

Corps humain - volume pulmonaire

Combien d'air nos poumons peuvent-ils contenir ?

Les élèves mesurent le volume de leurs poumons à l'aide d'un ballon de baudruche et de l'eau.

Cycle : 4

Durée : environ 50 minutes

Matériel nécessaire :

- Seau
- Récipient de grande taille ou bassine
- Ballons de baudruche
- Eau
- Verre doseur
- Facultatif: Planche à découper ou couvercle de casserole plus grand que le seau
- Facultatif: serviettes ou chiffons



Le matériel listé suffit pour une seule expérience. Vous devez donc adapter les quantités données en fonction de la méthode de travail (nombre d'élèves, travail individuel ou travail en groupe, etc).

Consignes de sécurité

L'expérience n'est pas dangereuse.

Conseils pratiques

Vous pouvez poser une planche à découper ou un couvercle de casserole sur le ballon et l'utiliser pour enfoncer le ballon. Cela évite que des doigts ou des mains ne se retrouvent dans l'eau, ce qui fausserait le résultat.

Il est judicieux de montrer une fois l'expérience à la classe, puis de laisser aux enfants répartis en groupes le temps nécessaire pour que chacun puisse mesurer son volume pulmonaire. Dans ce cas, chaque groupe a besoin d'un seau, d'un récipient, de ballons, d'un verre doseur et d'une planche/d'un couvercle.

Cette expérience se prête bien à être réalisée à l'extérieur. Sinon, préparez des serviettes ou des chiffons pour essuyer l'eau qui s'est renversée.

L'activité proposée peut être intégrée dans un projet plus large sur la respiration en C4, mais elle peut aussi être menée indépendamment.

Vous pouvez emprunter gratuitement un modèle des poumons auprès du SciTeach Center.

Déroulement

Afin de vous familiariser avec le déroulement de l'expérience et le matériel, il est important que vous réalisiez l'expérience une fois avant le cours.

Vous souhaitez que vos élèves documentent l'expérience ? À la fin de cet article (au-dessus de la boîte à infos), vous trouverez une fiche de recherche (PDF avec deux pages DIN A4), qui pourrait être utile à vos élèves.

Étape 1 : Posez une question et émettez des hypothèses

La question que vous abordez dans cette unité est la suivante:

Combien d'air nos poumons peuvent-ils contenir ?

Proposition d'introduction :

Invitez les élèves à fermer les yeux et à poser les mains sur leur cou puis sur leur cage thoracique (et éventuellement sur leur ventre et leur taille), et à inspirer et expirer profondément à quelques reprises. Les enfants peuvent ainsi suivre eux-mêmes le trajet de l'air respiré. Ils peuvent sentir l'air entrer et sortir et la cage thoracique s'élargir puis se resserrer.

Laissez les enfants formuler des hypothèses sur la quantité d'air (en litres) que leurs poumons peuvent contenir. Pour que les enfants puissent bien se représenter le volume correspondant à un litre, montrez-leur le verre doseur ou faites-leur remarquer que le jus et le lait sont souvent vendus dans des emballages d'un litre.

Autres questions que tu peux poser : Tous les êtres humains ont-ils des poumons de la même taille ? De quoi dépend la taille des poumons ? Y a-t-il des différences entre les enfants et les adultes ? Le volume pulmonaire dépend-il de la taille du corps, de l'état de santé, etc. ? Le volume pulmonaire des personnes sportives est-il plus important que celui des personnes qui pratiquent moins de sport ?

Laissez les élèves énoncer leurs hypothèses (affirmations, suppositions). Dessinez et notez vos propositions. Partagez-les avec la classe et motivez vos réflexions. Notez les hypothèses au tableau. À ce stade, le fait de trouver la bonne réponse est secondaire. Il s'agit plutôt de développer des idées et de découvrir ce que les élèves savent déjà.

Demandez aux enfants s'ils ont une idée comment ils pourraient mesurer leur volume pulmonaire à l'aide d'une expérience. Pour les guider vers l'expérience proposée, vous pouvez aussi leur montrer le matériel de l'expérience.

Étape 2 : Réalisez l'expérience

Pour déterminer leur volume pulmonaire en litres, les enfants mesureront le nombre de litres d'eau qui s'écoulent d'un seau rempli à ras bord lorsqu'on y enfonce un ballon rempli de l'air d'une expiration. Passe en revue les étapes suivantes avec les enfants, mais laissez-les réaliser l'expérience eux-mêmes :

- a. Placez le seau dans le récipient ou la bassine et remplissez-le à ras bord d'eau.

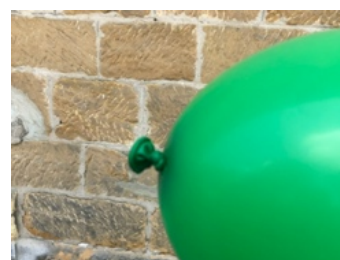
- b. Prenez une grande inspiration et expirez une fois dans le ballon. Essayez de souffler le plus d'air possible dans le ballon en une seule expiration. (Comme certains ballons sont difficiles à gonfler lors de la première utilisation, vous pouvez aussi souffler une fois dans votre ballon au préalable, puis laisser l'air s'échapper.)
- c. Nouez le ballon.
- d. Enfoncez à présent le ballon dans le seau rempli d'eau. Essayez de l'enfoncer complètement dans le seau.
- e. Vous pouvez maintenant verser l'eau qui a débordé et qui a été recueillie dans le récipient ou la baignoire dans le verre gradué et en lire le volume.



a.



b.



c.



d.



e.

Étape 3 : Observez ce qui se passe

Selon leur âge, leur forme physique et leur taille, les enfants obtiendront un volume compris entre 1,5 et 3 litres. Ces données se rapportent à des enfants âgés de 10 à 11 ans et mesurant 140 à 145 cm. (Source : www.leichter-atmen.de/lungenfunktionstest-werte).

Comme il est impossible de vider complètement les poumons, le volume réel des poumons est supérieur d'environ un litre aux mesures obtenues.

Est-ce que les résultats correspondent environ aux estimations des enfants ? Demandez aux enfants de raconter leurs expériences.

Étape 4 : Expliquez le résultat

Les adultes en bonne santé ont un volume pulmonaire de 4,2 à 6 litres. En réalité, seuls 3,5 à 4,8 litres d'air peuvent être déplacés par l'inspiration et l'expiration, car les poumons doivent à tout moment contenir 0,7 à 1,2 litre d'air, par exemple pour éviter que les alvéoles pulmonaires ne s'effondrent et s'accolent.

Comme le volume des poumons dépend de la taille du corps, les enfants ont un volume pulmonaire plus faible que les adultes. Le volume des poumons augmente

avec l'âge, mais il diminue aussi à partir de 25 ans environ (Référence : <https://www.leichter-atmen.de/lexikon-fev1>).

Le volume pulmonaire dépend aussi du sexe et de l'état de santé de la personne. Les femmes ont un volume pulmonaire plus faible que les hommes. Les fumeurs ont un volume pulmonaire plus faible que les non-fumeurs, car l'élasticité des alvéoles pulmonaires diminue avec le temps. Il est possible d'entraîner la capacité de stockage des poumons. Chez les nageurs de compétition, elle peut atteindre jusqu'à huit litres d'air et chez les plongeurs en apnée, elle peut même atteindre jusqu'à dix litres.

Bien entendu, la méthode pour déterminer le volume pulmonaire décrite ci-dessus n'est pas à 100 % exacte scientifiquement : il faut une certaine dextérité pour immerger complètement le ballon sans plonger les doigts dans l'eau. Il se peut également qu'un peu d'air s'échappe lorsque les élèves nouent le ballon. Comme mentionné sous « Observation », il est impossible de vider complètement les poumons. Le volume réel des poumons est donc plus grand que le volume mesuré.

Vous trouverez une explication détaillée et des infos supplémentaires dans **l'infobox**.

Remarque : en tant qu'enseignant, vous ne devez pas nécessairement, dans un premier temps, connaître toutes les réponses et explications. Dans cette rubrique « Idées pour l'enseignement des sciences à l'école fondamentale », il s'agit avant tout de familiariser les élèves à la méthode scientifique (question - hypothèse - expérience - observation/conclusion) afin qu'ils apprennent à l'utiliser de façon autonome. Vous pouvez, dans un deuxième temps, chercher ensemble la (les) réponse(s) / explication(s) dans des livres, sur internet ou en questionnant des experts.

Souvent, l'expérience et l'observation (étapes 2 & 3) font émerger de nouvelles questions. Prenez le temps de vous concentrer sur ces questions et de répéter les étapes 2 et 3 en prenant compte des nouvelles découvertes et des autres variables.

Explications supplémentaires

Les poumons constituent un organe vital qui permet la respiration, et donc, l'absorption de l'oxygène de l'air dans le sang. Contrairement à ce que laisse supposer le rythme de l'inspiration et de l'expiration, l'absorption d'oxygène ne se fait toutefois pas par à-coups, mais de façon continue. La raison en est que tout l'air n'est pas expiré, mais qu'il reste toujours un certain volume d'air dans les poumons. Quand on expire calmement, il reste environ 1,4 à 2,4 litres dans les poumons. Lorsqu'on expire une nouvelle fois après une respiration normale, un volume supplémentaire de 0,7 à 1,2 litre (volume de réserve expiratoire, VRE) peut être évacué des poumons. Il reste alors aussi quelque 0,7 à 1,2 litre d'air dans les poumons (capacité résiduelle fonctionnelle, CRF). Lorsqu'on inspire et expire calmement, environ un demi-litre d'air (volume courant, VC) est déplacé. Après une

inspiration calme, un volume d'air supplémentaire de 2,3 à 3,1 litres (volume de réserve inspiratoire, VRI) peut être inhalé. La somme de ces volumes correspond à ce que l'on appelle la capacité pulmonaire totale (CPT). La capacité pulmonaire totale correspond au volume d'air maximal qu'un poumon normal est capable d'absorber. Elle est en moyenne de 4,2 litres chez les femmes et de 6 litres chez les hommes. Les sportifs se situent en règle générale au-dessus de cette valeur. En déduisant la capacité résiduelle fonctionnelle de la capacité pulmonaire totale, on obtient ce que l'on appelle la capacité vitale (CV). Elle est en moyenne de 3,5 litres chez les femmes et de 4,8 litres chez les hommes.

	VRE	+VC	+VRI	=CV	+CRF	=CPT
Femmes	0,7	0,5	2,3	3,5	0,7	4,2
Hommes	1,2	0,5	3,1	4,8	1,2	6,0

La capacité résiduelle fonctionnelle empêche les alvéoles pulmonaires de s'effondrer et de s'accoler en maintenant la pression interne dans les alvéoles. Par ailleurs, elle permet de garantir un échange gazeux continu pendant la pause respiratoire entre l'inspiration et l'expiration.

Les poumons permettent un échange gazeux entre l'air et le sang. Pendant l'inspiration et l'expiration, l'air est envoyé par le nez ou la bouche, puis via la trachée dans le système bronchique des poumons. Le système bronchique est constitué de ramifications de plus en plus petites et ressemble à un arbre renversé. L'échange gazeux a lieu aux extrémités des ramifications, dans les alvéoles pulmonaires. La paroi des alvéoles pulmonaires, appelée membrane alvéolocapillaire, est très fine et est interposée entre l'air et le sang. Au travers de cette membrane, l'oxygène (O₂) de l'air inhalé se diffuse dans le sang et le dioxyde de carbone (CO₂) du sang est relâché dans l'air qui est ensuite expiré. Le corps humain a besoin d'oxygène pour maintenir la production d'énergie des cellules. Les alvéoles pulmonaires ont un diamètre de 0,2 millimètre. Nous possédons environ 300 millions d'alvéoles pulmonaires, dont les membranes ont une surface totale de 100 m². Cette surface est 50 fois supérieure à celle de la peau.

Les poumons humains sont constitués de deux viscères situés dans la cage thoracique mobile qui y sont reliés. Le poumon droit est composé de trois « lobes », le gauche en compte deux. Au niveau de la face inférieure, les poumons sont reliés au diaphragme. Le diaphragme est un muscle en forme de double sphère. Lors de l'inspiration, le volume de la cage thoracique augmente grâce au diaphragme, qui s'aplatit par contraction. Lors de la respiration costale, les côtes sont tirées vers l'extérieur par des muscles et le volume augmente également. Une dépression se produit, qui est compensée par l'inspiration. L'expiration est essentiellement passive. Le diaphragme se relâche et se dilate à nouveau. Les muscles pectoraux se détendent également et les côtes s'abaissent à nouveau. L'air s'échappe des poumons.

La fréquence respiratoire des adultes en bonne santé au repos se situe entre 12 à 20 respirations par minute. Chez les enfants, elle est encore plus élevée et peut atteindre 25 respirations par minute. En cas d'effort, cette valeur augmente considérablement et peut atteindre 40 à 50 respirations par minute. Vous pouvez le vérifier dans une expérience. Demandez aux élèves de mesurer leur fréquence respiratoire. Combien de fois respirent-ils par minute ? Vous pouvez consigner le résultat au tableau pour chaque enfant. Ensuite,

vous pouvez faire quelques squats et mesurer à nouveau le nombre de respirations. Quelle est à présent la fréquence respiratoire des élèves ? Cette expérience fait également partie de notre dossier « Comment le corps réagit-il à l'effort physique ? »

Expériences avancées

Pour visualiser la différence entre l'air inspiré (air ambiant) et l'air expiré,

vous avez besoin de deux bougies pour chauffe-plat et de deux verres identiques. Allumez les bougies pour chauffe-plat, expirez ensuite dans l'un des verres, puis renversez rapidement et simultanément chaque verre sur une bougie pour chauffe-plat. Observez ce qui se passe. Une flamme a besoin d'oxygène pour brûler. La bougie pour chauffe-plat qui se trouve sous le verre rempli d'air expiré s'éteint plus rapidement que l'autre bougie pour chauffe-plat, car l'air expiré contient moins d'oxygène que l'air ambiant.

L'expérience montre que le corps absorbe de l'oxygène par la respiration. "L'air inspiré contient environ 21% d'oxygène, l'air expiré n'en contient plus que 16%. L'oxygène manquant a été consommé dans notre corps, l'oxygène passe dans le sang au niveau des alvéoles pulmonaires. En même temps, le dioxyde de carbone s'échappe du sang dans l'air". (Source : Fiches d'aide et d'information, boîte d'expériences "Mir expérimentière mat Loft")



En cours de sport : prendre une grande inspiration et courir en criant. Celui qui n'a plus de souffle ne peut plus émettre de son : s'arrêter immédiatement. Qui parcourt la plus longue distance en émettant simultanément un son audible ?

Concernant le concept de cette rubrique : transmettre une méthode scientifique

La rubrique « Idées pour l'enseignement des sciences à l'école fondamentale » a été élaborée en coopération avec le Script (Service de Coordination de la Recherche et de

l'innovation pédagogiques et technologiques) et est destiné principalement aux enseignantes et enseignants de l'école fondamentale. L'objectif de cette rubrique est de vous épauler, dans votre rôle d'enseignant, avec de petits articles, afin de vous aider à transmettre la méthode scientifique. Pour ce faire, il n'est pas nécessaire que vous sachiez déjà tout sur le thème de sciences naturelles en question. Il s'agit plutôt de créer un environnement dans lequel les élèves pourront expérimenter et observer. Un environnement, dans lequel les élèves apprendront à poser des questions et à formuler des hypothèses, à développer des idées et à trouver les réponses à travers l'observation.

C'est pourquoi nous structurons toujours nos articles selon le même schéma (question, hypothèse, expérience, observation/conclusion),* que l'expérience soit réalisée de façon autonome en classe ou qu'elle soit présentée par visionnage d'une vidéo. Ce schéma peut en fait être appliqué à tous les thèmes scientifiques.

Nous fournissons, en plus des connaissances de base, des explications supplémentaires afin de permettre aux enseignants intéressés de s'informer et de pouvoir répondre aux éventuelles questions. Cela donne également la possibilité aux élèves d'effectuer eux-mêmes des recherches sur science.lu.

Nous espérons que nos articles vous seront utiles et que vous pourrez les appliquer en classe. Nous serions heureux que vous nous fassiez part de votre feedback et de vos suggestions et nous sommes prêts à améliorer constamment nos articles. Vous pouvez nous contacter [ici](#).

**Dans la pratique, le processus scientifique ne se déroule pas toujours de manière aussi linéaire. Cependant, pour des raisons de simplicité, nous procédons normalement de manière linéaire dans cette rubrique.*

Excursions scolaires au Luxembourg et aux alentours en rapport avec ce sujet

Vous trouverez [ici](#) d'autres liens vers des spécialistes en communication scientifique et des ateliers.

Votre établissement propose également des activités pédagogiques dans ce domaine et vous souhaiteriez que votre lien figure sur le site de science.lu ? Alors contactez-nous [ici](#).

SciTeach Center: Matériel d'expérimentation & apprentissage basé sur la recherche et la découverte

Au [SciTeach](#) Center les enseignants peuvent emprunter du matériel d'information, d'expérimentation et d'exposition. Ils peuvent ainsi se familiariser avec l'apprentissage basé sur la „recherche-découverte“ centré sur l'élève lors de formations continues offertes par le centre.

Alors que notre rubrique vise à permettre aux élèves de s'accoutumer à la méthode scientifique à l'aide d'instructions, le concept de l'apprentissage basé sur la recherche et la découverte consiste à donner aux élèves une plus grande liberté de création. En tant

qu'enseignant, vous ne ferez que mettre un peu de matériel à disposition ou poser quelques questions. Les élèves décident ensuite eux-mêmes ce qui les intéresse ou ce qu'ils ont envie d'essayer. Votre rôle en tant qu'enseignant est de les accompagner et de les soutenir dans leur travail.

Au SciTeach Center, l'apprentissage des compétences en cours de sciences naturelles doit être encouragé. Pour ce faire, le SciTeach Center offre aux enseignants la possibilité de développer de nouvelles idées et activités pour leurs cours de sciences naturelles, en collaboration avec d'autres enseignants et le personnel scientifique du SciTeach Center. Ce travail collectif a également pour but de renforcer la confiance dans son propre cours et d'évacuer les peurs éventuelles face à des expériences libres en classe. Les réunions sont animées par des collaboratrices scientifiques de l'Université du Luxembourg et par des enseignantes.

Également intéressant :

Wie kannst du einen Luftballon aufblasen, ohne zu pusten?

<https://www.science.lu/de/technologie-luft/wie-kannst-du-einen-luftballon-aufblasen-ohne-zu-pusten>

Wie funktioniert ein Feuerlöscher?

<https://www.science.lu/de/technologie-luft/wie-funktioniert-ein-feuerloescher>

Auteurs: Marianne Schummer und Olivier Rodesch (SCRIPT), Michèle Weber (FNR), Insa Gülzow (scienceRelations)

Éditeur: Michèle Weber (FNR)

Concept: Jean-Paul Bertemes (FNR), Michelle Schaltz (FNR); Joseph Rodesch (FNR), Yves Lahur (SCRIPT)

Révision: Tim Penning, Thierry Frentz (SCRIPT)