

Qu'y a-t-il dans le kit d'expériences?

Dans votre kit d'expériences, vous trouverez:

-  Une éprouvette contenant des cystes d'artémias
-  50 g de sel marin
-  1 sachet de levure sèche de boulanger
-  2 pipettes Pasteur
-  1 morceau de voile
-  1 cubi à vin ou à jus
-  1 planche à découper
-  Un tuyau de plastique de 1 m
-  Une boîte de modèle moléculaire
-  1 seringue luer lock de 50 mL avec bouchon
-  2 couvercles en silicone
-  2 ventouses munies d'une vis à molette
-  3 élastiques
-  2 documents avec 7 photos de plongée
-  2 documents avec 8 photos de seringues utilisées en altitude
-  1 tableau périodique (Nouvelle version ©Philippe Delsate)

Idées d'expériences à réaliser avec le matériel du kit d'expériences

La fermentation alcoolique est un processus biochimique qui permet aux levures de produire de l'énergie en transformant le glucose en alcool (éthanol), dans un milieu pauvre en dioxygène.

Ce procédé est utilisé depuis des milliers d'années par l'Homme dans la production de la bière, du vin, des boissons alcoolisées.

Fermentation alcoolique et production de CO₂

But de la manipulation :

Mettre en évidence la production de dioxyde de carbone durant la fermentation alcoolique.

À utiliser du kit :

-  Levure de boulangerie

À apporter du labo ou de la maison (ou magasin) :

-  Eau de distribution tiède
-  Glucose
-  1 erlenmeyer de 250 mL
-  1 bouchon percé
-  1 tube à dégagement
-  1 bécher de 100 mL
-  1 balance
-  1 nacelle de pesée

- Afin de limiter l'apport en dioxygène.

Gaz produit durant la fermentation

But de la manipulation :

Mesurer la quantité de gaz produit durant la fermentation alcoolique.

À utiliser du kit :



Levure de boulangerie

À apporter de la maison (ou magasin) :



Eau de distribution tiède



Glucose



1 erlenmeyer de 250 mL



1 bouchon percé



1 tube à dégagement



1 éprouvette graduée de 500 mL en plastique



1 balance



2 nacelles de pesée



1 cuillère



1 spatule



1 agitateur en plastique ou en verre



1 grand cristalliseur



1 bouilloire électrique



1 statif + pince et noix de serrage



1 chronomètre.



Mode opératoire :

1. Remplir à moitié le cristalliseur avec de l'eau.
2. Remplir totalement l'éprouvette graduée avec de l'eau.
3. Poser la main sur l'ouverture de l'éprouvette graduée et la retourner.
4. Plonger la main dans le cristalliseur et maintenir l'ouverture, sous eau.
5. Fixer l'éprouvette graduée au statif à l'aide de la pince et de la noix de serrage.
6. Maintenir l'ouverture sous l'eau avec un espace suffisant pour y faire passer le tube à dégagement.
7. Placer 5 g de levure de boulangerie dans un erlenmeyer.
8. Ajouter 100 mL d'eau et 2 g de glucose
9. Délayer le tout à l'aide de l'agitateur.
10. Enfoncer le tube à dégagement dans le bouchon.
11. Placer le bouchon sur le col de l'erlenmeyer et l'extrémité du tube à dégagement dans l'ouverture de l'éprouvette graduée.
12. Au bout de 1h30, noter le niveau de gaz obtenu.

Fermentation alcoolique - production d'éthanol

But de la manipulation :

Mettre en évidence la production d'éthanol durant la fermentation alcoolique.

À utiliser du kit :



Levure de boulangerie

À apporter de la maison (ou magasin) :



Eau de distribution tiède



Glucose



1 erlenmeyer de 500 mL



1 éthylotest



2 ballons de baudruche



2 élastiques ou 1 rouleau de ruban adhésif pour l'isolation électrique



1 balance



2 nacelles de pesée



2 cuillères



1 agitateur en plastique ou en verre



1 chronomètre

Mode opératoire :

1. Attacher un ballon de baudruche sur l'extrémité « jaune » de l'éthylotest à l'aide du ruban adhésif ou d'un élastique.
2. Verser 400 mL d'eau tiède dans l'erlenmeyer.
3. Ajouter 20 g de levure et 8 g de glucose.
4. Couper le second ballon en deux. Eliminer la partie bombée.
5. Fixer le col du demi-ballon sur le col de l'erlenmeyer.
6. Attacher l'extrémité « bleue » au col du ballon à l'aide de ruban adhésif ou du second élastique.
7. Observer la couleur initiale et finale des cristaux dans l'éthylotest.

Remarques :

- L'éthylotest contient du dichromate de potassium ($K_2Cr_2O_7$) acidifié. Le réactif étant excessivement dangereux, seul le professeur manipulera l'éthylotest et, après usage, il sera recyclé dans les règles de l'art.
- L'éthylotest peut être remplacé par une sonde à éthanol qui permettra, en plus de confirmer la présence d'éthanol, d'en faire une mesure ainsi que l'évolution de sa production au cours du temps.

Ce que vous devez savoir :

- En présence d'éthanol (C_2H_6O), le dichromate acidifié passe du jaune au vert/bleu.
- Le second ballon sert uniquement de test. S'il gonfle, c'est que le gaz produit par la fermentation circule bien dans l'éthylotest.
- L'éthylotest indique la présence d'éthanol mais en aucun cas il ne permet une mesure fiable.

Observer des artémias (*Artemia salina*)

L'artémia est un petit crustacé vivant dans les eaux salées d'étangs peu profonds et de marais salants. Leur taille adulte est à peine supérieure à 1 cm. En détermination, ils font partie de la Classe des Branchiopodes (les mêmes appendices servent pour la respiration et la locomotion). Les artémias ont développé un mécanisme de protection leur permettant de traverser des conditions qui ne leur sont pas favorables, comme la chaleur, le froid, une concentration en sel très importante (suite à l'évaporation - espèce halophile). Les embryons vivants sont protégés par une capsule protectrice très dure et imperméable, appelées cystes, secrétée par les femelles ; ils

peuvent attendre, à l'état sec, des conditions favorables pendant de nombreuses années, sans perdre leur vitalité.

Ces cystes sont très petits ; un gramme peut en contenir entre 160000 et 300000.

Concepts et notions abordés à travers cet élevage

Développement, mue, métamorphose, chaîne alimentaire, biotope, cycle de vie.

Intérêt pédagogique

Facile à mettre en œuvre, cet élevage rapide (environ 3 semaines) est idéal pour aborder la notion d'écosystème et de développement durable (milieu contrôlable avec deux espèces interdépendantes). Dans la nature, l'algue dont se nourrit l'artémia lui fournit le dioxygène dont elle a besoin. L'artémia fait bénéficier le phytoplancton des rejets de CO₂ et des déchets de son métabolisme.

Il ne s'agit pas d'une expérience mais d'une observation, celle des larves nauplius, caractéristiques des crustacés.

1. Observation des cystes

Matériel à utiliser du kit :



L'éprouvette contenant les cystes d'artémias



1 pipette pasteur

Matériel et produit du labo ou de la maison :



De l'eau de distribution



1 pointe de couteau très fine



1 lame porte-objet (de microscope)



1 loupe

Mode opératoire :

- ✓ Au moyen de la pointe de couteau, déposer quelques cystes d'artémias sur la lame.
- ✓ Déposer sur les cystes une goutte d'eau, pour qu'elle forme une petite sphère.
- ✓ Observer la forme des cystes au moyen de la loupe.

Observation :

- Les cystes ressemblent à de petites sphères, comme des ballons dégonflés.

2. Eclotions et élevage des larves d'artémias

Matériel à utiliser du kit :



L'éprouvette contenant les cystes d'artémias



Du sel marin (doit obligatoirement être non iodé, non fluoré, non traité)



1 pipette pasteur



1 morceau de tissu du kit ou un morceau de bas nylon



1 élastique



1 petit morceau de tuyau plastique

Matériel et produits du labo ou de la maison :



Eau de distribution



Vaseline



1 thermomètre



1 pointe de couteau



- 1 grand récipient d'environ 1 L
- 2 récipients (genre bocal à confiture ou bécher de 250 mL)
- 1 cuillère à café ou un agitateur en verre ou en plastique
- 1 boîte de Pétri ou un petit récipient (bécher de 100 mL)
- 1 verre de montre ;
- 1 lame porte-objet (de microscope), (si possible utiliser une lame creuse)
- 1 lamelle couvre-objet
- 1 microscope.

Mode opératoire :

1. Verser de l'eau de distribution dans le grand récipient et laisser reposer en agitant régulièrement au moins un jour pour déchlorer l'eau.
2. Préparer l'eau salée : remplir à moitié le bocal à confiture (Récipient A¹), avec l'eau déchlorée (+/- 100 mL). Y ajouter une cuillère à café (+/- 3 g) de sel marin. Agiter pour dissoudre tout le sel.
3. Remplir d'eau salée la partie fond de la boîte de Pétri.
4. Agiter quelques secondes pour oxygéner le milieu.
5. Prendre avec la pointe d'un couteau un peu de cystes d'artémias, les mettre dans la boîte de Pétri et remuer pour que la plupart des œufs tombent sur le fond.
6. Fermer la boîte de Pétri avec son couvercle (pour éviter l'évaporation) et la placer dans un endroit assez chaud (la température de l'eau doit être supérieure à 20 °C, mais sans dépasser 25 °C).
7. Après 24 h, * prélever du récipient A, au moyen de la pipette, un peu d'eau salée et verser une belle goutte sur le verre à montre. Vider la pipette dans l'évier ; la rincer à l'eau de distribution.
8. Au moyen de la pipette, prélever un peu d'eau avec les cystes d'artémias de la boîte de Pétri et ajouter une petite partie du contenu de la pipette à la goutte du verre de montre.
9. Observer au microscope sur lame creuse ou après montage entre lame et lamelle (verser une goutte de la préparation sur une lame ; recouvrir d'une lamelle. Prendre soin de mettre au préalable des petites cales en vaseline sur la lamelle de façon à ne pas écraser les petits crustacés)
10. Répéter les étapes 7 à 9 après 36 h, puis encore toutes les 24 h.²
11. Oxygéner régulièrement le milieu en ouvrant la boîte de Pétri et en l'agitant.

Observations :

- Au bout de 24 h, les œufs qui étaient concaves à l'état sec sont devenus sphériques (ils se sont en effet progressivement gonflés d'eau). La coquille de certains œufs est déjà fêlée et s'entrouvre, laissant voir la larve entourée d'une membrane.
- Après 36 heures, la plupart des œufs devrait être éclos et on pourra voir à l'œil nu des points minuscules (les larves appelées nauplies) qui frémissent dans l'eau.
- L'observation sous le microscope révélera que les larves d'artémias ont trois paires d'appendices le long du corps et que chacun de ces appendices locomoteurs possède des soies plus ou moins longues.

¹ Noter au fur et à mesure les récipients, soit au marqueur à verre soit en collant une étiquette avec le contenu.

² Il peut être nécessaire de changer l'eau d'élevage des artémias. Pour ce faire, prélever dans le récipient, 1/5 de l'eau, (siphonner au moyen du tuyau au bout duquel on a fixé avec l'élastique, le morceau de tissu plié plusieurs fois ; rejeter l'eau prélevée à l'évier), les artémias restant dans l'eau d'élevage, et de compenser l'eau enlevée par de l'eau salée de la même salinité que celle dans lequel on a commencé l'élevage. Ne pas modifier la salinité de l'eau, au risque de voir mourir les artémias.

- Au milieu de la tête les larves d'artémias sont dotées d'une tache rouge appelée *ocelle*. Grâce à cet ocelle, organe sensible à la lumière, les larves d'artémias nagent toujours vers une source lumineuse. On peut facilement percevoir ceci en éclairant le côté du récipient d'élevage des larves : ces dernières sont attirées par la source lumineuse. Dans le milieu naturel les larves de crustacés peuvent ainsi s'orienter vers la surface de l'eau où se trouve leur nourriture. On parle de phototropisme positif. Les larves fraîchement écloses ne se nourrissent pas immédiatement pour la simple raison que leur tube digestif n'est pas encore entièrement formé. Tout comme les larves de beaucoup d'autres organismes aquatiques, (par exemple les larves de "poissons") les artémias consomment d'abord leurs réserves internes (le *vitellus*) que l'on peut distinguer dans leur abdomen comme une masse orangée.
- Beaucoup d'arthropodes sont capables de mues (qui permet une croissance régulière alors que leur exosquelette est inextensible) et de métamorphose (changement de forme, apparition de nouveaux appendices).
Au cours de leur développement les artémias muent souvent et rapidement. Après quelques mues les larves nauplius commencent à ingérer de la nourriture et si on ne les nourrit pas à partir de ce moment, les larves mourront de faim en quelques jours.

3. Nourrir les artémias

Habituellement, les artémias se nourrissent de phytoplancton. Pour observer les différents stades de métamorphoses, il est impératif de les nourrir ; pas trop, sinon elles ne survivent pas. Dans l'expérience proposée, nourrir dès le 5^e jour les nauplies avec de la spiruline d'aquariophilie en poudre ou en cachets à broyer ou, à défaut, de levure de boulangerie.

Matériel et produits à utiliser :



Le même matériel que pour l'expérience précédente



1 sachet de levure sèche (de boulangerie)

Mode opératoire :

1. Préparer une solution nutritive : Dans un petit récipient (de 100 mL) (B), mélanger +/- 30 mL d'eau salée (du récipient A) avec une pointe de couteau de levure sèche de boulangerie (ou de spirula). Mélanger jusqu'à ce que la levure soit entièrement délayée. Au bout de 3 ou 4 jours, il convient de jeter la levure délayée et de préparer à nouveau la solution de nourrissage..
2. Dans un autre petit récipient (de 250 mL) (C), verser 100 à 150 mL d'eau salée et y ajouter une petite pointe de couteau de cystes d'artémias (ou continuer avec les larves de l'expérience précédente).
3. Cinq (5) jours après l'éclosion, vous pouvez commencer le nourrissage. Au moyen de la pipette, prélever un peu de levure diluée du récipient B ; verser quelques gouttes dans le récipient C. L'eau doit à peine être trouble !
4. Oxygéner régulièrement (4 ou 5 fois par jour) en agitant le récipient ou en introduisant 4 ou 5 fois de l'air qu'on prélève, hors du récipient, au moyen de la pipette ou d'une seringue. On peut aussi travailler de façon plus professionnelle en utilisant une pompe d'aquarium.

5. Répéter ces opérations à intervalles réguliers (4 fois par jour). Durant les jours qui suivent, l'eau a tendance à s'appauvrir en oxygène et la nourriture en excès peut altérer la qualité de l'eau. Il est donc impératif, chaque jour, de changer une partie de l'eau, comme indiqué à la page précédente à la note de bas de page n° 3.

Observations :

- Observer chaque jour l'évolution des artémias, en suivant le protocole de l'expérience 2, de l'étape 7 à 9 durant 3 semaines.
- Après quelques jours, constater des changements importants dans la taille et dans l'aspect des nauplies. Repérer les différentes mues et métamorphoses jusqu'au stade adulte.
- Observer comment les artémias se déplacent dans l'eau et se positionnent les uns par rapport aux autres.
- Observer la différence entre les mâles et les femelles. Les femelles se caractérisent par la présence d'une poche sous les branchies. Les mâles se distinguent par une taille supérieure et la présence d'une paire d'appendices volumineux et recourbés au niveau de la tête. Ces appendices lui permettent d'attraper la femelle et de se maintenir au niveau de sa poche pendant l'accouplement qui peut durer plusieurs jours. Les femelles sont toutefois capables d'autofécondation (parthénogenèse).
- Dessiner et décrire les différents stades de développement..

Quelques idées pour aller plus loin :

- * Durant les jours d'observation, faire des préparations définitives des différents stades de développement des artémias : fixer tous les deux jours quelques larves de la culture dans l'alcool et les colorer ensuite avec du colorant rouge neutre et le bleu de méthylène.³ Placer les artémias sur les lames de microscope, comme expliqué auparavant.
- * Etudier le développement des artémias en faisant varier différents facteurs comme :
 - la température ;
 - la salinité de l'eau ;
 - la profondeur de l'eau dans le récipient.

La pression

La notion de pression et de force n'est pas toujours claire dans l'esprit des élèves.

Par exemple, pourquoi est-il plus facile d'enfoncer un pieu, muni d'une pointe, dans le sol ? Pourquoi les dames chaussées de talons laissent-elles des marques sur un parquet de bois, alors que le déplacement des hommes plus lourds ne laisse aucune trace ?

1. Le vérin pneumatique souple

Matériel du kit



Le cubi (= BiB = Bag in Box) à vin ou à jus

Le tuyau en plastique

³ Ces deux colorants doivent être dilués 10 fois (avec de l'eau) avant l'usage.

La planche à découper

Mode opératoire :

- ✓ Fixer le tuyau sur le robinet du cubi ;
- ✓ Placer le cubi sur le sol ;
- ✓ Déposer la planche sur le cubi ;
- ✓ Demander à une personne de se mettre debout sur la planche ;
- ✓ En maintenant le robinet ouvert, souffler dans le tuyau.

Constatation :

- Il est aisé de soulever une personne de 70 à 80 kg
- En utilisant une planche plus petite, il sera plus difficile de soulever cette personne.

Explication :

La pression exercée à l'embouchure du tuyau est transmise partout dans le cubi (lorsque le robinet est ouvert).

La pression est égale à la force par unité de surface : $p = \frac{F}{S}$

La pression exercée par la personne sur l'air dans le cubi est égale au poids de l'individu divisé par la surface de la planche. Cette pression est compensée par le souffle de l'individu dans le tuyau.

La section du tuyau est petite ; la force exercée est donc petite.

Applications :



Le cric à coussin d'air en forme de ballon permet de soulever une masse de 3 tonnes. Il suffit de le brancher simplement à la sortie du pot d'échappement et faire fonctionner le moteur (au ralenti) pour envoyer les gaz d'échappement dans le coussin. Une soupape antiretour empêche les gaz de s'échapper.

Léger mais puissant, le winbag permet de caler les objets lourds comme des portes, des fenêtres, des armoires etc. rapidement et facilement.

Le vérin pneumatique peut aussi servir à soulever une porte que l'on désire enlever de ses gongs. Il suffit de glisser le cubi dégonflé sous la porte ouverte et de souffler dans le tuyau...



2. Le canon pneumatique.

Avec le même matériel, on fabrique un petit canon pneumatique qui tire ses projectiles à des distances pouvant atteindre presque 10 m, selon la force exercée. Cette pièce d'artillerie est simple, très peu chère, et sans danger à utiliser.

Matériel à utiliser de la maison

Du collant double-face

Du papier collant

Petit projectile (cotillon, bouchon, ...)

Description du montage:

- ✓ Coller la planche sur la table avec un adhésif. Le but est de fabriquer une charnière souple afin de réaliser un volet mobile capable, par la suite, d'écraser le sac plastique placé entre les deux faces internes de ce volet.
- ✓ Gonfler le cubi et le placer sous la planche, de telle sorte que le robinet muni d'un petit morceau de tuyau se trouve à l'avant du montage.
- ✓ Fixer le dessous du cubi sur la table avec du collant double-face ; fixer avec du collant double-face la planche sur le cubi.
- ✓ Boucher le tuyau avec le projectile, ... (Ne pas enfoncer de trop)).
- ✓ Ouvrir le robinet et pousser fortement sur la planche pour chasser le projectile.

3. Pression hydrostatique.

Un sous-marin possède une trappe verticale qui s'ouvre vers l'extérieur. Une fois dans l'eau, est-il possible d'ouvrir la trappe ?

Pourquoi la longueur d'un tuba ne dépasse-t-elle pas 30 cm ?

Pourquoi les plongeurs ont-t-ils l'impression d'avoir les oreilles bouchées? Comment faire pour les déboucher?

- Souffler une bulle dans l'eau.

But de l'expérience : ressentir la pression exercée par une colonne d'eau.

Matériel du kit :

-  Le tuyau en plastique
-  2 élastiques

Matériel de la maison

-  Utiliser 3 ou 4 grandes bouteilles PET assez épaisses à paroi lisses
-  De la pâte collante (genre pâte à fix) pour fixer les bouteilles
-  De l'eau
-  Un petit bâton (brochette +/- 30 cm)

Mode opératoire :

- ✓ Couper le fond et le goulot d'une (ou deux) bouteille(s), le fond de la deuxième bouteille et conserver la troisième telle quelle.
- ✓ Malaxer quelques carrés de pâte à fix et en faire deux boudins dont la longueur correspond à la circonférence d'une bouteille.
- ✓ Coller un boudin le long de la paroi interne à 1 cm du fond de chacune des bouteilles coupées.
- ✓ Glisser les bouteilles les unes sur les autres pour en faire un récipient relativement haut (+/- 75 cm) et presser à l'endroit des boudins pour assurer l'étanchéité.
- ✓ Remplir le récipient obtenu avec de l'eau (laisser 4 ou 5 cm entre la surface de l'eau et le haut du récipient.)
- ✓ Fixer une extrémité du tuyau en plastique au moyen des élastiques sur le bâton.
- ✓ Introduire le tuyau en plastique muni du bâton dans le récipient, à une profondeur de 30 cm environ.
- ✓ Souffler dans le tuyau pour faire apparaître une bulle d'air dans l'eau.
- ✓ Descendre progressivement le tuyau et recommencer l'opération.

Constatation :

Plus l'extrémité du tuyau est basse, plus il est difficile de produire une bulle.

La pression est due au poids de la colonne de liquide se trouvant au-dessus de l'extrémité du tuyau :

$$p = \rho \cdot g \cdot h$$

Remarque :

Certaines personnes ont parfois des difficultés pour souffler une bulle. Il est prudent de commencer avec 30 cm et d'augmenter progressivement la profondeur. Si une personne n'y arrive pas, il faut immédiatement l'arrêter, pour éviter qu'avec l'effort, le sang ne lui monte à la tête.

Avec les élèves, ne pas dépasser une profondeur de 1 m.

On peut aussi remplacer le montage de bouteilles par un tube en polycarbonate transparent, fermé à une extrémité.

Atteindre 1,7m est déjà bien. Difficile de former une bulle à une plus grande profondeur.



- Faire entrer l'eau dans un bocal.

Matériel du kit :



Le morceau de tissu



Un élastique

Matériel de la maison :



Un récipient transparent rigide (ex : en verre) avec couvercle



Un clou



Un marteau



Un vase (genre cristalliseur ou petit aquarium) rempli d'eau, nettement plus haut que le récipient



Eventuellement une goutte d'encre

Mode opératoire :

- A l'aide du clou et du marteau, faire deux trous diamétralement opposés dans le couvercle.
- Verser une goutte d'encre dans le fond du récipient.
- Visser le couvercle sur le récipient.
- Introduire verticalement le récipient dans l'eau du vase et le maintenir au fond

Constatation :

L'eau n'entre pas dans le récipient, car l'air exerce une pression partout sur les parois et s'oppose à l'entrée de l'eau par les trous.

La pression (hydrostatique + atmosphérique) au niveau des deux trous est la même.

Question de réflexion :

Que faudrait-il faire pour que l'eau entre dans le bocal ? Que se passe-t-il au niveau de chaque trou du couvercle ? Si on incline le récipient de telle sorte qu'un trou soit à une profondeur différente de l'autre, la pression hydrostatique n'est plus la même. Le trou le plus bas sera soumis à une plus grande pression et l'eau peut y pénétrer. Ceci se voit grâce à la goutte d'encre dans le récipient et aux bulles d'air qui s'échappent du récipient par le trou du dessus.

Que se passe-t-il si on remplace le couvercle par un tissu léger (voile, bas nylon, ...) fixé au moyen de l'élastique ?

• La plongée et Boyle et Mariotte

Lorsqu'un plongeur muni de bombonnes de gaz (air et/ou oxygène) descend en plongée, il est limité par la durée de plongée et il doit respecter des paliers de décompression lors de la remontée

Une expérience réalisée en mer montre clairement ce que devient le volume d'une quantité d'air au en fonction de la profondeur.

Matériel du kit :



Photos d'une seringue scellée sous pression atmosphérique à différentes profondeurs repérées au moyen d'un profondimètre

Mode opératoire :

- ✓ Déterminer (sur les photos) le volume d'air dans la seringue en fonction de la profondeur.
- ✓ Calculer la pression en fonction de la profondeur (sachant que 10 m d'eau correspond à environ la pression atmosphérique)
- ✓ Porter en graphique la pression en fonction du volume
- ✓ Calculer le produit de la pression par le volume d'air.

Les explications complètes et les photos sont disponibles et téléchargeables sur notre site www.scienceonstage.be Cliquez sur ressources – Expériences – Physique – Loi de Boyle et Mariotte.

<https://scienceonstage.be/onewebmedia/Experience%20physique/phys%20francais/Loi%20de%20%20Boyle%20et%20Mariotte%20fr.pdf>

Application :

L'utilisation de la loi de Boyle et Mariotte permet de mesure de la masse volumique de l'air.

Voir protocole complet sur le site : www.scienceonstage.be - ressources – expériences – physique - Masse volumique de l'air et loi des gaz :

<http://scienceonstage.be/onewebmedia/Experience%20physique/phys%20francais/Masse%20volumique%20de%20l%20air.pdf>

4. Pression atmosphérique.

• Hémisphères de Magdebourg

Otto Von Guericke, maire de la ville de Magdebourg de 1646 à 1676 a prouvé par une expérience simple que l'air ambiant exerce une pression importante.

Questions de recherche :

- Comment a-t-il procédé ?
- Dans quelles circonstances et pourquoi a-t-il réalisé cette expérience ?

Il est aisé de la reproduire en classe avec un autre matériel simple.

Matériel du kit :



Deux ventouses en silicone (ou deux couvercles plats en silicone)

Mode opératoire :

Placer les deux ventouses l'une contre l'autre et essayer de les décoller.

Constatation :

Aussi longtemps qu'il n'y a pas de connexion entre le milieu séparant les ventouses et l'atmosphère, on ne peut les séparer.

• Importance de l'effet dû à la pression atmosphérique.

Matériel à utiliser :

➤ du kit :



Une ventouse de silicone

➤ De la maison :



Un objet d'environ 2 kg, ayant une surface lisse (par exemple une boîte d'emballage en plastique munie de son couvercle et remplie d'eau ou de sable)



Eventuellement, si nécessaire, deux morceaux de ficelle d'environ 20 cm



Une grande feuille de papier journal.



Une règle ou une latte d'environ 50 cm.

Mode opératoire :

a. Poser pour moitié la latte sur le bord de la table.

Recouvrir la partie de la latte posée sur la table au moyen de la feuille dépliée du journal.

Pousser fortement sur la partie découverte de la latte, pour l'utiliser comme un levier.

Impossible de soulever le journal !

b. Poser la ventouse en silicone sur la surface lisse de l'objet de 2 kg et essayer de le soulever.

Eventuellement, attacher autour de la mollette de la ventouse les ficelles (réaliser les nœuds de telle sorte que les ficelles soient opposées par rapport à la molette et que le poids soit suspendu horizontalement). Veiller à ce que la ventouse se trouve au-dessus du centre de gravité de l'objet.

c. On peut encore aller plus loin, en attachant la ventouse comme précédemment. Faire ensuite osciller l'objet.

Explication.

La pression atmosphérique vaut environ 100000 Pa.

La feuille de papier journal mesure environ 1 m².

$F = P.S = 100000 \times 1 = 100000 \text{ N}$ (soit le poids de 10 tonnes)

Dans le cas de la boîte, la pression exercée sur le couvercle de silicone est aussi de 100000 Pa, mais la surface est d'environ 12,5 cm², soit 0,00125 m².

La force nécessaire pour décoller le couvercle est donc de $100000 \times 0,0012 = 125 \text{ N}$

La ventouse permet alors de soulever des objets dont la masse est inférieure à 12 kg.

Vous trouverez aussi un petit film réalisé au musée Otto Von Guericke à Magdebourg, où une jeune fille se suspend à un levier pour séparer les hémispères de Magdebourg dont la section est de 100 cm² (comme ceux que l'on trouve dans les écoles) ; posté sur youtube :

• Pression atmosphérique et altitude

La pression atmosphérique est due au poids de l'air exercé à la surface de la terre. Au fur et à mesure que l'on monte en altitude, la quantité d'air diminue et donc aussi la pression.

Objectif de la manipulation :

Etudier la pression atmosphérique en fonction de l'altitude.

Opération effectuée :

Des alpinistes expérimentateurs sont montés en altitude, emportant les seringues de 60 mL, munis de leurs bouchons Luer lock.

A des altitudes différentes, notées soigneusement sur le piston, ils ont tiré sur celui-ci pour aspirer exactement 60 mL d'air et ont fermé la seringue au moyen du bouchon luer lock.

Toutes les seringues ont été ramenées en Belgique, et par sécurité, les bouchons ont été scellés au moyen de collant.

On constate que les pistons se sont enfoncés dans le cylindre de la seringue.

Les seringues ont été photographiées individuellement et enregistrées dans un fichier.

Au moment de la photo, la pression atmosphérique était de 1015 hPa, l'altitude de 150 m.

Question : Pourquoi le piston s'est-il enfoncé ?



Matériel à utiliser :

➤ Du kit :



Une seringue de 60 mL ayant servi à une altitude de 800 m.



Une série de photographies des seringues ramenées en Belgique

➤ Du labo :



Une calculette



Un baromètre

Tâches à réaliser :

- Repérer, en fonction de l'altitude écrite sur le piston, le volume d'air dans chacune des seringues photographiées.
- Repérer le volume d'air de la seringue du kit.
- Déterminer la pression atmosphérique au labo.
- Calculer la valeur de la pression atmosphérique correspondant aux différentes altitudes.
- Porter en graphique la pression atmosphérique en fonction de l'altitude.

- Enfoncer le piston de la seringue du kit. Le lâcher. Constater ce que fait le piston.

- Refaire la même opération en tirant sur le piston (en veillant à ne pas l'ôter du cylindre de la seringue).
- Lors de la réalisation de l'expérience, la température en montagne variait entre 10 et 20°C.
Au labo, la température oscille entre 20 et 25 °C.
Cette température affecte-t-elle les résultats ? Justifier.

En réalité, on peut montrer que la pression atmosphérique est une fonction exponentielle de l'altitude. La relation est la suivante : (avec M = masse molaire du gaz, R la constante des gaz parfaits, T la température absolue du gaz en altitude)

$$P = P_0 \cdot e^{-\frac{M \cdot g \cdot h}{R \cdot T}}$$

Calculez la valeur de la pression aux différentes altitudes et comparer avec les résultats obtenus au moyen des seringues.

• "Sous-Pression"

Lors de sa fameuse expérience du tonneau, Pascal a montré que la force pressante s'exerçait avec la même intensité et dans toutes les directions.

Est-ce aussi vrai pour l'air ?

Matériel à utiliser :



Le morceau de voile (ou un morceau de bas nylon)



Un élastique

A utiliser du labo ou de la maison



Un Erlenmeyer (ou un récipient dont les parois ne sont pas parallèle à l'axe du récipient)



Un bassin



Un carton dont la taille est un peu plus grande que l'ouverture de l'Erlen ;



De l'eau



Un autre récipient quelconque (pour verser)

Mode opératoire :

a Le récipient et le carton. (Expérience très connue)

- ✓ Verser de l'eau dans l'Erlenmeyer. Placer le carton sur son ouverture.
- ✓ Maintenir le carton du bout des doigts et retourner l'Erlen (au dessus du bassin – on ne sait jamais !)
- ✓ Retirer les doigts. Observer.
- ✓ Vider l'Erlenmeyer.

Quelques questions :

Le verre doit-il être cylindrique ?

Le verre doit-il être plein ?

Que se passe-t-il si on incline le verre ? Expliquer.

b Le récipient et le tissu.

- ✓ Fixer le morceau de tissu à l'aide de l'élastique sur l'Erlenmeyer.

- ✓ Maintenir l'Erlenmeyer au-dessus du bassin.
- ✓ Au moyen du récipient, verser de l'eau au travers du tissu dans l'Erlenmeyer. (Il n'est pas nécessaire que l'Erlen soit rempli.)
- ✓ Renverser au-dessus de bassin, d'un coup sec l'Erlen, de telle sorte que l'ouverture soit horizontale.
- ✓ Observer.



Remarque :

Quelques gouttes d'eau peuvent sortir par le morceau de tissu. Ensuite, plus rien. Pourquoi l'eau reste-t-elle dans l'Erlenmeyer ?

Modèles moléculaires

L'enseignement de la chimie organique, tant en chimie qu'en biologie, reste parfois difficile dans son aspect tridimensionnel.

La boîte de modèles moléculaires du kit permet de lever certaines incompréhensions, qu'il s'agisse de chimie ou de biologie !

La boîte proposée est composée de diverses billes colorées qui représentent les atomes :

Élément	Couleur	Nombre de liaisons	Configuration	Nbre
C	Noir	4	Tétraédrique (sp^3)	18
C	Noir	3	Triangulaire (sp^2)	6
H	Orange	1	Linéaire	35
O	Bleu clair	2	Coudée	6
N	Bleu	3	Pyramide triangulaire	2
Halogène	Vert	1	Linéaire	2

Ces atomes peuvent être liés pour former des molécules : les tubes courts représentent les liaisons simples, les tubes longs permettent de construire des liaisons doubles.

Il permet d'aborder les sujets comme :

- les formules brutes, semi-développées, développées et topologiques ;
- les isomères de configuration et de conformation ;
- les molécules de base (alcane, alcène, halogénure, alcool, éther, amine) ;
- l'isomérisation cis-trans ;
- la chiralité.



Ceci permet alors de parler :

- des aldéhydes ;
- des cétones ;
- des acides carboxyliques ;
- des esters ;
- des amides ;
- des molécules plus complexes comme les acides aminés ;
- les molécules du vivant.

Hydrocarbures et isométries

But de la manipulation :

- Monter la configuration spatiale des alcanes ;
- Montrer les isomères de structure et de configuration.

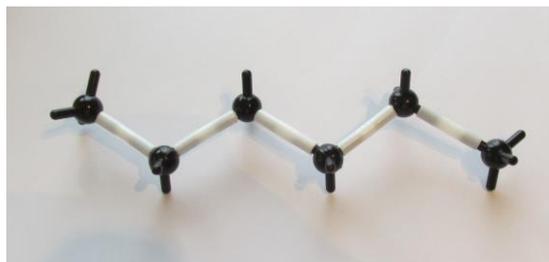
À utiliser du kit :



Boîte de modèles.

Mode opératoire :

1. Construire un alcane assez long (pentane ou hexane).
2. Montrer que les atomes peuvent tourner autour des liaisons simples (isomères de configuration)
3. Enlever le dernier carbone et le mettre au milieu de la chaîne, comme substituant méthyle (isomères de structure)



Ce que vous devez savoir :

La construction et la présentation de certaines molécules permettent de calculer, sans erreur, une enthalpie de liaison.

Isométries cis/trans (Z/E).

But de la manipulation :

- Montrer l'isométrie cis-trans (ou Z-E).

À utiliser du kit :



Boîte de modèles.

Mode opératoire :

1. Construire une molécule avec une double liaison .
2. Ajouter 2 atomes d'hydrogène et 2 substituants différents (p. ex. un chlore et un alcool-OH).
3. Placer ces deux derniers du même côté (cis/Z) ou du côté opposé (trans/E).



Ce que vous devez savoir :

Le choix des lettres Z et E vient de l'allemand où « Z » : Zusammen (ensemble) et « E » : Entgegen (contraire ou opposé).

Chiralité

But de la manipulation :

- Repérer les carbones chiraux.

À utiliser du kit :



Boîte de modèles.

À apporter de la maison (ou magasin) :



1 miroir.

Mode opératoire :

1. Construire une molécule simple porteuse d'un carbone asymétrique.
2. Placer un miroir à côté de la molécule posée sur le banc.
3. Essayer de construire la molécule reflet.
4. Superposer les deux molécules et observer leurs similitudes et différences.

Ce que vous devez savoir :

Définition chiralité : En chimie, un composé est dit chiral s'il n'est pas superposable à son image dans un miroir (Wikipédia).

Fonctions organiques.

But de la manipulation :

- Montrer la diversité des fonctions organiques.

À utiliser du kit :



Boîte de modèles.

Mode opératoire :

1. Construire une série de molécules porteuses de fonctions organiques différentes.
2. Trier les molécules en fonction de la présence, par exemple, d'oxygène, d'azote, de simples ou doubles liaisons avec l'oxygène ...
3. Compléter un tableau des fonctions (nom de la fonction, structure générale de la fonction ...)

Les énantiomères.

But de la manipulation :

- Montrer des molécules qui ont plusieurs carbones chiraux.

À utiliser du kit :



Boîte de modèles.

À apporter de la maison (ou magasin) :



Miroir.

Mode opératoire :

1. Construire deux molécules énantiomères.
2. Mettre le miroir devant une des deux molécules.
3. Comparer l'image de cette molécule avec la seconde.

Les polymères.

But de la manipulation :

- Montrer la répétitivité de la structure de base des polymères.

À utiliser du kit :



Boîte de modèles.

Mode opératoire :

1. Construire un polymère et le monomère correspondant.
2. En sortir l'unité de base.
3. Montrer l'écriture du polymère entre crochets (avec l'indice « n »).

Les acides aminés et la liaison peptidique.

Buts de la manipulation :

- Déterminer la structure générale des acides aminés.
- Construire une liaison peptidique.

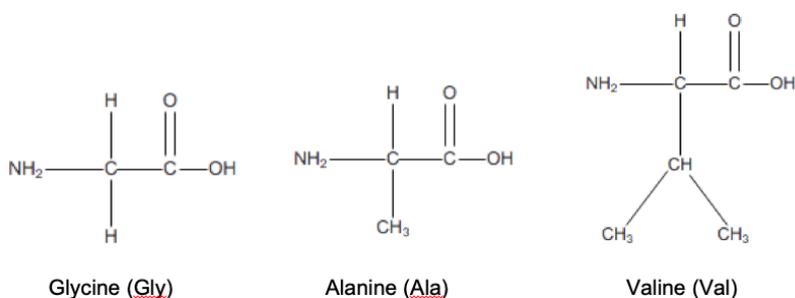
À utiliser du kit :



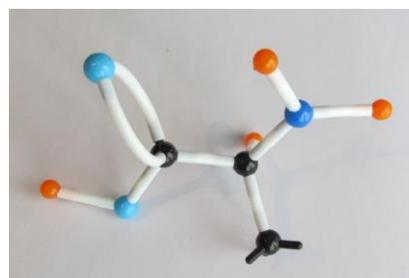
Boîte de modèles.

Mode opératoire :

1. Construire 3 acides aminés (par exemple : glycine, alanine, valine) à partir de représentations.



2. Comparer la structure des 3 acides aminés et déterminer la structure générale d'un acide aminé.
3. Rechercher la présence de carbone(s) asymétrique(s).
4. Les acides aminés se lient les uns aux autres grâce à une liaison dite « peptidique » au sein des peptides.



Ce que vous devez savoir :

Les protéines sont des éléments constitutifs des organismes (+/-20 %). Elles se composent d'une succession d'acides aminés reliés les uns aux autres par liaisons peptidiques.

On considère qu'il existe une vingtaine d'acides aminés protéinogènes mais il en existe beaucoup plus dans la nature (>200).

Dans les systèmes biologiques, les acides aminés L sont essentiellement présents. S'ils sont plus rares, les acides aminés de forme D ont été trouvés en grandes quantités chez des organismes (comme le riz) et ils semblent également jouer un rôle très important dans certaines fonctions biologiques (Système nerveux) ou maladies.

La liaison peptidique est une liaison covalente formée durant l'étape de traduction entre la fonction amine d'un acide aminé et la fonction acide carboxylique d'un autre acide aminé avec élimination d'une molécule d'eau.

Les acides gras

But de la manipulation :

- Montrer le caractère amphiphile des acides gras/savons.

À utiliser du kit :



Boîte de modèles.

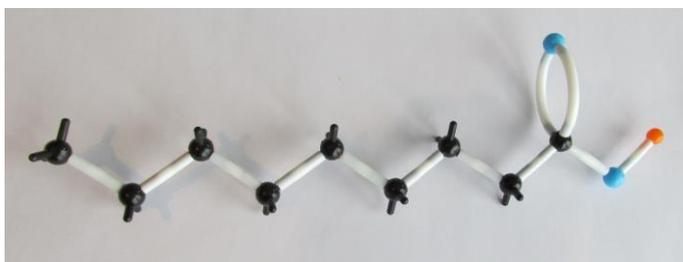
Mode opératoire :

- 1 Construire un acide gras.
- 2 Enlever l'hydrogène de la fonction acide (milieu basique).
- 3 Montrer la queue hydrophobe et la partie hydrophile.

Remarque :

Il est bon à ce moment de rappeler aux élèves que le caractère lipophile ou hydrophile est basé essentiellement sur la différence d'électronégativité entre les atomes.

On peut éventuellement amener la notion d'acide gras à partir d'un triglycéride, mais le nombre de carbones d'une seule boîte est limité.



Les sucres.

But de la manipulation :

- Monosaccharides : Projection de Fischer et forme cyclique (hémicétal).
- Disaccharides : liaisons α et β .

À utiliser du kit :



Boîte de modèles.

Mode opératoire :

- 1 Construire deux monosaccharides (p. ex. le glucose et le mannose).
- 2 Montrer la différence de structure.
- 3 Montrer la corrélation avec la projection de Fischer.
- 4 Montrer la forme cyclique, avec la configuration α et β du carbone anomère.
- 5 Montrer la forme α et β du disaccharide.

Expériences sélectionnées pour vous par Science on stage Belgium.

Nous vous souhaitons plein d'amusement en réalisant ces expériences.