

Mesurez la vitesse d'écoulement de l'eau en utilisant des objets ordinaires à la maison !

S'amuser avec les mesures fluidiques

Les objets servant à mesurer les choses sont courants tout autour de vous, que ce soit à la maison, à l'école, au travail, dans la rue ou à l'épicerie !

De nombreuses valeurs sont mesurées chaque jour, comme la distance, la hauteur, le temps, la température, la direction, le poids, le son et le volume, pour n'en citer que quelques-unes. Ces valeurs peuvent être mesurées en tant que points uniques, comme la quantité de farine nécessaire pour faire un gâteau, ou en tant que points multiples dans le temps, comme le suivi d'une poussée de croissance ou la vitesse d'une voiture en mouvement.

Activité de réflexion : À combien d'outils de la vie quotidienne pouvez-vous penser qui servent à mesurer ?

(En voici quelques-uns : règle, mètre ruban, pied à coulisse, pèse-personne, balance de cuisine, tasses et cuillères à mesurer, chronomètre, thermomètre, rapporteur, boussole, compteur de vitesse d'une voiture).

Notre vie est pleine de mouvements et les liquides ne font pas exception. Il est particulièrement utile de pouvoir mesurer avec précision le débit d'un liquide. Il existe de nombreuses raisons pour lesquelles nous devrions nous intéresser à la mesure de la vitesse d'écoulement d'un liquide dans notre vie quotidienne. Chaque ménage paie la quantité d'eau qu'il consomme par mois. Les automobilistes paient pour la quantité d'essence qu'ils mettent dans leur voiture. Il est donc évident qu'il est important de bien la mesurer !

Les débitmètres de liquide (également appelés capteurs de débit) sont là pour faire le travail. Dans une station-service, un débitmètre mesure le volume d'essence délivré par le distributeur dans votre voiture (et vous payez en €/L). À la maison, un débitmètre enregistre le volume total d'eau qui passe par les robinets, la douche, le tuyau d'arrosage (ici, le coût par utilisation est généralement indiqué en €/m³ ou en €/L).

Le saviez-vous ? : Aux chutes du Niagara, 168 000 mètres cubes d'eau se déversent en cascade sur les chutes du Fer-à-Cheval (*Horseshoe Falls*) chaque minute (soit 168 000 000 L/min) ! (Ce volume est exploité sous forme d'hydroélectricité pour alimenter les foyers en énergie). À titre de comparaison, l'eau qui s'écoule d'un pommeau de douche ne représente qu'un volume plus modeste de 8 à 12 L/min. (Les pommeaux de douche à économie d'eau peuvent également réguler et économiser le débit d'eau).

Le débit est amusant à mesurer à la maison ! Essayez ces expériences simples pour mesurer le débit de l'eau de différentes manières.

Activité 1 : À quelle vitesse l'eau coule-t-elle de votre robinet ?

Matériel

- Un grand récipient de volume connu, par exemple une marmite de 5 L (notez qu'un grand récipient deviendra lourd lorsqu'il sera rempli d'eau, alors posez-le bien en

sécurité avant de commencer. Vous pouvez également utiliser une bouteille de boisson de 1 à 2 litres, transparente pour que vous puissiez voir quand elle se remplit).

- Un robinet ou autre source d'eau, par exemple un évier de cuisine ou un tuyau d'arrosage.
- Un dispositif de mesure : chronomètre, par exemple la trotteuse d'une horloge, le chronomètre d'un téléphone portable.

Méthode

- Placez le récipient bien en sécurité sous le robinet
- Ouvrez le robinet à sa position maximale et démarrez immédiatement le chronomètre
- Arrêtez le chronomètre dès que le récipient est plein
- Fermer le robinet
- Répétez l'opération plusieurs fois pour calculer un débit moyen



1. Récipient vide



2. Récipient plein

Calculez votre débit !

Calculez votre débit en termes de volume par unité de temps, par exemple en litres par minute (L/min)

1. Commencez par écrire le volume connu de votre récipient et le temps total qu'il a fallu pour le remplir. N'oubliez pas d'ajouter vos unités à cette expression !
2. Convertissez ce chiffre en L/min
3. Répétez ensuite l'expérience plusieurs fois et prenez la moyenne

Exemple 1 : si un récipient de 5 L a été rempli en 35 secondes, écrivez ceci :

$$= 5 \text{ L} / 35 \text{ s}$$

- Convertissez maintenant ce chiffre en L/min :

$$= 5 \times \frac{60}{35} \text{ L/min} = 8,6 \text{ L/min}$$

Exemple 2 : S'il faut 10 secondes pour remplir une bouteille de 1,5 L, cela fait : 1,5 L / 10 s

- Convertir en L/min :

$$= 1.5 \times \frac{60}{10} \text{ L/min} = 9 \text{ L/min}$$

Super scientifique : Réfléchissez à la manière dont ces paramètres peuvent influencer sur le débit

- Votre mesure sera-t-elle plus précise si vous utilisez un récipient avec un volume plus grand ou plus petit (par exemple un seau de 10 L ou un verre doseur de 250 mL) ?
- Constatez-vous une différence entre le débit d'un évier de cuisine, d'un lavabo de salle de bains ou d'un tuyau d'arrosage extérieur ?

Bonus : Estimez le débit la prochaine fois que vous serez à la station-service

Vous pouvez également chronométrer le temps nécessaire pour remplir votre voiture d'un volume d'essence donné et calculer le débit d'essence à la pompe !

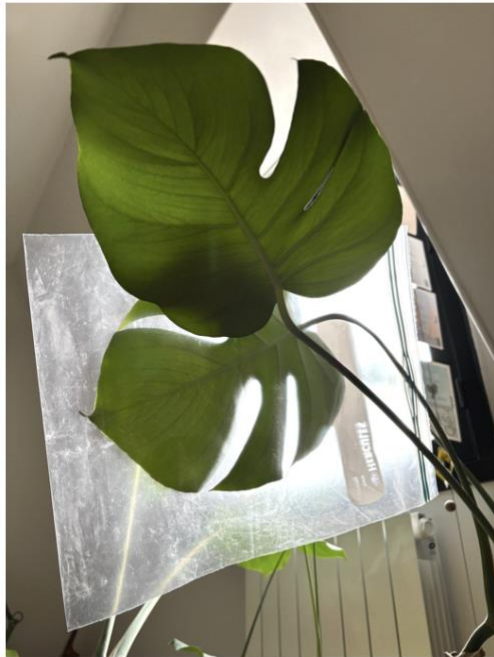
Activité 2 : À quelle vitesse l'eau s'écoule-t-elle dans une plante ?

Matériel

- Une plante à grandes feuilles (il peut s'agir d'une plante en pot d'intérieur ou d'un arbre d'extérieur).
- 1 grand sac de congélation transparent
- Un dispositif de mesure : une balance de cuisine ou une cuillère/tasse à mesurer.

Méthode

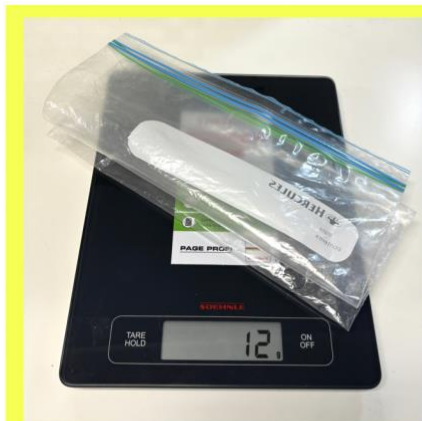
- Pesez le sac de congélation sec et vide à l'aide d'une balance de cuisine.
 - Si vous n'avez pas de balance de cuisine et que vous prévoyez d'utiliser une cuillère à mesurer plus tard, vous pouvez omettre cette étape.
- Placez une grande feuille de la plante dans le sac de congélation et pressez le haut pour le fermer autour de la branche.
- Laissez la plante dans un endroit chaud pour des résultats plus rapides, par exemple à la lumière du soleil.
- Notez l'heure exacte à laquelle vous avez commencé l'expérience.
- Attendez et observez l'accumulation d'eau dans le sac. Cela peut prendre de quelques heures à quelques jours.
- Une fois que l'eau s'est accumulée dans le sac, retirez délicatement le sac de la feuille et fermez-le.
- Notez l'heure à laquelle vous avez arrêté l'expérience.
- Pesez le sac de congélation à l'aide d'une balance de cuisine.
 - Si vous n'avez pas de balance de cuisine, versez soigneusement l'eau dans une cuillère ou une tasse à mesurer. Choisissez la taille de la tasse en fonction du volume d'eau recueilli.
- Répétez plusieurs fois pour calculer un débit moyen.



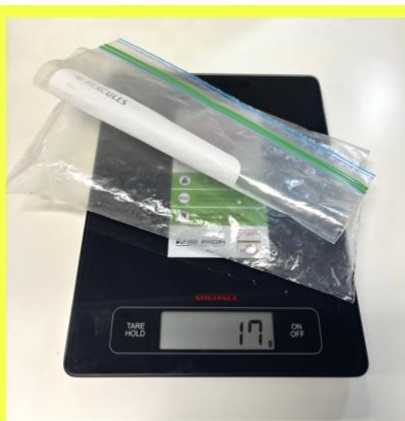
1. Au début (0 h)



2. À la fin (25 h)



1. Au départ : sac sec



2. À la fin : sac humide



3. Méthode alternative

Observation : L'eau commence à devenir visible sous forme de petites gouttelettes sur les bords et la pointe de la feuille. Elle s'égoutte dans le sac au fur et à mesure que l'eau s'écoule de la feuille.

Explication : La « **transpiration** » des plantes est le nom donné à l'écoulement de l'eau à travers les plantes, depuis leurs racines jusqu'aux extrémités de leurs feuilles, où elle s'évapore. L'eau circule dans les plantes par une série de canaux longs et fins qui remontent le long de la tige, appelée **xylème** (on peut même voir ces canaux dans la tige d'un céleri coupé !). Dans ces canaux, les molécules d'eau se déplacent par **capillarité**, en utilisant les forces d'**adhésion** (molécules d'eau adhérant aux parois du canal) et de **cohésion** (molécules d'eau adhérant à d'autres molécules d'eau). Les plantes peuvent moduler le taux d'évaporation de l'eau en fermant de petits pores, appelés **stomates**, à leur surface.

Calculez votre débit !

Méthode 1 : Peser le sac et l'eau

- Soustrayez le poids à vide du sac au poids final
 $17 \text{ g} - 12 \text{ g} = 5 \text{ g}$

- Convertissez les g en mL (note : 1 g = 1 mL pour l'eau pure)
5 g = 5 mL
- Convertissez en un débit moyen :
 - Calculez le nombre d'heures de votre expérience :
Début samedi 10 heures, fin dimanche 11 heures = 25 h
 - Exprimer le débit comme un volume par temps :
 $5 \text{ mL} / 25 \text{ h} = \frac{5}{25} \text{ mL/h} = 0,2 \text{ mL/h}$

Méthode 2 : Mesurer le volume d'eau à l'aide d'une cuillère ou d'une tasse à mesurer

- Sélectionnez la taille de la cuillère à mesurer la mieux adaptée au volume de liquide contenu dans votre sac, par exemple ½ cuillère à café, 1 cuillère à café, 1 cuillère à soupe, etc.
- Versez délicatement le liquide du sac dans la cuillère.
- Estimez le volume de liquide contenu dans la cuillère. Notez que la cuillère peut ne pas être parfaitement pleine (remarque : 1 cuillère à café = 5 mL, 1 cuillère à soupe = 15 mL).
- Convertissez en débit moyen (voir les étapes ci-dessus dans la « Méthode 1 : Peser le sac et l'eau »).

Super scientifique : Réfléchissez à la manière dont ces paramètres peuvent affecter le débit de l'eau

- Quelle était la température le jour de l'expérience ?
- Quelle était la taille de votre feuille ? Que se passe-t-il si vous attachez un sac autour de plusieurs feuilles d'un arbre par rapport à une seule feuille d'une plante d'intérieur en pot ?

Le saviez-vous ? : Vous pouvez estimer votre taux de transpiration pendant une séance d'exercice de la même manière !

Taux de transpiration = (poids corporel avant l'activité - poids corporel après l'activité + apport de liquide - volume d'urine) / durée de l'exercice en heures

Science citoyenne - kit de survie : Cette méthode de collecte d'eau est utilisée dans certaines situations/environnements de survie pour recueillir de l'eau à boire à partir de plantes non toxiques. N'essayez pas de boire cette eau vous-même ! Vous devez d'abord choisir des plantes non toxiques, puis filtrer ou traiter l'eau pour la débarrasser des bactéries et autres parasites.

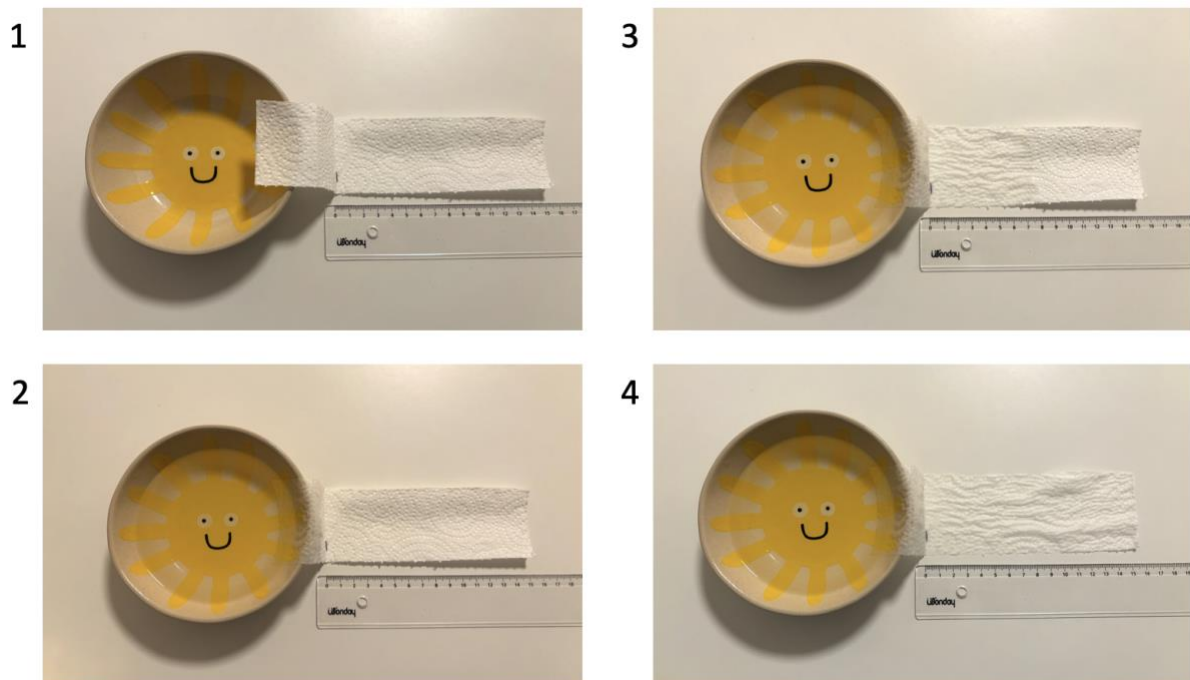
Activité 3 : A quelle vitesse l'eau s'écoule-t-elle à travers une serviette en papier ?

Matériel

- Quelques morceaux d'essuie-tout
- Facultatif : des ciseaux
- Un récipient avec de l'eau (un récipient plat est préférable, comme une soucoupe).
- Facultatif : du colorant alimentaire
- Un stylo
- Une règle
- Un chronomètre

Méthode

- Coupez ou pliez l'essuie-tout en plusieurs longues bandes d'environ 5 cm de large.
- Utilisez votre règle et votre stylo pour faire une marque sur la bande d'essuie-tout à environ 15 cm de l'extrémité
- Pliez le long de cette marque
- Disposez la bande d'essuie-tout sur le rebord du plat (voir figure panneau 1).
- Ajoutez de l'eau dans le plat
- Facultatif : ajoutez des gouttes de colorant alimentaire à l'eau du plat.
- Enfoncez les 2 à 3 premiers centimètres de l'essuie-tout dans l'eau.
- Observez l'eau s'infiltrer dans l'essuie-tout (voir figure panneau 2).
- Démarrez le chronomètre lorsque l'eau atteint le repère du stylo.
- Arrêtez le minuteur lorsque l'eau atteint l'extrémité de la serviette en papier (voir figure panneau 4).
- Répétez l'opération plusieurs fois pour calculer un débit moyen



Observation : L'eau se déplace le long de l'essuie-tout qui absorbe le liquide.

Explication : L'action capillaire (comme dans l'expérience sur les plantes !). Les forces d'adhésion (entre les molécules d'eau et les fibres de l'essuie-tout) et les forces de cohésion (entre l'eau et les molécules d'eau) aident l'eau à imprégner complètement l'essuie-tout.

Calculez la vitesse de votre liquide !

Remarque : cette valeur indique la vitesse moyenne entre le début et la fin de l'expérience.

- Test 1 : S'il a fallu 5 min 24 secondes à l'eau pour parcourir la longueur d'une bande d'essuie-tout de 15 cm, écrivez ce résultat sous forme de distance par unité de temps (par exemple, cm/min) :
 - = 15 cm / 5 min 24 s
 - = 15 cm / 5 + $\frac{24}{60}$ min
 - = 15 cm / 5,4 min

Convertissez en débit moyen :

$$= \underline{15} \text{ cm/min}$$

$$5,4$$

$$= \underline{2,8} \text{ cm/min}$$

- Test 2 : S'il faut 4 minutes et 6 secondes pour mouiller complètement une bande de papier essuie-tout de 15 cm, cela fait :
 - = 15 cm/ 4 min 6 s
 - = 15 cm/ 4,1 min
 - = $\underline{3,7}$ cm/min

Super scientifique : Essayez cette autre méthode pour mesurer l'évolution de la vitesse avec le temps

- Matériel supplémentaire nécessaire : stylo et papier pour écrire
- Réalisez l'expérience comme décrit ci-dessus
- Alignez le point zéro de la règle avec la marque de stylo que vous avez faite sur la bande de papier essuie-tout.
- Démarrez le chronomètre lorsque l'eau atteint la marque.
- Notez l'heure à laquelle le front de l'eau franchit chaque centimètre de la règle.
- Arrêtez le chronomètre lorsque l'eau atteint la fin.
- Calculez la vitesse pour chaque intervalle de 1 centimètre.
- Si vous vous sentez d'humeur aventureuse, représentez la vitesse (la « variable dépendante » ; sur l'axe vertical) en fonction de la longueur de la bande d'essuie-tout (la « variable indépendante » ; sur l'axe horizontal).
- Comment les différents types d'essuie-tout affectent-ils la vitesse de l'eau (par exemple, essuie-tout recyclé ou essuie-tout avec un motif à alvéoles par rapport à une surface lisse) ?

Le saviez-vous ? : La vitesse moyenne du sang dans le corps est d'environ 0,3 m/s dans les grands vaisseaux proches du cœur (comme l'aorte) et ralentit à environ 1 mm/s lorsqu'il atteint les petits capillaires. Comparons ces vitesses avec l'expérience ci-dessus :

- $0.3 \text{ m/s} = \underline{1800} \text{ cm/min}$
- $1 \text{ mm/s} = \underline{6} \text{ cm/min}$

Dernier élément de réflexion : Le flux à très petite échelle !

Jusqu'à présent, nous avons parlé de la mesure de débits relativement visibles en L/min ou mL/min. Qu'en est-il de la mesure d'une seule gouttelette d'eau ou plus petit ? Le volume d'une goutte d'eau provenant d'un compte-gouttes peut faire jusqu'à 20 μL (prononcé « microlitre » ; il y a 1000 microlitres dans 1 mL !).

Il existe des instruments très précis qui peuvent mesurer les plus petites gouttelettes d'eau, comme notre « capteur de débit Galileo ». Ces capteurs de débit peuvent être utilisés par les chercheurs en laboratoire pour réaliser des expériences scientifiques visant à modéliser nos tissus et nos organes, à comprendre les maladies et à tester de nouveaux médicaments.



Remerciements

This “Science at Home” activity is part of a project that has received funding from the European Union's Horizon research and innovation program under HORIZON-EIC-2022-TRANSITION-01, grant agreement no. 10111309 (GALILEO).

Cette activité « La science à la maison » fait partie d'un projet qui a reçu un financement du programme de recherche et d'innovation Horizon de l'Union européenne sous HORIZON-EIC-2022-TRANSITION-01, convention de subvention no. 10111309 (GALILEO).

European
Innovation
Council



Funded by
the European Union



www.microfluidics-innovation-center.com
www.project-galileo.eu

Merci d'avoir participé au Flow-a-thon de MIC ! Merci de partager vos résultats 😊

J'ai aimé : _____

J'ai appris : _____

En renvoyant ce formulaire, j'autorise le MIC à utiliser les informations figurant sur son site web (www.microfluidics-innovation-center.com et www.project-galileo.eu) pour diffuser les résultats du Flow-a-thon.

