

7.3

Le débit et la viscosité

ATTENTES

- Démontrer sa compréhension des propriétés de fluides y compris la masse volumique, la compressibilité et la viscosité.
- Examiner les propriétés des fluides à partir d'expériences et de recherches.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Compréhension des concepts

- Comparer la viscosité de différents liquides selon leur débit.

Acquisition d'habiletés en recherche scientifique, en conception et en communication

- Respecter les consignes de sécurité et utiliser de manière appropriée et sécuritaire les outils, l'équipement et les matériaux qui sont mis à sa disposition.
- Utiliser les termes justes pour décrire ses activités d'expérimentation, de recherche, d'exploration et d'observation.

CONTEXTE SCIENTIFIQUE

Forces intermoléculaires et cohésion

- La cohésion (et donc la viscosité ainsi que la tension superficielle) d'une substance dépend largement des forces intermoléculaires de cette substance. Plus ces forces seront grandes, plus la cohésion, la viscosité et la tension superficielle le seront également.
- Les liaisons hydrogènes font partie des plus grandes forces intermoléculaires qui influencent la cohésion. Une liaison hydrogène n'est pas un véritable lien, mais plutôt une attraction électrostatique entre deux molécules ou deux parties de molécules. La molécule la plus courante où l'on retrouve ce type de liaison est la molécule d'eau.
- Une molécule d'eau est composée d'un atome d'oxygène et de deux atomes d'hydrogène. Chaque atome d'hydrogène est lié à l'atome d'oxygène par une même paire d'électrons.
- Les atomes d'hydrogène attirent beaucoup moins fortement les électrons que ne le font les atomes d'oxygène. En conséquence, les électrons de chaque liaison hydrogène sont plus fortement attirés vers l'atome d'oxygène. Cela donne à

l'atome d'oxygène une légère charge négative et aux atomes d'hydrogène une légère charge positive.

- Quand deux ou plusieurs molécules d'eau sont rapprochées, elles ont tendance à s'orienter de manière à ce que chaque atome d'hydrogène chargé positivement se trouve près d'un atome d'oxygène chargé négativement. Cette attraction électrostatique entre les charges positives et négatives constitue une liaison hydrogène. À cause de ces liaisons hydrogènes, les molécules d'eau ont plus de difficulté à se déplacer les unes par rapport aux autres, ce qui augmente la force de cohésion entre les molécules d'eau.
- Il existe des liaisons hydrogènes dans des molécules autres que les molécules d'eau. De nombreuses molécules biologiques importantes (dont l'ADN et les protéines) gardent leur forme grâce aux liaisons hydrogènes. Plusieurs autres molécules (les alcools et les acides organiques, entre autres) font également état de liaisons hydrogènes. Dans toutes ces molécules, des attractions électrostatiques sont présentes entre les atomes d'hydrogène et les atomes d'oxygène, d'azote, de soufre ou, dans de rares cas, de fluor.

IDÉES FAUSSES À RECTIFIER

- *Repérage* Puisque la plupart du temps les notions de débit et de viscosité sont démontrées à l'aide de liquides, les élèves pourraient croire qu'il n'est pas possible de mesurer ou de décrire le débit ou la viscosité d'un gaz.

Durée

45–60 min

À voir

Une des caractéristiques fondamentales des fluides est leur capacité à s'écouler.

Plusieurs facteurs influent sur l'écoulement des fluides.

Vocabulaire

- débit
- viscosité
- cohésion
- tension superficielle
- adhérence

Habiletés

Prédire le résultat
Exécuter
Observer
Analyser
Évaluer
Communiquer

Matériel à prévoir

(pour chaque équipe)

- robinet
- contenant (par exemple, grande boîte de conserve, cruche de plastique ou bécher de 600 ml)
- cylindre gradué ou tasse à mesurer
- minuterie (montre ou chronomètre)

Ressources pédagogiques

DR 0.0-2 : Organisateur graphique : diagramme de Venn (comparaison de deux éléments)
DR 7.3-1 : Calcul du débit
DR 7.3-2 : Sciences en action : Exploration de la cohésion
Grille d'évaluation 1 : Connaissance et compréhension
Grille d'évaluation 2 : Habiletés de la pensée
BO 2 : La démarche scientifique et l'expérimentation
BO 6 : Utiliser les mathématiques en sciences et technologie
Site Web de sciences et technologie, 8^e année : www.duvaleducation.com/sciences

Ressources complémentaires

MHAMED, Souli.
Interaction fluide-structure : modélisation et simulation numérique, Paris, Éd. Hermès science Publications/Lavoisier, 2009.

Site Web de sciences et technologie, 8^e année :
www.duvaleducation.com/sciences

- *Clarification* Le débit est une caractéristique de tout fluide en mouvement; la viscosité est une caractéristique de tous les fluides. Il est possible de mesurer et de décrire le débit et la viscosité d'un gaz, même si les techniques utilisées pour y parvenir diffèrent de celles utilisées dans le cas d'un liquide.
- *Et maintenant?* À la fin de la leçon, demandez aux élèves : *Laquelle de ces deux substances se déverserait d'un contenant plus rapidement : un gaz ayant une grande viscosité ou un gaz ayant une faible viscosité? Pourquoi?* (Le gaz ayant la plus grande viscosité se déverserait du contenant plus lentement parce qu'il circule moins facilement.)

NOTES PÉDAGOGIQUES

1 Stimuler la participation

- Avec vos élèves, faites un remue-ménages pour trouver des exemples de fluides présents dans votre quotidien (concentrez-vous sur les liquides, étant donné que leurs caractéristiques sont plus faciles à observer). Demandez aux élèves de décrire toute différence qu'ils ont remarquée dans le comportement des différents fluides. Expliquez-leur que, dans cette section, ils étudieront certains des facteurs qui influent sur les propriétés des fluides.

2 Explorer et expliquer

- Lorsque les élèves liront la sous-section sur la viscosité, renvoyez-les à la stratégie de lecture mentionnée à la rubrique **Vers la littératie** de leur manuel. Vous trouverez d'autres outils d'aide à l'apprentissage en lien avec cette stratégie aux pages 39 et 40 de ce guide.
- Demandez aux élèves de faire l'activité **Sciences en action : Mesurer des fuites**.

SCIENCES EN ACTION : MESURER DES FUITES

Objectif

- Les élèves détermineront le débit d'une fuite de robinet.

À noter

- Vous voudrez peut-être montrer aux élèves des contenants vides de capacités diverses (500 ml, 1 L, 3 L, 5L) auxquels ils pourront se référer à l'étape 2 lorsqu'ils feront leurs estimations.
- Les élèves devraient collecter l'eau du robinet dans un grand contenant. Ils devraient ensuite la verser dans un cylindre gradué de 25 ou 50 ml pour en mesurer le volume. Ils pourraient aussi utiliser des cuillères ou des tasses à mesurer pour déterminer ce volume.
- Les élèves devraient calculer le volume d'eau qui fuirait du robinet en une heure en multipliant par 6 le volume d'eau qui fuit du robinet en 10 minutes.
- Vous voudrez peut-être revoir les habiletés de mesure avec vos élèves en vous référant à la section 6.A.2. de *La boîte à outils*, « Mesurer le volume ».

Suggestions de réponses

A. Exemple de réponse : Le robinet a laissé fuir environ 235 ml d'eau en 10 minutes. Donc en une heure (60 minutes), il aurait laissé fuir $235 \text{ ml} \times 6 = 1410 \text{ ml}$

B. Exemple de réponse : $\frac{235 \text{ ml}}{10 \text{ min}} = 23,5 \text{ ml/min}$; $\frac{1410 \text{ ml}}{1 \text{ h}} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ ml}} = 1,41 \text{ L/h}$

C. Exemple de réponse : Je croyais que le robinet laisserait fuir environ 500 ml/h. En fait, il laisse fuir environ 1,41 L/h. Mon estimation était donc très inférieure au résultat réel.

D. Exemple de réponse : D'abord, il faut calculer le nombre de foyers en Ontario :

$$\frac{12\,000\,000 \text{ de personnes}}{3 \text{ personnes par foyer}} = 4\,000\,000 \text{ de foyers.}$$

Si chaque foyer contient un robinet qui fuit, il y a donc 4 000 000 de robinets qui fuient, chacun laissant échapper 1,41 L/h. En conséquence, l'ensemble des robinets laisseraient fuir $1,41 \text{ L} \times 4\,000\,000 = 5\,640\,000 \text{ L}$ d'eau à chaque heure.

- Si vous le désirez, demandez aux élèves de remplir le DR 7.3-2, « Sciences en action : Exploration de la cohésion », afin qu'ils puissent comparer les forces de cohésion de différents liquides. Ils devraient faire cette activité en équipes de deux. Dites-leur de couvrir leurs pupitres ou leurs tables de laboratoire de papier essuie-tout afin de faciliter le nettoyage par la suite.
- Pour aider les élèves à différencier la cohésion de l'adhérence, dessinez un diagramme de Venn vide au tableau et distribuez des exemplaires du DR 0.0-2, « Organisateur graphique : diagramme de Venn (comparaison de deux éléments) ». Intitulez un des cercles « Cohésion » et l'autre « Adhérence ». Demandez aux élèves de travailler en grand groupe pour remplir le diagramme de Venn au tableau. Lorsqu'ils ont terminé, dites-leur de reproduire ce diagramme sur leur document reproductible.

Occasions d'évaluation

Vous pouvez utiliser la Grille d'évaluation 1, « Connaissance et compréhension » et la Grille d'évaluation 2, « Habiletés de la pensée » pour observer les élèves lorsqu'ils réaliseront l'activité **Sciences en action**. Assurez-vous d'évaluer autant l'exactitude de leurs mesures que la justesse de leurs calculs.

3 Approfondir et évaluer

- Demandez aux élèves de revenir à la liste de fluides et de propriétés de fluides qu'ils ont établie au début de la leçon. Incitez-les à utiliser les concepts de viscosité et de débit pour expliquer le plus grand nombre de propriétés possible. Encouragez-les à faire des inférences à propos de la cohésion et de l'adhérence des particules de chacun de ces fluides en se basant sur leurs observations liées aux propriétés des fluides.
- Dites aux élèves de répondre aux questions de la rubrique **Vérifie ta compréhension**.

VÉRIFIE TA COMPRÉHENSION – SUGGESTIONS DE RÉPONSES

- a) Exemple de réponse : Le débit est la quantité de fluide qui passe par un point donné au cours d'une période donnée. La viscosité est la facilité avec laquelle un fluide circule.
 - b) Un fluide ayant une grande viscosité aura un débit plus lent qu'un fluide ayant une faible viscosité, si les deux fluides sont à une même température et à une même pression et qu'ils circulent dans les mêmes conditions.
- Exemple de réponse : La cohésion est la mesure de la force d'attraction entre les particules d'une substance. La tension superficielle est l'attraction entre les particules à la surface d'un liquide.
- Exemple de réponse : Les agents mouillants réduisent la cohésion (et donc la viscosité) de l'eau ; ils facilitent donc l'arrosage lors de feux de forêt.
- a) Un fluide qui a une cohésion élevée, comme le caramel, est visqueux et ne s'écoule pas facilement. Si la cohésion est moins importante, comme dans le cas du lait, le débit est plus rapide.
 - b) Exemple de réponse : L'adhérence fait coller le lait et le jus aux parois d'un verre.
- Près des parois d'un tuyau ou d'un conduit, les particules d'un fluide peuvent interagir avec les particules de ce tuyau ou de ce conduit. Les forces d'adhérence entre les particules font « coller » les particules de fluide aux parois du tuyau ou du conduit. Le fluide y circule donc plus lentement. Au centre du tuyau ou du conduit, comme il n'y a pas de forces d'adhérence, le fluide circule plus vite.

Vers la littérature

Comparer des photographies

- Expliquez aux élèves qu'en plus de comparer les textes, les habiles lectrices et lecteurs prennent le temps d'examiner et de comparer les photos et illustrations qu'ils contiennent afin de mieux comprendre les concepts présentés.
- Avant leur lecture de la rubrique **Vers la littérature**, située à côté de la figure 2 de leur manuel, vous voudrez peut-être demander aux élèves de comparer les photographies de la figure 1 à la page précédente.
 - Dites aux élèves de lire la légende et demandez-leur quelle comparaison ils doivent établir. (Les photographies permettent de comparer les débits de l'eau et du miel.) Ensuite, demandez-leur en quoi les deux fluides, soit l'eau et le miel, sont différents. (L'eau coule d'un robinet beaucoup plus rapidement que le miel coule d'une cuillère.)

- Lorsque les élèves ont lu la sous-section sur la viscosité, demandez-leur de revenir à la figure 1 pour établir un lien entre ce qu'ils ont appris sur la viscosité et les différents débits de l'eau et du miel. (L'eau s'écoule plus rapidement que le miel parce qu'elle est moins visqueuse que le miel.)
- Demandez aux élèves d'interrompre leur lecture quand ils arrivent à la sous-section sur la cohésion. Attirez leur attention sur la figure 2 du manuel. Lorsqu'ils en auront lu la légende, demandez-leur en quoi ces illustrations sont liées au texte environnant, incluant la définition du terme « viscosité » en marge de ce texte. (Le texte explique pourquoi les liquides clairs comme la sauce soja s'écoulent plus rapidement que les liquides plus épais comme le sirop. Les photos illustrent ce point en montrant les deux liquides versés sur des aliments.)
 - Posez-leur la question suivante : *Quelle comparaison devez-vous établir?* (Nous devons comparer le débit du sirop d'érable, un fluide épais, à celui de la sauce soja, un fluide clair.)
 - Demandez-leur : *Pouvez-vous expliquer en quoi ces deux fluides sont différents?* Veillez à ce que les élèves basent leurs réponses sur le concept de viscosité. (Comme la sauce soja est plus claire, c'est-à-dire moins visqueuse, que le sirop d'érable, elle se déverse plus rapidement.)

Enseignement différencié

Outils +

- Pour aider les élèves à différencier les notions de cohésion et d'adhérence, rappelez-leur que le préfixe *co-* signifie habituellement « ensemble » ou « similaire ». Donnez des exemples de mots comportant ce préfixe (« colocaliser », « coexister », « coopérer »). Cela devrait les aider à se souvenir que la cohésion est une attraction entre des particules similaires.

Défis +

- Les élèves que cela intéresse devraient concevoir une façon de mesurer un débit d'eau rapide. Ils devraient ensuite se servir de cette méthode pour mesurer et comparer des débits d'eau dans différentes situations.
- Demandez aux élèves de mettre sur pied une expérience qui démontrerait comment le fait de mélanger diverses substances (comme du savon, du sel et du sucre) à de l'eau influence la tension superficielle de l'eau. Si vous disposez de suffisamment de temps, demandez aux élèves de procéder à leurs expériences et de présenter leurs résultats à la classe. Ils devraient également faire des recherches pour déterminer les causes de leurs observations.

Élèves en français langue seconde

FLS

- Les élèves en FLS auront peut-être besoin de se faire expliquer précisément la signification des termes « adhésif » et « cohésif ». Faites-leur remarquer leur ressemblance avec les termes « adhérence » et « cohésion ». Aidez-les à faire le lien entre la cohésion et une substance cohésive ainsi qu'entre l'adhérence et une substance adhésive.

PROGRESSION DANS L'APPRENTISSAGE

Ce qu'il faut surveiller

Ce qui indique que les élèves peuvent...

- définir le terme « débit »;
- calculer le débit d'un fluide;
- expliquer les facteurs qui influencent le débit;
- définir et expliquer la viscosité et la tension superficielle;
- différencier la cohésion de l'adhérence.