

# SCIENCE

*on Stage 2017*

Demonstrations and  
teaching ideas

selected by the  
Irish team

Version  
française



Avril 2024

Adaptation et traduction française.  
Science On Stage Belgique.  
Grâce Urbain & Philippe Wilock  
Relecture: Sandra Bonsignore

# Organisateurs et sponsors.



**IOP** Institute of Physics  
Ireland



Science on Stage 2017.  
Démonstrations et idées  
pédagogiques sélectionnées par  
les équipes irlandaises  
ISBN 978-1-873769-88-1



Adaptation et traduction française.  
Science On Stage Belgique.  
Grâce Urbain & Philippe Wilock

# SCIENCE

*on Stage 2017*

10<sup>th</sup> Jubilee

Debrecen, Hungary

**Démonstrations et idées  
pédagogiques sélectionnées  
par les équipes irlandaises**

**Adaptation et traduction française.  
Science On Stage Belgique.  
Grâce Urbain & Philippe Wilock  
Relecture: Sandra Bonsignore**



ISBN 978-1-873769-88-1



Rien dans la vie n'est à craindre, il faut seulement le comprendre. Il est maintenant temps de mieux comprendre, afin d'avoir moins peur.

**Marie Curie**

La science d'aujourd'hui est la technologie de demain.

**Édouard Teller**

L'éducation est ce qui reste après avoir oublié ce que l'on a appris à l'école.

**Albert Einstein**

La science amène les gens à rechercher de manière désintéressée la vérité et l'objectivité; il enseigne aux gens à accepter la réalité, avec émerveillement et admiration, sans parler de la profonde crainte et de la joie que l'ordre naturel des choses apporte au véritable scientifique.

**Lise Meitner**

*Clause de non-responsabilité.*

*Le Comité directeur national pour Science on Stage Ireland a tout mis en œuvre pour garantir la haute qualité des informations présentées dans cette publication. Les enseignants doivent assurer la sécurité des démonstrations dans leurs propres laboratoires. Ce document a été réalisé par des bénévoles et, grâce à nos sponsors, est distribué gratuitement. Il s'agit d'une ressource destinée aux professeurs de sciences et n'est pas publié dans un but lucratif. SonS (Science on Stage) autorise les organisations éducatives à reproduire le matériel de ce livre sans notification préalable, à condition que ce soit à des fins pédagogiques et sans but lucratif et qu'une mention appropriée soit donnée à SonS. Nous serions reconnaissants de recevoir une copie de toute autre publication utilisant le matériel reproduit de ce livret.*

Tous les commentaires ou toutes les suggestions seront les bienvenus par le comité et peuvent être envoyés au président:

Dr Eilish McLoughlin, Science on Stage, CASTeL, School of Physical Sciences, Dublin City University, Dublin 9.

[www.scienceonstage.ie/](http://www.scienceonstage.ie/)

ISBN 978-1-873769-88-1

|                                     |              |
|-------------------------------------|--------------|
| <b>Équipes et contributions</b>     | <b>V</b>     |
| <b>Biologie</b>                     | <b>1-14</b>  |
| <b>Chimie &amp; Matériaux</b>       | <b>15-24</b> |
| <b>Dynamique et statique</b>        | <b>25-47</b> |
| <b>Pression</b>                     | <b>48-49</b> |
| <b>Electricité &amp; Magnétisme</b> | <b>50-59</b> |
| <b>Lumière</b>                      | <b>60-65</b> |
| <b>Terre et espace</b>              | <b>66-84</b> |
| <b>Général</b>                      | <b>85-97</b> |
| <b>Index</b>                        | <b>98-99</b> |



## Avant-propos.

C'est un plaisir de vous présenter cette ressource pédagogique scientifique qui présente des démonstrations et idées pédagogiques préparées et sélectionnées par l'équipe irlandaise de Science on Stage qui a participé au festival européen Science on Stage qui s'est tenu au Kölcsey Convention Center à Debrecen, en Hongrie, du 29 juin au 2 juillet 2017. Sous la devise « *Inventer l'avenir de l'enseignement scientifique* » 450 enseignants du primaire et du secondaire de 30 pays ont partagé leurs expériences et leurs idées pédagogiques pour l'enseignement des sciences, de la technologie et des mathématiques sur des stands, en atelier et sur scène pendant quatre jours à Debrecen.

Le programme Science on Stage ([www.science-on-stage.eu/](http://www.science-on-stage.eu/)) est une activité innovante et paneuropéenne d'enseignement scientifique, conçue pour favoriser un renouveau de l'enseignement des sciences en Europe en encourageant l'échange de nouveaux concepts et de bonnes pratiques. Parmi les enseignants de tout le continent. Cela découle du succès des trois éditions du programme Physique en scène de 2000 à 2003. Un enseignement scientifique innovant et inspirant est considéré comme un facteur clé pour encourager les jeunes à s'engager dans les questions scientifiques, qu'ils choisissent finalement ou non une carrière scientifique. Ainsi, Science on Stage est un réseau d'enseignants STEM de tous niveaux, il fournit une plate-forme européenne pour l'échange d'idées pédagogiques et sert à souligner l'importance de la science et de la technologie dans les écoles et auprès du public. Chaque programme se termine par un festival de quatre jours, combinant un salon de l'enseignement des sciences avec des activités sur scène, des sessions parallèles et des ateliers. Le salon de l'enseignement propose une gamme d'expositions dynamiques et stimulantes provenant de trente pays à travers l'Europe avec une multitude de langues et des participants enthousiastes qui profitent de chaque occasion pour échanger du matériel pédagogique et des idées.

Ce projet a été rendu possible grâce à la coordination et au soutien de CASTeL de la Dublin City University et de l'Institut de Physique d'Irlande. Science on Stage Ireland remercie chaleureusement le soutien financier reçu du programme Discover 2017 de la Science Foundation Ireland.

La gratitude des milliers d'enseignants et d'éducateurs qui reçoivent ce livret gratuit de démonstrations et d'idées pédagogiques doit principalement aller à l'équipe très travailleuse des contributeurs de 2017: Enda Carr, Declan Cathcart, Robert Clarke, Maire Duffy, Sean Fogarty, David Keenehan, Eilish McLoughlin, Paul Nugent, David O'Connell, Nicola Sheehan. En particulier, nous présentons nos sincères remerciements à Rory Geoghegan pour son formidable travail dans la tâche ardue de vérification et d'édition de ce livret et pour son travail jusqu'aux dernières étapes de production. Tous ces enseignants travaillent à temps plein, mais malgré cela, ils ont testé et réalisé cette excellente collection de démonstrations sélectionnées parmi les conférences Science on Stage et cette publication n'aurait pas vu le jour sans leur engagement très professionnel.

Nous avons eu le plaisir de travailler avec ces professeurs et éducateurs de sciences inspirants pour coordonner le programme SonS2017 et produire ce livret, qui, nous l'espérons, sera une ressource inestimable en classe. Pour plus d'informations sur Science on Stage en Irlande et pour des copies électroniques de tous les livrets POS/SonS, veuillez visiter :

<http://www.scienceonstage.ie/resources/>

|                                |                                   |
|--------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Dr Eilish McLoughlin</b>    | <b>Mr Paul Nugent</b>             |
| Chair Science on Stage Ireland | co-Chair Science on Stage Ireland |
| CASTeL, Dublin City University | IOP Physics Teacher Coordinator   |

## VI

### Équipe et contributeurs SonS2022

Une équipe de neuf délégués a représenté l'Irlande au Festival européen de l'enseignement des sciences « Inventer l'avenir de l'enseignement scientifique », qui s'est tenu au Centre de congrès Kölcsey à Debrecen, en Hongrie, du 29 juin au 2 juillet 2017. L'équipe était composée de Paul Nugent, Santa Sabina Dominican College and IOPI teacher network coordinator, de Declan Cathcart, Temple Carrig School, de Máire Duffy, Clonkeen College Dublin, de Robert Clarke, Confey College Leixlip, de Nicola Sheehan, Donabate Community College Dublin, de Enda Carr, St. Marys Secondary School Glasnevin, de Sean Fogarty, St. Mary's Secondary School Wexford, de David Keenehan, IOPI Teacher Network Coordinator et de David O'Connell, Christian Brothers' Cork.

Lors du festival, Robert Clarke et Declan Cathcart ont reçu des prix très appréciés pour leurs projets. Paul Nugent, coprésident de Science on Stage en Irlande, a été élu au conseil exécutif de Science on Stage Europe.



*L'équipe irlandaise Science on Stage 2017 à Debrecen en juillet 2017.*

*De gauche à droite: Paul Nugent, Robert Clarke, Sean Fogarty, Maire Duffy, Nicola Sheehan, David O'Connell, David Keenehan, Enda Carr, Declan Cathcart.*

## Le monde merveilleux des cloportes.

### Contexte:

Les cloportes constituent un excellent organisme modèle pour les recherches des étudiants. Les étudiants apprennent à travailler avec soin et de manière éthique avec les animaux en laboratoire. Ils acquièrent également de l'expérience dans les compétences d'investigation telles que la formulation d'hypothèses, la conception d'expériences, la présentation de données et la communication de leurs résultats en utilisant divers médias. L'évaluation formative est réalisée à l'aide de grilles d'évaluation.

Un portfolio numérique peut être créé par chaque étudiant à l'aide de l'application SeeSaw ou similaire.



### Tu auras besoin de:

- ✓ Poteurs.
- ✓ Cloportes.
- ✓ Grande boîte en plastique contenant des feuilles.
- ✓ Sol (terreau),
- ✓ Brindilles etc.,
- ✓ Cartons.
- ✓ Plateaux.
- ✓ Ruban adhésif.
- ✓ Ciseaux.
- ✓ Lampes de bureau.
- ✓ Petits éventails.

### Suivez ces étapes:

1. Les élèves trouvent et ramassent les cloportes, qui sont conservés dans un « hôtel à cloportes » (boîte en plastique contenant des feuilles en décomposition,

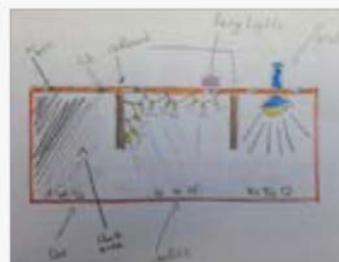


de la terre, des brindilles, etc...

2. Les élèves choisissent un facteur environnemental sur lequel étudier, forment une hypothèse et planifient leur enquête.
3. Fournir aux étudiants du matériel pour construire des « chambres de choix » à partir de matériaux bon marché et facilement disponibles (carton, boîtes à chaussures, papier, ruban adhésif, etc...).
4. En donnant des choix aux cloportes, les élèves collectent des données sur les conditions préférées des cloportes (par exemple, clair ou sombre, humide ou sec, chaud ou froid, venteux ou abrité, etc...).

### Alors, que s'est-il passé ?

Les étudiants ont construit des chambres de choix et observé les préférences des cloportes étant donné les choix. On observe que les cloportes se déplacent vers des zones sombres/humides/abritées lorsqu'on leur donne le choix.



Les étudiants peuvent présenter leurs données dans des graphiques, tirer des conclusions et relier leurs résultats à leurs hypothèses.

### Et ensuite ?

- Cette enquête se prête également à l'utilisation de vidéos, de photographies, de captures d'écran et d'autres médias pour constituer un portfolio numérique d'investigation en laboratoire au moyen d'un rapport de laboratoire.
- Les élèves peuvent approfondir leurs recherches en examinant l'effet de la température sur le taux métabolique en mesurant les taux respiratoires (en utilisant un respiromètre traditionnel ou un capteur numérique de dioxyde de carbone).
- Organisez un débat sur l'éthique de l'expérimentation sur les animaux en laboratoire.

[https://play.google.com/store/apps/details?id=seesaw.shadowpuppet.co.classroom&hl=fr\\_CA](https://play.google.com/store/apps/details?id=seesaw.shadowpuppet.co.classroom&hl=fr_CA)

<https://apps.apple.com/fr/app/seesaw/id930565184>

## 2

### Biologie

# L'effet de la salinité sur la germination des plantes cultivées (herbe) et sur les semis.

#### Contexte:

La salinisation des sols peut avoir un impact sur la production agricole dans de nombreuses régions du monde. La salinisation peut être due à des causes naturelles ou à des activités humaines telles que l'irrigation, le défrichement ou le remplacement de cultures pérennes par des cultures annuelles. Certaines cultures sont plus sensibles au sel que d'autres. Les élèves peuvent étudier la sensibilité au sel de différentes cultures (riz, blé, orge), ou ils peuvent étudier la sensibilité au sel de différentes souches de la même espèce cultivée (par exemple, différentes souches de blé). Les taux de germination et la croissance des plantules peuvent être utilisés comme indicateurs de la sensibilité au sel.

#### Tu auras besoin de:

- ✓ Boîtes de Pétri (ou autres récipients appropriés).
- ✓ Du coton ou du papier filtre.
- ✓ Solutions de NaCl (0,2 %, 0,5 %, 1,0 %, 1,5 %, 2,0 %, 2,5 %, 3,0 %).
- ✓ Semences de plantes cultivées (riz, blé, orge, canola, etc.)

#### Suivez ces étapes:

1. 10 à 20 graines sont placées dans chaque boîte de Pétri sur du coton ou des papiers filtres sont placés dans des boîtes de Pétri avec 7 à 10 ml de différentes concentrations de sel.
2. Les boîtes de Pétri peuvent germer sur une période de plusieurs jours.
3. Les graines sont observées quotidiennement pour vérifier la germination.
4. Le temps de germination est enregistré ainsi que le nombre de graines en germination, à chaque concentration.
5. Les taux de croissance des semis peuvent ensuite être surveillés au fil du temps en mesurant la longueur des semis et en calculant les moyennes par plaque.

#### Alors, que s'est-il passé ?

Le riz est généralement plus sensible au sel que les autres cultures.

#### Et ensuite ?

La tolérance au sel de différentes graminées barrières plantées dans les dunes de sable pour prévenir l'érosion côtière peut être étudiée.



## Allez bananes !

### Contexte:

Les bananes offrent aux étudiants de nombreuses opportunités d'en apprendre davantage sur la chimie de la maturation et le rôle des différentes enzymes dans ce processus et dans d'autres processus biochimiques. Les élèves sont invités à rechercher Pourquoi une banane mûre est-elle sucrée, molle et savoureuse, alors qu'un fruit non mûr est dur, aigre et féculent ? Pourquoi la couleur passe-t-elle du vert au jaune puis au brun en mûrissant ?

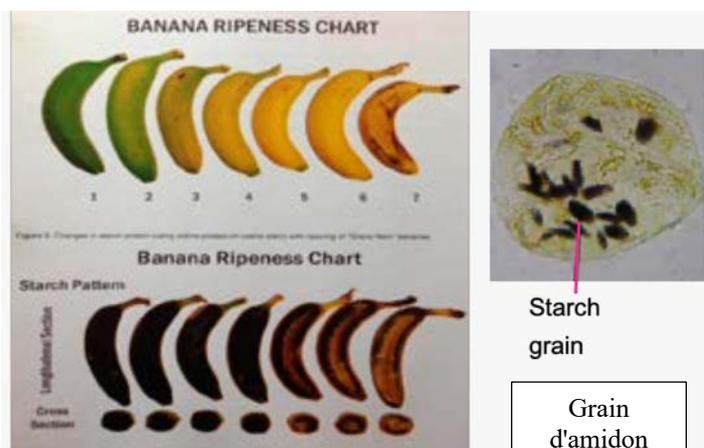
### Tu auras besoin de:

- ✓ Bananes de maturité différente.
- ✓ Microscope optique et lames de microscope.
- ✓ Réfractomètre.
- ✓ Lugol.
- ✓ Eau bouillante.

### Suivez ces étapes:

1. Utilisez un réfractomètre pour mesurer la teneur en sucre et un graphique est dessiné montrant la teneur en sucre en fonction de la maturité.
2. Colorez avec de l'iode (Lugol ou iso-bétadine) des coupes longitudinales et transversales de bananes à différents stades de maturité. Comparez les résultats avec les mesures de la teneur en sucre.

|                           |                    |                                  |
|---------------------------|--------------------|----------------------------------|
| <i>Amidon.</i>            | <i>Amylase.</i>    | <i>Maltose.</i>                  |
| <i>Chlorophylle.</i>      | <i>Hydrolase.</i>  | <i>Anthocyanine.</i>             |
| <i>Pectine.</i>           | <i>Pectinase.</i>  | <i>Substances «plus douces».</i> |
| <i>Acides.</i>            | <i>Kinases.</i>    | <i>Substances neutres.</i>       |
| <i>Grosses molécules.</i> | <i>Hydrolases.</i> | <i>Substances aromatiques</i>    |



3. Examinez de fines sections de banane colorée et observez-les au microscope optique. Prenez des photos des images à l'aide de l'appareil photo d'une tablette ou d'un téléphone intelligent.
4. Trempez la moitié d'une banane dans l'eau bouillante. Notez le changement de couleur.

### Alors, que s'est-il passé ?

La teneur en sucre et en amidon des bananes change avec la maturité. La chlorophylle et d'autres composés sont décomposés par des hydrolases qui changent de couleur et de saveur. La chaleur de l'eau bouillante détruit les cellules situées au bord de la peau de banane. L'enzyme tyrosinase est libérée, ce qui démarre la production de mélanine.

Le peeling isole les cellules internes des tissus et empêche la dénaturation thermique de l'enzyme.

### Et ensuite ?

- Étudiez l'activité de la catalase.
- Isolement de l'ADN.
- Chromatographie et/ou extraction de composés colorants.
- Liens avec la biogéographie, les affaires, le commerce équitable, le colonialisme.

## 4

### Biologie

# L'effet de l'alcool et de la caféine sur la fréquence cardiaque de la puce d'eau, *Daphnia pulex*.

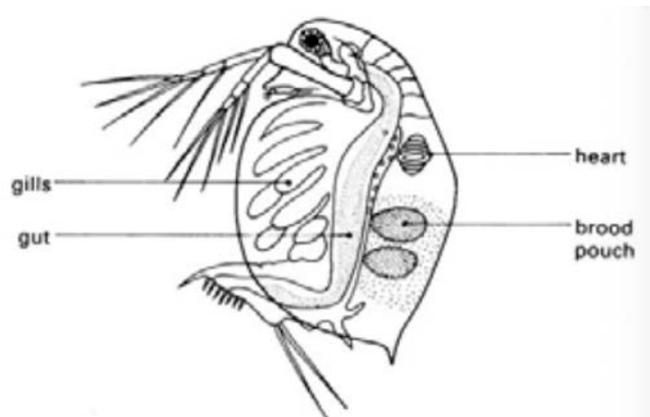
#### Contexte:

Le petit cœur de la puce d'eau, «*Daphnia*», est facilement visible sous un faible grossissement à l'aide d'un microscope optique standard. La fréquence cardiaque (qui peut atteindre 300 battements par minute) peut être surveillée et comptée dans différentes conditions, par exemple en changeant la température de l'eau ou en changeant le type et la concentration de produits chimiques ajoutés à l'eau. Cette procédure constitue une technique intéressante pour étudier les effets de différents produits chimiques sur un processus métabolique chez les animaux.

Les cultures vivantes de «*Daphnia*» peuvent être achetées auprès de divers fournisseurs, notamment des animaleries et des aquariophiles locaux. Certains fournisseurs scientifiques vendent des œufs séchés et des kits de culture de «*Daphnia*» viables.

#### Tu auras besoin de:

- ✓ 3 *Daphnie*.
- ✓ 3 lames de microscope (les lames à concavité sont idéales).
- ✓ 3 pipettes en plastique.
- ✓ Solution de caféine à 1 %.
- ✓ 1 % d'alcool.



#### Suivez ces étapes:

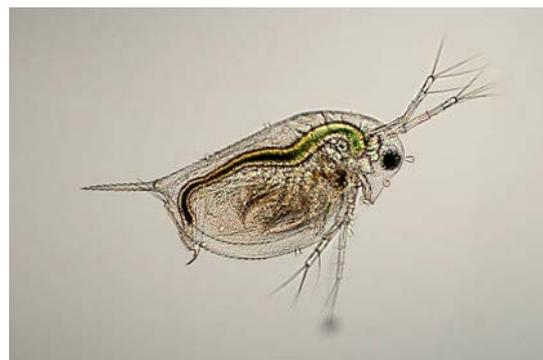
1. Ajoutez une «*Daphnia*» à chacune des solutions (eau, éthanol, caféine) à l'aide d'une pipette en plastique et réglez une minuterie sur 5 minutes.
2. Transférez chacune des «*Daphnia*» sur une lame de verre à l'aide d'une pipette en plastique. Les pointes étroites peuvent être coupées à un angle de 45° pour éviter d'endommager les insectes.
3. Retirez la majeure partie du liquide de la lame à l'aide d'une pipette mais laissez les «*Daphnia*» en petite goutte.
4. À l'aide d'un chronomètre, comptez le nombre de battements cardiaques en 20 secondes. Le rythme cardiaque de «*Daphnia*» est très rapide, alors comptez les battements en faisant des points sur une feuille de papier en forme de lettre S. Comptez les points et convertissez la fréquence cardiaque en nombre de battements par minute. Enregistrez les résultats dans un tableau.
5. Répétez l'opération pour chacune des 3 «*Daphnia*» individuelles.

#### Alors, que s'est-il passé ?

L'alcool provoque une diminution de la fréquence cardiaque tandis que la caféine provoque une augmentation de la fréquence cardiaque de «*Daphnia*».

#### Et ensuite ?

L'effet de différentes concentrations d'alcool ou de caféine peut être étudié (par exemple 1 % à 10 % d'alcool), de sorte que des graphiques de l'augmentation de la fréquence cardiaque en fonction de la concentration de la substance puissent être tracés. L'effet de différentes températures sur la fréquence cardiaque peut également être étudié. Des guides vidéo utiles pour expérimenter «*Daphnia*» dans le laboratoire de l'école sont disponibles en ligne.



## **L'impact de la nature sur votre bien-être.**

### **Contexte:**

Cette activité examine l'effet de l'environnement sur le pouls, la tension artérielle et le sentiment de bien-être.

### **Tu auras besoin de:**

- ✓ Sphigmomanomètre.

### **Suivez ces étapes:**

Les élèves mesurent leur pouls, leur tension artérielle et évaluent eux-mêmes leur sentiment de bien-être sur une échelle de dix points, d'abord en classe, puis après une marche maximale d'1 km dans la campagne avec un beau paysage.

### **Alors, que s'est-il passé ?**

La tension artérielle et le pouls ont été abaissés et le sentiment de bien-être a augmenté chez 96 % des étudiants concernés.

### **Et ensuite ?**

- Étendre l'activité à d'autres lieux et autres activités.



6

Biologie

## Quel engrais utiliseriez-vous pour faire pousser des oignons ?

### Contexte:

Cette activité aborde les questions socio-scientifiques et la citoyenneté active à travers une série d'activités basées sur l'enquête.

### Tu auras besoin de:

- ✓ Ensembles d'oignons.
- ✓ Vermiculite.
- ✓ Une variété d'engrais.

### Suivez ces étapes:

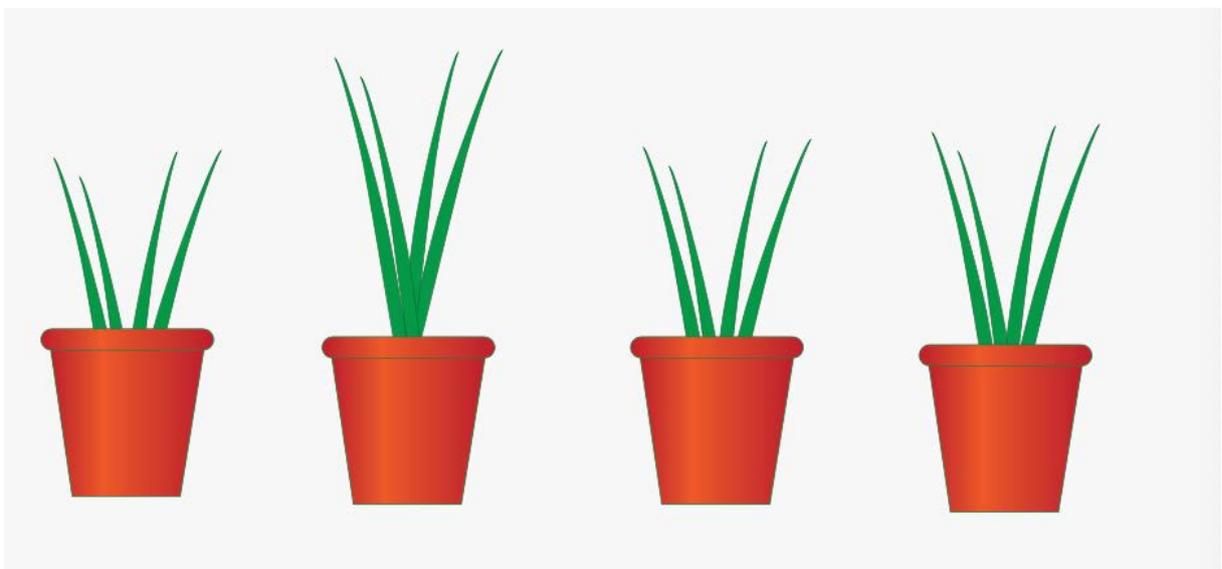
1. Les élèves cultivent des plants d'oignons dans de la vermiculite qui agit comme un milieu dépourvu de nutriments et ajoutent différents engrais tout en enregistrant les changements dans la croissance de l'oignon.

### Alors, que s'est-il passé ?

Les comparaisons entre les différentes teneurs en azote, en potassium et en phosphate des engrais sont établies en fonction de la croissance de l'oignon.

### Et ensuite ?

- Étendre l'activité en considérant l'eutrophisation et la culture hydroponique.



## Créez votre propre cellule 3D.

(Pays-Bas)

### Contexte:

Ce projet aidera les étudiants à comprendre la forme et la structure d'organites et de cellules. La fabrication physique des cellules et des organites aidera les élèves à retenir les informations.

### Tu auras besoin de:

- ✓ Boules de polystyrène (10", 3" et 1,5") (≈ 25 cm, 7,5 cm, 4 cm).
- ✓ Peinture acrylique de différentes couleurs.
- ✓ Fabriquez des feuilles de mousse/feuilles de feutre dans une variété de couleurs
- ✓ Colle artisanale épaisse.
- ✓ Pistolet à colle.
- ✓ Cure-dents.
- ✓ Étiquettes en papier blanc.
- ✓ Ciseaux.
- ✓ Mètre ruban.
- ✓ Marqueur.
- ✓ Couteau.
- ✓ Pinceau.
- ✓ Élastiques.
- ✓ Cuillère à café.
- ✓ Perforatrice.

### Suivez ces étapes:

1. Coupez une tranche au bas de la plus grosse boule pour qu'elle ne roule pas.
2. Étirez les élastiques autour du ballon pour le diviser en quatre.
3. Coupez un quart.
4. Coupez un quart de la boule de 3" et de la boule de 1,5" de la même manière. Gardez toutes les pièces.

5. Au centre de l'ouverture découpée dans la boule de 10", utilisez le couteau et une cuillère à café pour percer un trou suffisamment grand pour contenir la boule de 3".
6. Peignez les parties de la cellule :
7. Membrane cellulaire (à l'extérieur d'une boule de 10" et un anneau de 1/4" autour du bord intérieur)
8. Cytoplasme (à l'intérieur d'une boule de 10"), laissez blanc et ne peignez pas.
9. Noyau (à l'extérieur de la boule de 3").
10. Chromatine (à l'intérieur de la boule de 3").
11. Nucléole (quart de coin de boule de 1,5").
12. Laissez la peinture sécher.
13. Collez le noyau de 3" dans l'ouverture creusée dans la boule de 10".
14. Collez le nucléole au centre du noyau.

15. Découpez les parties cellulaires restantes dans différentes couleurs de « mousses » artisanales ou de feutres en vous référant aux diagrammes dans les livres ou sur Internet pour les formes.

### Alors, que s'est-il passé ?

Les étudiants se sont appropriés leur apprentissage puisqu'ils ont dû construire chaque partie. Le temps investi signifiait que les étudiants étaient engagés dans le matériel pendant un temps considérable, ce qui leur permettait de se familiariser davantage avec l'organite.

### Et ensuite ?

1. Étiquetez les parties de la cellule. Imprimez les noms des parties de cellules, découpez-les et attachez-les à des cure-dents. Évaluation par les pairs, les étudiants se testant mutuellement sur leurs connaissances.
2. Réaliser des structures pour le système digestif, le système respiratoire, l'oeil etc...



## 8

### Chimie

## Chimie Zippie 1: Réactions acido-basiques.

Expériences réalisées dans des sacs Ziploc (1 L ou 3 L).

### Contexte:

Cette expérience permet la mise en œuvre de l'IBSE tout en impliquant des activités pratiques et mentales pour les étudiants utilisant des réactions acide-base. Ces réactions acide-base produisent du gaz  $\text{CO}_2$ .

Les sacs Ziploc® (1 L ou 3 L) sont dotés d'un mécanisme de fermeture à glissière en plastique qui garantit l'étanchéité du sac à l'eau et à l'air.

### Tu auras besoin de:

#### Sécurité

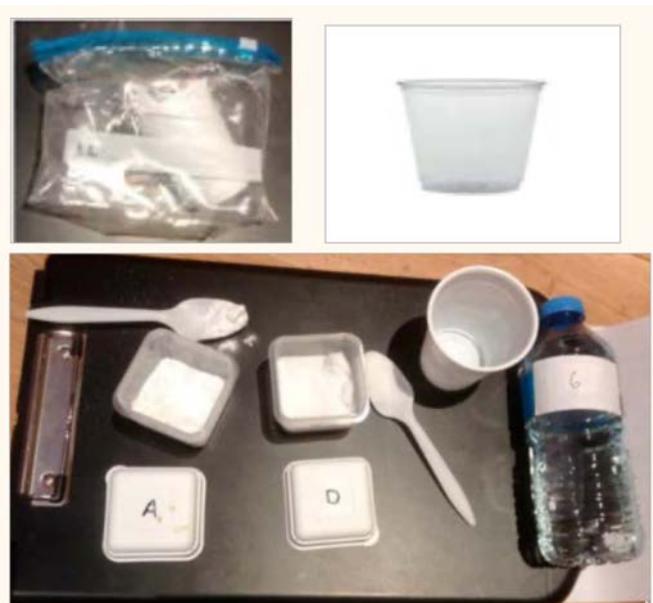
- ✓ Lunettes.
- ✓ Gants jetables.

#### Pour Zippy Chemistry 1–4, vous aurez besoin de...

- ✓ Sacs Ziploc (1 L ou 3 L).
- ✓ Coupelles à condiments (marquées à 5 cm<sup>3</sup> au marqueur permanent si vous utilisez un sachet de 1 L ou à 15 cm<sup>3</sup> si vous utilisez un sachet de 3 L).
- ✓ Indicateur de chou rouge obtenu en le faisant bouillir pendant environ 10 minutes.

#### Utilisez l'indicateur de chou rouge pour préparer les solutions suivantes dans des flacons de 500 ml:

- ✓ Vinaigre (environ 2/3 du volume de la bouteille).
- ✓ Eau.
- ✓ Jus de citron dilué.
- ✓ Bicarbonate de sodium (1 cuillère à café ≈ 5 ml).
- ✓ Carbonate de sodium (1 cuillère à café).
- ✓ Sels d'Epsom (Carbonate de magnésium).
- ✓ Chlorure de calcium anhydre.
- ✓ Iode dilué (quelques gouttes).



### Suivez ces étapes:

1. Créez un mélange dans le sac Ziploc impliquant un acide et une base, par exemple: 1 cuillère à café (5 ml) de cristaux de lessive de soude avec 1 cuillère à café de tout autre solide (placez-les dans les coins opposés du sac Ziploc à l'aide d'une cuillère).
2. Ajoutez 5 cm<sup>3</sup> de vinaigre ou de jus de citron en plaçant le liquide dans une tasse à condiments.
3. Expulsez l'air du sac lors de sa fermeture et laissez les réactifs intacts.
4. Mélangez les réactifs en agitant et observez.

### Alors, que s'est-il passé ?

L'indicateur chou rouge peut changer de couleur et la réaction sera légèrement exothermique. Comme les bases de cette expérience sont des carbonates, du dioxyde de carbone sera produit.

### Et ensuite ?

- Essayez l'expérience avec d'autres matériaux et liquides.
- Utilisez un pH-mètre pour vérifier le pH de la solution par rapport à la couleur.

## Chimie Zippie 2: Réactions de précipitation. Expériences réalisées dans des sacs Ziploc (1 L ou 3 L).

### Contexte:

Dans une réaction de précipitation, des cristaux d'un sel insoluble sont produits en solution. Ceci est également appelé décantation de la solution et le symbole du produit atteint une ↓.

### Tu auras besoin de:

#### Sécurité.

- ✓ Des lunettes de protection.
- ✓ Gants jetables.

#### Et aussi...

- ✓ Sacs Ziploc (1 L ou 3 L).
- ✓ Le carbonate de sodium.
- ✓ Sels d'Epsom ou chlorure de calcium.

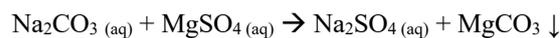


### Suivez ces étapes:

1. Créez un mélange dans le sac Ziploc impliquant des solutions de carbonate de sodium et du sulfate de magnésium, ou du chlorure de calcium.
2. Ajoutez 5 cm<sup>3</sup> des solutions choisies.
3. Expulsez l'excès d'air du sac lors de sa fermeture et laissez les réactifs intacts.
4. Mélangez les réactifs en agitant et observez.

### Alors, que s'est-il passé ?

Il peut se former un précipité qui se brisera en morceaux plus petits.



### Et ensuite ?

- Essayez l'expérience avec d'autres matériaux et liquides et comparez les couleurs et les tailles des cristaux.
- Filtrez les cristaux et séchez.
- Recherchez comment les centrifugeuses sont utilisées par rapport aux précipités.

## 10

### Chimie

## Chimie Zippie 3: Endothermique et exothermique.

Expériences réalisées dans des sacs Ziploc (1 L ou 3 L).

### Contexte:

Lorsque les atomes/ions se réorganisent, l'énergie est transférée. Lorsque l'énergie est transférée à l'environnement par une réaction, elle est exothermique. Les boîtes de conserve auto-chauffantes contenant des aliments ou des boissons utilisent souvent la réaction exothermique de l'oxyde de calcium et de l'eau pour chauffer leur contenu.

### Tu auras besoin de:

#### Sécurité.

- ✓ Des lunettes de protection.
- ✓ Gants jetables.

#### Et aussi...

- ✓ Sacs Ziploc (1 L ou 3 L).
- ✓ Eau.
- ✓ Sulfate de magnésium ou chlorure de calcium.
- ✓ Tasse à condiments.
- ✓ Thermomètre.

### Suivez ces étapes:

1. Mettez 5 g de sulfate de magnésium (ou chlorure de calcium) dans le sachet.
2. Mettez 5 cm<sup>3</sup> d'eau dans le gobelet en plastique.
3. Placez la tasse dans le sac, expulsez l'excès d'air et fermez le sac sans renverser l'eau.
4. Mélangez les réactifs en agitant et observez.
5. Y a-t-il un changement notable de température ?

### Alors, que s'est-il passé ?

La solvation du sulfate de magnésium est endothermique tandis que celle du chlorure de calcium est exothermique.

### Et ensuite ?

- Recherchez la signification de l'énergie de solvation.
- Décrivez comment vous utiliseriez un capteur de température pour mesurer le changement de température.



## Chimie Zippie 4: Formation d'un gel. Expériences réalisées dans des sacs Ziploc (1 L ou 3 L).

### Contexte:

Les gels sont des matériaux solides ressemblant à de la gelée qui ont une structure réticulée qui les empêche de couler. Ils peuvent présenter des caractéristiques adhésives (adhésivité).

### Tu auras besoin de:

#### Sécurité.

- ✓ Des lunettes de protection.
- ✓ Gants jetables.

#### Et aussi...

- ✓ Sacs Ziploc (1 L ou 3 L).
- ✓ Farine de maïs (amidon de maïs).
- ✓ Chlorure de calcium.

### Suivez ces étapes:

1. Créez un mélange dans le sac Ziploc impliquant à la fois de la fécule de maïs et du chlorure de calcium.
2. Ajoutez 5 cm<sup>3</sup> d'eau ou d'une des solutions listées dans l'expérience 1.
3. Expulsez l'air du sac lors de sa fermeture et laissez les réactifs intacts.
4. Mélangez les réactifs en agitant et observez.



### Alors, que s'est-il passé ?

La solvation du chlorure de calcium est exothermique, elle cuit donc la fécule de maïs et un gel se forme.

### Et ensuite ?

Essayez l'expérience en utilisant le liquide contenant de l'iode et notez le changement de couleur de l'orange au noir.

12

Chimie

## Composé hydrophile ou hydrophobe utilisant des manchons PolyPocket.

(Belgique)

### Contexte:

Les molécules ou composants moléculaires hydrophiles ont des interactions avec l'eau qui sont plus favorables (thermodynamiquement) que leurs interactions avec l'huile ou d'autres solvants hydrophobes. Ils sont généralement polaires et se dissolvent facilement dans l'eau.

Photocopiez cette page et placez-la dans une polypoche pour l'utiliser pendant l'expérience.

### Tu auras besoin de:

#### Sécurité.

- ✓ Des lunettes de protection.
- ✓ Gants jetables.

#### Et aussi...

- ✓ Polypocket + une photocopie de cette page.
- ✓ Ethanol.
- ✓ Octane.
- ✓ Eau.
- ✓ Loupe (facultatif).
- ✓ Comptegouttes.

### Suivez ces étapes:

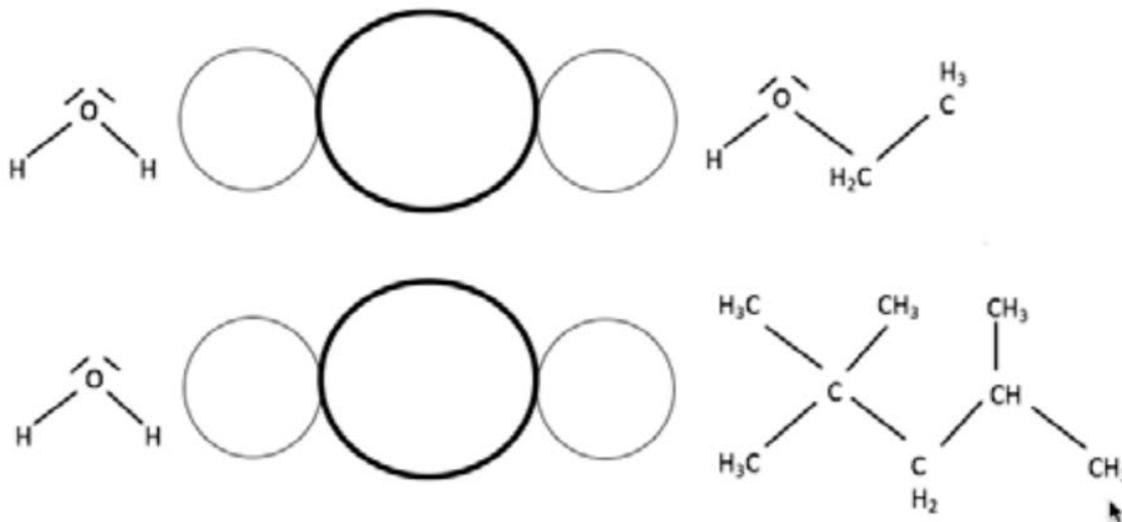
1. Mettez une goutte d'eau sur le cercle de gauche et une goutte d'éthanol ou d'octane sur le cercle de droite.
2. Pliez ensuite le papier pour faire glisser les deux gouttes vers le grand cercle au centre.
3. Observez

### Alors, que s'est-il passé ?

L'heptane ne se mélange pas à l'eau, contrairement à l'éthanol.

### Et ensuite ?

Fabriquez des modèles de ces composés en utilisant des modèles moléculaires. Les « Pritt » ou pâtes adhésives poster « Buddies », les marqueurs et les post-it peuvent être utilisés pour discuter de l'électronégativité et des liaisons intermoléculaires.



## Précipitation avec les pochettes PolyPocket.

(Belgique)

### Contexte:

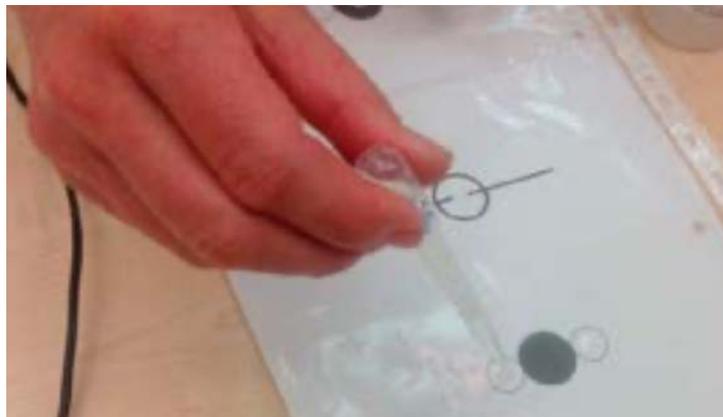
Dans une réaction de précipitation, des cristaux d'un sel insoluble sont produits en solution. Ceci est également appelé stabilisation de la solution. Le précipité est indiqué par le symbole ↓ ou (s).

### Sécurité.

Photocopiez cette page (ou similaire) et placez-la dans une polypoche pour l'utiliser pendant l'expérience.

### Tu auras besoin de:

- ✓ Solution 1,2 M de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .
- ✓ Solution 2 M de  $\text{CaCl}_2$ .
- ✓ Une loupe (facultatif).

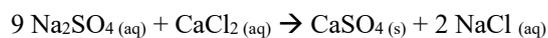


### Suivez ces étapes:

1. Sur le cercle de gauche, déposez une goutte de solution  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  1,2 M.
2. Sur le cercle de droite, déposez une goutte de solution 2 M  $\text{CaCl}_2$
3. Pliez ensuite le papier pour faire glisser les deux gouttes vers le grand cercle au centre.
4. Observez.

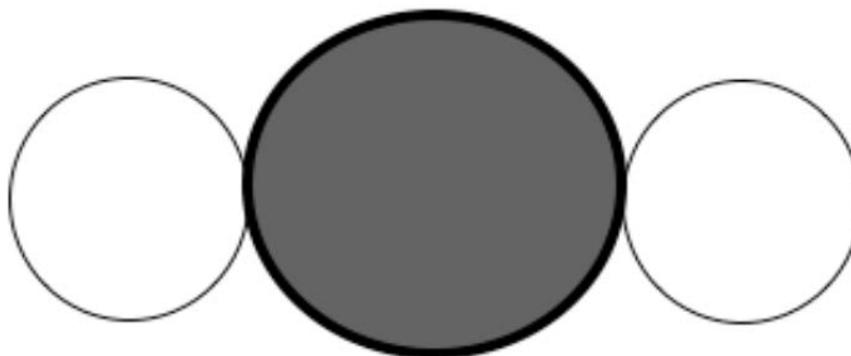
### Alors, que s'est-il passé ?

Lorsque les composés ioniques sont dissous dans l'eau, ils se décomposent en leurs ions constitutifs. Dans ce cas, les ions se réorganisent pour former du sulfate de calcium (insoluble dans l'eau) et du chlorure de sodium (soluble dans l'eau).



### Et ensuite ?

Explorez la nature des composés covalents ou ioniques, la masse moléculaire relative et la stœchiométrie.



## 14

### Chimie

# Électrolyse utilisant des pochettes PolyPocket.

#### Contexte:

Il n'est pas possible d'obtenir des métaux réactifs à partir de leurs solutions par électrolyse. Lorsque vous électrolysez une solution d'un métal hautement réactif, c'est de l'hydrogène – et non le métal – qui est libéré à la cathode.

#### Sécurité:

- Lunettes de protection.
- Gants jetables.

#### Tu auras besoin de:

- ✓ Solution  $\text{CuCl}_2$  0,1 M.
- ✓ KI 0,2 M.
- ✓ Huile végétale.
- ✓ Une loupe (facultatif).

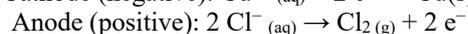
#### Suivez ces étapes:

1. Placez deux mines de crayon sur les lignes horizontales et fixez-les avec du papier collant. Connectez ces électrodes à une pile de 4,5 V à 9 V avec des pinces crocodiles.
2. Placez une solution  $\text{CuCl}_2$  0,1 M dans le cercle et observez ce qui se passe à côté des mines de crayon.
3. Ajoutez une goutte de solution KI 0,2 M dans le cercle et continuez l'électrolyse.
4. Ajoutez ensuite une goutte d'huile qui doit toucher la goutte qui a été électrolysée et observez.



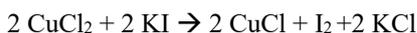
#### Alors, que s'est-il passé ?

Électrolyse d'une solution de chlorure de cuivre (II):



Redox.

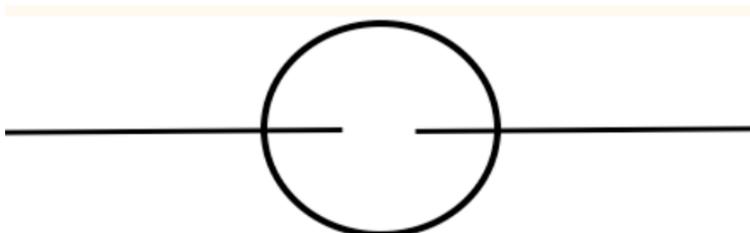
L'iodure est un bon agent réducteur. Il réduit le cuivre d'un état d'oxydation +2 à un état d'oxydation +1.



La présence de doubles liaisons C=C dans l'huile peut être détectée par l'iode; plus il y a de doubles liaisons, plus l'iode est utilisé.

#### Et ensuite ?

Étudiez la nature des composés covalents ou ioniques, la masse moléculaire relative et la stoechiométrie.



## Électrochimie dans les boules d'hydrogel.

(Hongrie)

### Contexte:

Les hydrogels sont des exemples de nouveaux polymères considérés comme des matériaux «intelligents» en raison de leurs applications possibles. Ce sont des chaînes polymères avec quelques unités de réticulation qui créent une matrice capable de piéger l'eau. Les gels intelligents peuvent rétrécir ou gonfler jusqu'à 1000 fois leur volume en raison des changements de pH ou de température.

### Suivez ces étapes:

1. Préparez les boules d'hydrogel (cela doit être fait à l'avance). Tout d'abord, lavez les billes d'hydrogel plusieurs fois dans de l'eau distillée, puis laissez-les gonfler dans de l'eau encore distillée pendant au moins 2 heures. Environ 500 ml d'eau distillée sont nécessaires pour tremper 30 billes d'hydrogel.
2. Placez un morceau de papier filtre sur le carreau ou la boîte de Pétri. Versez un peu de solution de chlorure de sodium sur le papier filtre, comme électrolyte.
3. Placez deux boules d'hydrogel sur le papier filtre et insérez une électrode dans chaque boule d'hydrogel.
4. À l'aide d'une pipette Pasteur, insérez un peu de solution de nitrate d'argent dans le trou de chaque bille d'hydrogel où les électrodes y pénètrent.

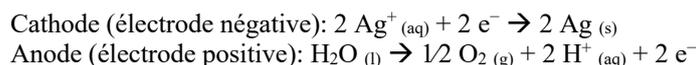
5. Attachez les câbles aux électrodes et à la batterie. Fermez le circuit électrique.
6. Observez les changements et enregistrez-les.
7. Répétez l'opération pour les autres électrolytes.



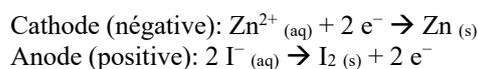
### Alors, que s'est-il passé ?

Les équations des réactions d'électrolyse sont:

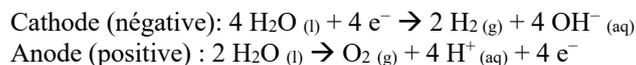
#### Électrolyse d'une solution de nitrate d'argent:



#### Électrolyse d'une solution d'iodure de zinc:



#### Électrolyse de l'eau:



### Et ensuite ?

Utilisations antimicrobiennes des hydrogels et des métaux en médecine pour lutter contre le SARM dans les soins postopératoires. Nature et utilisations des aérogels. Une vidéo intéressante montrant la simulation d'une machine à vapeur miniature utilisant des billes d'hydrogel est disponible en ligne.

## 16

### Chimie

# Réactions de précipitation dans les boules d'hydrogel.

(Hongrie)

**Tu auras besoin pour chaque élève ou groupe de:**

- ✓ Une boule d'hydrogel pour chaque expérience.
- ✓ Un carreau de céramique émaillée blanche, une assiette en verre ou une boîte de Pétri.
- ✓ Deux seringues équipées d'aiguilles hypodermiques (assemblées au préalable par un enseignant/technicien).
- ✓ Eau distillée.
- ✓ Une paire de gants jetables.
- ✓ Une paire de lunettes de sécurité.

#### Réactifs:

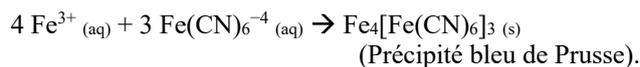
- ✓ Solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) (1,0 M).
- ✓ Solution de chlorure de fer (III) (FeCl<sub>3</sub>) (1,0 M).
- ✓ Solution de chlorure de nickel (II) (NiCl<sub>2</sub>) (1,0 M) ou solution de sulfate de nickel (II) (NiSO<sub>4</sub>) (1,0 M).
- ✓ Solution de sulfure de sodium (Na<sub>2</sub>S) (1,0 M).
- ✓ Solution d'hexacyanoferrate de potassium (II) (K<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>]) (1,0 M)

**Suivez ces étapes:**

1. Préparez les boules d'hydrogel (cela doit être fait à l'avance).  
Préparez les boules d'hydrogel (cela doit être fait à l'avance). Tout d'abord, lavez les billes d'hydrogel plusieurs fois dans de l'eau distillée, puis laissez-les gonfler dans de l'eau encore distillée pendant au moins 2 heures. Environ 500 ml d'eau distillée sont nécessaires pour tremper 30 billes d'hydrogel.
2. Placez une boule d'hydrogel gonflée sur un carreau blanc.
3. Remplissez une seringue avec l'une des solutions contenant un composé de métaux lourds (par exemple une solution de chlorure de fer (III)) et injectez une petite quantité de réactif au centre de la bille.
4. Remplissez la seringue suivante avec une solution d'hydroxyde de sodium et injectez une quantité similaire dans la boule d'hydrogel par le même trou.
5. Au fur et à mesure de la réaction, observez le changement de couleur et enregistrez ce que vous voyez. Vous devriez observer une forme de précipité coloré et solide à l'intérieur de la bille.
6. À l'aide d'une autre bille d'hydrogel, répétez l'expérience avec le composé de métal lourd suivant (par exemple une solution de chlorure de nickel (II)), en le faisant réagir à nouveau avec la solution d'hydroxyde de sodium.
7. Continuez à répéter l'expérience avec les autres réactifs:
  - chlorure de nickel (II) avec sulfure de sodium.
  - chlorure de fer (III) avec hexacyanoferrate de potassium.
8. Enfin, comparez les résultats des différentes réactions de précipitation.

**Alors, que s'est-il passé ?**

Les équations et changements de couleur pour ces réactions sont:



## Eau sèche.

### Contexte:

La silice hydrophobe est une forme de dioxyde de silicium (silice) qui possède des groupes hydrophobes liés chimiquement à la surface. Les groupes hydrophobes sont normalement des chaînes alkyle ou polydiméthylsiloxane.

### Tu auras besoin de:

- ✓ Poudre de silice hydrophobe.
- ✓ Eau.
- ✓ Mixeur de cuisine

### Suivez ces étapes:

Mélangez 3 grammes de poudre de silice hydrophobe avec 100 grammes d'eau dans un mixeur de cuisine pendant 30 à 60 secondes.

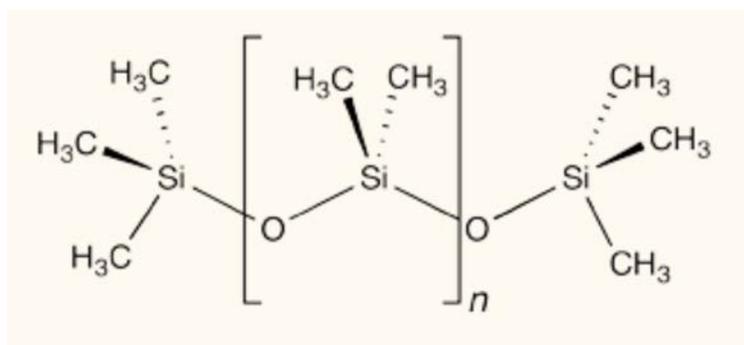
### Alors, que s'est-il passé ?

La silice hydrophobe ne se mélange pas à l'eau. Cette activité démontre le concept d'affinité chimique entre l'eau et des surfaces telles que des parapluies et des vêtements imperméables.

### Et ensuite ?

#### Applications:

- Cosmétiques.. délivrance de composés actifs pour l'hydratation de la peau, le maquillage.
- Lutte contre l'incendie.
- Peinture avec des composés riches en eau.
- Pulvérisation agricole... distribution d'eau précise et contrôlée.



*Sable hydrophobe (Crédit : Darren Tunnicliff)*

18

Chimie

## Enquêter sur les effets des pluies acides.

### Contexte:

Cette activité examine l'effet des pluies acides sur l'environnement en examinant le comportement des daphnies dans différentes solutions de pH différent.

### Tu auras besoin de:

- ✓ Daphnie.
- ✓ Sonde pH.
- ✓ Acide chlorhydrique dilué.
- ✓ Eau de chaux.
- ✓ Pipettes
- ✓ Lame microscope à puits.
- ✓ Microscope binoculaire.

### Suivez ces étapes:

1. Les élèves placent Daphnia dans le puits d'une lame de repérage et mesurent leur fréquence cardiaque.
2. Un acide ou une base est ajouté goutte à goutte et le pH est déterminé et la fréquence cardiaque de la Daphnia est à nouveau enregistrée.

### Alors, que s'est-il passé ?

La fréquence cardiaque est affectée par le pH de la solution.

### Et ensuite ?

- Prolongez l'activité en mesurant le pH des cours d'eau locaux.



<https://www.youtube.com/watch?v=eqAlAeKQnP4>

## Technologie de fabrication de métaux.

(République tchèque)

### Contexte:

L'objectif du projet est de familiariser les élèves avec les caractéristiques du métal et la technologie de fabrication du métal.

**Note de sécurité.**  
**Le métal chaud peut provoquer de graves brûlures.**  
**Le moulage du métal nécessite beaucoup de pratique et ne doit pas être entrepris sans les conseils appropriés.**

### Équipement de sécurité minimal:

- ✓ Gants résistants à la chaleur.
- ✓ Tablier résistant à la chaleur.
- ✓ Lunettes ou un masque de soudage.

### Tu auras besoin de:

- ✓ Calcaire (tuf).
- ✓ Outil pour tailler la pierre.
- ✓ Lampe à souder.
- ✓ Pincettes.
- ✓ Tournevis.
- ✓ Marteau.
- ✓ Etain, cuivre et leurs alliages.
- ✓ Papier de verre.

### Suivez ces étapes:

1. Taillez les formes souhaitées dans la pierre, en veillant à ce que vous ayez également sculpté un cône et un canal de drainage.
2. Faites fondre le métal/alliage souhaité et laissez-le tomber sur la pierre.
3. Laissez le métal refroidir et se solidifier.
4. Retirez le morceau de votre moule.
5. Poncez les bords rugueux.
6. Utilisez-les pour la conception complète de bijoux à l'aide de fils, de pincettes, etc...

### Alors, que s'est-il passé ?

Le métal fondu formait des formes qui correspondaient aux formes sculptées par les élèves. Ces formes pourraient ensuite être utilisées pour réaliser des objets personnels, des bijoux, des décorations etc...

### Et ensuite ?

- Soudure en électronique.
- Mélanger des métaux purs pour créer des alliages.



## 20

### Chimie

## Violent volcan de vinaigre.

### Contexte:

Les élèves explorent les concepts de réactions chimiques, d'acides, de bases et d'états de la matière.

### Tu auras besoin de:

- ✓ 1 × tablette Alka Seltzer®.
- ✓ 1 × vinaigre.
- ✓ 1 × liquide vaisselle.
- ✓ 1 × colorant alimentaire rouge.
- ✓ 1 × jouet volcan.
- ✓ 1 × plat.

### Suivez ces étapes:

1. Ajoutez du vinaigre, du colorant alimentaire rouge et du liquide vaisselle au jouet volcan.
2. Expliquez que la matière existe sous trois états: solide, liquide et gazeux et montrez des exemples de chacun.
3. Placez le volcan sur un plat puis ajoutez rapidement le comprimé Alka Seltzer®.

### Alors, que s'est-il passé ?

Les comprimés Alka Seltzer® libèrent du dioxyde de carbone lorsqu'ils sont ajoutés au vinaigre. Une réaction chimique a lieu entre les deux substances. Le vinaigre est un acide et est neutralisé par le basique Alka Seltzer®, pour produire une solution neutre de sel et d'eau. Étant donné que les Alka Seltzer® contiennent du bicarbonate de sodium, du dioxyde de carbone est également libéré. Le gaz est emprisonné dans le liquide vaisselle et commence à mousser et à sortir du volcan.

### Et ensuite ?

Répétez l'utilisation d'autres liquides à la place du vinaigre, comme de l'eau chaude, de l'eau froide, de l'eau gazeuse, des boissons gazeuses et vérifiez s'ils entraînent des réactions plus ou moins vigoureuses que le vinaigre.



## Mouvement harmonique simple. Une application pour smartphone.

### Contexte:

Tous les téléphones intelligents ont un accéléromètre à l'intérieur. Si vous autorisez les élèves à apporter leurs propres appareils en classe, il existe de nombreuses applications gratuites que vous pouvez utiliser pour la physique.

### Tu auras besoin de:

- ✓ Smartphone.
- ✓ Application Sensor Kinetics (ou Sensor Kinetics Pro, Physics Toolbox Sensor Suite, etc...),
- ✓ Statif, pince et noix.
- ✓ Ressort hélicoïdal.
- ✓ Sac en papier bulle.

### Suivez ces étapes:

1. Téléchargez l'application Sensor Kinetics (gratuite).
2. Ouvrez l'accéléromètre.
3. Placez le téléphone dans le sac en papier bulle (le film à bulles protège le téléphone en cas de chute !).
4. Fixez un ressort en haut du sac.
5. Appuyez sur start sur l'accéléromètre.
6. Étirez le ressort et relâchez-le.
7. Observez le graphique sur le téléphone.

### Alors, que s'est-il passé ?

Le téléphone bouge avec un simple mouvement harmonique. Le mouvement est automatiquement représenté graphiquement sur le téléphone, produisant un graphique sinusoïdal.

### Et ensuite ?

- Modifiez la distance sur laquelle le ressort est étiré et voyez comment la fréquence et l'amplitude changent.
- Ajoutez plus de masse au sac et notez l'effet sur la période d'oscillation.
- Si la masse totale double, quel est l'effet sur la période ?



## 22

### Dynamique et statique

## Des lattes tombant portant des charges égales.

### Contexte:

Le professeur de physique britannique, David Featonby, a un jour posé la question: «*Si deux lattes identiques sont munies de deux blocs d'aluminium identiques, comme indiqué, qui atteint le sol en premier lorsqu'ils sont relâchés simultanément ?*» Dans un cas, le bloc est positionné au milieu et dans l'autre cas, le bloc est positionné à une extrémité de la latte mètre.

### Tu auras besoin de:

- ✓ Deux lattes identiques.
- ✓ Deux blocs métalliques identiques.
- ✓ Sellotape.
- ✓ Règle.

### Suivez ces étapes:

1. Collez solidement les blocs sur les bâtons de mesure, comme illustré.
2. Soutenez-les en haut à l'aide d'une règle et positionnez l'extrémité basse des bâtons de mesure contre la plinthe entre un mur et le sol. Un angle d'environ 70 degrés par rapport à l'horizontale fonctionne bien.
3. Retirez la règle par un mouvement brusque vers le haut permettant aux bâtons de tomber.

### Alors, que s'est-il passé ?

Le bâton avec la masse scotchée au milieu a heurté le sol en premier. Cela provoque souvent une certaine surprise. L'instinct suggère à beaucoup que le bâton dont le poids est le plus éloigné du point d'appui aurait le «*plus grand effet de rotation*» et devrait donc toucher le sol en premier. Les moments d'inertie et le moment cinétique expliquent le résultat observé. Le moment angulaire est le même pour les deux mais  $I$  est moindre pour le bâton chargé en son point médian donc sa vitesse angulaire est plus grande.

### Et ensuite ?

- Tenez un haltère dans chaque main et asseyez-vous sur une chaise pivotante (et portez une ceinture de sécurité). Ensuite, faites une rotation avec les bras tendus horizontalement, et tout en continuant à tourner, amenez vos bras à la verticale avec les haltères au-dessus de votre tête.
  - Que remarquez-vous ?
  - Quel est le rapport avec les lattes qui tombent ?



## Friction et réaction normale.

### Contexte:

La friction est une force qui agit entre deux surfaces rugueuses en contact lorsque l'une tente de se déplacer par rapport à l'autre. La force de frottement augmente de manière à empêcher tout glissement jusqu'à une valeur maximale appelée frottement limite. La valeur du frottement limite  $F$  est donnée par:

$$F = \mu R$$

Le coefficient de frottement  $\mu$  est le rapport entre la force de frottement  $F$  entre deux surfaces et la réaction normale  $R$  entre ces surfaces. Il n'a pas d'unités.

### Tu auras besoin de:

- ✓ Une tige uniforme idéalement en bois et d'environ 1,5 mètre de long.

### Suivez ces étapes:

1. Identifiez le centre de masse de la tige et placez-y un marqueur légèrement visible (par exemple un élastique jaune).
2. Utilisez les index des deux mains pour fournir des supports horizontaux sur lesquels la tige peut reposer horizontalement.
3. Placez vos index aux emplacements indiqués sur l'image par les flèches bleues.
4. Essayez de déplacer les deux doigts simultanément vers le marqueur visible.

### Alors, que s'est-il passé ?

Au départ, seul le doigt le plus éloigné de la marque bougeait, peu importe les efforts que vous déployiez pour faire bouger les deux.

La force de réaction  $R$ , est plus grande au niveau de la flèche gauche (dans le cas illustré ci-dessous). La force de friction  $y$  est plus grande et le glissement se produit donc d'abord sur le côté droit jusqu'à ce qu'ils soient tous deux équidistants du centre, moment auquel les deux doigts bougent de manière égale.

### Et ensuite ?

- Utilisez d'autres types de supports à la place de vos doigts.
- Essayez des supports différents à gauche et à droite.



## 24

### Dynamique et statique

## Nuage dans une bouteille.

(Irlande)

#### Contexte:

Cette démonstration examine à la fois la force de gravité et la force de frottement. La gravité agit tout le temps, la friction n'agit que brièvement. La conséquence est que ce qui semble improbable se produit réellement.

#### Tu auras besoin de:

- ✓ Deux bocaux en verre identiques.
- ✓ Deux contenants en plastique identiques.
- ✓ Un set de table (pour une assiette).
- ✓ Deux ballons remplis de sable.

#### Suivez ces étapes:

1. Positionnez le «set de table» avec sa face lisse en contact avec les rebords des bocaux en verre.
2. Placez les récipients en plastique sur la surface supérieure rugueuse du tapis, directement au-dessus des bocaux.
3. Placez les ballons contenant du sable sur les récipients en plastique. Tout en tenant fermement les bocaux en verre d'une main, frappez le bord du set de table horizontalement avec votre autre main.

#### Alors, que s'est-il passé ?

Alors que le tapis se déplaçait rapidement dans une direction horizontale, les récipients en plastique se sont dispersés et les ballons sont tombés dans les bocaux. La friction n'a agi que très brièvement, mais suffisamment longtemps pour dégager les récipients en plastique. La force de gravité agissait continuellement sur les ballons (contenant du sable) les faisant tomber dans les bocaux.

#### Et ensuite ?

- Essayez le tour du magicien qui consiste à retirer la nappe du meilleur service à thé en porcelaine que vous puissiez trouver (avec précaution !) ou encore à retirer une feuille de papier de dessous un livre ou une tasse.



## Marteau suspendu.

### Contexte:

Lorsqu'une poutre uniforme surplombe le bord d'une falaise de plus de 50 %, on s'attendrait à ce qu'elle tombe. Lorsqu'un poids supplémentaire est suspendu à la poutre suspendue, il semble alors plus certain qu'il devrait tomber. Pourtant la photo le montre en équilibre.

### Tu auras besoin de:

- ✓ Une table.
- ✓ Une latte uniforme (par exemple d'un mètre).
- ✓ Un marteau.
- ✓ Une ficelle.



### Suivez ces étapes:

1. Choisissez une ficelle solide et attachez une boucle de ficelle de manière à ce qu'elle supporte le marteau et le tienne avec la tête pendante librement et la pointe du manche en contact avec la poutre.
2. Positionnez soigneusement la poutre au-dessus du bord de la table de telle manière que la tête du marteau soit suffisamment loin sous la table pour que le centre de masse du système soit du «*bon côté*» du point d'appui pour plus de stabilité.

### Alors, que s'est-il passé ?

La poutre et le marteau sont en équilibre.

### Et ensuite ?

- Augmentez le projet avec un marteau plus lourd avec un manche plus long, comme indiqué ci-dessous.



## 26

### Dynamique et statique

## Dansons encore le twist.

(Irlande)

### Contexte:

Les aimants attirent certains métaux, notamment les porte-clés.

Le fil est filé à partir de plusieurs fibres.

### Tu auras besoin de:

- ✓ Un tube en plastique transparent (par exemple un tube utilisé pour contenir les balles de tennis).
- ✓ Un puissant aimant en néodyme.
- ✓ Une rondelle en acier.
- ✓ Un crayon.
- ✓ Un porte-clés.
- ✓ Fil solide.

### Suivez ces étapes:

1. Percez un trou des côtés opposés de l'extrémité ouverte du tube de manière à permettre à un crayon d'agir comme une grue qui peut abaisser le porte-clés au bout d'un tronçon de fil, vers l'aimant qui se trouve à l'extrémité fermée du tube.
2. Positionnez la rondelle à l'extérieur du fond du tube de manière à ancrer l'aimant.
3. Abaissez le porte-clés vers l'aimant et observez son comportement lorsqu'il se rapproche.

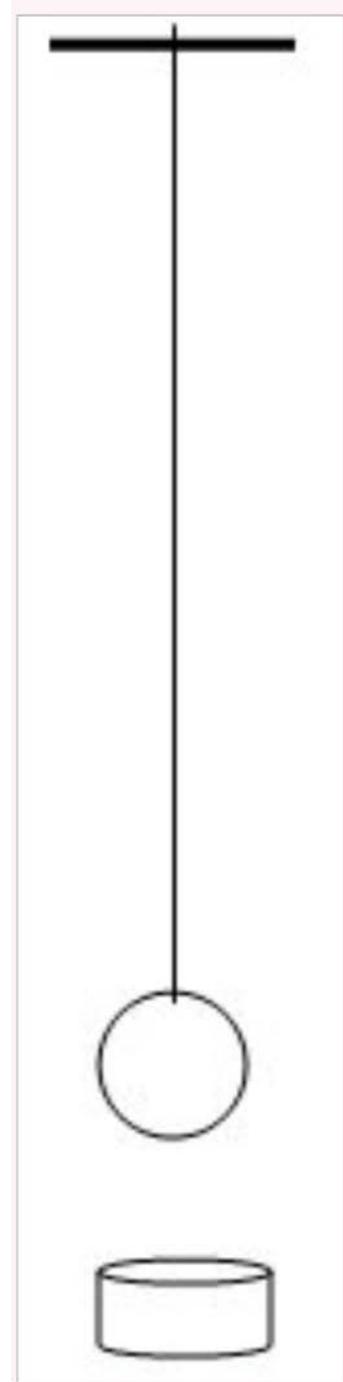
### Alors, que s'est-il passé ?

L'anneau a commencé à tourner rapidement et après un certain temps, il s'est arrêté et a tourné dans le sens inverse... cela s'est produit plusieurs fois.

L'explication est que le fil est réalisé en tordant plusieurs brins ensemble. Sous tension, il a tendance à se détordre. Si cela se produit assez rapidement, il peut temporairement s'enrouler un peu dans la direction opposée, provoquant finalement une pause du porte-clés, puis une rotation dans l'autre sens.

### Et ensuite ?

- Lorsque l'essorage du porte-clés est en cours, essayez de retourner le tube sur le côté ou même à l'envers.



## Leviers et points d'appui.

(Irlande)

### Contexte:

Un levier est la machine la plus ancienne de l'humanité et, à bien des égards, encore la plus souvent utilisée. Un levier est essentiellement tout objet rigide libre de tourner autour d'un point fixe appelé point d'appui (ou pivot ou charnière). Les leviers sont à l'œuvre dans les ciseaux et les pinces à épiler par exemple.

### Tu auras besoin de:

- ✓ Des lattes de deux mètres.
- ✓ Un serre-câble.
- ✓ Le capuchon d'un marqueur pour tableau blanc.

### Suivez ces étapes:

1. Placez un mètre sur l'autre et fixez l'attache-câble au milieu des deux.

### Alors, que s'est-il passé ?

Les lattes ont été déplacées les unes par rapport aux autres pour montrer l'action d'un ciseau.

Ensuite, l'attache-câble a été déplacée vers une extrémité et le capuchon d'un marqueur pour tableau blanc (ou d'un bouchon de vin) a été positionné près de l'attache-câble. Lorsque les lattes étaient serrées près du milieu, l'action d'une «pince à épiler» était apparente.

### Et ensuite ?

- Construisez une brouette simple pour montrer les poignées à levier soulevant une charge en tournant autour du point d'appui (c'est-à-dire l'axe de la roue).



## 28

### Dynamique et statique

## L'effet Magnus avec des gobelets en plastique.

### Contexte:

La portance générée par une boule ou un cylindre en rotation est appelé effet Magnus.

[https://fr.wikipedia.org/wiki/Effet\\_Magnus](https://fr.wikipedia.org/wiki/Effet_Magnus)

### Tu auras besoin de:

- ✓ Deux gobelets en plastique.
- ✓ Un pic à brochette (ou bâton de kebab) en bois.
- ✓ Du ruban adhésif.
- ✓ Un élastique solide.

### Suivez ces étapes:

1. Coupez la brochette en bois à la longueur appropriée, comme indiqué.
2. Collez-la à la base d'une des tasses.
3. Collez les coupelles ensemble comme indiqué (avec le bâton le long du diamètre).
4. Enroulez l'élastique autour d'une extrémité du bâton.
5. Saisissez le bâton entre votre pouce et votre index. Avec le bâton vertical, utilisez votre autre main pour étirer l'élastique horizontalement. Une très légère inclinaison du bâton vers l'avant peut bien fonctionner. Relâchez le bâton.



### Alors, que s'est-il passé ?

Les coupelles se déplaçaient plus ou moins horizontalement et, en raison du «*retour en arrière*» conféré lors du lancement, elles semblaient flotter pendant leur déplacement. L'effet Magnus est à l'œuvre: la partie supérieure de la coupelle tourne en harmonie avec l'air qu'elle traverse tandis que la face inférieure de la coupelle entre en collision avec l'air qu'elle traverse. Cela donne lieu à un certain soulèvement qui explique la perception qu'ils flottent dans les airs.

### Et ensuite ?

- Essayez avec différents types de tasses et des objets de différentes formes.

## Poulies en équilibre.

### Contexte:

Une fenêtre à guillotine offre une utilisation pratique des poulies. La fenêtre à soulever est fixée à une paire de contrepoids dont la somme est égale au poids de la fenêtre. Les cordes reliant la fenêtre aux deux contrepoids passent sur des poulies lisses. Le système étant en équilibre, très peu d'effort est nécessaire pour ouvrir la fenêtre. De plus, la fenêtre restera au repos dans n'importe quelle position requise.

### Tu auras besoin de:

- ✓ Deux cadres photo identiques (retirez le support pour exposer le verre), deux poulies, deux poids appropriés et de la ficelle.
- ✓ Une charpente en bois doit être construite pour monter les poulies et soutenir les fenêtres de manière à ce qu'elles puissent bouger.



### Suivez ces étapes:

1. Procurez-vous deux cadres photo identiques d'une taille appropriée.
2. Coupez des longueurs de bois appropriées pour fabriquer le cadre de la fenêtre et collez-les ensemble à l'aide de colle à bois.
3. Fixez les poulies en haut du cadre.
4. Fixez les deux poids en haut du cadre photo inférieur à l'aide d'une ficelle (qui passe sur les poulies).

5. Ajustez la quantité de poids afin que le système puisse se déplacer librement et qu'il reste en équilibre lorsqu'aucune force n'est appliquée.

### Alors, que s'est-il passé ?

La fenêtre a été levée et abaissée avec un minimum d'effort en raison de l'état d'équilibre entre les forces. Elle est également restée à n'importe quelle hauteur souhaitée.

### Et ensuite ?

Passez votre tête par la fenêtre ouverte et veillez à ce qu'elle ne vous tombe pas sur la tête.

## 30

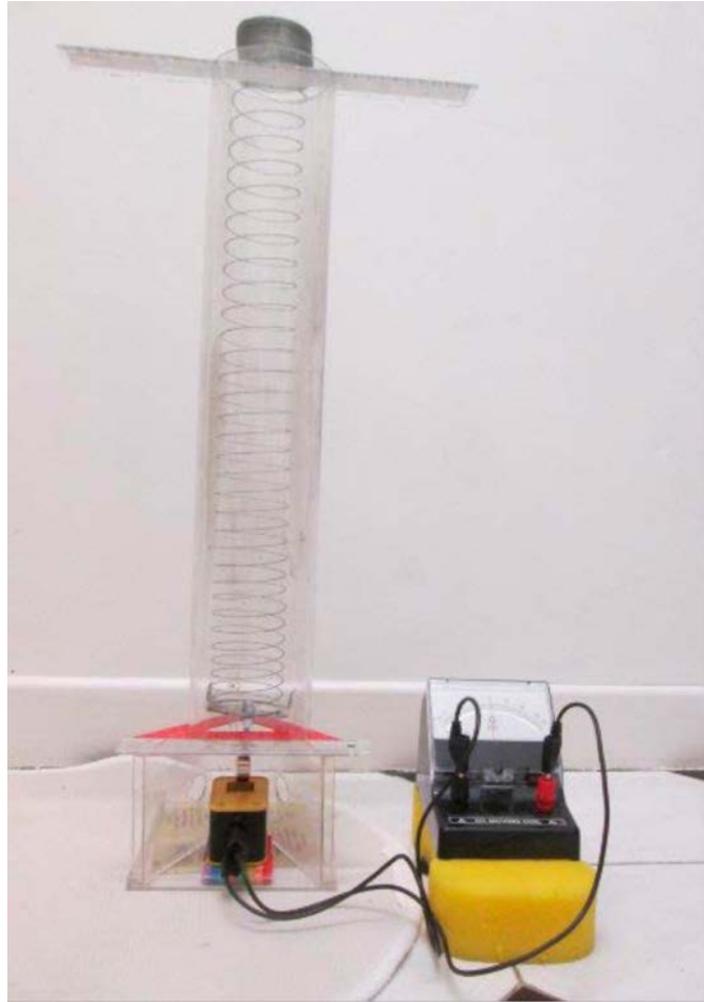
### Dynamique et statique Sismomètre Slinky.

#### Contexte:

Robert Mallet (1810 – 1881), géophysicien, ingénieur civil et inventeur irlandais, est parfois appelé le père de la sismologie. Un sismomètre est un instrument qui mesure le mouvement du sol, provoqué par exemple par un tremblement de terre. Dans cette démonstration, les secousses physiques d'un bâtiment sont détectées par un petit courant électrique induit dans une bobine qui dévie ensuite l'aiguille d'un galvanomètre.

#### Tu auras besoin de:

- ✓ Un Slinky.
- ✓ Un aimant néodyme puissant.
- ✓ Une bobine de fil (400 tours).
- ✓ Un galvanomètre.
- ✓ 2 fils.
- ✓ Un grand cylindre en plastique (ou une structure de support similaire) pour simuler un immeuble.



#### Suivez ces étapes:

1. Fixez le galvanomètre à la bobine.
2. Placez une éponge sous le galvanomètre pour absorber toute vibration indésirable.
3. Placez la bobine dans «le sous-sol» d'un immeuble de grande hauteur.
4. Suspendez le slinky au sommet du bâtiment afin qu'il plane juste au-dessus du serpent.
5. Vérifiez que le galvanomètre dévie s'il y a un mouvement relatif entre l'aimant et la bobine.

#### Alors, que s'est-il passé ?

La table a été légèrement secouée pour simuler un tremblement de terre. Le «bâtiment» a tremblé et une faible «*onde de choc*» a traversé le slinky. Le léger mouvement de l'aimant qui en résulte a induit un courant électrique dans la bobine qui a dévié le galvanomètre (et ainsi le tremblement de terre a été détecté).

#### Et ensuite ?

- Découvrez si l'échelle du galvanomètre pourrait être calibrée pour indiquer la gravité du tremblement de terre.

## Bobines roulantes avec moyeux larges et étroits.

### Contexte:

Deux bobines faites de matériaux identiques mais construites différemment, comme illustré, sont libérées sur une pente. Laquelle arrive au fond en premier ?

### Tu auras besoin de:

- ✓ Quatre disques identiques.
- ✓ Six boulons identiques.
- ✓ 18 écrous.
- ✓ Une perceuse électrique.
- ✓ Une clé.

### Suivez ces étapes:

1. Mesurez et marquez l'endroit où les trous sont nécessaires dans les disques.
2. Percez les trous.
3. Positionnez les boulons.
4. Serrez les écrous avec la clé.
5. Placez les deux bobines en haut d'une rampe inclinée.
6. Relâchez-les simultanément pour qu'ils descendent la rampe.

### Alors, que s'est-il passé ?

La bobine avec les boulons proches du centre a atteint le bas de la rampe en premier.

### Et ensuite ?

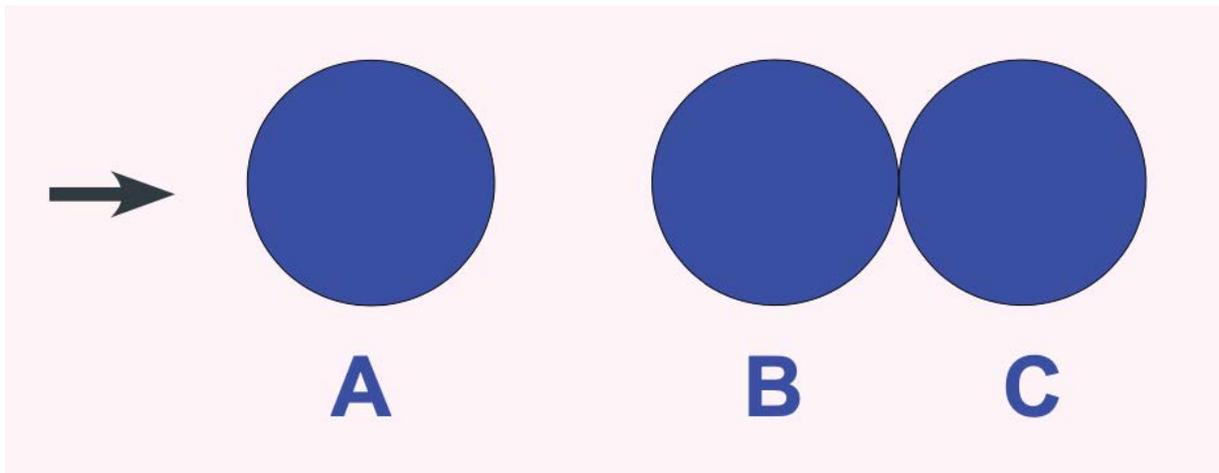
- Revoyez la démonstration sur la chute de mètres ou tenez un haltère dans chaque main et asseyez-vous sur une chaise pivotante (et portez une ceinture de sécurité). Ensuite, faites une rotation avec les bras tendus horizontalement, et tout en continuant à tourner, amenez vos bras à la verticale avec les haltères au-dessus de votre tête.
  - Que remarquez-vous ?
  - Quel est le rapport avec les bobines roulantes ?



32

Dynamique et statique

## Trois disques.



### Contexte:

Le principe de conservation de la quantité de mouvement peut être démontré avec trois disques.

### Tu auras besoin de:

- ✓ Trois disques lisses identiques.
- ✓ Une table horizontale lisse.

### Suivez ces étapes:

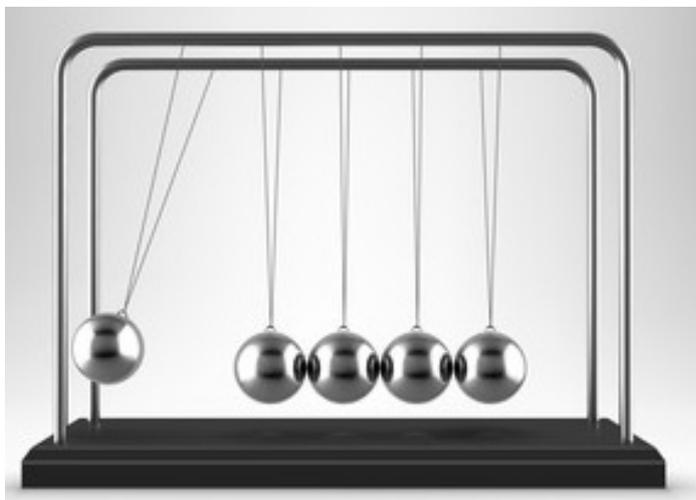
1. Trois disques plats et lisses sont placés sur une table lisse.
2. Maintenez fermement le disque B contre la table en appuyant vers le bas avec votre main.
3. Le disque C, initialement en contact avec B, semble être protégé par B alors que A se déplace pour entrer en collision avec B.
4. On pourrait s'attendre à ce que A rebondisse si B est fermement tenu et si C reste au repos.

### Alors, que s'est-il passé ?

Après que A soit entré en collision avec B, il s'est arrêté et C s'est déplacé vers la droite avec une vitesse similaire à celle que A avait initialement.

### Et ensuite ?

- Essayez-le avec trois pièces égales.
- Comparez le comportement au Pendule de Newton.



[https://fr.wikipedia.org/wiki/Pendule\\_de\\_Newton](https://fr.wikipedia.org/wiki/Pendule_de_Newton)

## La nature vectorielle de l'élan.

### Contexte:

Le principe de conservation de la quantité de mouvement est important dans toute la physique. La plupart des calculs se concentrent sur l'ampleur de la vitesse ou de la masse après une collision. Cependant, comme la quantité de mouvement est une quantité vectorielle, la direction du mouvement est également importante.

### Tu auras besoin de:

- ✓ Un ballon de basket.
- ✓ Une balle de tennis.

### Suivez ces étapes:

1. Tenez le ballon de basket directement au-dessus de la balle de tennis et en contact.
2. Laissez-les tomber au sol en même temps.



### Alors, que s'est-il passé ?

Lorsqu'ils atterrissent, ils voyagent dans des directions exactement opposées. La balle de tennis avec moins de masse a voyagé plus loin que le ballon de basket plus massif. L'événement s'est répété plusieurs fois et on a observé que les directions étaient toujours opposées et assez aléatoires. Très souvent, les balles rebondissaient un peu, mais parfois elles roulaient sur le sol sans rebondir. Cela dépend de la façon dont ils atterrissent.

### Et ensuite ?

Essayez avec différents types de ballons.

## 34

### Dynamique et statique

## Que dit la balance ?

#### Contexte:

Archimède a noté que lorsque des objets sont immergés dans l'eau, ils subissent une force de poussée ou de flottabilité. La balance de cuisine sur la photo détectera-t-elle cette poussée ?

#### Tu auras besoin de:

- ✓ Balances de cuisine.
- ✓ Une grande cruche à moitié remplie d'eau.
- ✓ Une bouteille d'un litre d'eau.

#### Suivez ces étapes:

1. Placez le pichet à moitié plein d'eau sur la balance. Notez la valeur lue sur la balance.
2. Tenez la bouteille d'eau à l'intérieur de la carafe de manière à ne toucher aucune partie de la carafe.
3. Abaissez la bouteille scellée dans l'eau jusqu'à ce qu'environ la moitié de la bouteille soit sous l'eau.
4. Observez la valeur lue sur la balance.



#### Alors, que s'est-il passé ?

Le niveau de l'eau dans la cruche a augmenté et la mesure sur la balance a augmenté.

#### Et ensuite ?

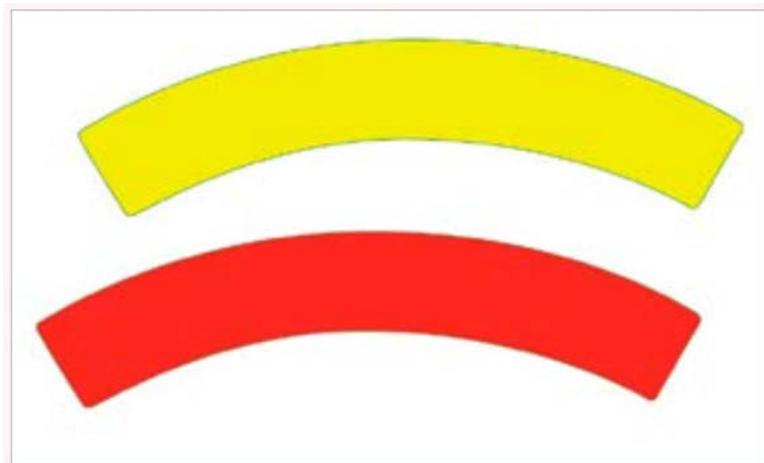
- Dessinez un diagramme des forces agissant sur la bouteille et un diagramme séparé des forces agissant sur la balance.

## Cartes d'illusion d'optique.

Pouvez-vous en croire vos yeux ?

### Contexte:

Deux cartes en forme d'arc sont utilisées pour montrer aux élèves qu'ils ne peuvent pas toujours faire confiance à leurs yeux pour donner des mesures précises. Retournez les cartes (elles sont toutes deux de la même couleur des deux côtés) encouragez également les élèves à réfléchir au problème et remettez en question leurs idées fausses sur la mesure.



### Tu auras besoin de:

- ✓ 2 cartes: découpées en forme d'arc incurvé idéalement en plastique ou en carton rigide. Les cartes doivent également être de deux couleurs différentes (le rouge et le jaune fonctionnent bien).
- ✓ Bande adhésive.
- ✓ Ciseaux
- ✓ Une règle.
- ✓ Une corde ou un curvimètre.

### Suivez ces étapes:

1. Découpez les formes des deux cartes.
2. Placez une carte au-dessus de l'autre et montrez-la aux élèves. Demandez-leur quelle carte est la plus grande ?
3. Ensuite, tenez les cartes dans l'autre sens.
4. Maintenant, demandez-leur: «*Quelle est la plus grande carte maintenant ?*» Pourquoi ? Comment expliquer ?

### Alors, que s'est-il passé ?

Parce que les cartes sont courbées, celle du haut semble toujours plus courte. Cela peut être utilisé pour montrer aux élèves l'importance de la mesure en science, sans croire tout ce que nous voyons avec nos yeux !

### Et ensuite ?

La superposition des deux cartes montre qu'elles ont en fait la même taille.

Autre exemple dans la manipulation suivante:

[http://physicus.free.fr/webphy/mecanique/metrologie/moyenne\\_statistique\\_mesure/moyenne\\_statistique\\_mesure.html](http://physicus.free.fr/webphy/mecanique/metrologie/moyenne_statistique_mesure/moyenne_statistique_mesure.html)



36

Dynamique et statique

## Raisins dansant.

Le comportement des raisins secs dans l'eau gazeuse.

### Contexte:

Les élèves explorent les concepts de densité, de flottation et de gaz.

L'eau gazeuse contient du dioxyde de carbone qui est libéré lorsque la bouteille est dépressurisée. Des raisins secs sont ajoutés à l'eau de la bouteille et leur comportement est examiné.

### Tu auras besoin de:

- ✓ Une bouteille de 2 L d'eau gazeuse dans une bouteille en plastique transparent sans étiquette.
- ✓ Un petit paquet de raisins secs.
- ✓ Un grand bassin en plastique.

### Suivez ces étapes:

1. Ouvrez la bouteille d'eau gazeuse et expliquez aux élèves que le son qu'ils entendent lorsque le bouchon est relâché est dû au dioxyde de carbone qui s'échappe en raison de la différence de pression.
2. Tout en plaçant la bouteille dans une bassine, les élèves ajoutent une petite poignée de raisins secs dans la bouteille d'eau gazeuse et observent ce qui se passe.



### Alors, que s'est-il passé ?

Lorsque les raisins secs sont ajoutés, ils commencent d'abord à couler dans l'eau gazeuse (car ils sont plus denses que l'eau). À mesure que les bulles de dioxyde de carbone remontent à la surface, elles sont «piégées» dans les rides et les crevasses à la surface des raisins secs. Cela les fait flotter.

Une fois que le raisin atteint la surface, les bulles éclatent et le gaz s'échappe. Les raisins secs recommencent alors à retomber dans le liquide, mais ramassent à nouveau des bulles, recommençant ainsi le cycle.

Ce comportement de «raisins secs dansant» se répète jusqu'à ce que les raisins absorbent trop d'eau et deviennent trop lourds pour flotter vers le haut ou jusqu'à ce que tout le gaz s'échappe de l'eau.

### Et ensuite ?

Les «tours de densité» peuvent être créés en superposant différents types de liquides les uns sur les autres dans un grand verre. Essayez l'huile, le sirop doré, l'eau, le colorant alimentaire, l'eau salée, l'alcool, etc...

[https://youtu.be/rhmP8LmhcL4?si=by96D5jNCUsZNRl\\_](https://youtu.be/rhmP8LmhcL4?si=by96D5jNCUsZNRl_)

## Le bateau plein de trous..

### Contexte:

Les étudiants se voient présenter un bateau en margarine avec des trous dans la coque. Ils sont convaincus qu'il va absorber l'eau et couler.

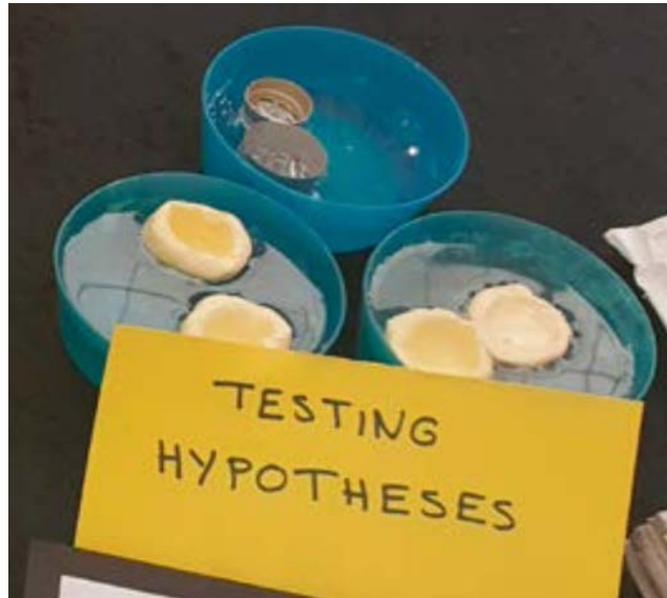
Contester cette conviction, à l'aide de matériels simples, encourage les élèves à travers une série d'hypothèses et d'expériences. Le bateau plein de trous entre en conflit avec les attentes des élèves et provoque un émerveillement suivi d'une envie immédiate de chercher une explication logique. Les étudiants développent leur compréhension et construisent leurs propres connaissances.

### Tu auras besoin de:

- ✓ Un bol d'eau.
- ✓ Un paquet de margarine.
- ✓ Un couteau.
- ✓ Une épingle.
- ✓ Bougies «veilleuse».

### Suivez ces étapes:

1. Présentez le bateau à margarine plein de trous aux élèves. La réaction est souvent sceptique, les étudiants supposant qu'ils sont trompés ou leurés.
2. Encouragez les élèves à formuler une ou plusieurs hypothèses et à réaliser des expériences.  
Par exemple:
  - Les trous ne traversent pas complètement, regarder la bougie allumée à travers la coque du bateau.



3. Défiiez la classe dans un concours: construisez un bateau avec une quantité donnée de margarine avec le plus grand nombre de trous possible dans le fond. Les étudiants documentent leur projet avec des photos et des vidéos. Le design du bateau gagnant est voté par la classe.
4. Demandez aux élèves de rechercher quels facteurs déterminent si le bateau prend de l'eau ou non, la taille des trous, la répartition des trous, le matériau de construction (margarine ou boîtier de veilleuse), le poids du bateau (ou de sa cargaison), etc...
  - Il y a quelque chose de transparent dans ou sur les trous qui laisse passer la lumière, mais pas l'eau, souffler à travers les trous et sentir l'air passer de l'autre côté des trous.
5. Les élèves présentent leurs découvertes au reste de la classe.

### Alors, que s'est-il passé ?

Les étudiants apprennent à observer, à faire des prédictions, à formuler et à réviser des hypothèses, à concevoir et à réaliser des expériences, à répéter et à repenser des tests. Ils apprennent également à communiquer leurs découvertes, à présenter leurs résultats et à partager leurs idées avec les autres.

### Et ensuite ?

Les élèves peuvent effectuer des recherches pour en savoir plus sur les propriétés de l'eau qui permettent au bateau de flotter et pourquoi l'eau possède ces propriétés.

38

Dynamique et statique

## Rouet à courant de convection.

Un défi de conception.

### Contexte:

Les courants de convection.

### Tu auras besoin de:

- ✓ Fil de cuivre solide.
- ✓ Moule à gâteau en aluminium ou récipient similaire.
- ✓ Épingle.
- ✓ Bougie chauffe-plat.



### Suivez ces étapes:

1. Pliez le fil de cuivre pour lui donner la forme qui supportera la bougie chauffe-plat.
2. Collez la broche au sommet du fil de cuivre.
3. Découpez le moule à gâteau en aluminium en cercle, puis coupez le cercle en biais comme sur l'image.
4. Pliez légèrement chaque bord.
5. Équilibrez le centre du moule à gâteau en aluminium au-dessus de la goupille afin qu'il puisse tourner librement.
6. Allumez une bougie et placez-la en dessous.

### Alors, que s'est-il passé ?

Au fur et à mesure que l'air chaud monte, le moule à gâteau tourne.

### Et ensuite ?

- Modifiez le design pour que la roue tourne plus rapidement (ou plus lentement).
- Quelle est la forme la plus simple qui tournera ?



## L'oiseau en équilibre.

### Contexte:

Les élèves explorent les concepts de leviers, de centre de gravité, de poids, de masse et d'équilibre.

### Tu auras besoin de:

- ✓ Jouet d'oiseau équilibrant.
- ✓ Pointe plate et lisse.
- ✓ Cartes flash des termes clés.
- ✓ Calculatrice.
- ✓ Balance électronique.

### Suivez ces étapes:

1. Positionnez l'oiseau sur son bec sur une pointe plate et lisse, visible de tous les élèves.
2. Faites pivoter l'oiseau et demandez-lui comment il semble voler et se maintenir en équilibre.
3. Utilisez des flashcards de termes clés pour présenter aux élèves les définitions des leviers, du centre de gravité, du poids, de la masse et de l'équilibre.
4. Placez l'oiseau sur la balance électronique, enregistrez sa masse et convertissez-la en kilogrammes.
5. Multipliez la masse (en kg) par 10 (approximation de l'accélération due à la gravité de  $9,8 \text{ m/s}^2$ ).

### Alors, que s'est-il passé ?

L'oiseau s'équilibre parce qu'il est dans un équilibre stable. Il y a de petits poids soigneusement positionnés au bout de la queue et des ailes de l'oiseau. Tout le poids de l'oiseau s'exerce à travers le bec de l'oiseau. C'est son centre de gravité, le point où agit toute la force due au poids. Si l'oiseau reçoit une légère poussée, il commence à tourner autour du point fixe. Ce point fixe est appelé point d'appui ou point pivot.

### Et ensuite ?

- Le centre de gravité des autres objets peut être déterminé.

Les élèves peuvent calculer leur propre poids en enregistrant leur masse sur un pèse-personne et en utilisant la formule:

$$\begin{aligned} \text{Poids (en newtons)} \\ = \\ \text{Masse (en kg)} \times g \text{ (} 10 \text{ m/s}^2 \text{).} \end{aligned}$$



- Les élèves pourraient faire des recherches sur Isaac Newton, qui a étudié les forces dans la nature.



40

## Electricité & Magnétisme Magnétisme.

### Contexte:

Les aimants ont deux propriétés distinctives: ils attirent certains métaux et, lorsqu'ils sont suspendus librement, ils s'alignent avec le champ magnétique terrestre, s'immobilisant ainsi en direction du nord. Le fait que le fer n'est pas magnétique mais peut être magnétisé peut-être démontré dans cette expérimentation.

### Tu auras besoin de:

- ✓ Une boussole.
- ✓ Barre-aimant
- ✓ Tube à essai,
- ✓ Limaille de fer.

### Suivez ces étapes:

Le professeur de physique de Dublin, David Hobson, a montré que lorsqu'un tube à essai contenant de la limaille de fer (réparties uniformément sur toute sa longueur) est rapproché de l'aiguille d'une boussole, cela n'a aucun effet. Cependant, si l'on caresse l'extérieur du tube d'un bout à l'autre (plusieurs fois dans le même sens), le fer se magnétise.

### Alors, que s'est-il passé ?

Les aimants moléculaires du fer ont été alignés et le fer est ainsi devenu magnétisé. Lorsque le tube à essai a été rapproché de l'aiguille de la boussole, il a dévié, indiquant que la limaille de fer était magnétisée.

### Et ensuite ?

Secouez le tube à essai et testez son magnétisme en le rapprochant de l'aiguille de la boussole. Cette fois, la boussole n'est pas affectée, car le fer a une mauvaise rémanence magnétique, d'où la perte du magnétisme lorsque la limaille a été secouée.



## Principe du galvanomètre.

### Contexte:

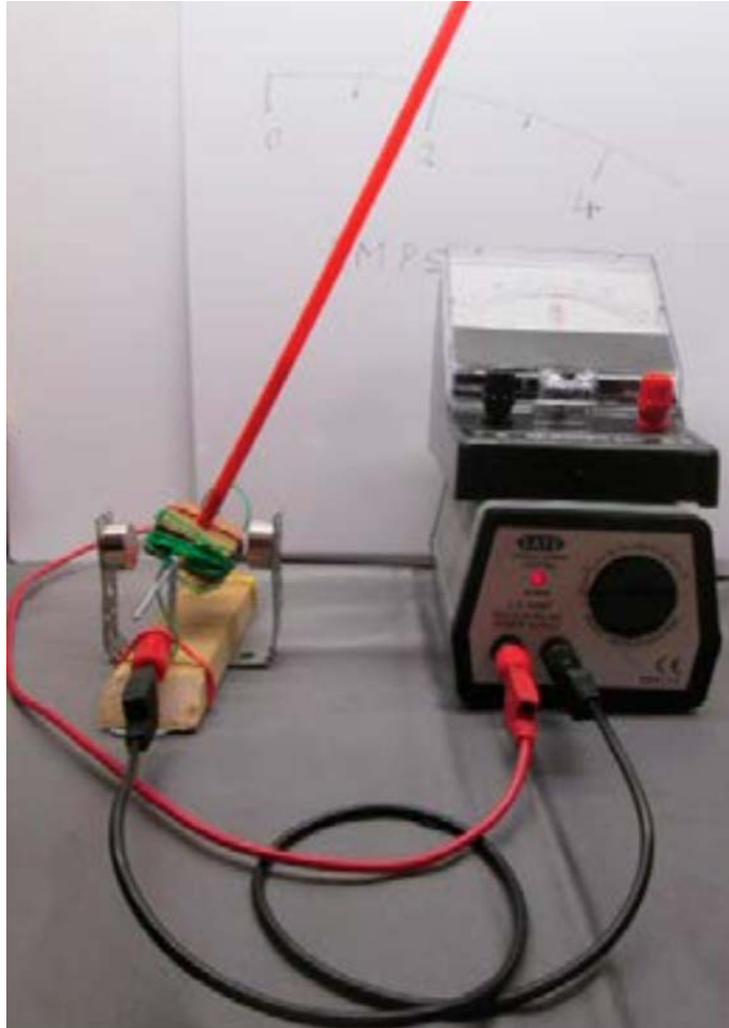
Un galvanomètre (vu au-dessus de l'alimentation électrique sur la photo) est un instrument précieux pour détecter si un courant électrique circule. Cette démonstration examine ce qui fait dévier l'aiguille d'un galvanomètre.

### Tu auras besoin de:

- ✓ Deux aimants puissants en néodyme.
- ✓ Un petit rectangle de bois pouvant pivoter autour d'un axe horizontal.
- ✓ 2 m de fil isolé,
- ✓ Une paire de pistes.
- ✓ Source de courant 12 Vcc.
- ✓ Une paille.

### Suivez ces étapes:

1. Enroulez 2 m de fil autour du rectangle de bois de manière à ce que les 10 premiers cm et les 10 derniers cm soient libres pour être enroulés en un ressort faible.
2. Montez le rectangle de manière à ce qu'il puisse pivoter librement autour d'un axe horizontal. Positionnez la bobine entre deux aimants puissants.
3. Fixez le pointeur en paille au rectangle comme indiqué.
4. Connectez les extrémités de la bobine au réseau 12 Vcc. alimentation à l'aide d'une paire de câbles.



### Alors, que s'est-il passé ?

Lors de la mise sous tension, un courant circulait dans la bobine. Cela a établi un champ magnétique entourant la bobine qui a interagi avec le champ magnétique déjà en place en raison de la présence de la paire d'aimants. Le résultat de l'interaction était que le rectangle tournait sur son axe, ce qui provoquait un écart de l'aiguille par rapport à la verticale.

### Et ensuite ?

- Augmentez la tension et observez que l'augmentation du courant qui en résulte fait dévier le pointeur de la paille d'un angle plus grand.
- Inversez la polarité de l'alimentation et observez que le pointeur dévie dans la direction opposée.

42

Electricité & Magnétisme

## Chauffage à induction pour démontrer les principes de l'induction électromagnétique.

### Contexte:

La cuisinière à induction est une application quotidienne de l'induction EM. Il peut être utilisé pour démontrer les principes de l'induction électromagnétique.

Cependant, une version plus simple peut être assemblée en utilisant une bobine de chauffage par induction bon marché et une alimentation électrique disponible sur Internet; la version utilisée coûte environ 5 €.

### Tu auras besoin de:

- ✓ Tube en plastique (par exemple récipient Rubex).
- ✓ Fil de cuivre émaillé 40 swg.
- ✓ Feuille de cuisson en aluminium («feuille d'étain»).
- ✓ Module d'alimentation chauffage par induction basse tension + bobine de chauffage (disponible sur internet).
- ✓ Petit sucrier en acier inoxydable (en forme de «dôme»).
- ✓



### Suivez ces étapes:

1. Enroulez 1000 tours de fil de cuivre de 40 swg ou similaire sur un tube en plastique tel qu'un pilulier Rubex™.
2. Connectez l'extrémité supérieure de l'enroulement à une feuille d'étain collée au dôme métallique.
3. L'extrémité inférieure du bobinage est reliée à un morceau de fil isolé de 30 cm; l'extrémité de ce fil est laissée nue.
4. Remplacez ou ajustez le serpentín de chauffage fourni afin d'avoir un serpentín de 4 ou 5 tours qui s'adaptera parfaitement autour du serpentín de 1000 tours.
5. Fixez le tube avec la bobine secondaire à une base appropriée. Le chauffage par induction peut être positionné selon les besoins.

### Alors, que s'est-il passé ?

Connectez le chauffage par induction à une prise 12 Vcc. alimentez et amenez l'extrémité dénudée du fil isolé vers le haut du dôme, un arc devrait être vu. Il s'agit d'une simple bobine Tesla.

Le chauffage par induction crée un flux de courant élevé, basse tension et haute fréquence dans le primaire, qui à son tour induit un flux de courant faible et haute tension dans la bobine secondaire.



### Et ensuite ?

Approchez une ampoule fluorescente ou une ampoule CFL du secondaire et notez qu'elle brille à cause des courants induits.

Le radiateur à induction avec sa bobine d'origine peut être utilisé pour chauffer un clou en fer jusqu'à ce qu'il soit rouge, démontrant ainsi l'utilisation du chauffage par induction.

Une ampoule de 6 V connectée à une bobine de fil isolé d'une vingtaine de tours peut s'allumer lorsque sa bobine est placée à l'intérieur du serpentín chauffant montrant une fois de plus le principe de l'induction. Cela peut être lié à une discussion sur la théorie des transformateurs, etc...



## Véhicule magnétique.

### Contexte:

Un conducteur porteur de courant subit une force dans un champ magnétique.

### Tu auras besoin de:

- ✓ Feuille d'aluminium, 15 × 4 mm.
- ✓ Aimants en néodyme.
- ✓ Pile AA 1,5 V.

### Suivez ces étapes:

1. Étalez une longueur de papier d'aluminium.
2. Fixez des aimants en néodyme à chaque extrémité de la batterie de manière à ce que les pôles nord se fassent face.
3. Placez sur la feuille d'aluminium.

### Alors, que s'est-il passé ?

Lorsque la batterie est placée sur la feuille d'aluminium, elle complète un circuit et le courant circule. Lorsque les mêmes pôles se font face, le courant ascendant d'un côté et le courant descendant de l'autre subissent une force (force de Lorentz) dans la même direction, ce qui fait que la batterie roule le long de la feuille d'aluminium en ligne droite.

*Remarque: Dans cette démonstration, un courant important est tiré de la batterie.*

### Et ensuite ?

- Essayez avec les pôles sud et nord face à face.
- Essayez avec les pôles sud et sud face à face.
- Remplacez l'un des aimants en néodyme par un autre de plus grand diamètre. La batterie se déplacera en cercle cette fois.
- Collez du papier d'aluminium sur une carte et roulez la carte dans un cylindre. Placez la batterie à l'intérieur de la carte sur la feuille d'aluminium. Le cylindre roule le long du bureau.



15mm dia x 4mm thick  
N35 Neodymium Magnets  
2.8kg Pull ( Pack of 10 )

## 44

### Electricité & Magnétisme Train magnétique.

#### Contexte:

Un conducteur transportant du courant subit une force dans un champ magnétique.

#### Tu auras besoin de:

- ✓ Fil de cuivre nu de calibre 22.
- ✓ Aimants en néodyme de 15 mm × 4 mm.
- ✓ Pile AA 1,5 V.

#### Suivez ces étapes:

1. Enroulez le fil de cuivre autour d'un tuyau métallique ou d'un tube en plastique de manière à ce que le diamètre de la bobine soit légèrement plus grand que le diamètre de la batterie.

2. Fixez un aimant en néodyme à chaque extrémité de la batterie de manière à ce que les mêmes pôles se fassent face.
3. Placez la batterie avec des aimants à l'intérieur du fil de cuivre et lâchez-la.

#### Alors, que s'est-il passé ?

Lorsque la batterie est placée à l'intérieur de la bobine de cuivre, elle complète un circuit et le courant circule dans une section de la bobine. Un champ magnétique est produit dans la section de la bobine qui interagit avec le champ magnétique des aimants en néodyme. Cela crée une force qui fait déplacer la batterie à travers le fil de cuivre. Si votre batterie ne bouge pas, retournez-la dans l'autre sens.

La direction du courant circulant à travers la bobine créera un pôle nord (courant dans le sens inverse des aiguilles d'une montre) ou un pôle sud (courant dans le sens des aiguilles d'une montre), la batterie doit donc être orientée dans la bonne direction.

*Remarque: Dans cette démonstration, un courant important est tiré de la batterie.*

#### Et ensuite ?

- Essayez avec les pôles sud et nord face à face.
- Essayez avec les pôles sud et sud face à face.
- Joignez les extrémités nues de la bobine de cuivre pour former un cercle et regardez votre «train» continuer à se déplacer en cercle.



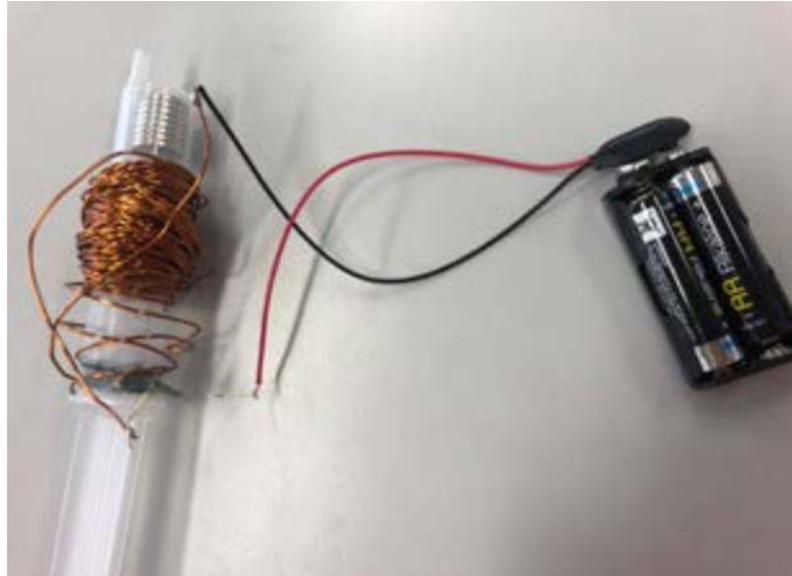
## Moteur à pistons magnétiques.

### Contexte:

Un relais Reed est un type de relais qui utilise un électro-aimant pour contrôler un ou plusieurs interrupteurs Reed. Les contacts sont en matériau magnétique et l'électro-aimant agit directement sur eux.

### Tu auras besoin de:

- ✓ Fil de cuivre émaillé fin.
- ✓ 4 aimants néodyme.
- ✓ Seringue en plastique (légèrement plus grande que le diamètre de vos aimants),
- ✓ Commutateur de relais Reed,
- ✓ Pile AA 1,5 V et support de pile.
- ✓ Superglue.
- ✓ Fer à souder et à souder.



### Suivez ces étapes:

1. Configurez le circuit dans le schéma en enroulant le fil de cuivre émaillé autour de la seringue et en soudant une extrémité du fil au commutateur à relais Reed et l'autre extrémité au fil du support de batterie. Laissez l'autre côté du fil du support de batterie lâche ou soudez de l'autre côté du commutateur à relais Reed pour terminer le circuit si vous avez ajouté un interrupteur à bouton-poussoir dans votre circuit.
2. Placez 4 aimants en néodyme à l'intérieur de la seringue et maintenez le piston de la seringue en haut.
3. Fermez l'interrupteur en touchant le fil lâche du relais Reed ou en appuyant sur le bouton de l'interrupteur.

### Alors, que s'est-il passé ?

Lorsque le courant circule dans la bobine de cuivre, un champ magnétique se crée. Cela éloigne les aimants de la seringue du commutateur à relais Reed. Le relais Reed s'ouvre et le courant dans la bobine cesse de circuler, d'où la disparition du champ magnétique.

Les aimants retombent vers le commutateur à relais Reed en raison de la gravité, provoquant la fermeture du commutateur à relais Reed. Ce processus se répète, provoquant un mouvement de va-et-vient des aimants à l'intérieur de la seringue, comme un simple moteur à piston magnétique ou un oscillateur magnétique.

### Et ensuite ?

- Modifiez le nombre de tours de la bobine ou le nombre d'aimants.

46

Electricité & Magnétisme

## Effet magnétohydronamique.

### Contexte:

Lorsque l'électricité se déplace à travers un fluide conducteur dans un champ magnétique, une force, appelée force de Lorentz, est transmise au fluide, le faisant se déplacer.

### Tu auras besoin de:

- ✓ Boîte de Petri.
- ✓ Papier d'aluminium.
- ✓ Aimant annulaire.
- ✓ Fil de cuivre solide.
- ✓ Poivre noir concassé.
- ✓ Sel.
- ✓ Eau,
- ✓ Alimentation basse tension.
- ✓ Fil et pince crocodile.



### Suivez ces étapes:

1. Placez la feuille d'aluminium autour de l'intérieur de la boîte de Pétri (comme sur l'image).
2. Placez la boîte de Petri au-dessus de l'aimant annulaire.
3. Préparez une solution saline et versez-la dans la boîte de Pétri.
4. Fixez la feuille d'aluminium dans la boîte de Pétri au négatif de l'alimentation basse tension à l'aide du fil et de la pince crocodile.
5. Fixez le fil de cuivre au positif de l'alimentation basse tension et placez l'extrémité du fil dans la solution saline de manière à ce qu'elle se trouve au milieu au-dessus du trou de l'aimant annulaire.
6. Saupoudrez du poivre noir concassé sur la surface de la solution saline.
7. Allumez l'alimentation basse tension et augmentez la tension à 12 volts.
8. Observez ce qui se passe.

### Alors, que s'est-il passé ?

Le poivre noir concassé se déplace simultanément dans deux directions différentes, montrant les forces provoquées par le courant circulant dans un champ magnétique.

### Et ensuite ?

- Inversez la polarité de l'alimentation.
- Inversez les pôles de l'aimant.

## La cloche de Franklin.

### Contexte:

Il s'agit du premier appareil capable de convertir l'énergie électrique en énergie mécanique sous la forme d'un mouvement mécanique continu. Le battant de cloche se déplace d'avant en arrière entre deux cloches chargées de manière opposée.

L'invention a été attribuée à Benjamin Franklin mais elle a en réalité été inventée par Andrew Gordon en Allemagne au XVIII<sup>e</sup> siècle.

### Tu auras besoin de:

- ✓ Deux canettes en aluminium.
- ✓ Papier d'aluminium.
- ✓ Fil de coton.
- ✓ Tige de verre.
- ✓ Chaîne.
- ✓ Deux fils.
- ✓ Deux pinces crocodiles.
- ✓ Alimentation haute tension (peut utiliser une machine Wimshurst, une tapette à insectes électrique, générateur de Kall, ...).
- ✓ Métal isolé (ciseaux avec poignées en plastique).

### Suivez ces étapes:

1. Placez les deux canettes l'une à côté de l'autre.
2. Attachez un morceau de fil au milieu de la tige de verre et attachez une boule de papier d'aluminium au bas de la ficelle.
3. Placez la tige de verre sur le dessus des deux canettes comme sur la photo.
4. Connectez les deux canettes à l'alimentation haute tension. (Si vous utilisez une tapette à insectes, connectez-en une à la couche métallique externe et l'autre à la couche métallique interne.)
5. Mettez sous tension.
6. Observez ce qui se passe.
7. Pour décharger, placez des ciseaux isolés sur les deux boîtes.

Parce que des charges similaires se repoussent, la balle est immédiatement repoussée électrostatiquement loin de la boîte et, parce que des charges opposées sont attirées les unes vers les autres, la balle est attirée électrostatiquement vers la boîte opposée. Lorsque la balle touche la deuxième boîte, la balle prend la charge de la deuxième boîte, est repoussée par celle-ci, puis retourne dans la première boîte. Le processus continue de se répéter, créant un effet de sonnerie.

### Et ensuite ?

- Essayez différents matériaux pour le ballon, comme la languette de la canette.
- Essayez différentes tensions.

### Alors, que s'est-il passé ?

L'une des canettes devient chargée positivement et l'autre chargée négativement. La boule de papier d'aluminium reçoit une charge électrostatique induite par l'une des canettes et est ensuite attirée vers elle. La balle oscille vers la canette jusqu'à ce qu'elle la touche et la balle prend la même charge que la canette.



### Notes de sécurité.

- **Faites attention lorsque vous utilisez des tensions élevées car vous pouvez recevoir un choc électrique si vous touchez les canettes !**
- **Faites attention lors du déchargement !**
- **Ne laissez pas les élèves faire cette expérience ou se tenir à proximité de cette expérience.**

48

## Electricité & Magnétisme

### Running bug.

#### Un défi STEM

#### Contexte:

Il s'agit d'un joli défi STEM à relever pour les étudiants. Ils peuvent concevoir leur propre «bug» et le meilleur design l'emporte. Bel exemple de conversion d'énergie.

#### Tu auras besoin de:

- ✓ Brosse à ongles (ou similaire).
- ✓ Moteur et support moteur.
- ✓ 2 piles AA 1,5 et support de pile.
- ✓ Fil.
- ✓ Soudure et fer à souder (ou fils et pinces crocodiles).
- ✓ Une certaine masse de métal pour provoquer un déséquilibre sur le moteur (Un porte-fusible provenant d'une prise secteur fonctionne très bien car vous pouvez le visser fermement sur l'axe du moteur).

#### Suivez ces étapes:

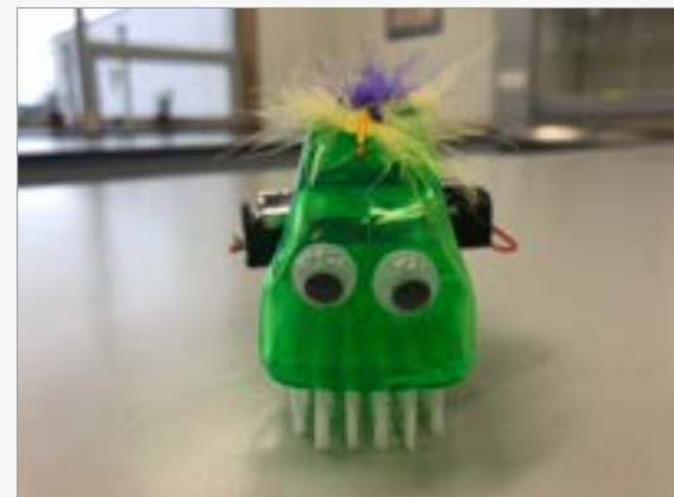
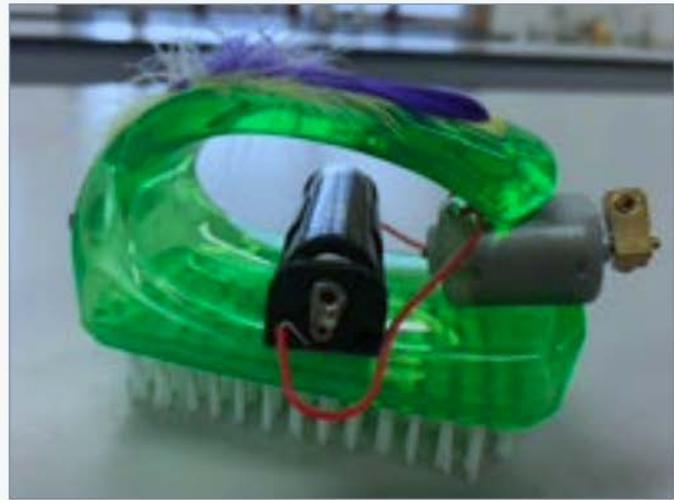
1. Collez le clip du moteur sur la brosse.
2. Placez le moteur dans le clip.
3. Vissez le porte-fusible sur le moteur.
4. Fixez le moteur aux batteries à l'aide de soudure ou d'autres moyens.
5. Allumez et posez au sol.
6. Observez ce qui se passe.

#### Alors, que s'est-il passé ?

Lorsque le moteur tourne, le poids excentrique fixé à l'essieu fait vibrer le moteur. Cela provoque un mouvement rapide de la brosse.

#### Et ensuite ?

- Changez la taille de la brosse.
- À l'aide d'un sèche-cheveux, pliez légèrement les poils vers l'arrière et voyez ce qui se passe.



## Électroscope avec moule à tarte en aluminium.

### Contexte:

Il s'agit d'une expérience simple que les élèves peuvent facilement réaliser eux-mêmes en classe. Il peut être utilisé pour démontrer que des charges similaires se repoussent, en utilisant des charges électrostatiques. Il peut également démontrer la mise à la terre et peut être utilisé pour tester l'humidité et la série triboélectrique.

### Tu auras besoin de:

- ✓ Gobelet en polystyrène.
- ✓ Assiette en polystyrène.
- ✓ Crayon.
- ✓ Paille.
- ✓ Moule à tarte en aluminium.
- ✓ Blu-tack (pâte adhésive).
- ✓ Fil de discussion.
- ✓ Feuille de cuisson.
- ✓ Ballon.
- ✓ Tissu et autres matériaux à tester.

### Suivez ces étapes:

1. Prenez un crayon bien aiguisé et faites deux trous au fond du gobelet en polystyrène en poussant doucement le crayon à travers le gobelet.
2. Placez la paille dans les trous.
3. Utilisez le Blu Tack pour coller la tasse au centre du moule en aluminium.
4. Ajustez la position de la paille de manière à ce qu'une extrémité soit juste au-dessus du bord du moule.

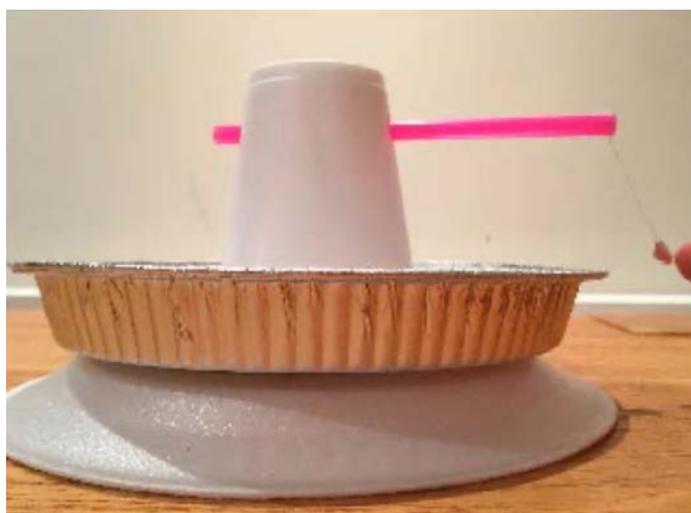
5. Coupez une très fine fente au bout de la paille et placez un long morceau de fil à travers la fente. Coupez la longueur du fil pour qu'il soit juste en dessous du moule.
6. Prenez un petit morceau de papier d'aluminium et enroulez-le en boule autour de l'extrémité du fil. La balle doit être légère, alors n'utilisez pas trop de papier d'aluminium. Il doit également toucher juste le bord du moule à tarte.
7. Faites quelques nœuds dans le fil, au-dessus du haut de la paille, pour la maintenir en place. Votre électroscope fait maison est maintenant prêt à être testé.
8. Créez de l'électricité statique en frottant un ballon/un chiffon sur une plaque en polystyrène.
9. Placez rapidement l'électroscope sur le dessus de la plaque, en tenant uniquement le gobelet en polystyrène lorsque vous soulevez l'électroscope.

### Alors, que s'est-il passé ?

Le ballon s'éloigne du bord de la platine.

### Et ensuite ?

- Amenez maintenant votre doigt vers le ballon. La balle rebondit entre votre doigt et la poêle pendant qu'elle se charge et se décharge.
- Pour décharger l'électroscope, touchez simplement le moule à tarte en aluminium avec votre doigt. S'il est laissé seul, il finira par se décharger à cause de l'humidité de la pièce.
- Essayez de charger différents matériaux et comparez l'effet sur la boule de papier d'aluminium à la série triboélectrique.



## 50

### Electricité & Magnétisme

## Électroscope à transistor à effet de champ.

#### Contexte:

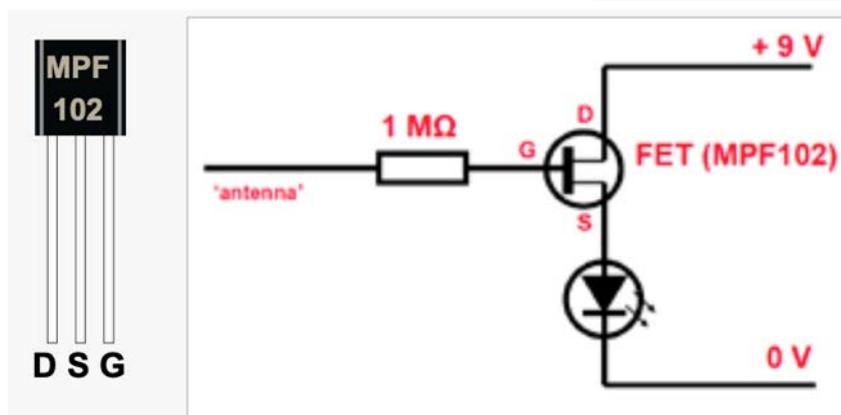
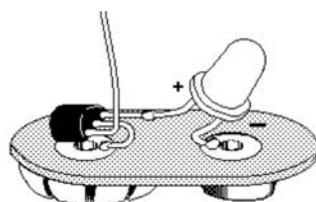
Le MPF102 est un transistor à canal N et est désactivé lorsque les électrons négatifs mobiles sont poussés hors du silicium, le transformant en isolant. N5460 est un transistor à canal P qui fera l'inverse.

#### Tu auras besoin de:

- ✓ Transistor à effet de champ MPF102 (F.E.T) (peut être acheté en ligne sur Amazon).
- ✓ Pile 9 volts et clip pour pile 9 volts.
- ✓ Diode électroluminescente rouge/bleue (L.E.D.).
- ✓ Fil pour antenne.
- ✓ Coupe-fils.
- ✓ Fer à souder et soudure.
- ✓ Ballon.
- ✓ Matériaux pour tester l'électricité statique.

#### Suivez ces étapes:

1. Pliez le fil de grille du F.E.T vers le haut. Cela fait office d'antenne, alors laissez-la déconnectée.
2. Connectez le fil du milieu, la Source, au fil positif rouge du clip de la batterie 9 volts.
3. Connectez le fil restant, le Drain, à la branche positive de la L.E.D (branche la plus longue).
4. Connectez la branche négative de la LED (branche la plus courte) au fil négatif noir du clip de la batterie 9 volts.
5. Vérifiez que votre circuit est correct, puis connectez le clip de la batterie au sommet de la batterie de 9 volts. La LED rouge devrait s'allumer.
6. Pour tester le circuit, frottez un ballon sur vos cheveux et rapprochez-le du fil du portail. La LED devrait s'éteindre mais se rallumera lorsque vous retirerez le ballon.
7. Si cela ne fonctionne pas, l'humidité est peut-être trop élevée. Vous pouvez le vérifier en utilisant un ballon et en le frottant sur vos cheveux. Si les poils de votre bras ne sont pas attirés par le ballon, c'est que l'humidité est trop élevée.
8. Un fil (0,5 m) peut être soudé au pied du portail pour faire office d'antenne, augmentant la sensibilité jusqu'à près de 6 m !
9. Si la LED ne s'allume pas, touchez le fil du portail avec votre doigt pour réinitialiser



## Électroscope FET (suite).

### Alors, que s'est-il passé ?

Lorsqu'il n'y a pas de tension de grille ( $V_G = 0$ ) et qu'une petite tension ( $V_{DS}$ ) est appliquée entre le drain et la source, le courant de saturation maximum ( $I_{DSS}$ ) circulera à travers le canal du drain à la source, limité uniquement par le petit épaulement. région autour des carrefours.

Si une petite tension négative ( $-V_{GS}$ ) est maintenant appliquée à la grille, la taille de la région d'appauvrissement commence à augmenter, réduisant la surface efficace globale du canal et réduisant ainsi le courant qui le traverse. Ainsi, en appliquant une tension de polarisation inverse, on augmente la largeur de la région d'appauvrissement, ce qui réduit la conduction du canal.

Étant donné que la jonction PN est polarisée en inverse, peu de courant circulera dans la connexion de grille. À mesure que la tension de grille ( $-V_{GS}$ ) devient plus négative, la largeur du canal diminue jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de courant entre le drain et la source et que le FET soit dit «bloqué».

### Et ensuite ?

1. Brossez-vous les cheveux avec un peigne ; si c'est une journée très sèche, vous verrez la LED s'allumer et s'éteindre. Apportez le peigne vers la porte et la LED s'éteindra, indiquant un excès de charge négative.
2. Frottez vos pieds sur un tapis tout en tenant l'électroscope et voyez la LED s'allumer et s'éteindre.

3. Sautez de haut en bas sur le tapis et voyez la LED s'allumer et s'éteindre.
4. Allumez un générateur Van de Graaff et voyez l'électroscope détecter le champ électrique.
5. Tenez l'électroscope près du moule à tarte en aluminium lorsque vous touchez votre doigt sur la boule de papier d'aluminium et voyez ce qui arrive à la L.E.D.
6. À l'aide d'un hygromètre numérique, comparez la distance en fonction de l'humidité avec l'électroscope, tracez un nuage de points et calculez le coefficient de corrélation.
7. Modifiez la longueur de l'antenne et comparez-la à la distance, puis tracez à nouveau un nuage de points et calculez le coefficient de corrélation.

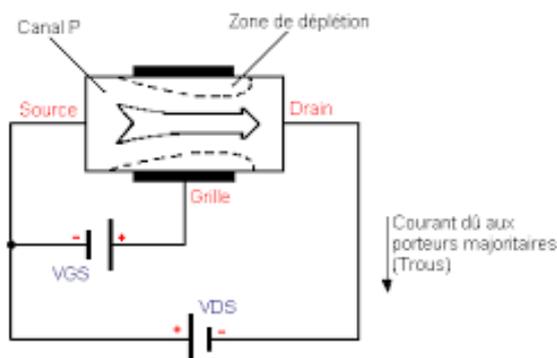
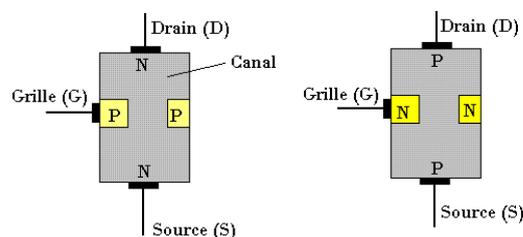
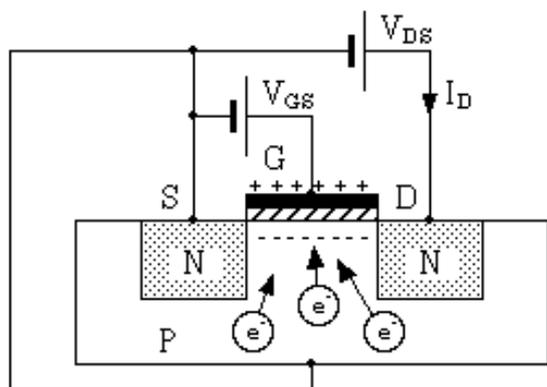
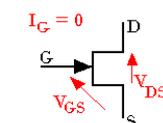
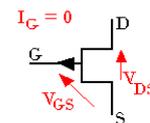


Fig. 2. - Principe de fonctionnement du transistor à effet de champ.



a) TEC à canal N:



b) TEC à canal P:

52

Electricité & Magnétisme

## Boule bourdonnante ! ou «Bâton énergétique».

### Contexte:

Les élèves explorent le concept des circuits électriques, de la résistance et du courant.

### Tu auras besoin de:

- ✓ 1 × «boule d'énergie»  
ou «bâton d'énergie bourdonnant».

### Suivez ces étapes:

1. Les élèves sont invités à se tenir la main. Ils représentent les atomes d'un conducteur.
2. Le premier et le dernier élève de la file touchent les bandes conductrices séparées de la «boule d'énergie» ou du «bâton d'énergie».

### Alors, que s'est-il passé ?

Expliquez que l'électricité est un flux de charges électriques, composé de particules chargées en mouvement telles que des électrons ou des ions. Les substances qui permettent à l'électricité de les traverser sont appelées «conducteurs». Les exemples incluent les métaux et les solutions de sels. Les substances qui ne permettent pas à l'électricité de circuler à travers elles sont appelées «isolants». Les exemples incluent le plastique, le verre et le bois. La balle bourdonne et s'allume lorsque le circuit est terminé. Si l'un des élèves rompt le lien, la balle ne s'allume pas et ne sonne pas.

### Et ensuite ?

- Des circuits électriques simples peuvent être construits à l'aide de pinces crocodiles, de piles, de fils, de buzzers, d'ampoules et d'interrupteurs.

Note: Ces appareils contiennent une batterie et un circuit électronique pour amplifier le petit courant externe afin de piloter le buzzer et les LED. Le courant externe peut être d'une fraction de microampère tandis que le courant des LED peut être de 10 milliampères, soit plus de 10000 fois supérieur.



## Réfraction due au changement de vitesse des ondes.

### Contexte:

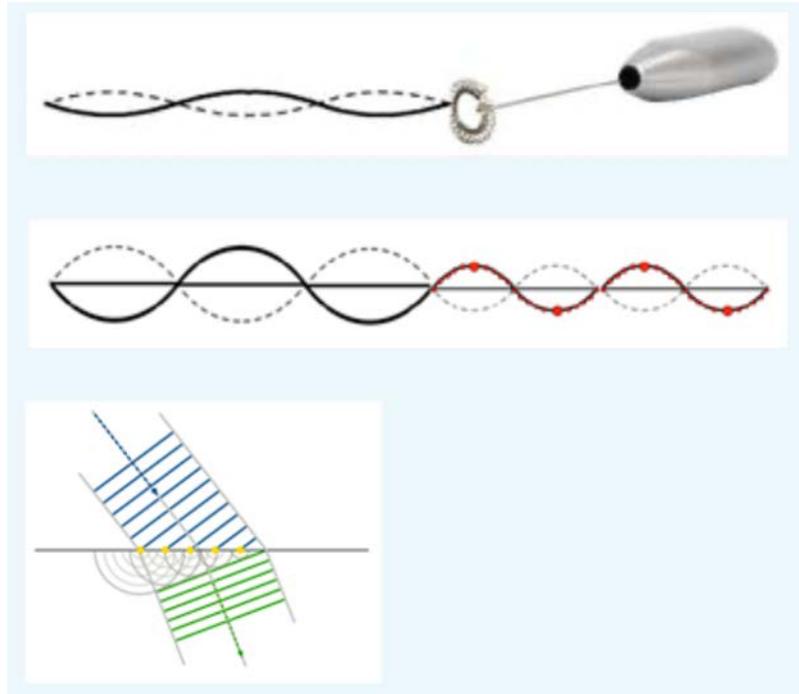
Lorsque les ondes franchissent une frontière dans un milieu plus dense, elles sont réfractées (changent de direction) en raison d'une réduction de la vitesse des ondes. Dans les ondes stationnaires, deux nœuds adjacents sont séparés par une distance d'une demi-longueur d'onde,  $\lambda/2$ . L'équation d'onde  $v = f \lambda$  implique que si la fréquence,  $f$  reste constante, alors une réduction de la longueur d'onde correspond à une réduction de la vitesse des ondes.

### Tu auras besoin de:

- ✓ Un mousser à lait.
- ✓ Corde élastique.
- ✓ Chaîne de bain.
- ✓ Un émerillon de pêcheur.
- ✓ Petits serre-câbles.

### Suivez ces étapes:

1. Fixez le pivot au mousser à l'aide d'un petit serre-câble.
2. Attachez une extrémité du cordon élastique à l'émerillon et l'autre extrémité à la chaîne du bain.
3. Tendez légèrement la chaîne et la corde en ligne horizontale et allumez le mousser.



### Alors, que s'est-il passé ?

Une onde stationnaire s'est formée, avec une plus grande séparation entre les nœuds du cordon élastique blanc qu'entre les nœuds de la chaîne du bain. La fréquence est constante partout (déterminée par le mousser). Par conséquent, la séparation plus étroite des nœuds dans la chaîne du bain (milieu plus dense) indique une vitesse d'onde réduite dans le milieu plus dense, ce qui est lié au changement de direction qui en résulte dans le diagramme supérieur.

### Et ensuite ?

- Connectez le mousser à l'extrémité opposée pour simuler les ondes entrant dans un milieu moins dense.

## 54 Lumière Spectroscope. (Belgique).

### Contexte:

L'étude du spectre de la lumière est une technique extrêmement importante dans de nombreux domaines scientifiques, de l'astrophysique à l'analyse chimique. Bien que les spectromètres professionnels soient des instruments coûteux, nous pouvons en fabriquer un simple mais très utile et éducatif à moindre coût en utilisant de vieux CD ou DVD. Il existe différents modèles pour ceux-ci, mais celui qui suit est le meilleur que j'ai rencontré.

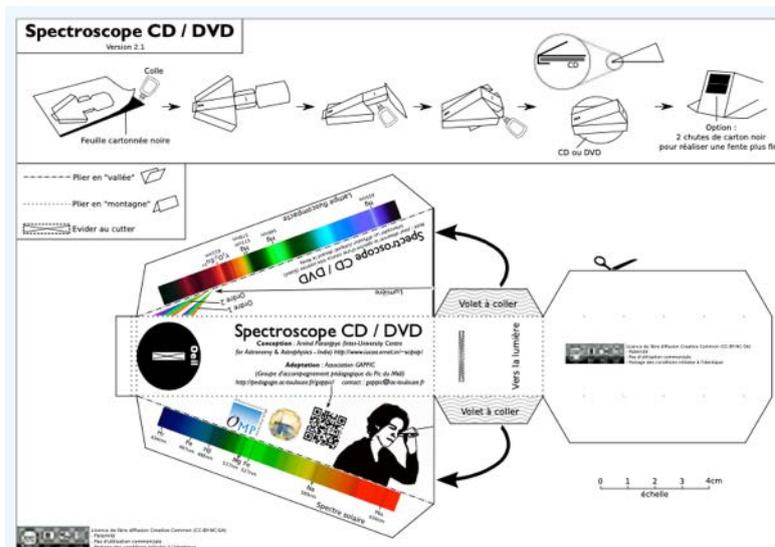
### Tu auras besoin de:

- ✓ Un CD.
- ✓ Une copie du spectroscope .PDF, disponible sur:

Spectroscope-CD-DVD-version-gappic-omp (patron du spectroscope à imprimer):  
<https://www4.obs-mip.fr/wp-content-omp/uploads/sites/44/2017/04/spectroscope-CD-DVD-version-gappic-omp.pdf>

Construction Spectro-v4t (instruction d'assemblage).  
<https://www4.obs-mip.fr/wp-content-omp/uploads/sites/44/2017/04/ConstructionSpectro-v4tableau.pdf>

Si vous souhaitez modifier ce patron du spectroscope CD, vous pouvez télécharger le fichier source au format vectoriel .SVG (zippé 500 Ko) (à ouvrir dans un logiciel tel que Inkscape, libre et gratuit).  
<https://www4.obs-mip.fr/wp-content-omp/uploads/sites/44/2017/04/spectroscope-CD-DVD-version-gappic-omp.svg.zip>



### Suivez ces étapes:

1. Téléchargez le modèle à l'adresse ci-dessus ou utilisez les dimensions dans le diagramme.
2. Collez le modèle sur du carton noir et découpez-le. La carte noire est nécessaire pour bloquer la lumière du spectroscope.
3. Découpez les fentes comme indiqué sur le carton. Pour une fente nette, du papier d'aluminium peut être utilisé. Deux morceaux de papier d'aluminium peuvent être pliés et rapprochés ou coupés en un seul morceau pour créer une fente étroite et pointue qui est collée sur le carton.
4. Collez la face donnée du CD/DVD sur la base du carton.
5. Observez le spectre en plaçant votre œil jusqu'au côté de l'oculaire tout en gardant le côté entrée près de la source.

### Alors, que s'est-il passé ?

Le motif de lignes étroites sur la face du CD agit comme un réseau de diffraction réfléchissant et divisant la lumière dans son spectre. Comme nous n'utilisons qu'une partie étroite du CD, nous obtenons un spectre très similaire à celui produit par des réseaux de diffraction plus coûteux.

### Et ensuite ?

Diverses sources de lumière peuvent être examinées, telles que les lampes fluorescentes et à incandescence. Les raies de Fraunhofer peuvent être observées sur le spectre solaire (en prenant soin de ne pas regarder directement le soleil) et des expériences visant à examiner le spectre d'absorption dans, par exemple, une solution de sulfate de cuivre peuvent être utilisées



## Anémomètre avec des canettes de Coca-Cola.

### Contexte:

Un anémomètre est un appareil utilisé pour mesurer la vitesse du vent. Thomas Romney Robinson a inventé l'anémomètre à coupelle qui a été érigé pour la première fois sur le toit de l'observatoire d'Armagh en 1846 pour mesurer la vitesse du vent. Dans cette démonstration, les gobelets sont fabriqués à partir de canettes de Coca-Cola et fixés à un «rouleau à peinture» afin qu'il soit léger et tourne librement. L'énergie de rotation est convertie en courant électrique dans la dynamo qui traverse ensuite un galvanomètre provoquant une déviation de l'aiguille.

### Tu auras besoin de:

- ✓ Deux canettes de coca et des ciseaux pour les couper.
- ✓ Un petit moteur électrique (à utiliser comme dynamo).
- ✓ Deux fils.
- ✓ Un galvanomètre.
- ✓ Un rouleau à peinture.
- ✓ Support de cornue (ou support similaire).
- ✓ Un élastique.
- ✓ Un bouchon de vin.
- ✓ Super Glue.
- ✓ Bande adhésive.



### Suivez ces étapes:

1. Fixez le galvanomètre à la dynamo.
2. Coupez les canettes de Coca-Cola en deux (verticalement) comme indiqué et collez-les sur le rouleau à peinture.
3. Collez le bouchon de vin comme indiqué sur l'extrémité libre du rouleau.
4. Fixez la poignée du rouleau à peinture au support de cornue.
5. Fixez la dynamo au support de rapport.
6. Fixez l'axe de la dynamo au bouchon de vin par un élastique autour de chacun.

### Alors, que s'est-il passé ?

De l'air était soufflé sur les canettes de Coca (coupelles anémométriques) et lorsqu'elles tournaient, la bande élastique transférait l'énergie de rotation à la dynamo qui à son tour transformait l'énergie de rotation en énergie électrique. Les fils reliant la dynamo au galvanomètre transféraient le courant électrique, provoquant la déviation de l'aiguille du galvanomètre.

### Et ensuite ?

- Découvrez si l'échelle du galvanomètre pourrait être calibrée pour indiquer la vitesse du vent.

56

Son

## Un éventail bruyant.

### Contexte:

Un éventail peut être fabriqué en pliant une feuille de papier rectangulaire pliée en accordéon. Lorsqu'il est déplacé dans l'air, il peut vous rafraîchir, mais il ne fait généralement aucun bruit.

### Tu auras besoin de:

- ✓ Une grande feuille rectangulaire de carton ou de papier rigide.

### Suivez ces étapes:

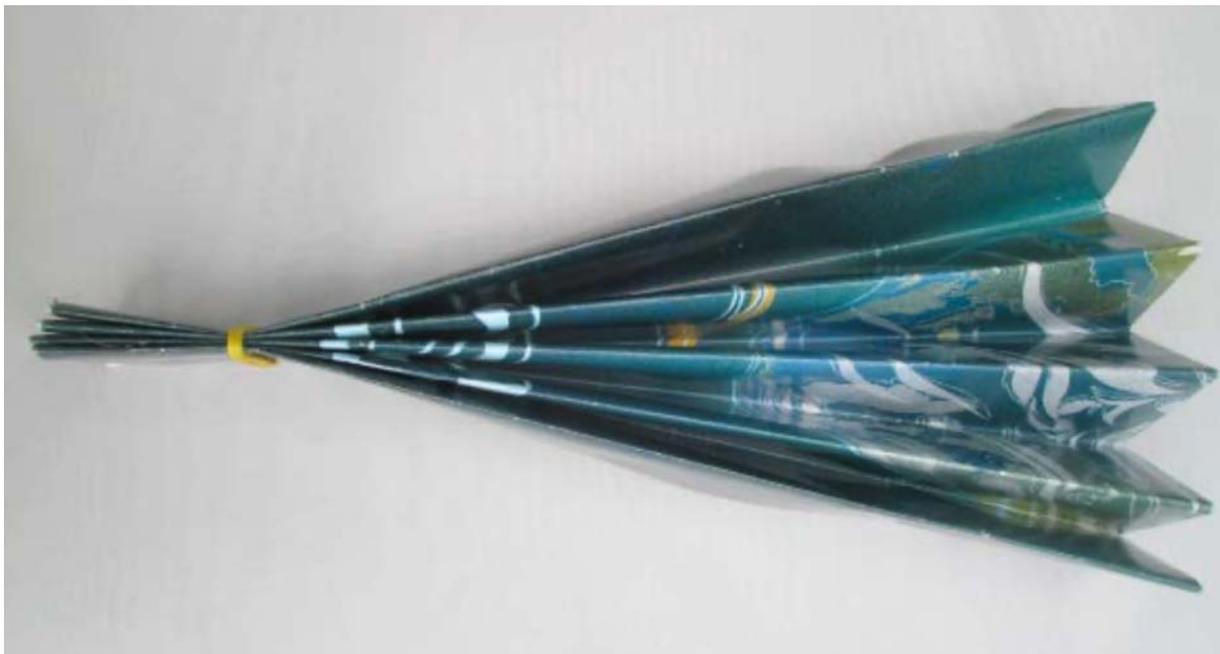
1. En tenant le côté gauche de l'éventail comme sur la photo, frappez brusquement le côté droit du éventail contre une surface dure.

### Alors, que s'est-il passé ?

L'énergie des impacts s'est dissipée dans l'air sous la forme d'un son très fort (étant donné qu'il s'agit essentiellement d'une feuille de papier). Les «*plis accordéon*» se ferment en succession rapide, faisant fusionner les différents sons en un seul son fort. Le bruit est comme celui qui résulte d'un coup du côté plat d'un mètre contre une table, d'une claquette sur une table avec l'éventail.

### Et ensuite ?

- Modifiez le nombre et la taille des plis ainsi que la qualité du papier utilisé pour obtenir le son optimal possible.



## Triangle musical..

### Contexte:

Le son se produit lorsque des objets vibrent ou lorsqu'une collision se produit entre des objets et qu'une partie de l'énergie de l'impact est dissipée dans l'air ambiant. Si l'objet frappé est tenu dans la main, une grande partie de l'énergie est absorbée par la main et seul un petit son est entendu. Toutefois, si l'objet est libre de vibrer, le son résultant peut être nettement plus fort.

### Tu auras besoin de:

- ✓ Une poignée triangulaire pour soulever un couvercle de trou d'homme.
- ✓ Un boulon en acier.
- ✓ Une longueur de ficelle.

### Suivez ces étapes:

1. Attachez la ficelle à l'extrémité droite du manche.
2. Tenez le fer droit dans une main et frappez le triangle avec le boulon (tenu dans votre autre main). Résultat: un bruit sourd et faible.
3. Maintenant, laissez le triangle pendre à une longueur de ficelle et frappez à nouveau le triangle avec le boulon. Résultat: un son beaucoup plus fort et retentissant (comme une cloche) sera entendu.



### Alors, que s'est-il passé ?

Lorsque le triangle était tenu dans la main, une grande partie de l'énergie de l'impact était absorbée par la main. Lorsque le triangle pendait librement au bout d'une corde, il pouvait vibrer librement et un son «*plus riche*» était transmis à l'air.

### Et ensuite ?

- Essayez d'autres objets métalliques, par exemple un tuyau métallique creux.

58

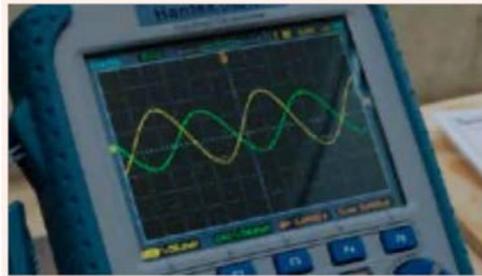
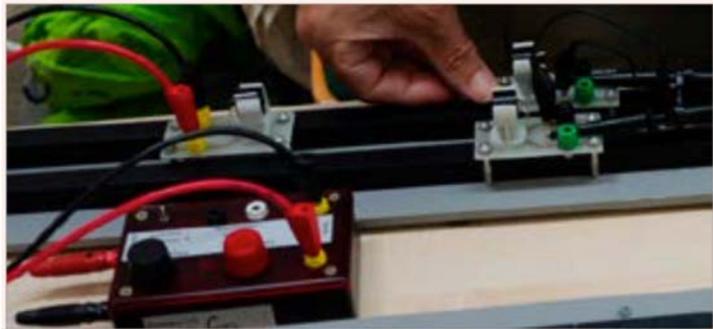
Son

## Vitesse du son.

(Belgique).

### Contexte:

Les expériences pour mesurer la vitesse du son, comme le tube de résonance, sont basées sur le fait que nous pouvons localiser un nœud ou un ventre et utiliser une mesure de distance pour trouver la longueur d'onde qui, avec la fréquence connue de la source, nous permet de calculer la vitesse du son. Cette méthode est similaire mais utilise la représentation visuelle de l'onde sur un oscilloscope pour rendre l'expérience plus facilement compréhensible par l'étudiant.



### Tu auras besoin de:

- ✓ Un oscilloscope à double faisceau.
- ✓ Deux microphones dynamiques.
- ✓ Générateur de signaux audio.

### Suivez ces étapes:

1. Installez deux microphones connectés à un oscilloscope à double faisceau.
2. Remarque: les microphones dynamiques sont plus adaptés car les microphones à électret nécessiteront une alimentation.
3. Allumez une source de signal de fréquence connue à partir d'un générateur de signal ou d'un téléphone mobile (il existe des applications de génération de signal disponibles pour les téléphones intelligents).

4. Affichez les traces des microphones sur l'oscilloscope.
5. Déplacez l'un des microphones vers ou loin de la source et notez la façon dont la trace change.
6. Mesurez la distance entre les microphones lorsque les ondes sont à nouveau en phase.

### Alors, que s'est-il passé ?

Lorsque les microphones sont à la même distance de la source les ondes affichées sont en phase. Lorsqu'un microphone est déplacé, les traces se déphasent mais finissent par revenir en phase une fois que le microphone déplacé est à nouveau dans la même phase le long de l'onde. La distance parcourue peut être mesurée et cela correspond à une longueur d'onde complète (si les traces sont remises en phase).

La vitesse de l'onde peut maintenant être trouvée en utilisant la fréquence connue du générateur de signal.

### Et ensuite ?

Cet agencement permet un affichage visuel de ce qui se passe lorsque nous mesurons la vitesse du son. Il aide les élèves à comprendre et à discuter des principes qui le sous-tendent.

Il peut également être ajusté pour examiner les interférences sonores. Si la source est connectée à deux haut-parleurs placés à une certaine distance l'un de l'autre et qu'un microphone est déplacé parallèlement à la ligne joignant les deux haut-parleurs, une montée et une descente de l'amplitude de la note affichée seront visibles en raison des interférences qui se produisent.

## La vitesse du son dans l'air à l'aide d'un smartphone.

### Contexte:

La vitesse du son dans l'air peut être calculée à l'aide de la formule

$$c = 4 f (l + 0,3 d)$$

lors de l'utilisation de tubes à résonance, où  $c$  est la vitesse du son,  $f$  est la fréquence de résonance,  $l$  est la longueur du tube et  $d$  est son diamètre.

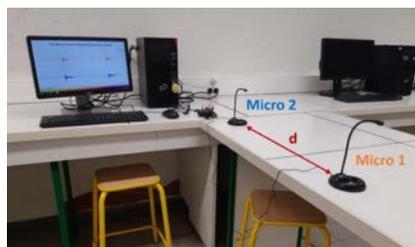
Dans cette expérience, vous pouvez utiliser une paille qui a un si petit diamètre que nous pouvons utiliser la formule:

$$c = f \lambda$$

à la place.

### Tu auras besoin de:

- ✓ Téléphone intelligent.
- ✓ Une paille.
- ✓ Une application d'analyse de spectre.



### Suivez ces étapes:

1. Téléchargez l'application d'analyse de spectre (gratuite ou vous pouvez en acheter une avec plus de fonctionnalités).
2. Ouvrez l'analyseur de spectre.
3. Placez la paille près du microphone et soufflez sur le dessus ou sur la paille.
4. Notez la fréquence sur votre téléphone. (Vous pourriez voir la première et la deuxième harmonique).

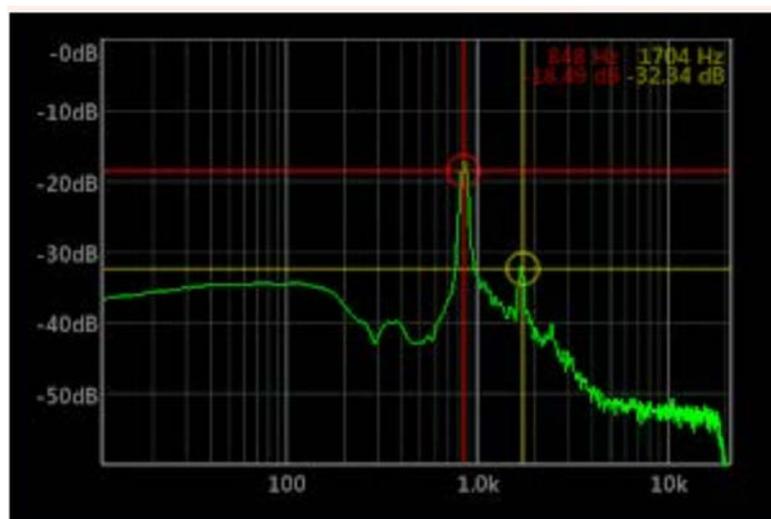
### Alors, que s'est-il passé ?

L'analyseur de spectre capte la fréquence fondamentale de la paille. Comme la paille est un tuyau ouvert, la longueur de la paille  $l = \lambda / 2$ .

En utilisant  $c = f \lambda$  vous pouvez alors calculer la vitesse du son dans l'air.

### Et ensuite ?

- Changez la longueur de la paille.



Deux autres méthodes simples..

L'application Ana-sons est une alternative à Audacity. Elle permet de mesurer la vitesse d'une onde sonore lors d'une séance de travaux pratiques.

[https://icn.lycee-valin.fr/dokuwiki/doku.php?id=mesurer\\_la\\_vitesse\\_d\\_une\\_onda\\_sonore\\_avec\\_ana-sons](https://icn.lycee-valin.fr/dokuwiki/doku.php?id=mesurer_la_vitesse_d_une_onda_sonore_avec_ana-sons)

ou

[https://ww2.ac-poitiers.fr/sc\\_phys/sites/sc\\_phys/IMG/pdf/fpp-007-mesu51b9.pdf](https://ww2.ac-poitiers.fr/sc_phys/sites/sc_phys/IMG/pdf/fpp-007-mesu51b9.pdf)

60

Son

## Des sons autour de nous.

(Slovaquie)

### Contexte:

Les expériences étaient conçues pour enseigner le son à l'aide de matériaux simples. Elles se concentrent sur les concepts de fréquence, d'amplitude, de vitesse du son et sur la manière dont le son peut être «vu».

### Tu auras besoin de:

- ✓ Diapasons.
- ✓ Pailles.
- ✓ Bande adhésive.
- ✓ Ciseaux.
- ✓ Des boîtes de conserve vides.
- ✓ Des ballons.
- ✓ Élastiques.
- ✓ Tonges.
- ✓ Tuyau PVC de 5 cm de diamètre.
- ✓ Scie à métaux.
- ✓ Bois
- ✓ Clous.
- ✓ Logiciel d'analyse de son.

### Suivez ces étapes:

1. Fabriquez des flûtes de pan en utilisant des pailles de différentes longueurs, collées ensemble.
2. Fûts utilisant des boîtes de conserve avec un ballon tendu sur le dessus, fixé avec un élastique.
3. Le xylophone en PVC est fabriqué avec des tuyaux en PVC de différentes longueurs. Les tonges sont utilisées pour frapper le dessus des tuyaux.

### Alors, que s'est-il passé ?

Les élèves font preuve d'inventivité en fabriquant une variété d'instruments. Ils utilisent des équations sonores pour déterminer la longueur de leur tuyauterie, et utilisent des diapasons et un logiciel d'analyse du son pour s'assurer qu'ils obtiennent la longueur correcte pour les notes requises.

### Et ensuite ?

- Fabriquez un autre xylophone en utilisant un tuyau plus large. Discutez des raisons pour lesquelles cela semble différent.
- Fabriquez une guitare, une trompette, des cymbales, etc. en utilisant du matériel simple.



### Autres exemples:

<https://scienceonstage.be/onewebmedia/Experience-physique/phys-francais/Xylophone%20FR.pdf>  
[https://drive.google.com/file/d/1Ue8zcy6EHYDh5xSncy0t8AteotqA27S/view?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/file/d/1Ue8zcy6EHYDh5xSncy0t8AteotqA27S/view?usp=drive_link)

## Quel est ce son ?

### Contexte:

Les élèves explorent le système sensoriel humain (ouïe) et le son.

### Tu auras besoin de:

- ✓ Tube sonore.
- ✓ Modèle anatomique de l'oreille humaine.
- ✓ Un fréquencesmètre ou Phyfox sur smartphone.

### Suivez ces étapes:

1. Demandez aux élèves de nommer les cinq sens différents. Demandez-leur de faire correspondre le bon organe sensoriel du corps humain avec le sens qu'ils ont mentionné.
2. Montrez-leur le tube sonore. Commencez à le faire tourner lentement au-dessus de votre tête. Demandez aux élèves d'écouter le son qu'il produit. La fréquence des notes augmente.

### Alors, que s'est-il passé ?

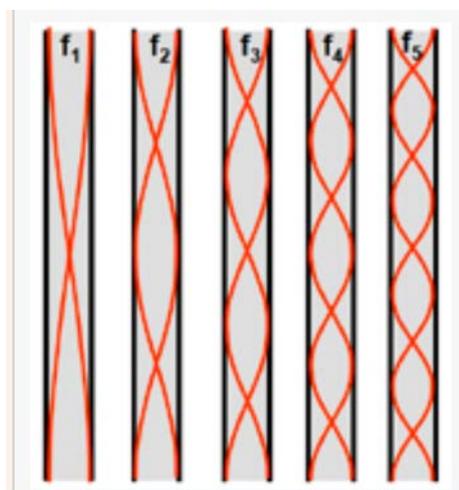
Au fur et à mesure que le tube tourne, des ondes stationnaires se forment à l'intérieur. À mesure que la vitesse augmente, la fréquence augmente, non pas progressivement mais par étapes discrètes. Les fréquences des notes successives sont de simples multiples de la fréquence fondamentale.

Dans ce cas cependant, la fréquence fondamentale est plutôt faible et difficile à entendre. Vous pouvez l'entendre si vous balancez le tube très lentement d'un côté à l'autre. Sa fréquence est d'environ 220 Hz. Les harmoniques les plus évidentes se situent aux alentours de 440 Hz, 660 Hz, 880 Hz et 1100 Hz. Ce sont les harmoniques attendues pour un tube ouvert. (Les notes correspondent à d, s, d1, m1 en sol-fa tonique.)

Les fréquences peuvent être vérifiées à l'aide d'un fréquencesmètre (ou avec certains accordeurs électroniques de guitare). Le tube sonore est flexible et peut donc s'étirer de quelques centimètres lorsqu'il est tourné à grande vitesse. Cela entraînera une fréquence légèrement inférieure aux notes aiguës par rapport à ce à quoi on s'attendrait autrement.

### Et ensuite ?

Les ondes stationnaires dans un tube ouvert ont un nombre pair de quarts de longueur d'onde. Pour estimer la vitesse du son, mesurez la longueur du tube. La note la plus basse facilement audible est la deuxième harmonique (4 quarts d'onde = 1 onde complète) et a une fréquence d'environ 440 Hz. Mesurez la longueur du tube et utilisez  $v = f \lambda$  pour calculer la vitesse du son. Un schéma de l'oreille peut être distribué sur une feuille de travail et étiqueté.



62

Sciences en général

## Calcul avec tricot.

### Contexte:

Le tricot peut être utilisé pour faciliter la compréhension des concepts de périmètre, de surface, de vitesse et de motif. Des objets 3D peuvent être créés, en suivant des modèles et des graphiques de base, qui nécessitent des compétences similaires à celles requises en programmation informatique. Les points peuvent être utilisés pour créer des illusions, et les pièces peuvent être assemblées pour créer des modèles d'organes, des puzzles et bien plus encore.

### Tu auras besoin de:

- ✓ Une pelote de laine avec des aiguilles de taille adaptée.
- ✓ Un ruban à mesurer.
- ✓ Des ciseaux.
- ✓ Une minuterie.
- ✓ Un modèle cartographié simple.
- ✓ Papier millimétré à tricoter.

### Suivez ces étapes:

1. Apprenez aux élèves à monter, tricoter et rabattre.
2. Une fois qu'ils sont à l'aise, demandez-leur de prédire combien de temps il leur faudra pour tricoter un rang, cinq rangs, dix rangs. Chronométrez-les. Les élèves doivent calculer leur taux de points.
3. Demandez aux élèves de prédire le nombre de rangs dont ils ont besoin pour former un carré, de mesurer avec précision le rang de montage sur le

bord de leur tricot et de voir si leur prédiction est correcte. Introduisez le point envers pour créer de la texture. Une fois le carré tricoté, rabattez-le. Ces carrés peuvent être cousus ensemble pour fabriquer des couvertures destinées à des dons caritatifs.

4. Des petits bonnets bébé peuvent être tricotés pour introduire du galbe par diminutions.
5. Présentez une image d'un modèle graphique simple et une représentation tricotée du graphique. Distribuez du papier millimétré à tricoter et permettez aux élèves de créer leurs propres motifs en utilisant deux couleurs. Distribuez du fil et permettez aux élèves de reproduire leurs tableaux.
6. Le tricot d'illusion se fait à l'aide d'une grille, ce qui permet à l'élève de concevoir une forme ou un travail qu'il aimerait avoir dans l'illusion. Ceci est réalisé en alternant des mailles endroit et envers sur deux rangées. Permettez-leur d'expérimenter pour créer leurs propres illusions et ayez-en quelques-unes à portée de main pour les utiliser comme exemples.



### Alors, que s'est-il passé ?

Les élèves comprennent le timing, la vitesse, le périmètre et la zone. Ils voient qu'un point tricoté n'est pas un carré, donc leur numéro de montage n'est pas le même que leurs rangs nécessaires. Cela introduit l'idée de jaugeage et peut être utile pour la mise à l'échelle de la conception de vêtements. Créer un tableau et le reproduire dans son tricot permet aux élèves de voir les entrées et les sorties, compétences clés pour la programmation.

### Et ensuite ?

- Modèles tricotés d'organes du corps, de microbes et de protéines pour la biologie.
- Résistances et planètes pour la physique.
- Tableau périodique des éléments pour la chimie.



## Corbeille de fruits du système solaire. Réaliser une maquette du système solaire.

| Corps          | Diamètre (km) | Diamètre dans le modèle (mm) | Rayon de l'orbite (millions de kilomètres) | Rayon d'orbite dans le modèle (m) |
|----------------|---------------|------------------------------|--|-----------------------------------|
| <i>Soleil</i>  | 1 391 900     | 2 200                        |  |                                   |
| <i>Mercure</i> | 4 866         | 8                            | 58   |                                   |
| <i>Vénus</i>   | 12 106        | 19                           | 108  |                                   |
| <i>Terre</i>   | 12 742        | 20                           | 150  |                                   |
| <i>Mars</i>    | 6 760         | 11                           | 228  |                                   |
| <i>Jupiter</i> | 139 516       | 220                          | 778  |                                   |
| <i>Saturne</i> | 116 438       | 184                          | 1 427                                      |                                   |
| <i>Uranus</i>  | 46 940        | 74                           |  |                                   |

### Contexte:

Cette activité est conçue pour aider les élèves à visualiser les tailles relatives des objets de notre système solaire et les distances qui les séparent.

### Tu auras besoin de:

- ✓ Pois – Mercure.
- ✓ Raisins blancs – Vénus.
- ✓ Prunes – Terre.
- ✓ Poivre en grains – Lune.
- ✓ Groseilles ou petites myrtilles – Mars.
- ✓ Pommes – Uranus.
- ✓ Pastèque – Jupiter.
- ✓ Melon Galia – Saturne.
- ✓ Pêche – Neptune.
- ✓ Oignons de printemps - Comètes.
- ✓ Un parapluie de golf - Soleil.
- ✓ Un mètre ruban.

### Suivez ces étapes:

1. Les élèves utilisent les données du tableau suivant pour positionner les fruits à des distances appropriées du Soleil.



64

Sciences en général

## Les TIC dans la science.

### Capteur de pouls.

(Allemagne)

#### Contexte:

L'application des TIC en science est énorme et ce projet demande aux étudiants d'utiliser un capteur de pouls connecté à un microcontrôleur Arduino pour afficher le pouls d'une personne sur un écran d'ordinateur.

#### Tu auras besoin de:

- ✓ Arduino.
- ✓ Capteur de pouls.

#### Suivez ces étapes:

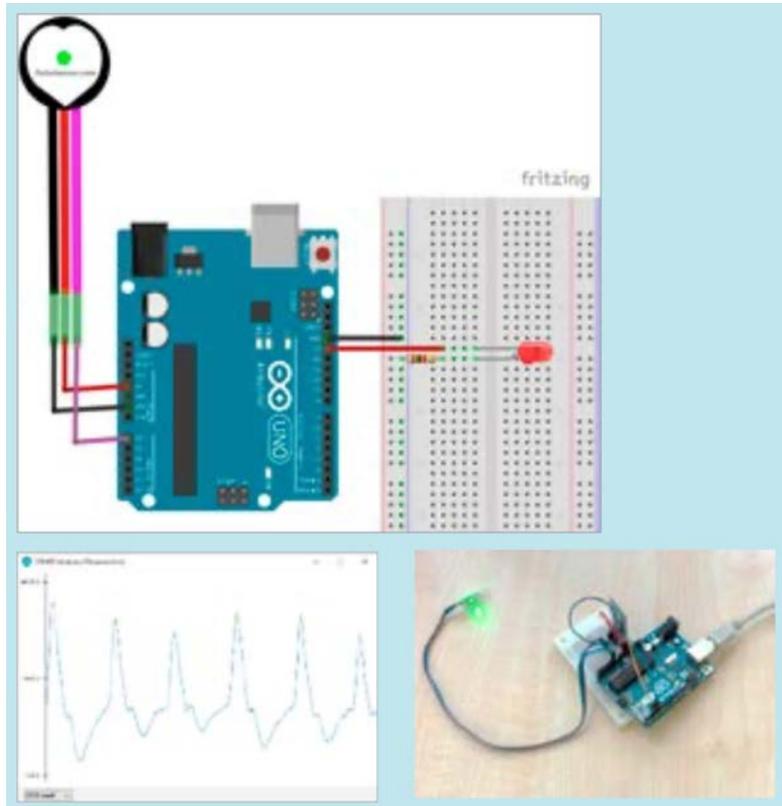
1. Connectez le capteur de pouls et l'Arduino comme indiqué ci-dessous.
2. Connectez l'Arduino à l'ordinateur avec un câble USB.
3. Assurez-vous que le logiciel Arduino (IDE - Integrated Development Environment) est sur l'ordinateur
4. Téléchargez le programme nécessaire pour le capteur acheté.

<https://arduinofactory.fr/capteur-rythme-cardiaque/>

5. Téléchargez le logiciel sur l'Arduino à l'aide de l'IDE.

<https://www.arduino.cc/en/software>

6. Tenez le capteur contre le doigt du sujet et affichez la trace sur l'ordinateur à l'aide de la fonction «traceur série» de l'IDE.



#### Alors, que s'est-il passé ?

La trace du pouls du sujet est affichée sur l'écran de l'ordinateur, les variations du pouls avec l'exercice, etc. peuvent être observées.

#### Et ensuite ?

Ce n'est qu'un exemple de la manière dont un microcontrôleur tel que l'Arduino peut être utilisé pour prendre des mesures.

De nombreux autres capteurs, tels que des capteurs de température, de lumière, de magnétisme, de mouvement, etc... peuvent être fixés et utilisés pour une gamme infinie d'expériences en classe.

Les capteurs et le microcontrôleur sont des exemples d'appareils scientifiques et comprendre le fonctionnement d'un capteur tel que le capteur de pouls est une extension utile de cette enquête. L'utilisation et la compréhension de ces appareils électroniques constituent une compétence essentielle pour le scientifique d'aujourd'hui.

## Œufs de poules... «œuf cosmonaute». Un défi STEM.

### Contexte:

Cela peut être utilisé comme un défi STEM pour les étudiants. Les élèves reçoivent un carton d'œufs et se voient proposer une série de défis liés aux œufs. Par exemple, pouvez-vous casser un œuf en utilisant votre pouce et votre index. Quelle partie de l'œuf est la plus résistante ? Ils doivent ensuite relever le défi d'utiliser uniquement du papier pour créer une cosse d'œuf et laisser tomber l'œuf d'une hauteur. L'œuf doit être visible. Cela les amène ensuite à concevoir une fusée à eau à l'aide d'une bouteille (une bouteille d'eau tonique de 1 litre est la meilleure). Ils doivent y ajouter une cosse d'œuf et y attacher un parachute de leur propre conception. L'équipe qui réussit à lancer sa fusée, à détacher sa nacelle, à faire fonctionner son parachute et à faire atterrir son œuf en toute sécurité sans le fissurer est l'équipe gagnante.

### Tu auras besoin de:

- ✓ Bouteille de soda 2 × 1 L.
- ✓ Bouchon en caoutchouc avec trou.
- ✓ Pompe à vélo,
- ✓ Valve de vélo,
- ✓ Oeuf cru,
- ✓ Matériel pour ailes, parachute et boîte à œufs.
- ✓ Le kit Rokite peut également être commandé en ligne:

<https://www.getdigital.fr/kit-lance-roquettes-rokit-pour-bouteilles.html>

### Suivez ces étapes:

1. Collez une valve de vélo sur un bouchon en caoutchouc.
2. Remplissez la bouteille d'eau environ au tiers.
3. Insérez le bouchon en caoutchouc et fixez-le à la pompe à vélo.
4. Placez l'«œuf cosmonaute» à l'intérieur de la cosse avec un parachute attaché à la cosse.
5. Fixez la cosse d'œuf sur le dessus de la bouteille (vous pouvez le faire en coupant l'extrémité d'une autre bouteille de soda).
6. Retournez la bouteille.
7. Pompez de l'air dans la bouteille et, à mesure que la pression augmente, la fusée se lancera.

### Alors, que s'est-il passé ?

La fusée démarre et libère l'œuf dans les airs. Espérons que le parachute s'ouvre et amène l'«œuf cosmonaute» à un atterrissage en toute sécurité.

### Et ensuite ?

- Construisez et concevez des rampes de lancement, changez l'angle de lancement et mesurez la portée maximale.



66

Sciences en général

## Spectacle de cirque.

(Pologne)

### Contexte:

Enseigner aux élèves des tours de magie simples et des numéros de cirque leur permet de s'impliquer physiquement dans de nombreux aspects de la physique. L'équilibre, la force, la gravité et le mouvement peuvent tous être démontrés par les élèves eux-mêmes.

### Tu auras besoin de:

- ✓ Deux pics à brochette.
- ✓ Élastique.
- ✓ Blu Tack adhésif.
- ✓ Ciseaux.
- ✓ Bande adhésive.
- ✓ Papier.
- ✓ Crayon.
- ✓ Crayons de couleur.
- ✓ Deux brosses à dents.
- ✓ Un morceau de tuyau de gouttière en plastique (5 cm de diamètre).
- ✓ Un boulon lourd.



### Suivez ces étapes:

#### Équilibre:

1. Reliez les deux brosses à dents, poils face à face, en forme de V. Fixez à l'aide de l'élastique.
2. Placez un pic à brochette au milieu des poils, l'extrémité pointue du pic à brochette vers le bas.
3. Concevez un personnage qui sera votre acteur équilibriste, un ours, une ballerine, n'importe quoi. Dessine-le, colorie-le et découpe-le.
4. Attachez ce personnage au sommet du pic à brochette (l'extrémité émoussée).
5. Collez un morceau de Blu Tack sur la table et insérez-y votre autre pic à brochette, extrémité pointue vers le bas. Équilibrez le pic à brochette avec le personnage au-dessus du pic à brochette dans la pâte Blu Tack.

#### Clown culbutant:

1. Concevez un clown en deux morceaux. Le torse et la tête doivent avoir la même largeur que le tuyau (5 cm) et 11 cm de long, les bras doivent être tendus sur 10 cm de diamètre. La partie taille et jambe doit avoir la même largeur, mais 30 cm de longueur, 20 cm de taille et 10 cm de jambe.
2. Collez le morceau de Blu Tack à l'intérieur du tube et fixez le boulon à la punaise Blu Tack.
3. Fixez le haut de la section de jambe à l'extérieur du tube, directement au-dessus de la punaise et du boulon Blu Tack.
4. Enroulez la partie taille autour du tube jusqu'à atteindre les jambes (10 cm de long).
5. Les jambes sont en haut du tube.



## Spectacle de cirque (Suite).

(Pologne)

6. Fixez la poitrine du clown au bas du tube de manière à ce que le haut et le bas soient alignés.
7. Créez une pente et faites rouler votre clown dessus.

### Alors, que s'est-il passé ?

La position du personnage doit être ajustée sur le pic à brochette afin que l'équilibre soit atteint et que le pic à brochette supérieur s'équilibre librement sur le deuxième pic à brochette.

Le clown s'équilibre de lui-même.

### Et ensuite ?

- Équipement de laboratoire d'équilibre.
- Utilisez un «mable» (planche d'équilibre) et deux bouchons de bouteille au lieu du tuyau, de la punaise Blu Tack et du boulon. Comparez les deux objets alors qu'ils dévalent la pente.



68

Sciences en général

## Prêt, prêt, lancez-vous

Amusez-vous avec les «Fizzy Bottle Rockets».

### Contexte:

Les élèves explorent les concepts de vitesses de réactions chimiques, de pression et de forces.

### Tu auras besoin de:

- ✓ 3 × comprimés Alka Seltzer© de même masse.
- ✓ 1 × pissette contenant de l'eau (volume égal ajouté à chaque bidon).
- ✓ 3 × récipients identiques en «boîtes de film» plastique avec couvercles.
- ✓ 3 × verres.

### Suivez ces étapes:

1. Donnez à chaque élève des lunettes de sécurité, une boîte de film, un couvercle et un verre.
2. Commencez à remplir chacune des cartouches de film avec l'eau de la pissette.
3. Ensuite, prenez l'un des comprimés Aka Seltzer et donnez-le au premier élève.
4. Pour le deuxième élève, prenez le comprimé et cassez-le en deux.
5. Pour le troisième, écrasez le comprimé en petits morceaux.
6. Cette étape se déroule rapidement, alors expliquez les instructions aux élèves à l'avance afin qu'ils commencent tous exactement en même temps. Cela permet de leur démontrer rapidement une procédure de procès standard «simulé».

Chaque élève doit ajouter le comprimé à l'eau dans la boîte de film, il doit placer rapidement le couvercle jusqu'à ce qu'il s'enclenche, puis il doit le retourner dans le verre et enfin il doit reculer rapidement !

7. Le public aidera à décompter à partir de 5,4,3,2,1 avant le décollage !

### Alors, que s'est-il passé ?

Les comprimés Alka Seltzer libèrent du dioxyde de carbone lorsqu'ils sont ajoutés à l'eau. Étant donné que le gaz est enfermé dans la cartouche en film plastique, la pression s'accumule à l'intérieur. Une fois qu'elle devient trop élevée, le couvercle est arraché du bidon et celui-ci est lancé dans les airs.

### Et ensuite ?

Demandez aux élèves d'observer la séquence dans laquelle les fusées se sont envolées. L'élève qui avait le comprimé en poudre se lancera en premier. En effet, il réagit le plus rapidement car il possède la plus petite taille de particules et donc la plus grande surface. La prochaine boîte à lancer est celle de la tablette qui a été cassée en deux. Enfin, le comprimé « entier » réagit le plus lentement et se lance en dernier car il a la plus petite surface et la plus grande taille de particules.

(Alka Seltzer© est une marque déposée.)



## Diffusion lente !

### Contexte:

Les élèves utilisent des bonbons colorés pour démontrer la diffusion.

### Tu auras besoin de:

- ✓ Une boîte de Pétri.
- ✓ Un bécher de 250 ml d'eau.
- ✓ 2 spatules en plastique.
- ✓ Une feuille de papier blanc.
- ✓ Un paquet de petites friandises colorées, par exemple: Skittles®, Smarties®, ...

### Suivez ces étapes:

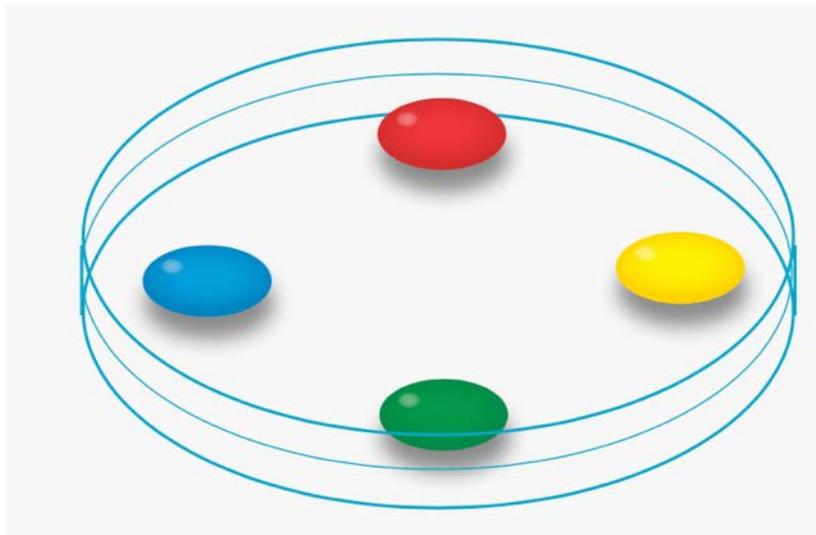
1. Versez de l'eau dans une boîte de Pétri jusqu'à ce qu'elle soit presque pleine.
2. Disposez quatre bonbons de couleurs différentes aux positions 12, 3, 6 et 9 heures.
3. Observez ce qui se passe.

### Alors, que s'est-il passé ?

Le colorant coloré de chacun des bonbons commence à se dissoudre dans l'eau et à s'y diffuser. Les couleurs se rejoignent aux limites, formant un « X » à travers le plat.

### Et ensuite ?

- Expérimentez avec des bonbons et différents solvants et à différentes températures.



**70**

**Sciences en général**

## **Pont arc-en-ciel.**

### **Contexte:**

Les élèves prépareront une série de solutions colorées et les relieront entre elles pour démontrer la diffusion.

### **Tu auras besoin de:**

- ✓ 7 béchers d'eau de 250 ml.
- ✓ 7 × colorants colorés (rouge, orange, jaune, vert, bleu, indigo, violet).
- ✓ 1 × rouleau de papier de soie absorbant blanc (ou essuie-tout).

### **Suivez ces étapes:**

1. Versez 250 ml d'eau dans chacun des béchers et ajoutez un colorant coloré dans chacun.
2. Enroulez du papier absorbant en un rouleau serré. Faites cinq de ces rouleaux.
3. Plongez chaque extrémité de chaque essuie-tout afin qu'ils relient tous les béchers.

### **Alors, que s'est-il passé ?**

Le colorant coloré de chacune des solutions est absorbé par chaque feuille de papier. Un affichage coloré de ponts liés est formé entre chaque bécher. Les couleurs commencent à se déplacer les unes sur les autres et à pénétrer dans les autres béchers après un certain temps, créant ainsi de nouvelles solutions colorées.

### **Et ensuite ?**

- Expérimentez avec plus de colorants et différents solvants et à différentes températures.



Source: <https://www.incrediblescience.co.nz/>  
<https://youtu.be/9EUfVIon6t8?si=AIB2Fjg7u3vZcyVT>

## Index.

|  |                       |     |
|--|-----------------------|-----|
| Le monde merveilleux des cloportes.  | Biologie              | 1   |
| L'effet de la salinité sur la germination des plantes cultivées (herbe)...                               | Biologie              | 2   |
| Allez les bananes !  | Biologie              | 3   |
| L'effet de l'alcool et de la caféine sur la fréquence cardiaque de la puce d'eau, <i>Daphnia pulex</i> . | Biologie              | 5   |
| L'impact de la nature sur votre bien-être.   | Biologie              | 6   |
| Créez votre propre cellule 3D.   | Biologie              | 7   |
| Chimie Zippie 1 : Réactions acido-basiques.  | Chimie                | 8   |
| Zippie Chemistry 2 : Réactions de précipitation.   | Chimie                | 9   |
| Zippie Chemistry 3 : Endothermique / Exothermique.   | Chimie                | 10  |
| Chimie Zippie 4 : Formation de gel.  | Chimie                | 11  |
| Précipitation avec les manchons PolyPocket.  | Chimie                | 13  |
| Électrolyse à l'aide de manchons PolyPocket.   | Chimie                | 14  |
| Électrochimie dans les boules d'hydrogel.  | Chimie                | 15  |
| Réactions de précipitation dans les boules d'hydrogel.   | Chimie                | 16. |
| Eau sèche.   | Chimie                | 17. |
| Étudier les effets des pluies acides.  | Chimie                | 18  |
| Technologie de fabrication de métaux.  | Chimie                | 19  |
| Violent volcan de vinaigre.  | Chimie                | 20  |
| Mouvement harmonique simple.   | Dynamique et statique | 21  |
| Des bâtons de compteur tombant portant des charges égales.   | Dynamique et statique | 22  |
| Friction et réaction normale.  | Dynamique et statique | 23  |
| Gravité et friction.   | Dynamique et statique | 24  |
| Marteau suspendu.  | Dynamique et statique | 25  |
| Dansons encore le twist.   | Dynamique et statique | 26  |
| Leviers et points d'appui.   | Dynamique et statique | 27  |
| L'effet Magnus avec des gobelets en plastique.   | Dynamique et statique | 28  |
| Poulies en équilibre.  | Dynamique et statique | 29  |
| Sismomètre Slinky.   | Dynamique et statique | 30  |
| Bobines roulantes avec moyeux larges et étroits.   | Dynamique et statique | 31  |
| Trois disques.   | Dynamique et statique | 32  |
| La nature vectorielle de l'élan.   | Dynamique et statique | 33  |
| Que dit la balance ?   | Dynamique et statique | 34  |
| Cartes d'illusion d'optique.   | Dynamique et statique | 35  |
| Raisins dansants.  | Dynamique et statique | 36  |
| Le bateau plein de trous.  | Dynamique et statique | 37  |
| Rouet à courant de convection.   | Dynamique et statique | 38  |
| L'oiseau en équilibre.   | Dynamique et statique | 39  |

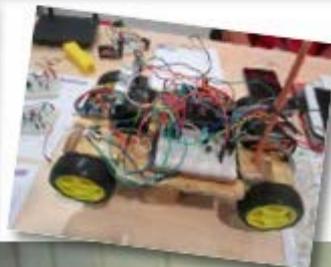
**Index. (Suite)**

|   |                           |    |
|---|---------------------------|----|
| Magnétisme.   | Electricité et magnétisme | 40 |
| Principe du galvanomètre.   | Electricité et magnétisme | 41 |
| Chauffage à induction pour démonstration.                               | Electricité et magnétisme | 42 |
| Véhicule magnétique.  | Electricité et magnétisme | 43 |
| Moteur à pistons magnétiques.   | Electricité et magnétisme | 45 |
| La cloche de Franklin. .  | Electricité et magnétisme | 47 |
| Running Bug.  | Electricité et magnétisme | 48 |
| Électroscope pour moule à tarte en aluminium.                           | Electricité et magnétisme | 49 |
| Électroscope à transistor à effet de champ.                             | Electricité et magnétisme | 50 |
| Boule bourdonnante ! .  | Electricité et magnétisme | 52 |
| Réfraction due au changement de vitesse des vagues.                     | Lumière                   | 53 |
| Lumière du spectroscope.  | Lumière                   | 55 |
| Anémomètre avec tasses de canettes de Coca-Cola Un ventilateur bruyant. | Pression                  | 55 |
| Un éventail bruyant.  | Son                       | 56 |
| Triangle musical.   | Son                       | 57 |
| Vitesse du son.   | Son                       | 58 |
| Vitesse du son dans l'air avec un smartphone.                           | Son                       | 59 |
| Des sons autour de nous.  | Son                       | 60 |
| Quel est ce son ?   | Son                       | 61 |
| Calcul avec tricot.   | Sciences en général       | 62 |
| Corbeille de fruits du système solaire.                                 | Sciences en général       | 63 |
| Les TIC dans la science. Capteur de pouls.                              | Sciences en général       | 64 |
| Œufs de poules.... « Œuf cosmonaute ».                                  | Sciences en général       | 65 |
| Spectacle de cirque.  | Sciences en général       | 66 |
| Prêt, prêt, lancez-vous.  | Sciences en général       | 68 |
| Diffusion lente !   | Sciences en général       | 69 |
| Pont en arc-en-ciel.  | Sciences en général       | 70 |

*Science On Stage 2017, Debrecen, Hongrie.*



**Adaptation et traduction française.  
Science On Stage Belgique.  
Grâce Urbain & Philippe Wilock  
Relecture : Sandra Bonsignore**



*Science On Stage 2017, Debrecen, Hongrie.*



*Science on Stage 2017  
Demonstrations and teaching  
ideas selected by the Irish  
team*

ISBN 978-1-873769-88-1

[www.scienceonstage.ie](http://www.scienceonstage.ie)  
Email: [irelandsos@gmail.com](mailto:irelandsos@gmail.com)