au verre, par exemple. Les scientifiques appellent ce phénomène la réfraction. Dans notre expérience, le chemin des rayons lumineux est modifié en traversant le verre rempli d'eau. De telle manière que, si on se place à bonne distance, le sens de l'image s'inverse. Il se passe la même chose dans notre œil où l'image qui se forme au fond de celui-ci, sur la rétine, à la tête en bas. C'est notre cerveau qui ensuite remet l'image à l'endroit.

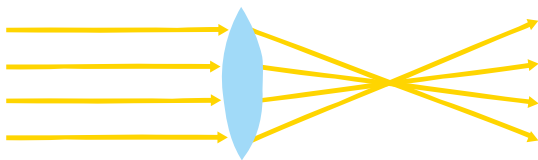
Pour aller un peu plus loin...

Cette fameuse réfraction est un phénomène physique que l'on peut observer dans de nombreuses circonstances : par exemple si on met une paille dans un verre rempli et qu'on l'observe depuis le côté, on a l'impression que la paille est cassée à la surface du liquide.

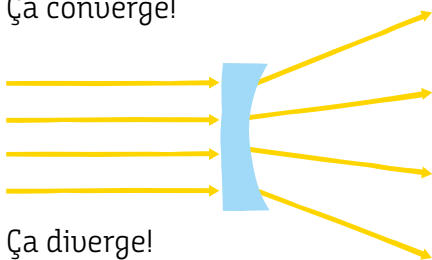
C'est également ce phénomène qui est à la base du principe de la lentille optique, c'est-à-dire un objet transparent qui modifie le trajet des rayons lumineux lorsque ceux-ci le traversent. Selon la forme de la lentille, on peut faire converger ou diverger les rayons lumineux.

Dans notre expérience, le verre rempli d'eau est une lentille convergente cylindrique qui provoque une inversion gauche-droite de l'image lorsqu'on regarde le verre à la bonne distance.

On trouve des lentilles optiques dans nombre d'instruments tels que les microscopes, télescopes ou encore appareils photos. Mais l'utilisation la plus répandue de la lentille optique est celle des lunettes. Une paire de lunettes n'est rien d'autre que deux lentilles optiques tenues dans une monture. Pour obtenir la correction qui permettra une vision nette, l'opticien-ne choisit le type de verre adéquat ainsi que la forme appropriée de la lentille (en particulier la courbure des deux surfaces). Pour un-e myope, la lentille sera divergente alors que pour un-e hypermétrope ou un-e presbyte, la lentille sera convergente (ressemblant à une lentille comestible expliquant l'origine du mot). Souvent, la correction est différente entre les deux yeux.



Ça converge!



Ça diverge!



« J'aime pas
l'eau »

«J'aime pas l'eau»

Il y a des matériaux qui n'aiment pas l'eau, on dit qu'ils sont hydrophobes. Est-ce que c'est grave, docteur ?

1



Avec cette expérience, tu vas pouvoir faire vibrer ta fibre artistique. Pour cela, tu as besoin d'une plaque en verre ou d'un miroir, d'une bougie, d'eau teintée à l'aide d'un colorant alimentaire et d'une pipette.

2



Utilise la bougie comme une craie, en appuyant fort sur la plaque en verre pour obtenir une bonne épaisseur de cire. L'idée est de réaliser un dessin fermé, comme un smiley par exemple.



Matériel: 1 plaque en verre ou 1 miroir, 1 bougie, du colorant alimentaire, 1 pipette ou 1 compte-goutte (1 cuillère fera aussi l'affaire) et de l'eau



Que se passe-t-il ?

Certains matériaux n'aiment pas l'eau, on dit qu'ils sont hydrophobes. D'autres, au contraire, sont hydrophiles et adorent l'eau. La cire de bougie, par exemple, est hydrophobe alors que le verre, lui, est hydrophile. Et c'est donc grâce à ces deux propriétés contraires que tu as pu dessiner le joli smiley de cette expérience, plus précisément en enfermant l'eau, qui s'étale sur le verre, à l'intérieur d'une enceinte en cire de bougie. C'est également pour cela qu'il faut faire des formes fermées, sinon l'eau sortirait de son enceinte !

Pour aller un peu plus loin...

L'hydrophobie est un terme que l'on utilise couramment pour désigner et caractériser les surfaces qui semblent repousser l'eau ou que l'eau semble avoir du mal à mouiller. Cette propriété est essentiellement due au fait que les molécules d'eau sont dites polaires. Cela signifie qu'elles possèdent une zone plutôt chargée positivement (les atomes d'hydrogène) et une zone plutôt chargée négativement (l'atome d'oxygène), même si, globalement, elles sont électriquement neutres puisqu'elles contiennent autant de particules positives que négatives.

L'eau a une très grande affinité avec les autres molécules polaires, comme l'acide acétique du vinaigre par exemple. En effet, les charges positives et négatives s'attirent comme s'il s'agissait des pôles opposés de minuscules aimants. Ainsi, on ne peut plus séparer l'eau du vinaigre une fois le mélange effectué. A l'inverse, les molécules d'eau ne peuvent pas

se lier à des molécules non-polaires, comme la cire ou l'huile. C'est pour cela que l'huile et l'eau finissent toujours par se séparer même si on les mélange vigoureusement. Les molécules d'eau s'attirent, se regroupent et finissent toujours par laisser de côté les molécules d'huile. De la même manière, dans notre expérience, la cire forme un « mur » infranchissable par l'eau puisque les deux types de molécules se « repoussent ».

Les surfaces hydrophobes sont très présentes dans la nature. Nous y trouvons par exemple la cire d'abeille, la surface de la fleur de lotus, les ailes d'insectes. L'humain s'en inspire aussi librement pour créer des surfaces artificielles hydrophobes telles que le téflon utilisé dans les poêles à frire. S'inspirer de la nature pour inventer des objets techniques, c'est ce qu'on appelle le biomimétisme.

mathématiques, géométrie, lumière

DES COURBES CONIQUES



DES COURBES CONIQUES

Cercle, ellipse, parabole, hyperbole...
Comment tracer des courbes sans outils
géométriques ? Lumière !

1

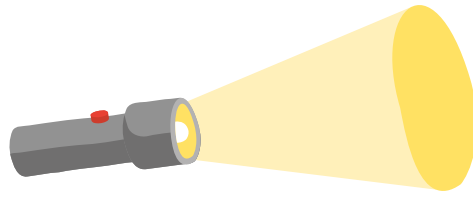
Pour faire cette expérience,
tu auras besoin de très peu de
matériel... Une lampe de poche,
et c'est tout ! Et surtout, d'une
pièce sombre pour pouvoir bien
observer les formes de lumière.



2



**Pour commencer, tiens ta lampe
bien droite** et perpendiculaire au
mur. Qu'obtiens-tu comme forme
sur le mur ? Un beau cercle, bravo !
Mais attention, un seul
mouvement de travers et...



Matériel: 1 lampe de poche

3

A hand holds a flashlight, projecting a bright circular beam of light onto a dark surface. The beam is centered and well-defined.

Le cercle se transforme en une ellipse. En bougeant un peu la lampe, on peut d'ailleurs passer d'une ellipse très proche du cercle à une ellipse très allongée. Mais, de nouveau, n'incline pas trop la lampe sinon...

4

L'ellipse s'ouvre et devient une hyperbole, une courbe dont les extrémités partent à l'infini en ressemblant de plus en plus à des droites. Tu peux bouger un peu la lampe pour obtenir une moitié d'hyperbole plus ou moins fermée.

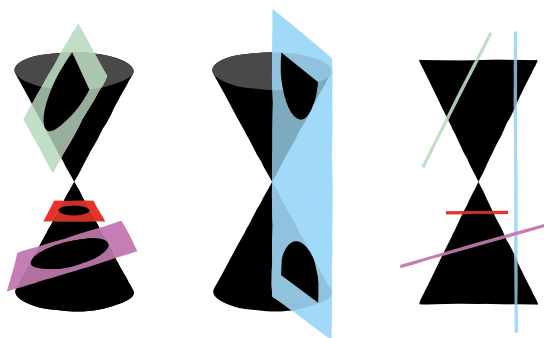
A young girl with a pink flower headband holds a flashlight, projecting a very narrow, elongated beam of light onto a dark surface. The beam is tilted and appears to be opening up, resembling a hyperbola.

Que se passe-t-il ?

Le cercle, l'ellipse, la parabole et l'hyperbole sont des courbes appelées coniques. Pourquoi ? Parce qu'elles sont obtenues en coupant un cône (dans notre expérience, le faisceau de lumière) par un plan (ici, le mur). En effet, suivant l'inclinaison de la lampe de poche, le mur coupe différemment le cône de lumière et produit ainsi ces différentes courbes. C'est le mathématicien grec Apollonius de Perge qui a décrit le premier cette famille de courbes comme l'intersection d'un cône et d'un plan.

Pour aller un peu plus loin...

Quel est le point commun entre ces quatre courbes à l'apparence très différentes entre elles : le cercle, l'ellipse, la parabole et l'hyperbole ? Si on peut admettre facilement que le cercle et l'ellipse sont reliés, faire un lien entre le cercle et l'hyperbole n'est pas évident au premier abord. Pourtant, on a vu qu'elles résultent toutes de l'intersection entre un plan et un cône droit.



Considérons un cône droit dont les directrices sont des droites formant ainsi deux cônes mis « pointe contre pointe » et étudions l'angle d'inclinaison du plan de coupe avec l'axe du cône :

- le cercle est obtenu lorsque le plan coupe le cône perpendiculairement à l'axe du cône (plan rouge).

- L'ellipse est obtenue lorsque l'angle d'inclinaison du plan est supérieur à l'angle d'ouverture du cône (plan violet).
- La parabole est obtenue lorsque l'angle d'inclinaison est égal à l'angle d'ouverture du cône ; autrement dit, lorsque le plan est parallèle à l'une des directrices du cône (plan vert).
- L'hyperbole est obtenue lorsque l'angle d'inclinaison est inférieur à l'angle d'ouverture du cône ; dans ce cas, le plan coupera les deux cônes (plan bleu).

Il est intéressant d'étudier plusieurs constructions de l'ellipse, notamment celle dite du jardinier : on plante deux piquets (les foyers) sur lesquels on fixe une corde non élastique de longueur donnée ; on fait coulisser un stylo dans la corde en la maintenant tendue. Le trajet que parcourt le stylo est une ellipse puisque que cette dernière est définie par la ligne reliant les points dont la somme des distances à deux points fixes (les foyers) est constante.

Superposer une ellipse obtenue à la lampe de poche au dessin d'une ellipse permet de se convaincre qu'il s'agit du même objet.

corps humain, température, réaction, dilatation

Photo © Mathieu Rod



**CHAUD
OU FROID ?**

CHAUD OU FROID?

Tout corps plongé dans l'eau glacée en ressort mouillé et... plus chaud. Vrai ou faux? À toi de le découvrir!

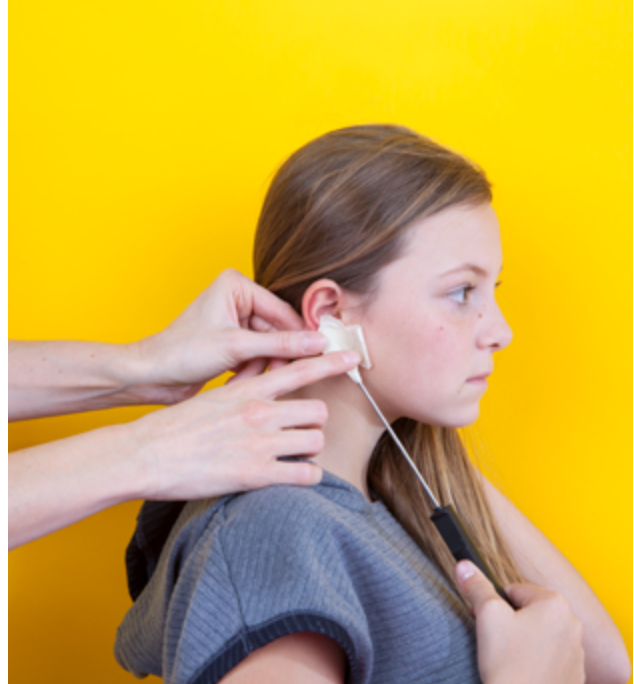
1

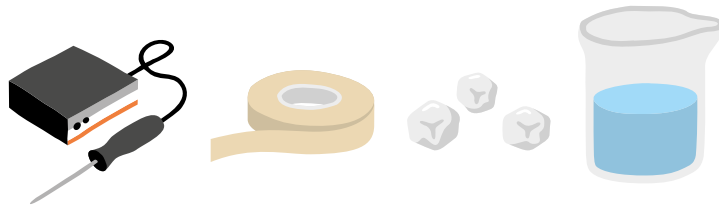
Pour cette démonstration, tu as besoin d'une sonde thermomètre (il en existe pour la cuisine) ou à défaut d'un thermomètre médical classique, de Scotch et d'un bac d'eau avec des glaçons.



2

Demande à une personne de t'aider à accomplir ta mission. Il faut que cette dernière fixe la sonde thermomètre sur le lobe de ton oreille à l'aide d'un peu de Scotch. Ça tient? Parfait!





Matériel : 1 sonde thermomètre (il en existe pour la cuisine) ou à défaut 1 thermomètre médical classique, du Scotch, des glaçons et de l'eau

3

Maintenant, tu dois attendre une demi-heure environ pour que ta température se stabilise. Voilà, elle est maintenant à 34° C. Tu peux alors plonger une main dans l'eau glacée.



4

Ah, c'est froid ! Même si tu trouves cette expérience gla-glaçante, laisse ta main dans l'eau pendant une dizaine de secondes. Puis vérifie ta température. Tiens, elle grimpe et affiche désormais 35° C !



Que se passe-t-il ?

Le cerveau, comme un couteau suisse, est multifonction. Organe essentiel de notre système nerveux central, il régule, par exemple, la température de notre corps afin qu'elle reste constante. Que se passe-t-il alors quand tu plonges ta main dans l'eau glacée ? Eh bien, les récepteurs thermiques qui couvrent notre peau et sont le prolongement de neurones spécialisés envoient un message au cerveau qui réagit en déclenchant une production de chaleur (plus précisément en provoquant une dilatation des vaisseaux sanguins) au niveau des extrémités.

Pour aller un peu plus loin...

Chez l'humain, la température corporelle normale varie entre 36 et 37° C selon un cycle journalier et est régulée par une horloge interne que l'on nomme horloge circadienne.

Le maintien de cette température est possible grâce à des thermorécepteurs situés dans la peau qui sont le prolongement de neurones spécialisés dans la détection du flux thermique. On distingue deux types de thermorécepteurs, certains sensibles au froid, d'autres au chaud. Lorsque ces neurones sont stimulés par une variation de température extérieure, ils envoient une information au cerveau qui, en retour, pourra réagir en commandant les différents tissus environnants.

Il existe plusieurs mécanismes afin de répondre rapidement aux variations de température extérieure : transpiration, expiration, dilatation

des vaisseaux sanguins lorsqu'il fait chaud ou grelottement et vasoconstriction des vaisseaux périphériques quand il fait froid. Ainsi, lorsque notre corps est exposé au froid, les vaisseaux périphériques rétrécissent afin d'éviter les déperditions de chaleur et de maintenir au mieux la température à l'intérieur de notre corps.

Dans cette expérience, seule la main est plongée dans l'eau glacée, alors que le reste du corps est chaud. On observe donc une dilatation des vaisseaux périphériques au niveau des extrémités (main, oreilles, pieds) qui se traduit par une augmentation accrue de la chaleur à ce niveau, facilement mesurable avec la sonde. Cette dilatation permet d'éviter les engelures en cas de froid excessif.

corps humain, génétique, ADN

Photo © Mathieu Bernard Reymond



C'EST DANS TON
ADN

C'EST DANS TON ADN

Prélever de l'ADN comme les policiers des séries TV ? Crois-en cette expérience, c'est un jeu d'enfant !

1

Pour cette extraction d'ADN, tu as besoin d'eau, de sel, de liquide vaisselle, d'alcool à brûler, d'une cuillère et d'un verre étroit. Le même matériel que la police scientifique, mais en moins sophistiqué !



2

Commence par te gargariser avec un peu d'eau pas trop salée, tout en te mordillant doucement l'intérieur des joues. Après vingt secondes (le temps de décrocher un max de cellules!), recrache dans le verre.





Matériel: de l'eau, du sel, du liquide vaisselle, de l'alcool à brûler, 1 cuillère et 1 verre étroit

3

Verse trois gouttes de liquide vaisselle dans le verre et remue légèrement. Cela libère l'ADN contenu dans les cellules. Ensuite, pour le rendre visible, ajoute de l'alcool en le faisant couler délicatement le long du verre...



4

Une trentaine de secondes plus tard apparaît une petite pelote blanche (les scientifiques appellent ça un précipité) qui remonte gentiment dans le verre. C'est la petite méduse formée de ton ADN!



Que se passe-t-il ?

Tous les organismes vivants sont constitués de cellules qui contiennent de l'acide désoxyribonucléique, le fameux ADN dont on parle dans les séries TV! Chaque personne possède son propre ADN, donc son propre code génétique avec toutes les informations indispensables au fonctionnement de l'organisme. Et c'est parce que l'ADN de chaque individu est unique que les policiers en recherchent des traces sur les scènes de crime. Dans une enquête, ce type de preuve peut permettre d'innocenter ou d'incriminer un suspect.

Pour aller un peu plus loin...

L'ADN, tout le monde en a entendu parler, mais parfois, on oublie qu'il s'agit simplement d'une longue molécule chimique. On la décrit même comme macromolécule, car elle est très grande, même gigantesque par rapport à la taille moyenne des protéines de notre corps. En effet, avec ses deux mètres de long (oui, mètres!), elle se distingue très vite de ses pairs qui ne mesurent que quelques dizaines à quelques centaines d'angström (1 angström = 0,000000001 mètre).

Pour comprendre comment il a été possible de faire apparaître notre ADN dans cette expérience, il nous faut d'abord jeter un œil à la composition de cette protéine. En réalité, l'ADN est constitué de deux molécules complémentaires qui s'enroulent l'une autour de l'autre en double hélice, comme une échelle qu'on aurait torsadée. C'est Rosalind Franklin qui, la première, a pu observer cette forme aux rayons X dans les années 1950. À l'extérieur de cette double hélice, se trouvent des groupes

phosphates qui sont chargés négativement, ce qui rend l'ADN facilement soluble dans l'eau.

Lorsque nous ajoutons du sel dans l'eau, il se sépare en ions Na^+ (positifs) et Cl^- (négatifs). Les ions positifs vont alors se lier aux charges négatives de l'ADN, ce qui a pour conséquence de le rendre moins soluble dans l'eau. L'éthanol, lui, facilite ces liaisons, et accélère donc le processus de précipitation de l'ADN et sa visualisation!

Toutes les cellules de notre corps contiennent ce fameux ADN, à l'exception des globules rouges! Mais pourquoi la police recherche-t-elle alors des traces de sang sur les scènes de crime? Le sang n'est composé qu'en partie de globules rouges. Il contient également d'autres cellules, comme les globules blancs, qui, elles, renferment bien de l'ADN, et des potentiels indices menant à un.e suspect.e!

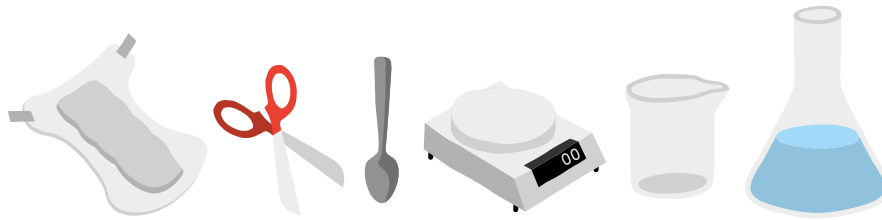


Bien au
sec?

Bien au sec?

Les fesses de bébé restent au sec grâce au pouvoir d'une molécule cachée dans ses couches. À toi de tester!





Matériel: 1 couche-culotte, des ciseaux, 1 cuillère à café, 1 balance, 1 verre et un peu d'eau

3



Mets ta récolte de polymère
(ça ressemble un peu à du sucre en poudre) dans un verre et pèse-la (il faut une balance assez précise pour cela). Puis, verse un peu d'eau sur ces grains. Et voilà qu'un gel se forme...

4



La suite ? Eh bien, ajoute de l'eau jusqu'à ce que le polymère n'arrive plus à l'absorber et remets-le sur la balance. La différence entre les deux pesées nous donnera la quantité de liquide ainsi absorbée.

Que se passe-t-il ?

À l'intérieur des couches-culottes se cache un super-absorbant capable de pomper jusqu'à 1000 fois sa masse en liquide ! Son nom ? Polyacrylate de sodium. C'est un polymère, soit une longue molécule (une particule de matière) composée de plus petites molécules qui, ensemble, forment une chaîne. Certains polymères sont naturels (la cellulose présente dans le papier), d'autres sont synthétiques (les plastiques). Dans les couches pour bébés, la chaîne du polymère s'enchevêtre comme des spaghettis et empêche ainsi les liquides de s'échapper.

Pour aller un peu plus loin...

Contrairement à l'eau ou au sel, qui sont de petites molécules (H_2O et $NaCl$), les polymères sont des longues molécules composées de milliers de molécules plus petites, nommées monomères, attachées les unes aux autres sous forme de chaînes. Les polymères peuvent être d'origine naturelle, comme l'ADN, le coton ou la soie ; ou synthétique, comme le nylon ou le polystyrène. Le monomère (ou la combinaison des différents monomères) utilisé pour créer un polymère va définir ses propriétés physiques et chimiques, ce qui donne lieu à une grande variété de matériaux : plastiques rigides ou flexibles, transparents ou opaques, sous forme de gel ou de poudre, ou encore adhésifs. Outre les monomères, les propriétés des polymères sont aussi définies par leur microstructure. La microstructure d'un polymère nous informe de la façon dont les chaînes des polymères sont organisées, c'est-à-dire, si les chaînes sont libres ou reliées entre elles, si les chaînes ont des branches ou pas, ou si elles sont distribuées de manière désorganisée (structure amorphe) ou arrangées d'une façon ordonnée (structure cristalline).

Dans le polymère de notre expérience, le monomère utilisé est l'acrylate de sodium (d'origine synthétique), lequel comprend un groupe carboxylate ($R-COO^-Na^+$) qui a une très grande affinité avec les molécules d'eau. Le polyacrylate de sodium est en plus réticulé, c'est-à-dire que ses chaînes moléculaires ne sont pas libres, comme des spaghettis, mais forment un réseau tridimensionnel grâce à des liaisons chimiques établies entre les chaînes. Il est donc capable d'absorber jusqu'à 1000 fois son poids en présence de liquide comme l'eau. Visuellement, c'est une poudre blanche qui gonfle et forme un gel quand il entre en contact avec un liquide comme l'eau. Le polyacrylate de sodium est aussi souvent utilisé dans les produits ménagers.

Et maintenant, si on ajoutait une solution de chlorure de sodium (sel de cuisine) concentré à ce gel de polyacrylate-eau. Que se passerait-il ?

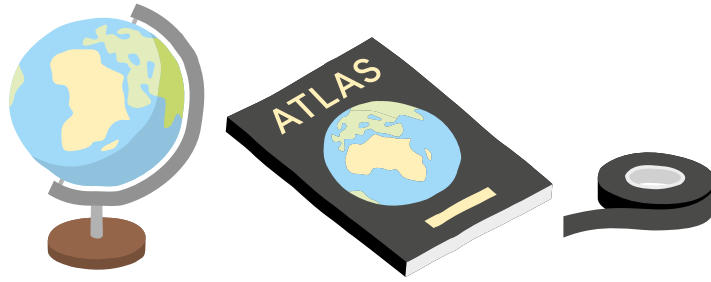


À vol d'oiseau

À vol d'oiseau

Quel est le trajet à vol d'oiseau le plus court pour aller de Genève à New York ?
Sors ton atlas et ton globe terrestre !

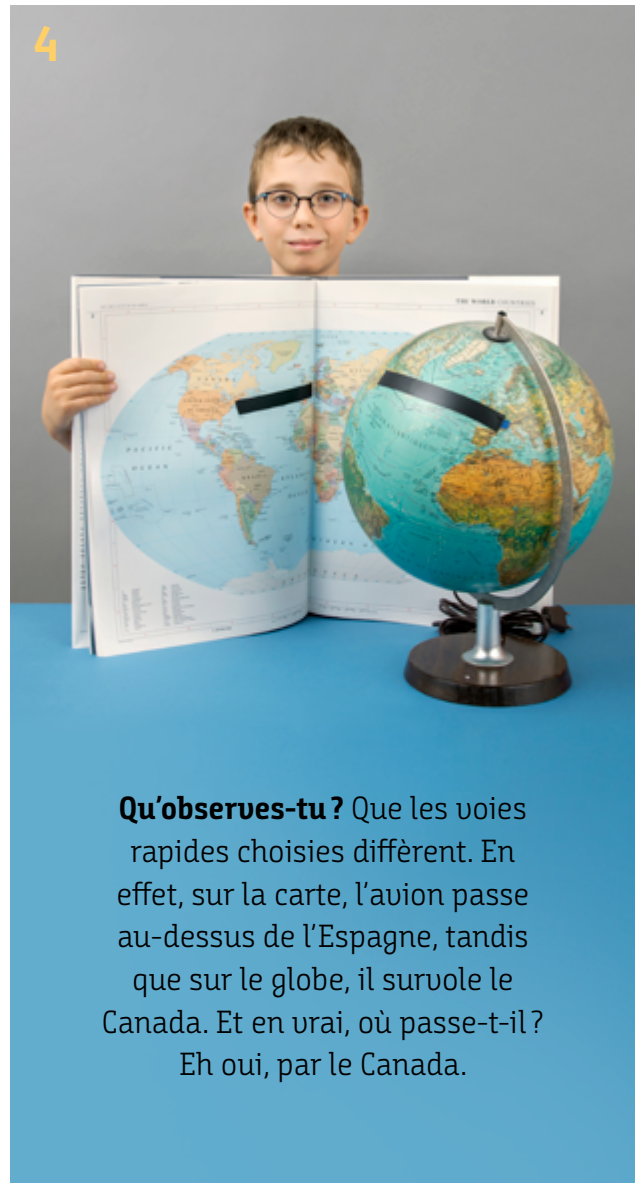




Matériel: 1 globe terrestre, 1 grand atlas et 1 rouleau de Scotch



Puis feuillette les pages de ton atlas. Cherche la carte du monde et là aussi, toujours à l'aide d'un morceau de Scotch, marque le trajet en ligne directe Genève – New York.



Qu'observes-tu ? Que les voies rapides choisies diffèrent. En effet, sur la carte, l'avion passe au-dessus de l'Espagne, tandis que sur le globe, il survole le Canada. Et en vrai, où passe-t-il ? Eh oui, par le Canada.

Que se passe-t-il ?

Le plus court chemin entre deux points est la ligne droite. Oui, mais ce n'est vrai que sur le plan. Comme la Terre est sphérique, le plus court chemin entre deux points est un arc de grand cercle. Autrement dit, une portion d'un cercle passant par les deux points et dont le centre est le noyau de la Terre. Pourquoi les deux chemins ne sont-ils pas les mêmes ? Parce qu'il est impossible de dessiner une carte du monde qui préserve la forme des continents sans déformer les distances. Le parcours réel de l'avion est donc celui que l'on voit sur le globe terrestre.

Pour aller un peu plus loin...

En plus de montrer que la droite n'est le chemin le plus court que dans le plan, et pas dans le cas d'une sphère comme la Terre, cette expérience montre un deuxième fait. La représentation à plat d'une sphère ne permet pas de reproduire entièrement la réalité. En effet, il est impossible de réaliser une carte parfaite, qui préserve aussi bien les angles, donc les formes (projection conforme), que les aires (projection équivalente).

La carte du monde la plus courante est celle réalisée avec la projection de Mercator basée sur une projection « conforme ». Elle est particulièrement utile en navigation en mer, car elle préserve les angles, ce qui permet notamment de tracer des routes de cap constant ou simplement pour définir un cap. Cependant, comme le montre l'expérience, elle ne permet pas aisément de trouver le chemin le plus court.

La projection de Peters, elle, est « équivalente », et conserve donc les aires. Ainsi l'Afrique apparaîtra 14 à 15 fois plus grande que le Groënland, comme c'est effectivement le cas en réalité. Par contre, ne conservant pas les angles, les continents apparaissent déformés dans ce type de projection, ce qui peut paraître bizarre à l'œil habitué à voir une représentation du monde faite avec une projection de Mercator.

La représentation qui conserve le mieux les distances est la représentation aphyllactique, qui semble un bon compromis entre la projection conforme et la projection équivalente (projection de Robinson ou de Cassini par exemple).

Mais il existe bien d'autres manières de construire une carte du monde, chacune avec ses avantages et ses inconvénients.

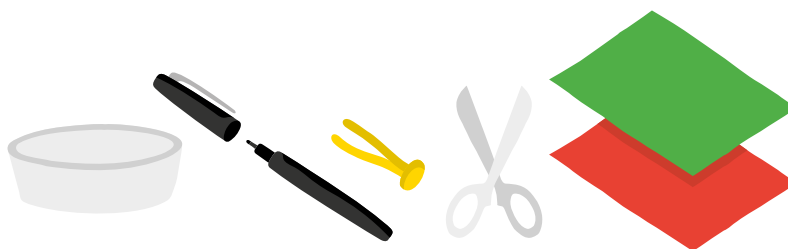


**Message
secret !**

Message secret !

Crypter et décrypter un message secret est un jeu d'enfant quand on sait fabriquer une roue de César !





Matériel : 1 compas ou 1 bol, 1 crayon/stylo, des ciseaux, 1 attache parisienne et du papier fin

3



Perce ensuite un petit trou au milieu des deux disques (pour que ce soit plus solide, tu peux les coller sur du carton), superpose-les, puis assemble-les à l'aide d'une attache parisienne.

4



Choisis ton décalage, tu peux placer le A majuscule en face du c minuscule par exemple. Décrypte alors le message *ucnww*. Trouvé? En copiant la lettre majuscule en face de chacune de ces lettres, on obtient *SALUT!*

Que se passe-t-il ?

La cryptographie est l'art de transformer un message afin de le rendre indéchiffrable pour qui ne possède pas la clé. Au fil de l'histoire, les êtres humains ont rivalisé d'ingéniosité pour mettre au point des outils de cryptage toujours plus sophistiqués. Et aujourd'hui, avec l'informatique, la cryptographie s'est encore complexifiée. La roue de César, elle, est l'un des procédés de cryptage les plus anciens que l'on connaisse. Elle permet de crypter un message via un simple décalage de l'alphabet. En décidant par exemple, comme dans cette expérience, que $A = c$, c'est ce qu'on appelle la clé.

Pour aller un peu plus loin...

Notre moyen de cryptage à l'aide de la roue de César est-il sûr ? Est-ce qu'un intrus, interceptant le message mais ne connaissant pas le décalage, pourrait quand même parvenir à retrouver le message en clair, c'est-à-dire non crypté ?

Avec la roue de César, une fois le décalage choisi et partagé avec le destinataire du message, une lettre est toujours cryptée par une même lettre. Ainsi, dans notre exemple, A sera toujours cryptée par c , B par d , etc.

Différentes techniques de cryptanalyse, c'est-à-dire de « piratage » pour tenter de comprendre un message crypté sans en connaître la clé, existent.

Pour la roue de César, on peut procéder à une analyse de fréquence. Une lettre étant toujours cryptée par une même lettre, il s'agit de compter les occurrences de chacune des lettres dans le message crypté. On connaît ensuite les statistiques de la langue française, le E revient le plus souvent, suivi du A , puis du I , etc. jusqu'au K et au W . Les cryptanalystes

peuvent donc faire des hypothèses sur le décalage en alignant les occurrences de chacune des lettres dans le message crypté et dans la langue française.

Pour que l'analyse de fréquence fonctionne, il faut que le message crypté soit suffisamment long, pour qu'il soit possible de faire des statistiques sur la répartition des lettres.

Pour rendre l'analyse de fréquence impossible, il suffirait de décaler la roue d'un cran, à chaque fois qu'on crypte une nouvelle lettre. Ainsi, une lettre sera cryptée à chaque fois par une lettre différente.

La machine Enigma, utilisée par les nazis pendant la seconde guerre mondiale, est basée sur ce principe (décalage à chaque lettre, et cryptage à l'aide de plusieurs roues). Les alliés, dont le célèbre Alan Turing, parvinrent tout de même à cryptanalyser les messages générés par la machine Enigma, ce qui leur permit d'obtenir de précieuses informations.



La tête à l'envers !

La tête à l'envers !

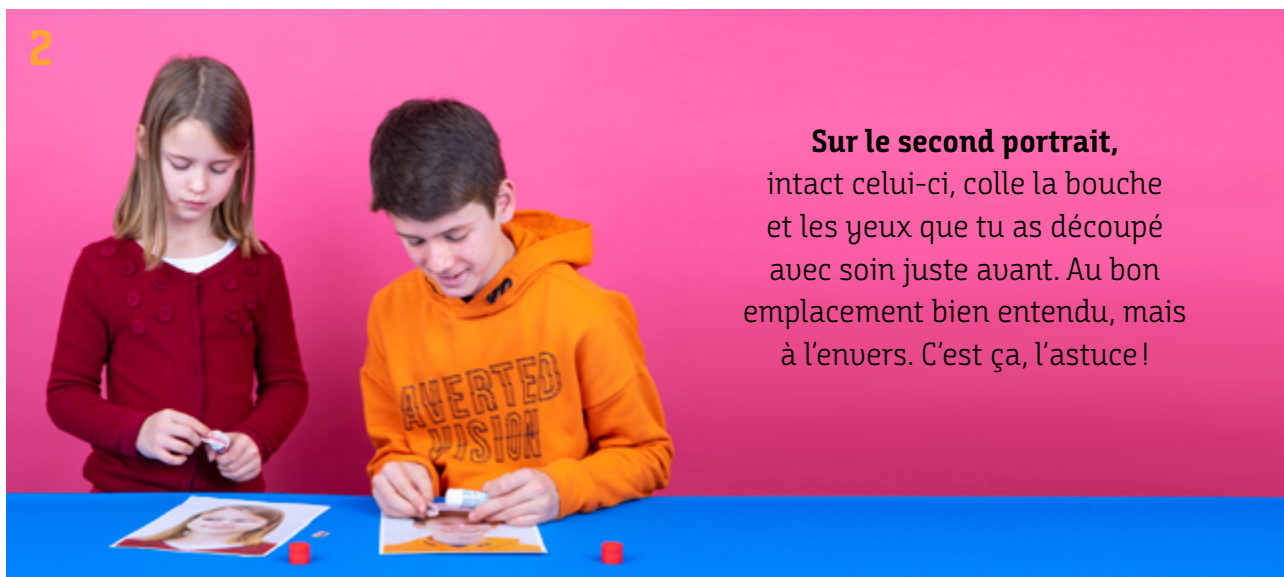
Parfois, notre œil nous trompe...
La preuve par cette expérience baptisée
« l'effet Thatcher » !

1

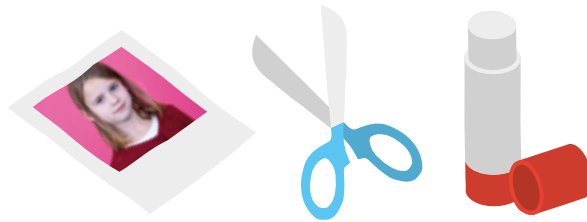


Imprime un portrait photographique en deux exemplaires. Sur le premier, découpe la bouche et les yeux, en laissant une petite marge autour des lèvres et des orbites, mais sans prendre les sourcils.

2



Sur le second portrait, intact celui-ci, colle la bouche et les yeux que tu as découpé avec soin juste avant. Au bon emplacement bien entendu, mais à l'envers. C'est ça, l'astuce !



Matériel : 2 exemplaires d'un portrait photographique, des ciseaux et de la colle

3



Présente à quelqu'un le portrait que tu as modifié, mais à l'envers (la tête en bas). Elle ne devrait pas immédiatement réagir, comme s'il était tout à fait normal.

4



Retourne alors la photo. La personne qui la regarde devrait immédiatement réagir à la vue de cette image. Son cerveau a cette fois-ci perçu que quelque chose clochait en une fraction de seconde.

Que se passe-t-il ?

Une illusion d'optique qui vous fait tourner en bourrique. C'est le professeur de psychologie Peter Thompson qui l'a mise au point en 1980 en usant d'un portrait de la Première ministre britannique d'alors, Margaret Thatcher. Elle montre que notre cerveau a du mal à repérer les anomalies d'un portrait quand celui-ci se présente à l'envers. Une étude menée en 2009 a montré que les primates, eux aussi, pouvaient être victimes de ce fameux « effet Thatcher ».

Pour aller un peu plus loin...

Les scientifiques ont compris depuis de nombreuses années que les illusions d'optique n'étaient pas que des tours de passe-passe pour épater la galerie, mais de très bons outils pour étudier le cerveau. En effet, en analysant les mécanismes par lesquels une simple image trompe notre cerveau, on en apprend un peu plus sur son fonctionnement. Les illusions d'optique permettent d'étudier certains troubles psychologiques comme la schizophrénie. Tout ceci est d'autant plus simple maintenant que nous possédons les outils technologiques permettant de visualiser et mesurer l'activité du cerveau face à une illusion d'optique en temps réel.

L'illusion de Thatcher a par exemple permis d'en savoir un peu plus sur la façon dont l'être humain perçoit les visages. Les êtres humains

et les grands primates ont une faculté très développée à pouvoir identifier très rapidement un visage dans son environnement et à être capable d'en reconnaître l'identité particulière parmi plusieurs centaines d'autres. Cette aptitude est si importante pour notre communication, qu'au cours de l'évolution, une partie spécifique du cerveau a été entièrement dédiée à l'analyse des visages. Mais comme l'humain n'a pas évolué la tête en bas, cette partie du cerveau n'est activée que lorsqu'un visage est présenté à l'endroit. Si le visage est présenté à l'envers, le cerveau doit d'abord « comprendre » que l'image présentée est un visage avant de pouvoir l'analyser et de se rendre compte que quelque chose ne tourne pas rond !

mouvement, énergie, électricité

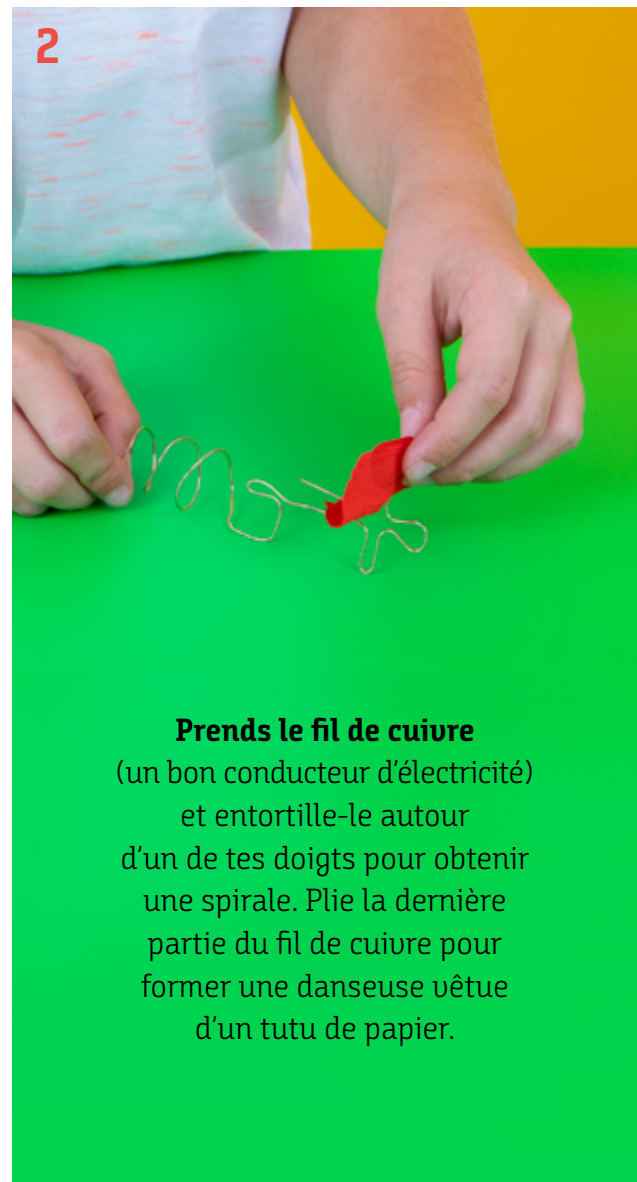
Photo © Mathieu Rod

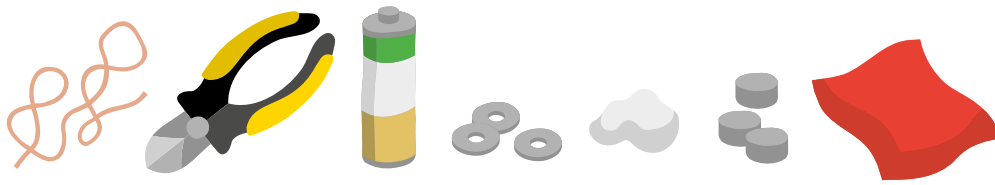


LA DANSE DU MOTEUR

LA DANSE DU MOTEUR

Avec trois fois rien, on peut construire
le moteur électrique le plus simple
du monde. Démonstration.





Matériel: du fil de cuivre, 1 pince coupante, 1 pile AA de 1,5 V, des rondelles en métal, de la pâte adhésive (ou du Scotch double-face), 3 aimants puissants (type N48) et 1 morceau de papier crépon

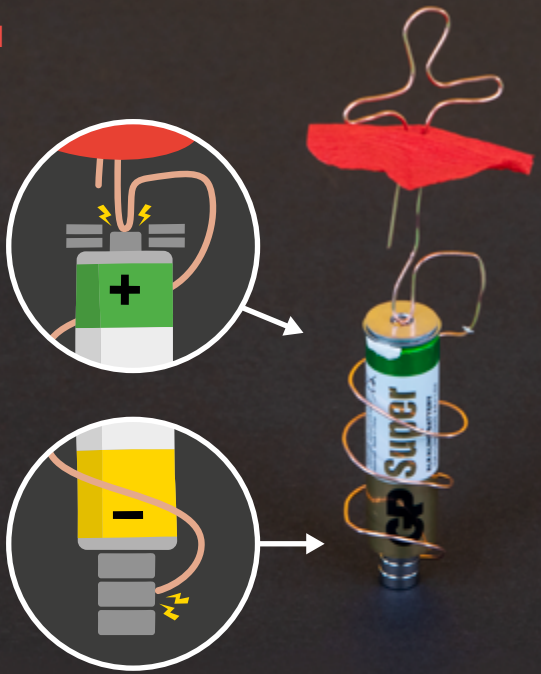
3



Occupe-toi à présent du support de la ballerine.
Sous le pôle négatif de la pile, place les trois aimants. Sur le pôle positif, colle deux rondelles avec la pâte adhésive, en laissant libre le centre des rondelles.



4



Il n'y a plus qu'à placer la danseuse étoile en équilibre sur la pile. Prends bien soin de mettre en contact le « pied » de la ballerine avec le pôle positif de la pile, et le bas de la spirale avec les aimants. Et la voilà qui tourne sur elle-même comme un deviche.

Que se passe-t-il ?

Tu as construit sans le savoir le moteur électrique le plus simple du monde. En fait, ce dispositif permet de transformer l'énergie électrique en énergie mécanique grâce à un champ magnétique. Comme dans notre expérience, où l'on a fourni le courant avec la pile pour produire un mouvement, soit la rotation de la ballerine. C'est donc l'inverse d'une dynamo. En effet, dans la dynamo, on fournit l'énergie mécanique (en pédalant sur son vélo, par exemple) pour produire de l'électricité et allumer une ampoule.

Pour aller un peu plus loin...

Lorsqu'on pose la ballerine sur la pile, on crée un circuit électrique. Les matériaux utilisés étant conducteurs, des électrons vont se mettre à circuler du pôle négatif au pôle positif de la pile en passant par les aimants et la ballerine en cuivre. Dans le même temps, ces électrons se déplacent à travers le champ magnétique créé par les aimants. Or, une loi physique dit qu'une particule chargée (par exemple un électron) se déplaçant dans un champ magnétique est soumise à une force (dite force de Lorentz). C'est la somme des forces appliquées à chaque électron qui met la ballerine en mouvement.

Il existe également une loi « inverse », appelée loi de Lenz-Faraday, qui dit qu'un courant électrique sera induit si l'on met en mouvement un circuit électrique (par exemple une bobine de cuivre) dans un champ magnétique fixe. De la même manière, un courant électrique sera induit si c'est le champ magnétique (les aimants) qui se déplace dans la bobine de cuivre.

Ces phénomènes physiques d'importance majeure sont à l'origine de multiples applications industrielles, telles que les générateurs électriques, les moteurs des voitures électriques et les plaques de cuisson à induction.

Ainsi, le générateur électrique est un dispositif qui permet de convertir l'énergie mécanique en électricité. Il est composé d'une bobine de cuivre et d'aimants. Lorsque les aimants sont mis en rotation, par exemple avec une turbine entraînée par de l'eau, du vent ou de la vapeur, ils induisent un courant électrique dans la bobine. Ce dispositif peut aussi être utilisé à l'envers : lorsqu'on fournit de l'énergie électrique, il fonctionne comme un moteur et se met à tourner. Ce système est utilisé dans les centrales hydroélectriques à pompage-turbinage pour remonter l'eau dans un bassin lorsque la production d'électricité est supérieure à la demande, puis de turbiner l'eau ainsi mise en réserve pour produire de l'énergie électrique lorsque la demande est forte.



LA F♥RMULE DE L'AM♥UR

LA F♥RMULE DE L'AM♥UR

Deux cœurs en papier entrelacés :
un cadeau romantique et mathématique
pour votre amoureuse ou votre amoureux !

1



Commence par construire deux rubans de Moebius. L'un en tournant l'extrémité de la bande de papier d'un demi-tour vers la gauche, l'autre d'un demi-tour vers la droite.

2



Ferme ensuite les rubans à l'aide de Scotch puis réunis-les de façon perpendiculaire, comme sur la photo, avant de les coller ensemble à leur tour, toujours avec du Scotch.



Matériel: des ciseaux, du Scotch et des bandes de papier

3



Une fois que tu auras assemblé bien fermement les deux rubans de Moebius, avec ta paire de ciseaux, découpe-les en deux, mais attention, fais-le dans le sens de la longueur!

4



Déplie ton montage en papier en faisant bien attention de ne rien déchirer. Qu'as-tu réussi à fabriquer, sans même t'en apercevoir? Deux cœurs de papier amoureusement entrelacés...

Que se passe-t-il ?

Le ruban de Moebius a la particularité de n'avoir qu'une seule face, contrairement à un anneau qui n'a pas été torsadé, qui lui, possède deux faces. On peut donc parcourir un ruban de Moebius en continu, en passant partout, sans jamais s'arrêter. Fais le test avec celui que tu as construit pour voir si cela fonctionne !

Ici, pour que les cœurs s'entrelacent, il faut que les rubans soient symétriques, sinon, ça ne marche pas ! Autrement dit, l'un est l'image miroir de l'autre. Les scientifiques appellent cela la chiralité.

Pour aller un peu plus loin...

La chiralité vient du mot grec « kheir » qui signifie « la main ». En effet, lors de la construction des rubans, selon que l'on tourne une des extrémités vers la gauche ou vers la droite, on obtient deux objets que l'on ne peut pas superposer mais qui sont une image miroir l'un de l'autre. C'est ce qu'on appelle un objet chiral, comme notre main gauche et notre main droite, qui ne peuvent pas se superposer. En chimie, deux molécules chirales peuvent avoir des propriétés différentes, par exemple, avoir deux odeurs différentes.

Cette expérience permet de mettre en évidence cette chiralité. En effet, si vous prenez deux rubans qui tournent dans le même sens, le résultat sera très différent.

Le ruban de Moebius est une curiosité mathématique très utilisée dans le domaine artistique, dans des logos, des jeux vidéos, des films, des sculptures, et même dans des parcours de montagnes russes ! Mais cette forme était déjà utilisée pour user

pareillement les deux côtés d'une courroie dans les machines du XIX^e siècle, sans réaliser qu'en théorie, la courroie n'avait alors qu'un seul côté !

L'étude du ruban de Moebius fait partie de la topologie, branche très prisée des mathématicien-ne-s. Dans ce domaine, qui étudie les propriétés qui sont conservées lors de la déformation d'objets, une tasse avec une anse est topologiquement semblable à une bouée (toutes deux contiennent un trou), mais sera topologiquement différente d'une sphère ou d'un ballon de rugby (qui n'ont pas de trou)... Bizarre ? Pas en topologie !

Mais pour revenir à notre expérience, on peut encore se poser de nombreuses questions : les cœurs ont-ils une seule face comme le ruban de Moebius ou deux comme le cylindre ? Sont-ils symétriques ? Comment savoir avant de découper si on obtiendra une ou plusieurs pièces ou si les pièces seront entrelacées ? À vous de réfléchir !

énergie, construction, élasticité

Photo © Mathieu Rod



Bombe bâtonnets

Bombe à bâtonnets

Et si on construisait une bombe ? Sérieux ! ?
Oui, mais une bombe pour rire,
avec des bâtonnets de glace.

1




Pour fabriquer la pseudo-bombe, réunis une bonne vingtaine de bâtonnets de glaces, et peins-les de couleurs différentes pour faciliter le début de l'assemblage.

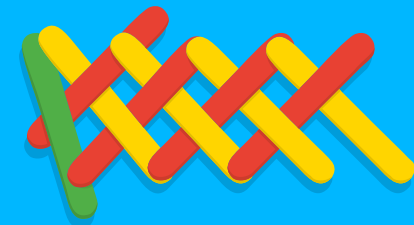
Choisis-en trois pour former une sorte de « A ».

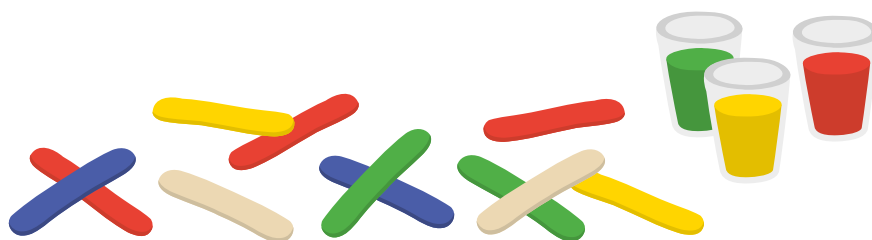


2



À partir de cette étape, fais-toi aider par quelqu'un qui va tenir la pointe de ce « A » avec deux doigts pour éviter une explosion prématurée. Tu peux alors entrelacer les bâtonnets avec art et méthode.





Matériel: une vingtaine de bâtonnets de glaces et de la peinture

3



En t'appliquant bien, tu arriveras vite à obtenir une longue tresse de bâtonnets et tu pourras sentir leur tension. Quand tu es prêt-e, avertis la personne qui t'aide avant de tout lâcher !

4



Éloignez vos visages, et retirez en même temps vos doigts du dispositif. La structure se défait alors de manière explosive et les bâtonnets de bois sont projetés dans toutes les directions.

Que se passe-t-il ?

Quand on entrelace des bâtonnets de bois, ceux-ci se déforment pour pouvoir entrer dans la structure. Plus précisément, ils fléchissent. Et lorsqu'on les libère, ils retrouvent leur forme d'origine. Donc, dans l'intervalle, ils ont stocké ce qu'on appelle de l'énergie élastique. Et c'est cette énergie qui est responsable de l'explosion. Dans les années 1980, Timothy Fort, un Américain surnommé Kinetic King, a mis au point plusieurs « stick bombs ». La plus connue d'entre elles se nomme Entrelacement cobra et c'est justement celle qui a été réalisée ici.

Pour aller un peu plus loin...

Lorsque l'on crée une structure en enchevêtrant des bâtonnets en bois, ceux-ci se déforment et emmagasinent de l'énergie potentielle élastique. Quand on déstabilise la structure, les bâtonnets retournent à leur position naturelle en libérant l'énergie potentielle élastique, sous forme d'énergie cinétique (énergie du mouvement), de façon explosive !

Compte tenu de leur faible masse, l'énergie stockée par les bâtonnets est considérable. En effet, chaque bâtonnet peut stocker plusieurs dizaines, voire centaines, de millijoules. Avec une énergie potentielle élastique de 150 millijoules, un bâtonnet peut atteindre une hauteur de 6 mètres, ou avoir une vitesse de 11 mètres par seconde ! On n'observe cependant ni des hauteurs, ni des vitesses si élevées. Pourquoi ?

Lors de l'explosion, plus de 75 % de l'énergie potentielle élastique est dissipée par les frictions des bâtonnets les uns sur les autres ainsi que lors de leurs collisions. Ce que nous observons lors de l'explosion de grandes

bombes de bâtonnets, c'est une onde qui se propage à une vitesse de quelques mètres par seconde en projetant les bâtonnets à seulement quelques dizaines de centimètres de hauteur.

Selon la façon dont on enchevêtre les bâtonnets, l'explosion aura un aspect différent. Celle de cette expérience est appelée « l'onde Cobra ». Au déclenchement, la structure se plie, se soulève comme un cobra, et une onde s'y propage comme dans une corde que l'on aurait agitée, laissant derrière elle une volée de bâtonnets désorganisés. Cette forme particulière est due au fait que chaque bâtonnet est immobilisé par quatre autres, avec une extrémité qui se retrouve toujours **sous** un autre bâtonnet d'un côté et **sur** un bâtonnet de l'autre côté. On dit d'une telle structure qu'elle est polarisée. Ce qui a une double conséquence : d'un côté les bâtonnets sont projetés vers le haut et de l'autre vers le bas. Destabilisée, la structure se soulève.

réaction chimique, polymères, gélatine

Photo © Pierre-Yves Masot



Slime

Slime

Pour Halloween, on va réaliser une expérience horrible : transformer de pauvres ours de gomme en pâte gluante !

1

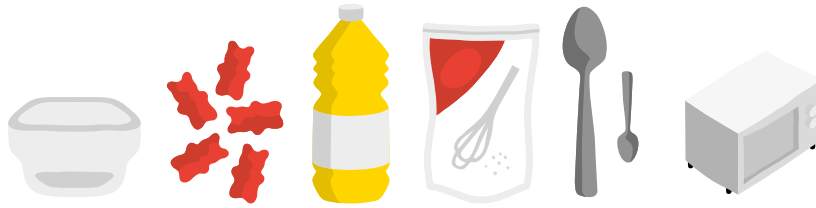


Pour réaliser cette expérience, tu vas avoir besoin d'une cuillère à soupe, une cuillère à café, 100 g d'ours de gomme, un récipient, de l'amidon et un peu d'huile végétale.

2



Verse les ours de gomme dans le récipient et glisse-les dans un four à micro-ondes. Pour que les ours se transforment en une pâte liquide, laisse-les chauffer trente secondes à puissance maximum.



Matériel : 1 récipient, 100g d'ours de gomme, de l'huile végétale, de l'amidon, 1 cuillère à soupe, 1 cuillère à café et 1 four à micro-ondes



Que se passe-t-il ?

Pour comprendre comment des oursons de gomme se transforment en slime, il faut les mettre sous un microscope et dans un four à micro-ondes. Qu'observe-t-on ? Eh bien, qu'ils sont composés de gélatine qui, dans un principe solide, est formée en grande partie d'une protéine appelée collagène (celle-ci ressemble à une corde composée de trois filaments entrelacés). Quand on chauffe la gélatine, les connexions entre les filaments cassent et on obtient un fluide. Fluide auquel il faut ajouter de l'amidon pour éviter qu'il ne redevienne solide en refroidissant.

Pour aller un peu plus loin...

La gélatine est un produit d'origine animale composée de collagène, la protéine la plus abondante du règne animal. Elle est responsable de la haute résistance mécanique des tissus tels que la peau, les tendons ou encore les os.

Les composants primaires de toutes les protéines, dont le collagène, sont les acides aminés qui s'associent pour former de très longues chaînes nommées polypeptides. On peut comparer ces acides aminés aux perles d'un collier, qui lui, serait un polypeptide. La plupart des protéines sont formées de plusieurs de ces chaînes, entrelacées dans une structure 3D, dont la forme est caractéristique à chaque protéine.

Parmi les forces qui tiennent ces structures en place, on trouve les liaisons hydrogène qui sont sensibles à la température. De ce fait, quand

on chauffe la gélatine, les liaisons hydrogène entre les polypeptides se cassent, ainsi que la structure 3D de la gélatine. Si nous laissons la gélatine refroidir, les liaisons hydrogène se reforment et nous récupérons à nouveau la gélatine solide. L'amidon est une longue chaîne composée de molécules de glucose qui, elles aussi, peuvent établir des liaisons hydrogène. Donc, en ajoutant l'amidon quand la gélatine est encore chaude, nous empêchons qu'une partie des liaisons hydrogène se reforme. Ainsi, la gélatine n'est plus un solide dur, mais un solide élastique (entre solide et liquide). En ajoutant plus ou moins d'amidon, il est donc possible de modifier plus ou moins l'élasticité de la gélatine.



COCKTAIL ARC-EN-CIEL

COCKTAIL ARC-EN-CIEL

Comment mettre un arc-en-ciel en tube,
ou quand la science nous en fait voir
de toutes les couleurs...

1



Tout d'abord, réunis tout le matériel nécessaire à cette expérience haute en couleurs : quatre verres remplis d'un peu d'eau, un cylindre, du sucre, des colorants alimentaires et une seringue.

2



Verse 1 cuillère à café de sucre dans le premier verre, 2 dans le deuxième, 3 dans le suivant et 4 dans le dernier. Puis mélange jusqu'à entière dissolution (il faudra sans doute chauffer un peu l'eau pour y arriver).



Matériel: 4 verres, 1 verre cylindrique, du sucre, quatre colorants alimentaires différents, 1 seringue, 1 cuillère à café et un peu d'eau

3



Ajoute du colorant de couleur différente dans chacun des verres. Avec la seringue, et en commençant par le plus sucré, prélève un peu de liquide de chaque verre que tu vas introduire avec précaution dans le cylindre. Faute de seringue, on peut faire couler le liquide lentement le long de la paroi du cylindre.

4



Et voici, et voilà! Si tu as ajouté des liquides en prenant bien soin de ne pas les mélanger, ceux-ci vont se superposer et tu obtiendras un arc-en-ciel en tube du plus bel effet. Joli, non ?

Que se passe-t-il ?

Pour comprendre cette expérience, il faut déjà savoir que les objets n'ont pas tous la même densité, c'est-à-dire qu'ils n'ont pas tous la même masse pour un volume donné. Prenez une bouteille! Remplie d'air, elle flotte. Remplie d'eau, elle sombre lentement. Remplie de sable, elle coule à pic. Ici, les liquides s'empilent donc en fonction de leur densité, du plus dense et donc du plus sucré (au fond) au moins dense et donc au plus allégé en sucre (en haut). Tu peux aussi essayer d'empiler des liquides différents, comme le vinaigre et l'huile.

Pour aller un peu plus loin...

Qu'est-ce qui est le plus lourd? Un kilogramme de fleurs de coton ou un kilogramme de béton? Les deux ont la même masse... Par contre, le volume qu'ils occupent est très différent. Pour comparer le poids des substances en fonction de leur volume, on utilise la masse volumique, et ceci en prenant comme référence la seule substance dont 1 kilogramme correspond exactement à un litre: l'eau.

Ainsi, si au lieu de remplir un récipient d'un litre de volume avec de l'eau, nous le remplissons avec une autre substance comme par exemple du cuivre, le récipient pèsera près de 9 kg. La masse volumique du cuivre est donc presque 9 fois supérieure à celle de l'eau. La masse volumique est définie en kg/cm^3 . Cette valeur permet de connaître le poids d'une substance si on en connaît le volume, ou inversement.

Dans cette expérience, on compare les masses volumiques de plusieurs solutions, chacune avec une concentration en sucre différente. Plus il y a de sucre, plus la solution est dense, car le sucre dissout ne change pas le volume de

la solution mais augmente son poids, et donc sa masse volumique.

Pourquoi alors les glaçons d'eau flottent-ils sur l'eau si leur composition chimique reste la même? En effet, il s'agit de la même substance mais sous des formes différentes. À l'état liquide, les molécules d'eau bougent librement, mais lorsque l'eau est refroidie en-dessous de sa température de fusion (0°C), les molécules s'attachent les unes aux autres en laissant des espaces vides. Ces espaces vides augmentent le volume occupé par l'eau et produisent par conséquence une diminution de la masse volumique. Un effet similaire est observé lorsqu'on met un citron dans l'eau. Sa peau épaisse et poreuse le fait flotter, contrairement à ce que l'on observe avec un citron vert qui, avec sa peau fine et non poreuse, coule au fond.

On peut faire un autre tour en comparant la densité de différentes substances de la cuisine comme des sirops, du produit vaisselle, du miel ou de l'huile végétale.



Pâte à mode-lait

Pâte à mode-lait

Fabriquer de la pâte à modeler maison, c'est un jeu d'enfant. Il suffit de transformer du lait en... plastique

1

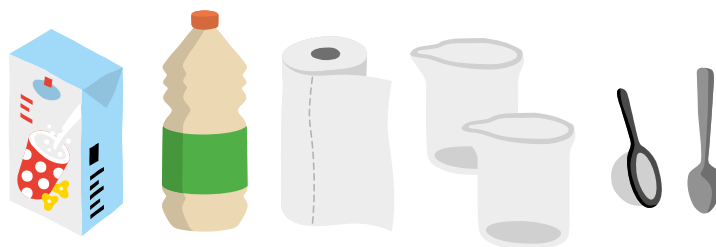
De quoi as-tu besoin pour cette expérience? D'un demi-litre de lait, de vinaigre, de papier absorbant, de récipients en verre, d'une passoire, d'une cuillère à soupe et d'un.e... adulte pour t'assister.



2

Chauffe un peu le lait avant de le verser dans un récipient. Ajoutes-y trois cuillères à soupe de vinaigre et touille vigoureusement jusqu'à ce que de petits paquets apparaissent.





Matériel: 500ml de lait, du vinaigre, du papier absorbant, 2 récipients en verre, 1 passoire et 1 cuillère à soupe

3

Il s'agit maintenant de verser le lait vinaigré dans une passoire posée sur un deuxième récipient. C'est un piège dans lequel tombent les petits paquets ! Tu n'as plus qu'à les essorer à l'aide du papier ménager.



4

Tu peux maintenant modeler cette pâte dans les formes que tu souhaites : un cœur, une fusée, ton animal favori, c'est toi l'artiste ! Il te faudra ensuite patienter deux jours pour que tes créations soient bien sèches.



Que se passe-t-il ?

Sous l'action du vinaigre, de petits paquets sont apparus à la surface du liquide. Il s'agit de caséine, une protéine présente dans le lait. Le processus de fabrication du fromage démarre de la même manière. Autrefois, la caséine servait aussi à fabriquer des crayons et des couteaux. Aujourd'hui, on en utilise pour concevoir des fibres plastiques, des colles ou encore des peintures. Enfin, selon une étude indienne, la caséine rendrait l'émail de nos dents plus solide et il faudrait donc manger davantage de fromage pour avoir moins de caries. Cheese !

Pour aller un peu plus loin...

Un des casse-têtes des chimistes est la séparation des différents composants d'un mélange quelconque pour leur purification. Dans l'expérience qui nous occupe, on cherche à séparer la protéine appelée caséine des autres composants du lait. Pour cela, la technique utilisée consiste à chauffer le lait et à l'acidifier, c'est-à-dire descendre le pH en dessous de 4,6 à l'aide de l'acide acétique contenu dans le vinaigre (voir explication du pH, dans l'expérience « Le chou caméléon », page 56). Ainsi, on obtient deux phases non-miscibles, une liquide et une solide, faciles à séparer à l'aide de la passoire.

La phase liquide s'appelle lactosérum, lequel est composé principalement d'eau, de lactose, de protéines, de quelques lipides et de minéraux comme le calcium. La quantité de lactosérum présente dans le lait et sa composition varie

selon le type du lait (vache, chèvre, humain, etc.). La phase solide est presque entièrement composée de caséine, mais aussi de graisses et de minéraux comme le calcium et le phosphore. La caséine se trouve assemblée en microstructures sphériques appelées micelles qui confèrent la couleur blanche au lait. Lorsque la caséine est enlevée, le lait prend une teinte vert-jaunâtre.

L'addition du vinaigre entraîne la coagulation du lait en déstabilisant les micelles et permettant leur agrégation. Une fois sèche, la phase solide devient très dure et présente des propriétés similaires à celles du plastique. Cette expérience montre le potentiel des matières naturelles et renouvelables pour la production de matériaux comme les bioplastiques.

Ouh,
c'est froid!



Ouh, c'est froid!

Il fait trop chaud pour travailler...
Il faudrait donc une bonne réaction
endothermique pour nous stimuler!

1

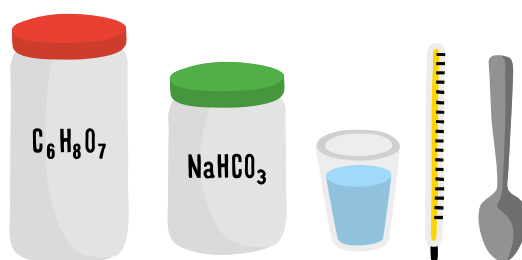


Pour cette démonstration,
il te faut rassembler le matériel
suivant : de l'acide citrique
(on en trouve en droguerie),
du bicarbonate de soude, 1 verre,
de l'eau et un thermomètre.

2



Verse 1 dl d'eau dans le verre
et ajoute une cuillère à soupe
d'acide citrique. Puis mélange
jusqu'à ce que la poudre soit
bien diluée. Enfin, prends la
température du liquide : 21° C.



Matériel: de l'acide citrique (on en trouve en droguerie), du bicarbonate de soude (poudre à lever), 1 verre, de l'eau, 1 thermomètre et 1 cuillère à soupe

3



Après l'acide citrique, c'est maintenant au tour du bicarbonate de soude.
Remplis une cuillère à soupe de ce produit et ajoute-le dans le verre! Le mélange commence alors à mousser!

4



Un peu plus tard, une fois que la mousse est retombée, plonge à nouveau le thermomètre dans le gobelet. Et que constates-tu? Que la température a chuté de près de dix degrés!

Que se passe-t-il ?

Tu as observé une réaction chimique entre un acide (l'acide citrique que l'on trouve dans les agrumes et qui est utilisé comme agent conservateur) et une base (le bicarbonate de soude utilisé en cuisine ou comme nettoyant, entre autres). Durant cette expérience, des liaisons entre les molécules se sont cassées pour former de nouvelles molécules. Or, ce processus ne se fait pas tout seul : il a besoin d'énergie qui, ici, a été puisée dans l'environnement. D'où la chute de température du liquide. Les scientifiques appellent cela une réaction endothermique.

Pour aller un peu plus loin...

Comme dans toute réaction acide-base, la réaction entre l'acide citrique ($C_6H_8O_7$) et le bicarbonate ($NaHCO_3$) donne lieu à la formation d'eau et d'un sel, dans ce cas du citrate de sodium ($Na_3C_6H_5O_7$). L'apparition de bulles lors de cette réaction s'explique par la formation d'un troisième produit, le dioxyde de carbone (CO_2) qui, étant sous forme de gaz, s'échappe de l'eau.

Lorsque les acides et les bases réagissent dans les bonnes proportions, ils se neutralisent, c'est-à-dire que les produits de la réaction ont un pH neutre. En général, ces réactions sont spontanées et prennent la chaleur de leur environnement, parfois avec des résultats spectaculaires. C'est par exemple le cas de la réaction entre le thiocyanate d'ammonium (NH_4SCN) et l'oxyde de baryum octahydraté ($Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O$), qui absorbe tellement de chaleur que la vapeur d'eau dans l'air gèle sur les parois du récipient.

Une réaction chimique qui prend de la chaleur à son environnement est endothermique. Une réaction qui au contraire dégage de la chaleur est exothermique.

Un autre exemple de réaction endothermique est celle de la dissolution du sel sur de la glace. On a tous déjà vu qu'en hiver, on répand du sel sur les routes afin de faire fondre la neige. Cette technique permet en effet d'abaisser la température à laquelle l'eau liquide va devenir solide. Pour que le sel se dissolve, il lui faut un apport de température, qu'il va aussi prendre à son environnement, qui localement pourra atteindre des températures de $-20^\circ C$! En été, n'hésitez pas à remplir un bac de glaçons, en y ajoutant du sel. Plongez-y vos boissons favorites, elles se rafraîchiront à la vitesse de l'éclair !



OEUF mis à nu

OEUF mis à nu

Déshabiller un œuf sans l'écaler, comment est-ce possible ? Comment enlever sa coquille sans l'abîmer ?

1



Pour réaliser cette expérience, tu vas avoir besoin d'un verre, de vinaigre blanc, d'une cuillère à soupe, et d'un œuf. Également d'un peu de patience pour que l'expérience fonctionne.

2



Après avoir rempli une bonne moitié du verre avec le vinaigre, dépose délicatement l'œuf sur la cuillère à soupe, puis plonge-le, toujours aussi délicatement, dans le liquide.



Matériel: 1 verre, du vinaigre, 1 cuillère à soupe et 1 œuf cru

3



Des mini-bulles se forment autour de la coquille, cela signifie que le vinaigre commence à faire son travail. Vingt-quatre heures plus tard, tu peux sortir l'œuf de son bain et le rincer doucement avec de l'eau.

4



Qu'observes-tu ? La coquille a entièrement disparu, et il ne reste plus que la membrane intérieure... Pour voir à travers, tu peux même aller dans une pièce sombre et éclairer l'œuf avec une lampe de poche.

Que se passe-t-il ?

La coquille de l'œuf est formée de sels de calcium (calcite) et de magnésium (magnésite), deux sels que l'acide acétique du vinaigre a justement le pouvoir de dissoudre. L'œuf à nu révèle la membrane qui se trouvait précédemment à l'abri de la coquille. Très fine, au point que nous pouvons voir le jaune d'œuf à travers elle, cette pellicule s'avère également très résistante. Vous en doutez ? Alors, lâchez l'œuf tout nu sur la table d'une hauteur d'environ 30 centimètres et vous verrez qu'il ne se casse pas !

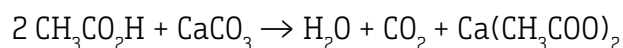
Pour aller un peu plus loin...

La coquille des œufs est composée à 96 % de cristaux de carbonate de calcium (CaCO_3), à 2 % de matrice organique, ainsi que de magnésium, de phosphore et de divers oligo-éléments. Le carbonate de calcium est le matériel inorganique le plus utilisé par les systèmes biologiques pour créer des structures à haute résistance mécanique, comme les squelettes (par exemple nos os, le corail), les coquilles des mollusques, et les œufs des oiseaux et des reptiles.

Même si le carbonate de calcium est dur comme le ciment, la coquille d'œuf est fragile et semi-perméable grâce aux quelque 17'000 pores couvrant sa surface, permettant à l'air et à l'humidité de passer à travers. Sa formation est l'un des processus calcifiants les plus rapides connu en biologie, puisque presque 6 g de minéraux sont déposés en moins d'une journée. La déposition du carbonate de calcium prend environ 10 heures.

Pour revenir à notre expérience, quand le vinaigre, composé principalement d'eau et d'acide acétique, entre en contact avec le carbonate de calcium, des petites bulles se forment à la surface de l'œuf. Cela est dû aux réactions acide-base qui produisent du dioxyde de carbone, mieux connu sous le nom de gaz carbonique (CO_2), ainsi que de l'eau (H_2O). Ce processus continue jusqu'à la disparition totale de la coquille d'œuf.

Acide acétique + carbonate de calcium = eau + dioxyde de carbone + acétate de calcium. Les chimistes décrivent cette réaction en utilisant la formule suivante :



réaction chimique, bulles, liquide, acide-base

Photo © Mathieu Rod



Des bulles psychédéliquies

Des bulles psychédéliques

Fabriquer une lampe à lave
des années 70 sans sortir de sa cuisine ?
Il s'agit là d'un véritable jeu d'enfant !

1

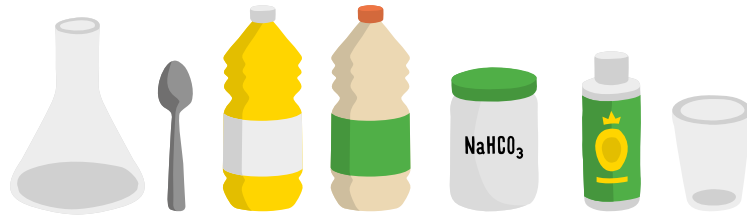


Un récipient transparent
(bouteille ou vase), de l'huile
végétale, du vinaigre, du
bicarbonate de soude (poudre à
lever) et du colorant alimentaire,
voilà ce dont tu as besoin pour
fabriquer ta lampe à lave.

2



**Verse deux cuillères à soupe
de bicarbonate de soude**
dans le récipient transparent.
Ajoute une cuillère à soupe
d'huile en la versant tout
douceusement de manière à
ce que le bicarbonate de soude
reste au fond.



Matériel : 1 récipient transparent (bouteille en verre ou vase), 1 cuillère à soupe, de l'huile végétale, du vinaigre, du bicarbonate de soude (poudre à lever), du colorant alimentaire et 1 verre

3



Remplis le tiers d'un verre avec du vinaigre et ajoute six gouttes de colorant alimentaire. Mélange le tout et verse cette préparation dans le récipient contenant l'huile et le bicarbonate de soude.

4



Des bulles de vinaigre colorées montent et descendent. Puis, remontent et redescendent, remontent et redescendent dans une chorégraphie éphémère qui dure quelques minutes.

Que se passe-t-il ?

Dans cette expérience, on joue avec des liquides qui ne se mélangent pas entre eux (ici, le vinaigre et l'huile). Le vinaigre, parce qu'il est plus dense que l'huile, descend au fond du récipient. Celui-ci réagit ensuite avec le bicarbonate de soude en dégageant du gaz carbonique. Et ce CO_2 – comme le nomment les chimistes – forme des petites bulles qui, en s'accrochant au vinaigre, obligent ce dernier à remonter. Une fois à la surface, le gaz s'échappe et les gouttelettes de vinaigre coulent à nouveau. Et ainsi de suite...

Pour aller un peu plus loin...

Cette expérience comprend trois concepts différents : miscibilité, masse volumique et réaction acide-base.

C'est bien connu pour tout le monde que l'eau et l'huile ne se mélangent pas. Ces deux substances ne sont pas miscibles car leurs propriétés physico-chimiques sont différentes. L'huile est, en effet, une substance hydrophobe (voir l'expérience « J'aime pas l'eau », page 61), c'est-à-dire qu'elle a « peur de l'eau » et le vinaigre est composé en grande partie d'eau. En outre, le vinaigre et l'huile ont des masses volumiques différentes. L'huile étant moins dense que le vinaigre, elle reste toujours à la surface de l'eau. Pour mieux comprendre la différence entre les masses volumiques de l'huile et de l'eau, voir l'expérience « Cocktail arc-en-ciel » (page 109).

Dans cette expérience a lieu une réaction acide-base. L'acide acétique (CH_3COOH), qui se trouve dans le vinaigre, réagit avec le bicarbonate de soude (NaHCO_3 , la base de

cette réaction) pour donner deux produits totalement différents : de l'acétate de sodium (CH_3COONa , un solide blanc) d'un côté et de l'autre du dioxyde de carbone (CO_2). Ce dernier étant un gaz (le même que nous produisons en expirant), il essaie de s'échapper du récipient. En remontant à la surface, les bulles de dioxyde de carbone entraînent avec elles des bulles de vinaigre. Une fois le dioxyde de carbone parti dans l'air, le vinaigre retourne au fond du récipient puisqu'il est plus dense que l'huile. Le mouvement des bulles de vinaigre continue jusqu'au moment où le bicarbonate de soude est complètement consommé. Il ne reste alors plus que de l'acétate de sodium au fond du récipient.

Anecdote : l'acétate de sodium se trouve dans les pochettes utilisées en hiver pour se réchauffer les mains. Le mécanisme de chauffage se base sur une réaction réversible acide-base dans laquelle de la chaleur est produite.



DES BILLES
SAVOUREUSES

DES BILLES SAVOUREUSES

Du sirop à la menthe sous forme solide ?
Bizarre, bizarre, mais possible avec cette
expérience pleine de goût !

1

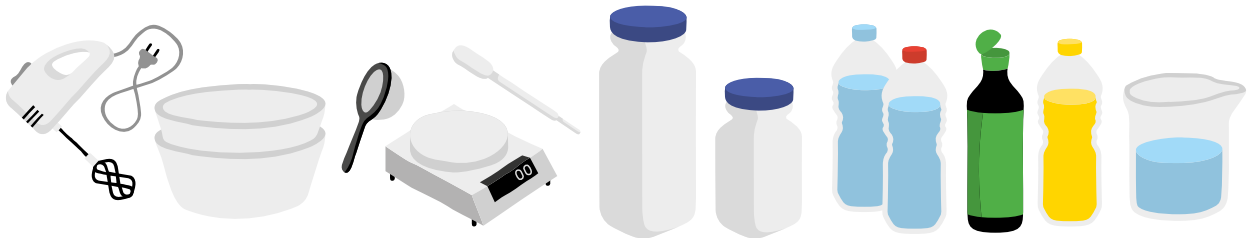


Réunis le matériel et les ingrédients suivants : mixer, bols, passoire, balance, pipette, alginate de sodium et lactate de calcium (à acheter en droguerie), eau, eau minérale, sirop de menthe et limonade.

2



Mets dans un grand bol 2 g d'alginate de sodium, 1 dl d'eau minérale et 1 dl de sirop de menthe. Mélange cette mixture avec un mixer jusqu'à ce que l'alginate se dissolue totalement.



Matériel: 1 mixer, 2 grands bols, 1 passoire, 1 balance, 1 pipette, de l'alginate de sodium et du lactate de calcium (à acheter en droguerie), de l'eau, de l'eau minérale, du sirop de menthe et de la limonade

3



Dans un autre récipient, mélange 10 g de lactate de sodium avec 2 dl d'eau. À l'aide de la pipette, aspire le contenu du premier bol (celui à la menthe) et fais-le tomber goutte à goutte dans le second.

4



Des billes se forment. Pêche-les avec ta passoire, puis rince-les à l'eau courante. Dépose-les ensuite au fond d'un verre et recouvre-les de limonade. Ton diabolo menthe est servi, santé!

Que se passe-t-il ?

C'est Ferran Adrià, le pape de la cuisine moléculaire, qui a mis au point cette technique en 2003. Celle-ci s'appelle la « sphérification », soit l'art de transformer un liquide en sphères. Par quel miracle ? Grâce à une réaction chimique appelée réticulation. L'alginate de sodium, qui provient des algues brunes, est une molécule qui forme une longue chaîne. Ces chaînes réagissent avec le calcium du lactate pour former une sorte de filet qui, en se gélifiant, crée ainsi une couche solide autour de chaque bille. Alimentaire, mon cher Watson !

Pour aller un peu plus loin...

Dans la grande cuisine, on est toujours à la recherche d'expériences qui apportent des nouvelles sensations, de nouveaux goûts et de nouvelles textures. C'est ainsi que la cuisine moléculaire est apparue comme une façon de cuisiner novatrice, basée sur la science des aliments.

La gélatinisation est connue depuis longtemps pour transformer un liquide en solide. Il y a des gélifiants de source animale, ou de source végétale, comme l'agar-agar. Les deux sont très sensibles à la température et la gélification n'est donc pas facile à contrôler. La découverte de l'alginate de sodium a été une révolution dans la technique de gélification car, pour la première fois, un gel pouvait être formé autour d'un liquide de façon contrôlée. En outre, l'alginate de sodium est plus stable face aux changements de température, mais ne doit pas être exposé aux substances acides (éviter de faire l'expérience avec du jus de citron) ni aux eaux dures (trop chargées en ions).

Moléculairement parlant, l'alginate de sodium est un polymère (voir l'expérience « Bien au sec », page 77 pour comprendre ce qu'est un polymère). Le gel que l'on obtient dans l'expérience est formé lorsque les chaînes de polymère de l'alginate (ressemblant à des spaghettis) et l'ion calcium (une sorte d'adhésif) réagissent ensemble pour donner une structure réticulée (telle un filet) avec des ponts de calcium entre les chaînes d'alginate.

La technique a beaucoup évolué durant ces dernières années et il est maintenant possible de remplacer le liquide de l'intérieur des billes par un gaz, comme le dioxyde de carbone (CO_2). Ainsi, le « mojito moléculaire » a été développé comme une boisson contenant les trois états de la matière (solide, liquide et gazeux).

liquide, tuyau, écoulement

Photo © Mathieu Rod



*Un siphon,
font, font...*

Un siphon, font, font...

Une paille et un verre pour voir comment l'eau s'écoule d'un siphon...
Ainsi font, font, font!



Utilise un poinçon pour percer un trou au fond d'un verre en plastique. Glisses-y ensuite la paille presque jusqu'au coude (celui de la paille, pas le tien...).



Après avoir recourbé la paille vers le bas, forme un petit boudin avec de la pâte à modeler et colmate le bord du trou avec celui-ci. Pour que l'expérience réussisse, il faut que ça soit bien étanche.



Matériel : 1 poinçon, 1 gobelet, 1 paille coudée, de la pâte à modeler, 1 bac et de l'eau

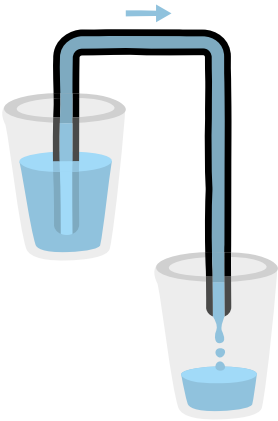
3

Ensuite, verse délicatement de l'eau dans le verre. Tant qu'il ne se passe rien, continue d'en ajouter. Le phénomène ne se déclenche que lorsque le niveau d'eau est suffisant.

4

Lorsque le niveau atteint le coude de la paille, le liquide se met soudain à couler à travers celle-ci jusqu'à ce que le verre se vide entièrement. Tu peux alors recommencer l'expérience !

Que se passe-t-il ?



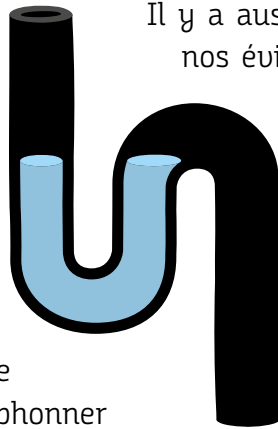
Dès qu'un tuyau est plein d'eau, il se vide par son extrémité la plus basse, même si le liquide doit remonter le long de son chemin pour sortir. C'est le principe du siphon.

Mais attention, sitôt que de l'air entre dans le tuyau, le siphon ne remplit malheureusement plus son office...

Pour aller un peu plus loin...

Il y a en réalité plusieurs types de siphons.

Lorsque, comme dans l'expérience, le but est de transvaser facilement un liquide d'un récipient à un autre, on parle de siphonnage. Si par exemple, on cherche à vider une piscine enterrée, il n'est à l'évidence pas facile de l'incliner comme on le ferait avec un arrosoir... On va ainsi siphonner la piscine en y introduisant un tuyau souple, en aspirant ensuite l'air contenu dans le tuyau et en plaçant l'autre extrémité du tuyau en contrebas. Mais attention à ne pas boire la tasse!



Il y a aussi les siphons que l'on trouve sous nos éviers. Bien qu'ils présentent un profil du même genre, ils remplissent une autre fonction: Avec leur forme coudée, ils contiennent toujours une poche d'eau qui fait barrage à l'air qui voudrait remonter des égouts et qui amènerait avec lui de fortes mauvaises odeurs. D'ailleurs, lorsqu'on n'a pas utilisé un évier pendant longtemps et que l'eau contenue dans le siphon s'est évaporée, notre nez en est très vite informé...

On parle aussi de siphon en spéléologie pour parler d'un passage entièrement noyé dans l'eau et qui a souvent une forme similaire au siphon de l'évier.



**Miam,
du lait caillé!**

Miam, du lait caillé!

On peut être savant et gourmand!
Dans cette expérience, on apprend
à faire du fromage blanc!

1

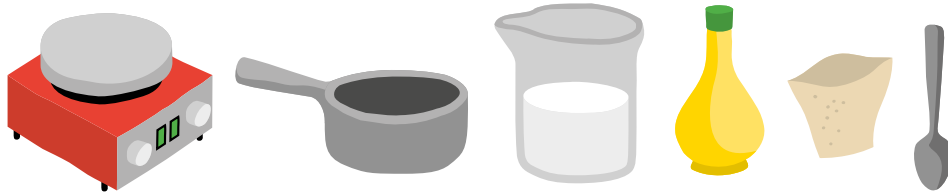


Pour cette expérience, tu as besoin d'une casserole, d'un récipient, de 500 ml de lait, de jus de citron et d'un filtre à café. Avec tout ce matériel, tu vas pouvoir préparer du fromage!

2



Fais bouillir le lait, sans le laisser monter. À l'instant même où ça commence à faire des bulles, ajoute du jus de citron. Et dès que le lait caille, retire rapidement la casserole du feu.



Matériel : 1 casserole, 1 récipient, 500 ml de lait, du jus de citron, 1 filtre à café et 1 cuillère

3



Place le filtre à café sur le récipient, puis verses-y le lait caillé. Les protéines restent alors prisonnières du filtre. Plus le liquide est essoré, plus le fromage frais sera épais.

4



Après avoir assaisonné ton fromage frais avec sel, poivre, ail et ciboulette, tu peux le déguster (attention, à consommer le jour même, car il ne contient pas d'agents conservateurs).
Délicieux !

Que se passe-t-il ?

Le yaourt est le résultat de la fermentation du lait par des bactéries lactiques. Ces bactéries utilisent le sucre présent dans le lait (lactose) et le transforment en acide lactique. Cette acidification du milieu va ensuite faire coaguler les protéines du lait et former ainsi ce qu'on appelle le « caillé ». Dans cette expérience, en faisant bouillir le lait, on fait disparaître les bactéries et on empêche donc la fermentation spontanée. Du coup, on doit remplacer l'acide lactique par une autre solution acide, du jus de citron par exemple.

Pour aller un peu plus loin...

Toutes les cellules ont besoin d'énergie pour fonctionner. Pour cela, elles dégradent des molécules organiques comme le glucose pour produire, via une cascade métabolique, de l'énergie. Il existe plusieurs voies métaboliques permettant aux cellules de se fournir en énergie, dont la respiration cellulaire, en présence d'oxygène, et la fermentation, qui n'utilise pas d'oxygène.

Il existe plusieurs types de fermentation que l'on distingue selon la nature du produit final obtenu. On parle de fermentation lactique lorsque l'acide lactique est le principal produit de dégradation des sucres. Ainsi, le yaourt, le fromage blanc et autres fromages affinés sont tous issus de la fermentation du lait par des bactéries lactiques. Ces dernières consomment le lactose (glucose + galactose) présent dans le lait pour leur propre énergie et en retour vont produire de l'acide lactique.

L'acidification du milieu par l'acide lactique aboutit à la coagulation des protéines du lait (caséines) qui vont se séparer du lactosérum. En l'absence de bactéries lactiques et donc sans production d'acide lactique, ce même processus peut être obtenu en ajoutant un composé acide comme le jus de citron utilisé dans cette expérience.

Il est important de distinguer le yaourt du fromage blanc et autres fromages affinés. Bien que tous soient issus de la fermentation lactique, il n'y a pas de séparation du caillé et du lactosérum pour la fabrication du yaourt. De plus, l'appellation « yaourt » n'est possible que si ce dernier contient les deux bactéries vivantes suivantes: *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*, à raison de 10 millions par gramme de yaourt! Aucune autre bactérie ne permettrait d'obtenir l'appellation.

corps humain, goût, odorat, perception

Photo © Mathieu Rod



GOÛTER
LE NEZ BOUCHÉ

GOÛTER LE NEZ BOUCHÉ

Tu penses que le goût n'est qu'une affaire de papilles ? Eh bien, tu manques sérieusement de flair !

1

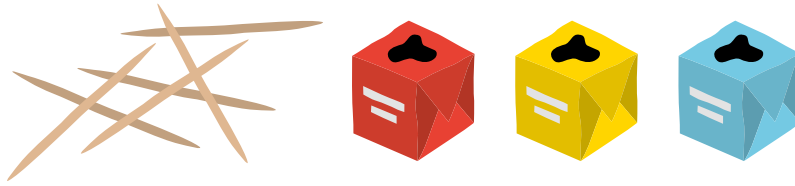


Pour faire cette expérience, tu as besoin d'un ou plusieurs cobayes à qui faire goûter différents aliments. Tu peux par exemple prendre du chocolat, ou comme ici, des petits fromages apéritifs.

2



Demande à ton goûteur de fermer les yeux, puis, en utilisant un cure-dents, prépare-lui une petite brochette avec l'un des aliments à disposition. Est-ce que ce sera un fromage au poivre ou au paprika ?



Matériel : des cure-dents et des chocolats ou fromages apéritifs

3



Avant de faire goûter la brochette à ton partenaire, demande-lui de se boucher le nez à l'aide de ses doigts. Est-ce qu'il est capable de deviner la saveur de ce qu'il mange ?

4



Avant d'avaler le fromage, invite ton cobaye à se déboucher le nez pour qu'il puisse mieux « goûter ». Il reconnaîtra sans se tromper la saveur du fromage au paprika ! Tu peux refaire l'expérience avec d'autres aliments !

Que se passe-t-il ?

Le goût et la saveur des aliments sont détectés par les papilles gustatives de la langue, mais également – et cela, on le sait moins! – par les cellules olfactives qui tapissent le nez.

Lorsque l'on mange le nez bouché (ou que l'on est enrhumé), la saveur des aliments est très atténuée et il est difficile d'en reconnaître le goût. Mais dès le moment où le nez est débouché, comme dans notre expérience, les arômes inondent les cellules olfactives, ce qui nous permet de découvrir brusquement et très clairement le parfum, par exemple, du fromage.

Pour aller un peu plus loin...

L'anosmie est un trouble sensoriel qui se traduit par une perte temporaire ou permanente de l'odorat. Elle peut être présente dès la naissance mais dans la majorité des cas, l'anosmie est due à un trouble acquis. La perte d'odorat peut alors être liée à une obstruction des fosses nasales (lors d'un rhume par exemple) ou à une altération du nerf olfactif, qui perturbe la transmission des informations olfactives. Le nerf olfactif peut être altéré par certaines maladies (l'anosmie est par exemple un symptôme assez fréquent d'une infection au SARS-COV2 responsable du COVID-19), par certains traitements médicamenteux, à la suite d'un traumatisme crânien ou encore avec l'apparition de méningiomes.

Une grande partie des personnes qui souffrent d'anosmie se plaignent aussi d'un problème gustatif. La plupart du temps, il ne s'agit pas d'une atteinte gustative à proprement parler, mais plutôt d'un déficit de la perception des saveurs ou des arômes liés au déficit olfactif.

En effet, une partie importante des sensations lors d'une dégustation se fait lorsque les aliments, réchauffés et malaxés par la bouche, libèrent des arômes volatiles (dits *flaveurs*) qui remontent dans le nez par l'arrière du palais. On appelle ce mécanisme la rétro-olfaction ou olfaction rétro-nasale. Les réelles atteintes du sens gustatif propre (qu'on appelle *agueusie*) sont rares. C'est cette expérience tout à fait transitoire d'anosmie et la sensation associée de perte de « goût » que l'on peut vivre dans cette expérience.

On peut faire une autre expérience d'anosmie transitoire très simple: Mettez du sucre dans une cuillère avec une pincée de cannelle. Bouchez-vous le nez et dégustez. Vous sentirez très bien le goût du sucre mais aucunement celui de la cannelle. Débouchez-vous le nez et voilà la cannelle qui surgit! On en déduit que la cannelle n'a pas de goût, mais uniquement de l'odeur.



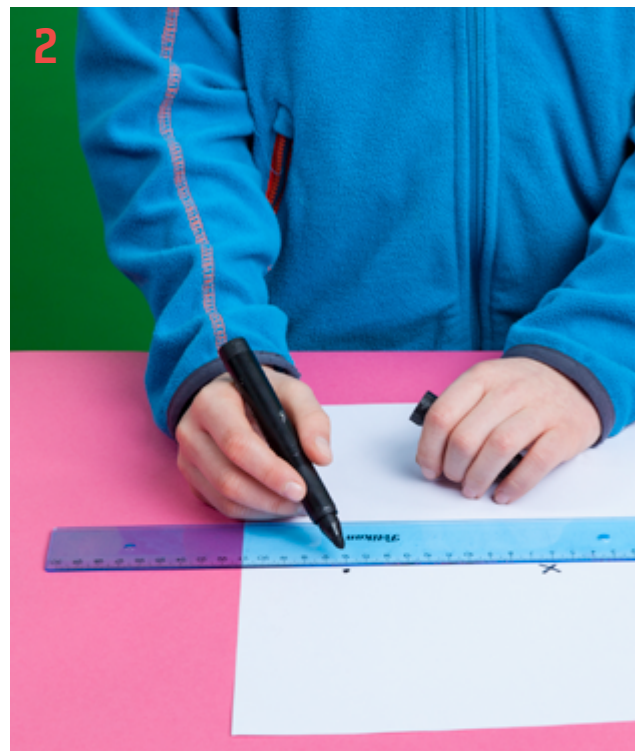
**"TU M'VOIS ?
"TU M'VOIS PAS !**

TU M'VOIS ? TU M'VOIS PAS !

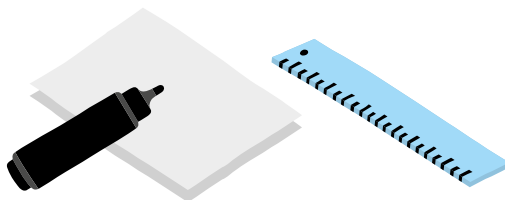
Faire disparaître un point noir d'une feuille de papier sans gomme ni magie ?
Simplement grâce à une illusion d'optique !



Pour cette expérience, tu n'as besoin que d'une feuille de papier, d'un feutre noir et d'une règle graduée. Comme quoi l'on peut déjà faire des expériences scientifiques avec du matériel finalement très basique.



Sur la feuille de papier, dessine un point noir, puis une croix. Attention, la croix doit être positionnée à 8 cm à gauche du point noir ! Sinon, l'expérience risquerait bien de ne pas marcher...



Matériel : 1 feuille de papier, 1 feutre noir et 1 règle graduée

3

Maintenant, tu peux fixer la feuille au mur à hauteur des yeux, ou alors demande à une autre personne de tenir la feuille !



4

Place-toi à environ 30 cm de la feuille, ferme l'œil droit et fixe intensément la croix avec l'œil gauche. Après quelques instants, balance-toi lentement d'avant en arrière jusqu'à ce que le point noir disparaisse.



Que se passe-t-il ?

Sur la rétine, il existe une région qui ne voit rien et que les scientifiques ont baptisée tache aveugle ! C'est à cet endroit complètement dépourvu de récepteurs sensibles à la lumière que le nerf optique quitte l'œil pour rejoindre le cerveau. En temps normal, on n'a pas conscience de ce « trou » dans le champ visuel, car le cerveau complète automatiquement l'image. Comme dans cette expérience, où notre matière grise remplit cette zone aveugle avec le blanc qui se trouve autour du point noir. Et c'est ainsi que la tache noire disparaît...

Pour aller un peu plus loin...

La rétine, située sur le fond de l'œil, est tapissée de récepteurs photosensibles qui reçoivent les informations lumineuses. Le nerf optique, lui, relie l'œil au cerveau pour lui transmettre ces informations. Mais la région sur la rétine d'où part le nerf optique est totalement dépourvue de ces récepteurs, elle ne détecte donc pas la lumière qui vient s'y projeter. C'est ce qu'on appelle la tache aveugle. La plupart du temps, on n'a pas conscience de ce « trou visuel » car la vision binoculaire et les facultés incroyables du cerveau permettent de compléter l'information manquante.

Les récepteurs sensibles à la lumière qui tapissent le fond de l'œil sont de deux types : les cônes et les bâtonnets. Chaque rétine en compte environ 100 millions.

Les bâtonnets représentent 90 % de ces récepteurs et sont plus nombreux à la périphérie de la rétine qu'au centre. Ils sont beaucoup plus

sensibles à la lumière que les cônes mais ne permettent pas de distinguer les couleurs. C'est pour cela qu'on distingue moins bien les couleurs dans la pénombre.

Les cônes renseignent sur la couleur et la netteté des objets. Ils sont majoritairement situés au centre de la rétine dans une région appelée fovéa. C'est la zone de la rétine où l'image est la plus nette et précise en termes de couleurs et de contours. L'existence de cette région explique que les yeux balient leur environnement sans arrêt pour le percevoir avec toute l'acuité requise. La fovéa est notamment fortement mise à contribution pour la lecture. Les humains possèdent trois types de cônes : les cônes B sensibles au bleu, les V sensibles au vert et les R sensibles au rouge. Les combinaisons possibles de ces trois types de récepteurs permettent de distinguer des centaines de milliers de nuances de couleurs.



DES FLEURS TOUT EN COULEURS !

DES FLEURS TOUT EN COULEURS !

Les chimistes ont parfois une âme d'artiste.
Comme dans cette expérience au résultat
esthétique et coloré.



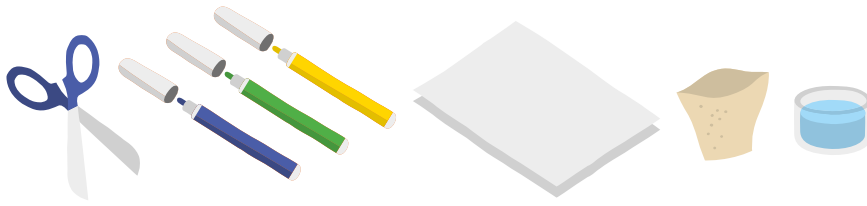
1

Pour commencer, plie un filtre à café en 4, puis découpe la pointe à l'aide d'une paire de ciseaux. Tu peux également découper de petits arrondis sur le long côté du filtre, qui deviendront les pétales de la fleur.



2

Munis-toi de stylos-feutres à base d'eau (c'est important !) avec lesquels tu vas pouvoir tirer des traits de couleurs différentes autour du trou central. Essaie de ne pas mélanger les différentes couleurs.



Matériel: des ciseaux, des stylos-feutres à base d'eau, du papier buvard, 1 récipient bas, 1 filtre à café et de l'eau

3



Avec du papier buvard (ou un bout de filtre à café), roule un tube fin que tu glisses dans le trou du disque que tu viens de colorier. Il ne reste plus qu'à déposer cette « fleur » dans un récipient contenant de l'eau.

4



Le buvard pompant l'eau, les couleurs commencent alors à se diluer, puis à se décomposer. C'est comme cela que l'on voit, par exemple, que le vert est constitué de jaune et de bleu.

Que se passe-t-il ?

La chromatographie ? Derrière ce nom barbare et savant se cache une technique d'analyse fréquemment utilisée dans les laboratoires. À quoi sert-elle ? À séparer les différentes substances chimiques présentes dans un mélange. Ici, dans la couleur de quelques stylos-feutres. Le principe est simple : l'eau monte par capillarité le long du buvard et entraîne avec elle les divers composés de l'encre. Ceux-ci finissent par se séparer, car ils ne se déplacent pas tous à la même vitesse. Le résultat est appelé chromatogramme.

Pour aller un peu plus loin...

Mais à quoi donc peut bien servir cette technique ? Même artistes, les chimistes doivent quand même l'utiliser pour autre chose que la création d'une jolie fleur !

En effet, la chromatographie était déjà utilisée au début des années 1900, mais on ne lui avait pas encore donné son nom, qui signifie « écriture des/avec les couleurs ».

C'est le botaniste russe Mikhaïl Tswett qui fut le premier à utiliser le terme de « chromatographie ». Et pour cause, ses travaux consistaient en la séparation de différents pigments végétaux : la chlorophylle et les caroténoïdes. Michail Tswett n'aurait pas pu mieux choisir son domaine de recherche puisque son nom, en russe, signifie « couleur » !

Depuis les années 1900, la technique s'est bien développée et on en trouve maintenant plusieurs types selon les composés que

l'on souhaite analyser. Si, par exemple, on analyse des gaz, alors on pourra utiliser une chromatographie en phase gazeuse. La chromatographie sur couche mince sera, quant à elle, utilisée dans un but d'analyse ou de purification.

Mais au final, le fonctionnement reste toujours le même : un échantillon est dissout par une phase mobile (ou éluant) à travers une phase stationnaire (ou phase fixe). La phase stationnaire, fixée soit sur la surface intérieure d'une colonne soit sur une surface plane, retient plus ou moins fortement les substances contenues dans l'échantillon.

Dans notre expérience, l'échantillon est l'encre du stylo, la phase mobile est l'eau, et la phase stationnaire, le filtre à café.



Qui cuit un œuf,
cuit un bœuf

Qui cuit un œuf, cuit un bœuf

Va te faire cuire un œuf! Mais c'est pas sympa! Où ça? Dans un four solaire fabriqué tout spécialement pour l'occasion...

1

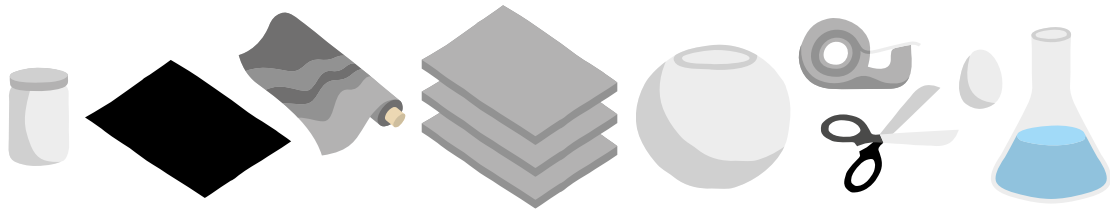


Un pot en verre avec son couvercle, une feuille cartonnée noire, du papier d'aluminium, trois cartons A4, un petit saladier en verre transparent, du Scotch, des ciseaux et un... œuf. Voilà le matériel dont on a besoin.

2



D'abord, il faut habiller le pot en verre de noir. Avec des ciseaux, découpe une bande de papier cartonné large comme la hauteur du gobelet. Ensuite, enrôle celle-ci autour du pot et fixe-la avec le Scotch.



Matériel : 1 pot en verre avec son couvercle, 1 feuille cartonnée noire, du papier d'aluminium, 3 cartons A4, 1 petit saladier en verre transparent, du Scotch, des ciseaux, 1 œuf et de l'eau



Maintenant, il faut assembler les trois cartons ensemble, toujours avec le Scotch. Puis, coupe une feuille d'aluminium suffisamment longue pour pouvoir les recouvrir (face visible = face brillante). Le Scotch sera utile là aussi!



Mets maintenant l'œuf dans le pot referme-le, installe-le deux bonnes heures au soleil et recouvre-le d'un saladier. Il ne reste plus qu'à placer et déplacer le réflecteur de manière à ce qu'il reste face au soleil.

Que se passe-t-il ?

Qu'ils soient sophistiqués ou non, les fours solaires permettent tous d'utiliser la seule énergie du soleil pour cuire des aliments. Celui qui est présenté ici est certes rudimentaire, mais il permet de cuire en deux heures un œuf à la perfection ! Comment ça marche ? Le papier d'aluminium placé autour du pot de verre concentre les rayons lumineux sur ce dernier. Le carton noir appliqué autour du gobelet améliore, lui, l'absorption de cette énergie lumineuse. Quant au saladier placé sur le pot, il fait office de serre pour conserver la chaleur à l'intérieur.

Pour aller un peu plus loin...

Le Soleil déverse quotidiennement sur la Terre une quantité gigantesque d'énergie via le rayonnement électromagnétique qui arrive jusqu'à nous. Notre planète reçoit en 30 minutes l'équivalent de l'énergie consommée par les humains en une année. Il y a plusieurs moyens d'utiliser l'énergie solaire.

Les plantes utilisent l'énergie du soleil pour grandir et se développer grâce à la photosynthèse, processus biochimique par lequel elles synthétisent de la matière organique.

Les panneaux solaires permettent d'utiliser l'énergie du soleil pour produire de l'électricité grâce à un phénomène physique appelé effet photovoltaïque.

Et plus simplement, on peut utiliser le soleil comme source de chaleur. Par exemple un tuyau d'arrosage rempli d'eau et déroulé en

plein soleil quelques minutes vous permettra de prendre une bonne douche chaude (attention, elle sera peut-être même trop chaude !). Si l'objet posé au soleil est noir, il emmagasine plus de chaleur qu'un objet blanc qui réfléchit plus la lumière. Dans les pays du Sud, on observe souvent de gros réservoirs noirs sur les toits des maisons ce qui est une manière économique et écologique de disposer d'eau chaude. Le four solaire dont nous proposons la construction ici est un autre moyen futé d'utiliser le soleil comme source de chaleur.

On voit ainsi que le soleil est une source inépuisable d'énergie qui devra être largement utilisée en remplacement des sources d'énergie fossile (pétrole, charbon, gaz, etc.) dans la lutte contre les changements climatiques.



Συρήκα !

Σurêka !

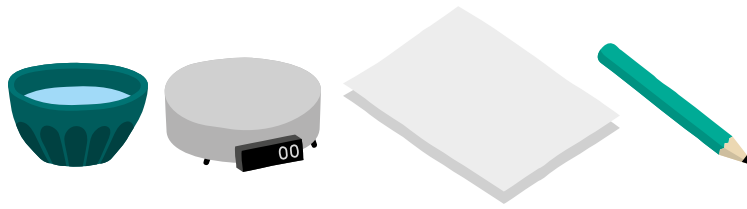
Tout corps plongé dans un liquide en ressort... mouillé. Mais non, ce n'est pas ça qu'a dit Archimède !



Pour cette expérience, il te faudra juste un peu de matériel : un bol et une balance de cuisine. Mais surtout, le plus important, c'est ta main qui sera mise à contribution.



Remplis le bol avec de l'eau (environ aux deux tiers). Allume la balance et pose le bol d'eau sur le plateau de celle-ci. Prends note du poids qui s'affiche sur l'écran de la balance.



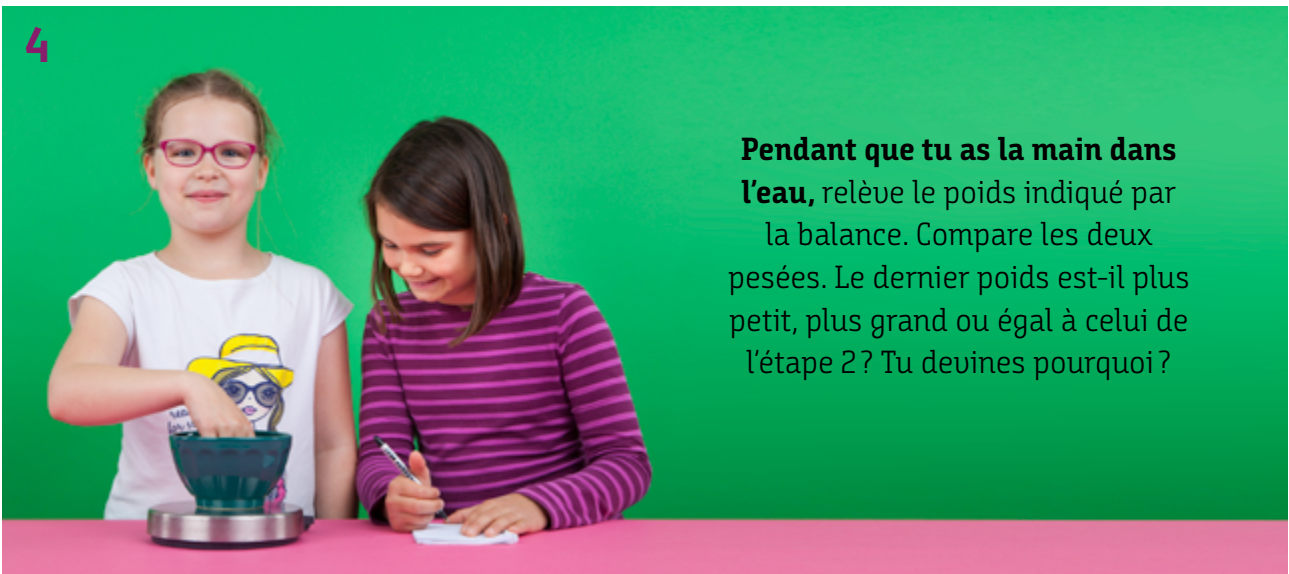
Matériel : 1 bol, 1 balance de cuisine, 1 feuille, 1 crayon et de l'eau

3



Relève tes manches et plonge maintenant ton poing fermé dans le bol d'eau. Mais fais attention, il ne faut pas toucher les parois ni le fond du bol, vraiment juste l'eau.

4



Pendant que tu as la main dans l'eau, relève le poids indiqué par la balance. Compare les deux pesées. Le dernier poids est-il plus petit, plus grand ou égal à celui de l'étape 2? Tu devines pourquoi?

Que se passe-t-il ?

Quand on plonge doucement sa main dans un bol rempli d'eau, on ressent une légère résistance qui s'oppose à notre mouvement. Cette résistance est ce qu'on appelle la poussée d'Archimède (vous savez, ce fameux phénomène qui permet aux bateaux de flotter!). Du coup, si l'on effectue cette même expérience sur une balance, l'affichage nous indiquera que le poids du bol augmente. Attention, cette augmentation n'est pas due au poids de la main, mais bel et bien à celui du volume d'eau déplacé par celle-ci !

Pour aller un peu plus loin...

Archimède de Syracuse est un des grands savants de l'Antiquité. Il a vécu au III^e siècle avant Jésus-Christ et était à la fois mathématicien, physicien et ingénieur. Il est très connu grâce à une légende qui raconte qu'il aurait trouvé une solution à un problème en prenant son bain et qu'il serait sorti de celui-ci en courant dans toute la ville en criant « Eurêka ! » (*J'ai trouvé !* en grec ancien). Même si cette histoire est probablement fautive, elle rend ce savant éminemment sympathique encore au XXI^e siècle !

Quoi qu'il en soit et plus sérieusement, c'est bien Archimède qui a mis en évidence un phénomène physique qu'on appelle la poussée d'Archimède. La poussée d'Archimède est une force subie par un objet plongé dans un fluide (liquide ou gaz) et qui s'exerce de bas en haut. Elle provient de l'augmentation de la pression du fluide avec la profondeur : la pression est plus forte sur la partie inférieure de l'objet

que sur sa partie supérieure. Il en résulte une poussée sur l'objet dirigée vers le haut et proportionnelle à la masse de fluide déplacé. C'est à partir de la poussée d'Archimède qu'on définit la flottabilité d'un corps.

Puisque la poussée d'Archimède est proportionnelle à la masse de fluide déplacé, un même objet flotte plus facilement dans un fluide de masse volumique plus élevée. L'eau salée ayant une masse volumique (voir l'expérience « Cocktail arc-en-ciel », page 109 pour comprendre ce qu'est la masse volumique plus élevée que l'eau douce), la poussée d'Archimède est notablement plus forte dans la mer Morte (la mer la plus salée du monde et située sur la frontière entre Israël et la Jordanie) que dans le lac Léman par exemple. On y flotte tellement bien qu'il est possible de lire le journal couché dans l'eau !

ainsi
fond, fond, fond...
le petit glacon



ainsi fond, fond, fond... le petit glaçon

Qui va gagner la course de fonte de glaçons ? Attention, rien à voir avec le réchauffement climatique...

1

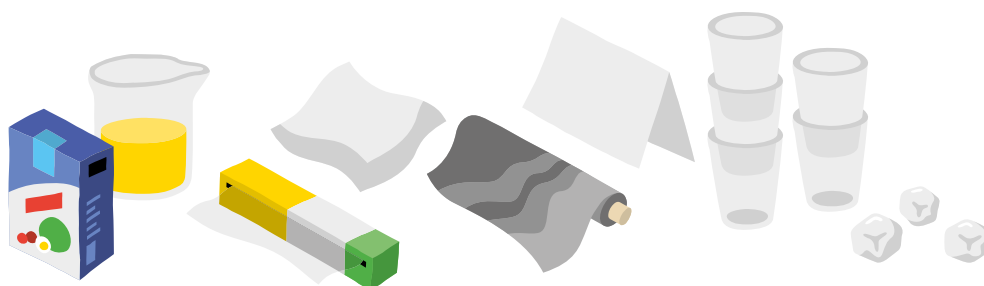


Que de matériel à réunir pour cette nouvelle expérience : sel, graisse, film plastique alimentaire, bout de tissu, feuille d'alu, papier, gobelets et glaçons. Tu peux enfin commencer les préparatifs de la course !

2



Roule un glaçon dans le sel, un autre dans la graisse et enveloppe-les d'un film alimentaire. Habille ensuite ceux qui restent respectivement avec le tissu, le papier et enfin l'alu.



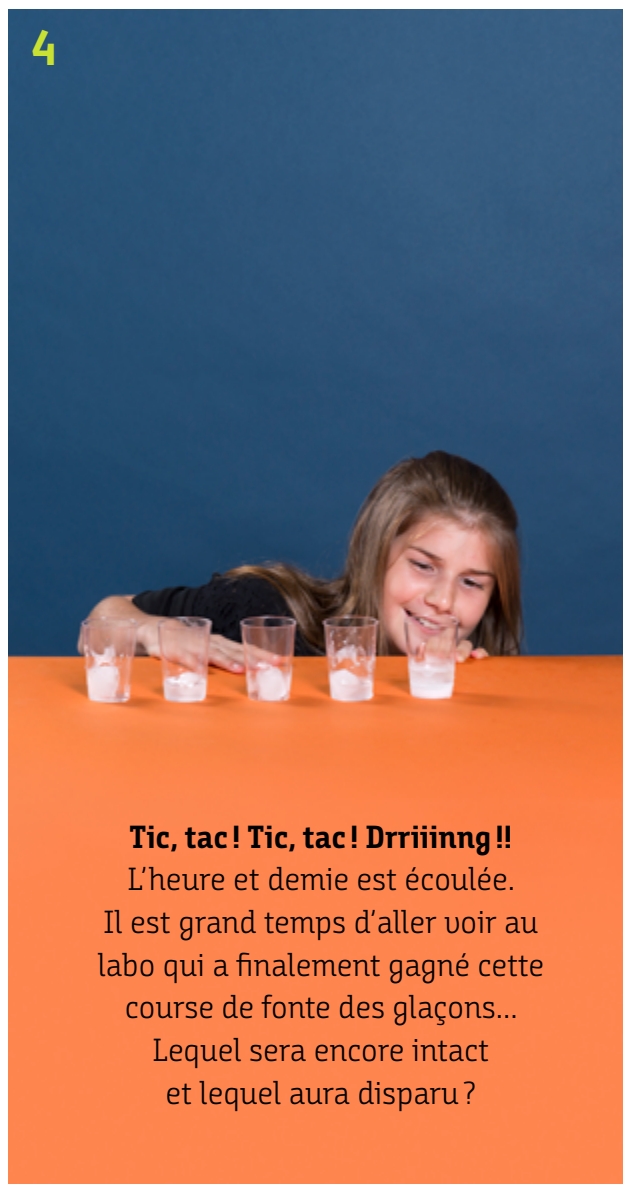
Matériel: du sel, de la graisse solide (du beurre par exemple), du film plastique alimentaire, 1 bout de tissu, 1 feuille d'aluminium, du papier, 5 gobelets en plastique et des glaçons

3



Le plus dur est fait! Tu n'as plus qu'à placer les cinq glaçons ainsi « emballés » dans les cinq gobelets en plastique qui sont alignés devant toi et à... attendre nonante minutes environ.

4



Tic, tac! Tic, tac! Drrriinnng!!
L'heure et demie est écoulée. Il est grand temps d'aller voir au labo qui a finalement gagné cette course de fonte des glaçons...
Lequel sera encore intact et lequel aura disparu ?

Que se passe-t-il ?

C'est le glaçon enrobé de sel qui fond le plus vite. Pourquoi ? Parce que le sel fait baisser le point de fusion de la glace. Du coup, l'eau reste liquide même en dessous de 0°C . C'est pour ça qu'on met du sel sur les routes en hiver. La graisse (2^e du classement) capte le froid du glaçon et fait grimper sa température. Bon conducteur de chaleur, l'alu (3^e) favorise, lui aussi, la fonte du glaçon. Quant au papier (4^e) et au tissu (5^e), c'est à cause de leur pouvoir isolant qu'ils ont perdu la course.

Pour aller un peu plus loin...

Souvent, en été, on ajoute des glaçons dans nos boissons pour les refroidir. Mais pourquoi les glaçons fondent-ils ? Pouvons-nous changer la vitesse à laquelle ils se transforment en eau liquide ? Cette expérience nous aide à comprendre les changements d'états de l'eau, et plus concrètement, la fusion de la glace selon les conditions ambiantes.

Les molécules d'eau sont formées d'un atome d'oxygène et de deux atomes d'hydrogène (H_2O). À l'état liquide, les molécules sont en mouvement constant. Lorsque la température descend en dessous de 0°C , les molécules se déplacent de moins en moins vite rendant possible la formation de liaisons intermoléculaires, dites « liaisons hydrogène », qui conduisent à la solidification.

Lorsque deux objets de températures différentes sont en contact, il y a toujours un transfert spontané de chaleur de l'objet chaud à l'objet froid afin d'atteindre l'équilibre. Ainsi, lorsqu'on ajoute des glaçons dans notre boisson, les molécules d'eau des glaçons absorbent

l'énergie fournie par leur entourage (sous forme de chaleur) rendant notre boisson plus froide.

Dans cette expérience, la présence des substances ou des matériaux autour du glaçon modifie le processus de transfert de chaleur, soit en le ralentissant soit en l'accéléralant. Ici, le papier et le tissu vont ralentir la fusion de la glace car ce sont des matériaux isolants, c'est-à-dire qu'ils ralentissent le transfert de chaleur. Par contre, l'aluminium est un excellent conducteur de chaleur et ne ralentit donc pas la fusion de la glace.

Le sel de cuisine de son côté est formé par des ions (sodium et chlore) capables de casser les liaisons hydrogène établies entre les molécules d'eau à l'état solide. Il faudra donc moins d'énergie pour faire fondre le glaçon. Ceci explique le fait que le glaçon enrobé de sel soit le premier à fondre. Voilà donc pourquoi on répand du sel sur les routes en hiver !

force, mouvement, eau

Photo © Mathieu Rod

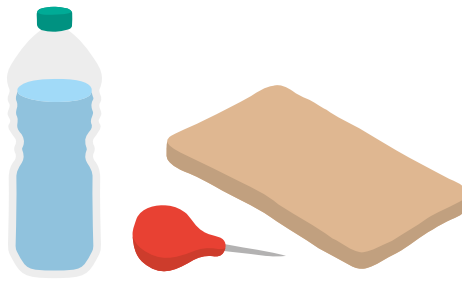


CORIO LIS

CORIO LIS

Pour vérifier certains phénomènes, comme ici la force de Coriolis, les scientifiques doivent parfois se mouiller...





Matériel : 1 bouteille en PET remplie d'eau, 1 poignon et 1 planche à découper

3

Il est temps de prendre l'air,
d'aller dans la cour ou le jardin.
En effet, cette expérience se fait
uniquement à l'extérieur!
Tiens ta bouteille à bout de bras,
le bouchon face à toi.



4

Tourne sur toi-même comme
une toupie, tout en pressant
la bouteille pour faire sortir
de l'eau. Observe le jet. Où se
dirige-t-il ? Tu verras, la réponse
a de quoi donner le tournis.



Que se passe-t-il ?

Dans notre expérience, on s'attend à ce que le jet d'eau se dirige vers nous et donc à finir mouillés, ce qui n'est pas le cas. C'est dû à ce que les physicien·nes appellent la force de Coriolis (c'est elle qui dévie un objet lorsqu'il se déplace dans un « carrousel »). Ce drôle d'effet s'observe aussi en météo : le carrousel, c'est la Terre qui tourne et dévie les vents dans des sens différents selon l'hémisphère où l'on se trouve. En revanche, et contrairement à une idée fort répandue, cette force n'a rien à voir avec le sens de rotation de l'eau dans la baignoire qui se vide.

Pour aller un peu plus loin...

La force de Coriolis tient son nom d'un ingénieur et mathématicien français qui a décrit cette loi de la physique au XIX^e siècle. Cette force résulte de l'accélération de Coriolis : elle se manifeste dans le mouvement d'un objet qui se déplace dans un carrousel. On doit ainsi la prendre en compte par exemple si on marche dans un manège qui tourne, en météorologie pour comprendre les mouvements de masses d'air à l'échelle du globe, ou en océanographie pour l'étude des courants marins.

La force de Coriolis permet ainsi notamment de comprendre pourquoi, dans l'hémisphère nord, les anticyclones tournent dans le sens des aiguilles d'une montre alors que les dépressions tournent dans le sens contraire. L'influence de cette force varie en fonction de la latitude. C'est d'ailleurs pour cela que les cyclones ne peuvent pas se former à l'équateur, parce que la force de Coriolis y est nulle.

Quant au sens du tourbillon dans une baignoire qui se vide, on pourrait penser se trouver devant un phénomène identique à celui des mouvements de masses d'air et que le tourbillon change de sens selon l'hémisphère dans lequel on se trouve. Il y a toutefois une différence d'importance entre les deux situations : leur échelle ! Dans la baignoire, la force de Coriolis est tout à fait négligeable et le sens du tourbillon dépend essentiellement du fait que l'eau n'est jamais totalement au repos, mais a un sens de rotation privilégié qui sera amplifié par le tourbillon. Si on considérait en revanche un très grand récipient, avec de l'eau initialement parfaitement au repos, il serait alors possible de mettre en évidence l'existence d'un sens de rotation privilégié suivant l'hémisphère.

force, pression, air, patate

Photo © Mathieu Rod



**DE L'AIR
AUSSI FORT
QU'HERCULE?**

DE L'AIR AUSSI FORT QU'HERCULE?

Défi scientifique du jour : transpercer une pomme de terre de part en part avec une simple paille !

1

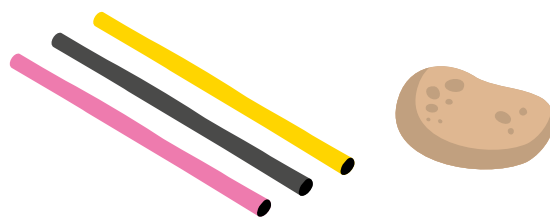


Pour cette expérience qui donne la patate, pas besoin de beaucoup de matériel ! Il te faut juste quelques pailles, une belle pomme de terre crue et une intrépide cobaye à défier.

2



Le défi du jour ? Parvenir à transpercer la pomme de terre de part en part en ne se servant que de la paille ! Facile en appuyant très fort, direz-vous ? Pas aussi simple que ça en a l'air !



Matériel : quelques pailles et 1 pomme de terre crue

3



Décidément, la patate a la peau dure ! Il est donc temps de révéler le « truc » à ta cobaye avant qu'elle n'abandonne : il suffit de boucher une des extrémités de la paille avec le pouce.

4



À toi de jouer ! Obstrue un des bouts de la paille avec ton pouce et plante-la d'un coup sec dans la pomme de terre sans défense. Purée, que c'est facile quand on connaît le truc !

Que se passe-t-il ?

Pour quelle raison parvient-on, simplement en bouchant l'une des extrémités de la paille avec son pouce, à transpercer une pomme de terre crue ? Parce qu'en bouchant le trou, on emprisonne de l'air à l'intérieur, et qu'une fois emprisonné, cet air appuie suffisamment sur les parois intérieures de la paille pour l'empêcher de se plier ! Et plus la paille s'enfonce dans la patate, plus la pression à l'intérieur du tube augmente. Du coup, cette pression rend la paille suffisamment rigide pour traverser le tubercule !

Pour aller un peu plus loin...

Dans cette expérience, c'est la pression de l'air à l'intérieur de la paille qui lui permet d'être suffisamment rigide pour traverser la patate sans dommage. Et plus la paille s'enfonce dans la patate, plus l'air est comprimé dans la paille car le volume disponible diminue. La densité de molécules d'air augmente, on dit que la pression augmente. Le principe est le même quand on gonfle un ballon de football : plus on injecte de l'air à l'intérieur, plus il durcit. C'est la pression des molécules d'air à l'intérieur qui rend le ballon indéformable.

Le principe qui empêche la paille de se déformer ressemble à une astuce utilisée par les artisans lorsqu'ils doivent plier un tube. Si vous essayez de plier un tube d'acier ou d'aluminium sans précaution, il se passe exactement ce qui arrive à une paille ou à un bâton de ski qu'on plie : un angle vif se forme et le tube est écrasé à cet endroit.

Pour éviter ces fâcheuses déformations, l'astuce consiste à remplir le tube de sable. Ainsi, le sable exerce une pression sur les parois intérieures du tube et l'empêche de s'écraser.

force, air, portance

Photo © Mathieu Rod



Balle en
l'évitation !

Balle en lévitation!

C'est l'histoire d'une balle de ping-pong qui demande à un sèche-cheveux de l'aider à réaliser son rêve : voler!

1



Pour cette expérience toute simple, tu n'auras pas besoin de beaucoup de matériel! Il te faudra une balle de ping-pong (ou de sagex) et un sèche-cheveux en état de marche!

2



Cette expérience promet d'être fort décoiffante. Allume le sèche-cheveux, place ensuite la balle de ping-pong au-dessus, à la verticale du fœhn, et lâche-la délicatement!



Matériel : 1 balle de ping-pong (ou de sagex) et 1 sèche-cheveux

3



La balle monte, puis reste en vol stationnaire à une vingtaine de centimètres au-dessus du sèche-cheveux. Non, non, elle n'est pas suspendue au plafond à l'aide d'un mince fil en nylon !

4



Tu peux maintenant incliner un peu le sèche-cheveux.
On s'attend évidemment à ce que la balle tombe... Mais non, prisonnière du jet d'air, elle continue de voler !
Étonnant, non ?

Que se passe-t-il ?

L'air soufflé par le sèche-cheveux pousse la balle vers le haut et cette force s'oppose à celle de la gravité. La balle danse ainsi à la hauteur où ces forces s'équilibrent. Lorsqu'on incline le sèche-cheveux (pas trop quand même), la balle ne tombe pas, car elle est maintenue comme dans un tube par le courant d'air. Cet effet s'explique par une loi de la physique (la loi de Bernoulli) qui établit un lien entre la pression et la vitesse de l'air. C'est elle également qui explique la portance des ailes d'avion.

Pour aller un peu plus loin...

Si cette expérience amusante et assez spectaculaire est très facile à réaliser, il n'est en revanche pas facile d'expliquer le phénomène observé. En réalité, son explication fait encore débat aujourd'hui chez les scientifiques.

L'explication la plus courante fait appel au théorème de Bernoulli. De manière simplifiée, ce théorème dit que la pression d'un fluide diminue quand sa vitesse augmente et vice-versa, comme expliqué ci-dessus.

Mais une autre explication, par la loi d'action-réaction, est aussi possible. Lorsqu'on incline le sèche-cheveux, curieusement, la balle ne tombe pas. Le flux d'air est alors dévié et engendre une force de réaction sur la balle, ce qui la maintient dans le flux d'air. Pour s'en convaincre, une nouvelle expérience peut être utile : par l'extrémité de son manche, tenir avec deux doigts une cuillère à soupe, verticalement la tête vers le bas. Placer ensuite le côté bombé

de la cuillère sous le jet d'eau du robinet. Le jet est dévié et la cuillère relève un peu la tête. L'action (le jet d'eau est dévié) impose une réaction (la cuillère est soulevée).

Dans l'expérience du sèche-cheveux, le jet d'air, bien qu'invisible est également dévié et la réaction, visible, de maintenir la balle en équilibre semble un brin magique.

Quoi qu'il en soit, l'explication de cette expérience est du ressort de l'aérodynamique, une branche de la physique qui étudie les écoulements d'air et leurs effets sur des objets solides. L'aérodynamique s'intéresse à des choses aussi variées que le déplacement et l'aérodynamisme des véhicules (trains, voitures, etc.), la portance des avions, l'étude des forces qui s'appliquent sur une éolienne, les écoulements à l'intérieur d'une turbine ou encore les effets du vent sur une construction telle qu'une tour ou un pont.

réaction chimique, catalyseur, mousse, oxygène

Photo © Mathieu Rod



Dentifrice
d'éléphant

Dentifrice d'éléphant

Les pachydermes ne se brossent pas les dents, car il n'existe pas de dentifrice pour éléphants! Vraiment?

1



As-tu tout le matériel nécessaire? Un sachet de levure en poudre, de l'eau oxygénée à 30 %, du produit vaisselle, un colorant alimentaire, un récipient allongé (vase ou bouteille), un gobelet et une petite cuillère.

2



Sous l'œil d'un-e adulte et après avoir enfilé des gants et protégé tes yeux, verse dans le récipient un fond de produit vaisselle, trois gouttes de colorant et 50 ml d'eau oxygénée.



Matériel : 1 sachet de levure en poudre, de l'eau oxygénée à 30% (disponible en pharmacie ou en droguerie), du produit vaisselle, du colorant alimentaire, 1 récipient allongé (vase ou bouteille), 1 gobelet, 1 petite cuillère, 1 bac, des gants et des lunettes de protection

3



Tu peux maintenant passer à l'étape suivante. Moins stressante celle-là, puisqu'il s'agit simplement de diluer la levure en poudre dans un gobelet avec un peu d'eau. Attention, il faut bien touiller avec la cuillère !

4



Le plus prudent lors de cette étape, c'est de poser le récipient au milieu d'un évier, d'ajouter la levure, puis de reculer de quelques pas. Car la mousse jaillit instantanément comme un geyser !

Que se passe-t-il ?

L'eau oxygénée – *peroxyde d'hydrogène* en langage savant – est une substance très irritante à haute concentration. C'est pour cela qu'on ne la trouve qu'en pharmacie sous cette forme. À basse concentration, c'est-à-dire quand elle est diluée, elle est utilisée comme désinfectant ou agent blanchisseur pour les cheveux.

Dans cette expérience baptisée « dentifrice d'éléphant », le peroxyde d'hydrogène réagit fortement avec la levure en libérant des bulles d'oxygène, qui formeront une jolie mousse grâce au produit de vaisselle. On dit que c'est une réaction exothermique, car elle dégage de la chaleur.

Pour aller un peu plus loin...

La réaction observée ici, la dismutation du peroxyde d'hydrogène, n'est autre que la séparation du peroxyde en eau (H_2O) et oxygène (O_2). Cette réaction a lieu naturellement, mais est très lente. Ici, la levure contient une enzyme (la catalase) qui joue le rôle de catalyseur, c'est-à-dire qu'elle accélère la réaction naturelle de dismutation, sans être consommée. Nous observons ainsi la décomposition de deux molécules de peroxyde d'hydrogène en deux molécules d'eau et une molécule d'oxygène ($2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$). Suite à cette réaction, l'oxygène va s'échapper très rapidement du récipient.

La présence de liquide vaisselle permet de rendre cette réaction visible puisque les bulles d'oxygène restent piégées dans le savon et donnent lieu à la formation de mousse. La concentration du peroxyde d'hydrogène et le catalyseur utilisé sont des paramètres qui peuvent être modifiés pour changer la vitesse de formation d'oxygène et par conséquent, la quantité de mousse. Plus le peroxyde d'hydrogène est concentré, plus la quantité

d'oxygène libérée est grande. Plus le catalyseur est puissant, plus la vitesse de réaction est grande.

Ainsi, de l'eau oxygénée à 3% (celle que nous trouvons au magasin) produira moins d'oxygène tandis qu'un autre catalyseur comme l'iodure de potassium (KI) libérera l'oxygène plus rapidement.

Pour nettoyer le récipient une fois la réaction terminée, il suffit de le rincer avec de l'eau dans l'évier car les produits formés ne sont pas toxiques.

On peut essayer de faire la réaction avec des concentrations différentes de peroxyde (par exemple en le diluant avec de l'eau) et d'observer les différences de réactions.

Cette dernière expérience illustre l'importance de ne changer qu'un seul paramètre à la fois dans une réaction pour pouvoir établir un lien solide entre facteur et effet observé, un des piliers de la méthode scientifique.

Index des mots-clés

Acide-base	53, 117, 121, 125	Lait	113, 137
ADN	73	Liquide	13, 109, 125, 133
Air	13, 169, 173	Lumière	33, 57, 65
Archimède	25, 157	Mathématiques	09, 65, 81, 97
Bulles	37, 125	Moebius	97
Chromatographie	149	Mouvement	93, 165
Corps humain	17, 21, 45, 69, 73, 141, 145	Neurosciences	89
Couleurs	109, 149	Odorat	141
Cryptographie	85	Ouïe	17
Cuisine	129, 137, 153	Perception	17, 89, 141
Densité	109	Photosynthèse	29, 33
Dilatation	49, 69	Plante	29, 33
Eau	29, 61, 77, 149, 157, 161, 165	Polymères	77, 105
Électricité	93	Portance	173
Énergie	93, 101, 117, 153	Pression	13, 41, 169
États de la matière	161	Réaction chimique	41, 53, 105, 113, 117, 121, 125, 129, 177
Fermentation	137	Réfraction	57
Force	25, 157, 165, 169, 173	Température	49, 69, 117, 153, 161
Géométrie	65, 81	Temps de réaction	45
Goût	21, 141	Tension superficielle	37
Graine	29, 33	Vision	145
Illusion d'optique	57, 89		
Informatique	09, 85		

Avec la participation de



Samuel



Zaak



Matteo



Emma



Isaline



Léa



Maïté



Laurie



Livia



Hannah



Valentin



Ulysse



Lucie



Talyah



Noé



Quentin



Léonard



Joël



Jeanne



Quentin



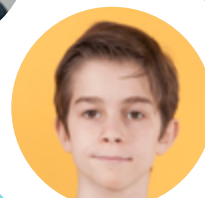
Irina



Nathan



Sarah



Dorian



Clara



Léandre



Léo



Justine



Chloé



Oscar



Manon



Paul



Zoé



Romane



**Merci
à toutes
et tous!**

Impressum

Conception et rédaction

EPFL – Service de promotion des sciences :
Marion Albertini, Johannes Mosig,
Guillaume Mühlebach

Espace des inventions : Séverine Altairac,
Emmanuelle Giacometti,
Sandrine Hajdukiewicz, Romain Roduit

Université de Fribourg : Sofia Martin Caba,
Lucas Montero

Sciencescope de Université de Genève :
Shaula Fiorelli, Olivier Gaumer, Fabia Kessas,
Aurélia Weber, Sandrine Zuchuat

Photographies

Mathieu Rod, Mathieu Bernard-Reymond,
Pierre-Yves Massot, François Schaer

Réalisation et production

Maquette graphique & illustrations :
Christophe Rochat, Espace des inventions

Mise en page : Colin Montet, Formidgraphic

Photolithographie : Michel Greppin, Soins de l'image

Relecture : Laure Bonnevie, Histoire de mots

Impression : Artgraphic Cavin SA

ISBN 978-2-8399-3313-1

Une publication de l'EPFL, l'Espace des inventions, l'Université de Fribourg et l'Université de Genève, basée sur des expériences scientifiques présentées dans le Migros Magazine entre 2015 et 2018.

Dépôt légal en Suisse : octobre 2021. Tous droits réservés.

Ce livre est publié sous une licence Creative Commons Attribution CC BY-NC-ND 4.0



Nos chaleureux remerciements à

Migros Magazine et Alain Portner qui sont à l'origine du projet et qui ont permis la réalisation de cet ouvrage.

Jacques Dubochet pour sa disponibilité et le soutien offert au projet par la rédaction d'une stimulante préface.

Toutes celles et tous ceux qui d'une manière ou d'une autre ont donné un coup de pouce à ce projet : Céline Brockmann, Scott Capper, Céline Corthay, Nicolas Deferne, Romain Dewaele, Amélie Guex, Miguel Iglesias, Anne Jacob, Camille Larpin, Céline Lichtensteiger, Myriam Marrano, Andreas Müller, Farnaz Moser, Karl Perron, Elisa Radosta, Xavier Ravinet, Christoph Renner, Mona Spiridon, Sandy Weder, Candice Yuon.

Retrouvez
cette publication en
version électronique :
www.pschitt.ch

*Petite collection
d'expériences qui font...*

PSCHITT!

Cette petite collection d'expériences qui font PSCHITT est destinée aux personnes curieuses de science et d'expérimentation. C'est un outil simple, accessible et facile d'utilisation pour transformer votre cuisine ou votre salle de classe en laboratoire de sciences naturelles et faire pétiller votre curiosité et celle de vos enfants et élèves!

www.pschitt.ch



9