

Les effets de la pression externe sur les fluides

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 les liquides et les gaz en fonction de leur compressibilité et déterminer l'effet de l'application technologique de cette propriété.
- Décrire le principe selon lequel les forces sont transférées dans toutes les directions dans un fluide (principe de Pascal).

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

- Utiliser la démarche de recherche pour explorer les applications courantes des principes de la mécanique des fluides et leurs emplois connexes.
- Utiliser les termes justes pour décrire ses activités d'expérimentation, de recherche, d'exploration et d'observation.

CONTEXTE SCIENTIFIQUE

Le baromètre

- La pression atmosphérique se mesure à l'aide d'un baromètre (la racine grecque *baros* signifie « pesanteur »). Le baromètre traditionnel consiste en un tube de verre ouvert placé à l'envers dans un réservoir de mercure. Il se lit comme un thermomètre et son unité de mesure est l'hectopascal (1 hectopascal est égal à 100 pascals). Le mercure est utilisé parce qu'il est très dense : un liquide moins dense, comme l'eau, nécessiterait un tube beaucoup plus long pour échelonner les mêmes valeurs barométriques.
- La pression de l'air augmente quand l'air devient plus dense à cause d'une augmentation du nombre de ses particules. Ces particules additionnelles exercent plus de pression sur le mercure du réservoir, ce qui le pousse plus haut dans le tube de verre. Inversement, quand ces particules d'air s'échappent ailleurs, la pression sur le mercure diminue et il redescend dans le tube.
- La pression d'air diminue à mesure que nous nous éloignons de la surface de la Terre, étant donné que moins de particules d'air font pression sur nous. En conséquence, les baromètres peuvent servir à mesurer l'altitude. (Un baromètre servant à mesurer l'altitude est

appelé un altimètre.) En général, la pression de l'air diminue de 0,3 kilopascal (3 hectopascals) pour chaque 25 mètres d'ascension.

La pression atmosphérique et la météo

- Le baromètre est un outil essentiel aux météorologues parce qu'un changement dans la pression d'air est généralement accompagné de changements dans les conditions météorologiques. Même si prédire la météo peut rapidement devenir compliqué, les zones de haute pression entraînent généralement des conditions claires et sèches, et les zones de basse pression amènent des précipitations.
- L'air circule autour du globe par grandes masses, ou zones, pouvant couvrir des milliers de kilomètres carrés. En tout temps, chacune de ces zones est caractérisée par une pression d'air. À l'intérieur d'une zone de haute pression, comme l'air est plus dense il tombe vers la Terre : il se réchauffe dans sa chute, ce qui a tendance à empêcher la formation de nuages et entraîne un temps ensoleillé. Dans une zone de basse pression, l'inverse se produit : l'air plus léger se rafraîchit et se condense en s'élevant, puis forme des nuages de pluie ou de neige.

Durée

45–60 min

À voir

Sous l'effet de la pression, certains fluides se comportent différemment des autres.

Les systèmes utilisent les fluides pour accomplir des tâches.

On retrouve des systèmes de fluides sous pression autant dans la nature que dans les appareils fabriqués par les êtres humains.

Vocabulaire

- pression
- pression atmosphérique
- principe de Pascal

Habiletés

Exécuter
Observer
Analyser

Matériel à prévoir

(pour chaque équipe)

- verre en plastique transparent
- grand récipient en plastique
- fiche en carton (suffisamment grande pour recouvrir le verre)
- eau

Ressources pédagogiques

DR 9.4-1 : Sciences en action : Fabrique ton propre baromètre
Grille d'évaluation 1 : Connaissance et compréhension
Grille d'évaluation 2 : Habiletés de la pensée
BO 2 : La démarche scientifique et l'expérimentation
Site Web de sciences et technologie, 8^e année : www.duvaleducation.com/sciences

Ressources complémentaires

JACKSON, Jack. *Le guide complet de la plongée sous-marine*, Paris, Éd. De Vecchi, 2007.

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

- Des changements rapides de pression d'air tendent à être accompagnés de changements rapides de conditions météorologiques. Si, à l'approche d'une tempête, le baromètre indique une chute soudaine de pression, la tempête ne sera probablement pas de longue durée. Une baisse graduelle de pression, toutefois,

annonce souvent une plus longue période de temps humide et nuageux.

- Le fait que la pression d'air augmente et diminue naturellement au cours de la journée, même si les conditions météorologiques demeurent constantes, complique l'établissement des prévisions météorologiques.

À la maison

Encouragez les élèves à écouter ou regarder les prévisions météorologiques à la télévision, à la radio ou dans Internet. Demandez-leur de porter attention au nombre de fois où il est fait mention de la pression atmosphérique, et d'expliquer dans leurs propres mots comment cette pression est liée aux conditions météorologiques.

Activité de fin d'unité

Un jouet lourd qui nécessitera une plus grande force pour bouger devra sans doute fonctionner à l'aide d'un système hydraulique. Un système pneumatique sera probablement plus approprié dans le cas d'un jouet plus léger. Les élèves devraient également songer à l'environnement dans lequel évoluera leur jouet. Un jouet qui se déplacera dans l'eau aura plus facilement accès à un fluide hydraulique; un objet qui planera aura plus facilement accès à un fluide pneumatique.

IDÉES FAUSSES À RECTIFIER

- *Repérage* Les élèves pourraient avoir de la difficulté à distinguer la signification scientifique du mot « pression » de sa signification courante.
- *Clarification* Dans le langage courant, nous utilisons le mot « pression » pour faire référence à une chose que nous devons faire de toute urgence, ou à une situation stressante à cause de son importance. Une ou un athlète pourra parler de la pression qui vient avec toute tentative de compter un but vainqueur, comme une ou un élève pourra parler de la pression amenée par un examen de fin de session. On dit souvent que la pression « pèse sur nos épaules », et les gens qui sortent d'une situation ayant amené beaucoup de pression parlent d'un « poids enlevé de leurs épaules ». Lorsque nous nous exprimons ainsi, nous nous approchons de la signification scientifique de ce terme. Expliquez aux élèves que, dans le langage courant, le terme « pression » fait référence à un poids métaphorique, alors que dans le langage scientifique, il réfère à un poids ou à une force physiques.
- *Et maintenant?* À la fin de la leçon, demandez aux élèves : *Dans laquelle de ces phrases le mot « pression » a-t-il une signification scientifique et dans laquelle a-t-il une signification courante?*
 - *Mes camarades ont fait pression sur moi pour que j'obtienne mon permis de conduire.*
 - *Mon lourd sac à dos faisait pression sur mes épaules.*(Dans la première phrase, le mot « pression » a une signification courante, et dans la deuxième une signification scientifique.)

NOTES PÉDAGOGIQUES

1 Stimuler la participation

- Apportez en classe plusieurs petites troussees pour faire des bulles de savon. Commencez la leçon en demandant aux élèves de lever la main s'ils ont déjà fait des bulles de savon. Demandez aux élèves qui ont levé leur main quelle forme ont les bulles. (Ce sont des sphères.) Mettez les élèves au défi de faire des bulles ovales ou rectangulaires plutôt que sphériques. Après quelques minutes, il devrait être évident que cela est impossible. Expliquez aux élèves que les bulles sont rondes parce que les fluides (comme le mélange de savon liquide) transfèrent les forces (comme le souffle des élèves) également dans toutes les directions : pour obtenir une bulle d'une autre forme, il faudrait que le souffle d'une personne aille davantage dans une direction que dans une autre. Mentionnez-leur que cette propriété des fluides, qu'ils étudieront dans cette leçon, est appelée le « principe de Pascal ».

2 Explorer et expliquer

- Encouragez les élèves à rechercher l'idée principale dans chaque paragraphe en prenant des notes. Vous trouverez d'autres outils d'aide à l'apprentissage en lien avec cette stratégie à la page 114 de ce guide.

- Expliquez aux élèves que même si ce chapitre porte principalement sur les fluides sous pression, toutes les substances qui ont une pesanteur, qu'il s'agisse de solides, de liquides ou de gaz, exercent de la pression. Elles le font même lorsqu'elles ne bougent pas, étant donné que même immobiles, elles sont attirées vers la Terre par la force gravitationnelle. Une personne exerce une pression sur le sol lorsqu'elle se tient debout, sur le lit lorsqu'elle est couchée et sur la chaise lorsqu'elle est assise.
- Demandez aux élèves de faire l'activité **Sciences en action : Observer la pression atmosphérique**.

SCIENCES EN ACTION : OBSERVER LA PRESSION ATMOSPHÉRIQUE

Objectif

- Les élèves détermineront si la pression atmosphérique s'exerce aussi vers le haut en plus de s'exercer vers le bas.

À noter

- Les élèves devront peut-être faire plusieurs essais avant de trouver la quantité d'eau appropriée par rapport à la taille de la fiche. Habituellement, une trop grande quantité d'eau sera trop lourde pour être soutenue par la fiche et une quantité trop petite ne créera pas suffisamment de succion pour maintenir la fiche en place. La quantité appropriée devrait se situer entre un demi-verre et trois quarts de verre.
- Les élèves doivent presser fermement la fiche sur le verre avant de retourner le tout à l'envers. Pour que cette expérience fonctionne, la pression à l'intérieur du verre doit être égale à la pression à l'extérieur du verre. La meilleure façon de s'en assurer consiste à presser le verre pour faire sortir un peu d'eau ou d'air avant de renverser le tout, pour abaisser légèrement la pression à l'intérieur de ce verre.
- Distribuez plusieurs fiches à chaque élève. Si une fiche devient mouillée, elle devrait être remplacée par une autre.

Suggestions de réponses

- A.** Exemple de réponse : Les particules d'air qui se trouvent sous le verre exercent une pression sur la fiche. La pression d'air à l'extérieur du verre est supérieure au poids de l'eau qui presse sur la fiche. C'est ce qui maintient la fiche en place sous le verre.

- Vous voudrez peut-être demander aux élèves de réaliser l'activité du DR 9.4-1, « Sciences en action : Fabrique ton propre baromètre ». Dans le cadre de cette activité, les élèves travailleront à deux pour concevoir leur propre baromètre. Ils se serviront ensuite de ce baromètre pour observer et mesurer les changements de pression atmosphérique qui s'opèrent au fil du temps.

3 Approfondir et évaluer

- Demandez aux élèves d'écrire un paragraphe pour expliquer comment ils se servent des fluides sous pression dans leur vie quotidienne. Ils devraient réfléchir à la façon dont les fluides pressurisés facilitent l'exécution de certaines tâches, ainsi qu'à la façon dont ils devraient exécuter ces tâches s'ils ne pouvaient pas se servir des fluides pressurisés. Ils pourraient, entre autres, songer à des activités quotidiennes telles que la douche ou le bain, la cuisine ou encore le ménage. Ensuite, demandez à des volontaires de nommer certaines des activités qu'ils ont mentionnées dans leur texte. Dressez une liste de leurs suggestions au tableau. Puis, avec le groupe entier, attribuez une note à l'importance des fluides dans notre société actuelle sur une échelle de 1 à 5.
- Demandez aux élèves de répondre aux questions de la rubrique **Vérifie ta compréhension**.

Occasions d'évaluation

Vous pourriez utiliser la Grille d'évaluation 1, « Connaissance et compréhension », et la Grille d'évaluation 2, « Habiletés de la pensée », pour évaluer le travail des élèves dans le cadre de l'activité **Sciences en action**. Plus précisément, vous voudrez peut-être juger de la validité de leurs conclusions sur la relation entre leurs observations et la pression atmosphérique.

VÉRIFIE TA COMPRÉHENSION – SUGGESTIONS DE RÉPONSES

1. D'un point de vue scientifique, la pression est une mesure de la force appliquée sur une unité de surface. Elle est mesurée en pascals, c'est-à-dire en newtons par mètre carré.
2. Exemple de réponse : La pression atmosphérique est le poids de l'atmosphère terrestre faisant pression sur une surface. La pression de l'eau est la force de l'eau faisant pression sur une surface.
3. Exemple de réponse : Selon le principe de Pascal, une force appliquée à un fluide dans un contenant est transmise de manière égale et dans toutes les directions à l'ensemble du fluide.
4. Comme l'eau est très dense, elle exerce beaucoup de pression sur les objets submergés. Comme les adeptes de plongée sous-marine se rendant jusqu'aux grands fonds sous-marins se retrouvent beaucoup plus loin sous la surface de l'eau que les personnes qui plongent près de la surface, la pression de l'eau exercée sur eux est beaucoup plus grande que celle qui s'exerce sur les autres plongeurs et plongeurs. Les gens qui plongent en eau profonde doivent donc être davantage protégés contre la pression.

Vers la littérature

Prendre des notes : les idées principales

- Dites aux élèves que cerner les idées principales d'un texte leur permettra de s'assurer qu'ils en comprennent bien les idées maîtresses. Rappelez-leur que l'idée principale d'un paragraphe est celle qui a le plus d'importance et que les autres phrases du paragraphe viennent souvent étayer.
- Dites aux élèves de noter l'idée principale de chaque paragraphe au cours de leur lecture de la section. Demandez-leur comment cet exercice pourrait les aider à étudier en prévision d'un test ou d'une interrogation surprise. (Les interrogations et les tests portent surtout sur les idées principales se rapportant aux concepts : il est donc important de cerner et d'apprendre ces idées en priorité.)

Enseignement différencié

Outils +

- Vous pourriez rappeler aux élèves qui ont de la difficulté à saisir le principe de Pascal, les expériences qu'ils ont menées avec des seringues aux sections 9.2 et 9.3. Installez à nouveau un système comportant des seringues de différentes tailles pour que les élèves puissent comparer concrètement les forces exercées sur différentes grandeurs de surfaces.

Défis +

- Proposez aux élèves qui ont apprécié l'activité **Sciences en action** de se renseigner davantage sur la relation entre la pression de l'air, la tension superficielle et l'adhérence, permettant à la fiche de rester collée au verre.

Élèves en français langue seconde

FLS

- Les élèves en FLS pourraient avoir de la difficulté à définir le principe de Pascal dans leurs propres mots. Vérifiez leur compréhension en les encourageant à dessiner des schémas illustrant l'équilibre de pression dans les divers systèmes.
- Les élèves que cela intéresse voudront peut-être faire une recherche sur le lien entre la pression de l'eau dans les fonds marins et la biologie des organismes qui y vivent. Demandez-leur de réfléchir à la raison pour laquelle les poissons des grands fonds ne sont pas écrasés par la pression extrême qui s'exerce sur leur corps. (La pression à l'intérieur de leur corps équivaut pratiquement à la pression externe qui s'exerce sur leur corps.) Vous pourriez aussi encourager les élèves à déterminer quelles conséquences découlent du fait de remonter un poisson de grands fonds vers la surface, où la pression est bien moindre. (Son corps « explose » [ou gonfle à l'extrême] parce que la pression intérieure est alors beaucoup plus grande que la pression extérieure.) Demandez-leur de faire un remue-ménages pour trouver les obstacles que doivent surmonter les scientifiques qui étudient les organismes des grands fonds à la fois dans leur habitat naturel et en captivité. Les élèves voudront peut-être aussi se

renseigner sur les adaptations qui permettent à des organismes comme le phoque de Weddell et l'éléphant de mer de plonger régulièrement de la surface pour se rendre dans les grands fonds, et comparer ces animaux aux organismes qui passent toute leur vie dans ces grands fonds.

- Les mots ayant plus d'une signification peuvent être problématiques pour les élèves en FLS. Regroupez ces élèves en petites équipes et aidez-les à enrichir leur vocabulaire en revoyant avec eux les diverses définitions des mots « pression » (force physique et stress psychologique), « force » (à la fois nom et déclinaison de verbe) et « tête » (d'une punaise).

Info techno : Une merveille hydraulique : la *Falkirk Wheel*

- La méthode traditionnelle pour relier les canaux ayant différents niveaux d'eau consiste à construire des écluses. Une écluse est constituée de deux portes : une à chacune de ses extrémités. Quand un bateau a pénétré dans l'écluse du canal ayant le plus haut niveau d'eau, les portes se referment et on laisse écouler l'eau hors de cette écluse pour qu'elle atteigne le niveau d'eau du canal plus bas. Les portes sont alors ouvertes et le bateau pénètre dans ce canal. Quand le bateau se présente sur le canal plus bas, l'inverse se produit : l'eau pénètre graduellement dans l'écluse jusqu'à ce qu'elle atteigne le niveau du canal plus haut.
- Les écluses sont efficaces, mais prennent beaucoup d'espace. Lorsque l'écart entre les niveaux d'eau des deux canaux est très grand, on doit construire une série d'écluses qui forment un « escalier » entre ces deux canaux. La *Falkirk Wheel* a l'avantage de pouvoir faire passer les bateaux d'un canal à l'autre en une seule étape, éliminant de ce fait la série d'écluses auparavant nécessaires pour faire le même travail.
- La *Falkirk Wheel* est composée de deux « bras » parallèles (les gens qui les ont conçus se sont en partie inspirés des lances à double tête qu'utilisaient les Celtes qui vivaient près de Falkirk pour leur donner leur forme) : ces deux bras sont liés à leurs extrémités par deux bacs d'eau, ou gondoles, et à leur centre par un essieu actionné par des moteurs hydrauliques. Cet essieu est entouré d'une grande roue dentée qui actionne deux autres petites roues dentées, qui à leur tour actionnent les deux grandes roues dentées qui maintiennent les gondoles à l'horizontale.
- Comme les deux gondoles ont toujours le même poids, dans un contexte idéal elles maintiendraient leur équilibre quand la roue tournerait ; toutefois, des forces telles que la friction réduisent l'efficacité du système et rendent nécessaire l'utilisation de l'engrenage. Pour empêcher la roue de se fissurer à la suite de tensions extrêmes causées par la rotation continue des bras dans les deux directions, les spécialistes en ingénierie ont placé plus de 15 000 boulons serrés à la main aux principaux points de jonction de la structure.

PROGRESSION DANS L'APPRENTISSAGE

Ce qu'il faut surveiller

Ce qui indique que les élèves peuvent...

- distinguer la signification scientifique du mot « pression » de la signification courante de ce mot ;
- comparer la pression atmosphérique à la pression de l'eau ;
- se baser sur le principe de Pascal pour expliquer les effets qu'ont des pistons de différentes tailles sur les fluides.