

7.2 Les fluides et la masse volumique

Mots clés

déplacement
fluide
masse volumique

Les fluides sont une forme de la matière capable de s'écouler. La masse volumique est la mesure de la masse dans un volume donné. Les substances dont la masse volumique est faible flotteront dans les substances dont la masse volumique est élevée.

Qu'ont en commun le sirop à crêpe, l'eau d'une rivière et la lave d'un volcan ? Ce sont des fluides (voir la figure 7.7). Un **fluide** est toute forme de la matière capable de s'écouler. Les liquides et les gaz sont capables de s'écouler parce qu'ils ne possèdent pas de forme fixe. Les solides ont une forme fixe et ne peuvent donc s'écouler. Par conséquent, les solides ne sont pas des fluides. Ton corps contient beaucoup de fluides comme le sang et le cytoplasme liquide à l'intérieur des cellules. L'air entre dans tes poumons à chaque inhalation et en ressort à chaque expiration.

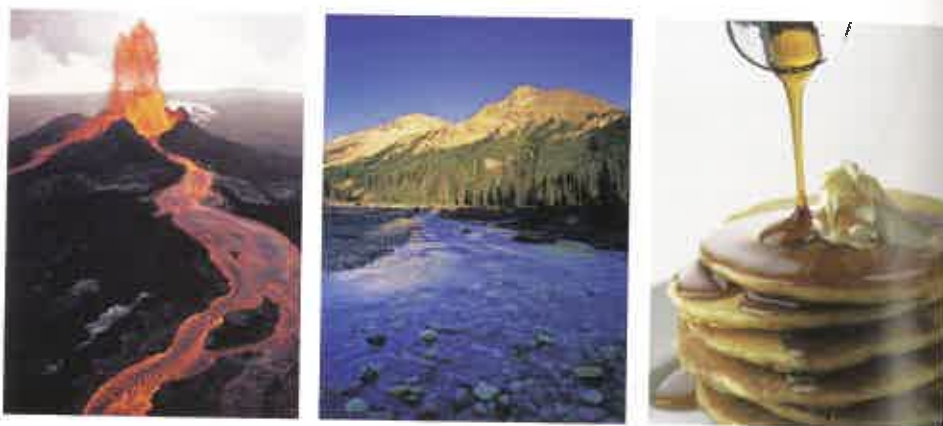


Figure 7.7 La lave s'écoule d'un volcan en éruption, l'eau s'écoule dans une rivière et le sirop à crêpes s'écoule de son contenant.

Les fluides peuvent s'écouler

7-5

Réfléchis bien

Les liquides et les gaz sont des fluides, c'est-à-dire des formes de la matière qui peuvent s'écouler. Dans cette activité, tu utiliseras ta connaissance des fluides.

Ce que tu dois faire

Divise une feuille de cahier en quatre. Nomme les sections Boîte A, Boîte B, Boîte C et Boîte D.

1. Dans la Boîte A, énumère tous les fluides que tu connais.
2. Dans la Boîte B, énumère plusieurs moyens qui te permettraient de faire s'écouler un fluide plus rapidement.
3. Dans la Boîte C, suggère plusieurs applications (utilisations) où le chauffage des fluides est important.
4. Dans la Boîte D, suggère plusieurs applications où le refroidissement des fluides est important.
5. Mets en commun ton information avec une ou un camarade de classe.

Les solides, les liquides et la masse volumique

La **masse volumique** est une propriété utile dans la compréhension à la fois des fluides et des solides. La masse volumique est la masse contenue dans un volume donné. En d'autres mots, la masse volumique décrit dans quelle mesure les particules sont rapprochées les unes des autres dans une substance. Tu peux comparer la masse volumique aux véhicules qui circulent sur une autoroute. Un embouteillage comme celui montré dans la figure 7.8 est un modèle de masse volumique élevée. La photographie de la figure 7.8 où la circulation est clairsemée et fluide est un modèle de faible masse volumique.



Figure 7.8 Lorsque le trafic est très dense, les véhicules se déplacent lentement.

Prédis quel état sera le plus dense : un solide, un liquide ou un gaz ? Examine la figure 7.9. L'aluminium (un solide) est plus dense que l'eau (un liquide) et l'eau est plus dense que l'air (un mélange gazeux), mais pourquoi ? La clé pour comprendre la masse volumique est l'espace entre les particules. Les particules dans une feuille d'aluminium solide sont très rapprochées les unes des autres, tandis qu'il y a suffisamment d'espace entre les particules d'eau liquide pour leur permettre de changer de position. Les particules d'air peuvent se déplacer librement et il y a beaucoup d'espace entre elles. Les particules dont la masse volumique est plus faible « flotteront » sur les particules dont la masse volumique est plus élevée. Lorsque la température augmente, une substance passe de l'état solide à l'état liquide puis à l'état gazeux. Selon la théorie cinétique moléculaire, les particules d'une substance se dispersent lorsque leur énergie augmente sous l'effet de la chaleur. Ces particules occupent plus d'espace, ce qui signifie que la masse volumique de la substance est moins grande.

La plupart des substances sont plus denses sous leur forme solide que sous leur forme liquide, mais l'eau est une exception. Lorsque l'eau gèle, les particules s'éloignent légèrement en prenant une position statique. Par conséquent, la glace flotte, car elle est moins dense que l'eau liquide (voir la figure 7.10).

Figure 7.10 La flottabilité de la glace sur l'eau rend la vie possible dans les lacs d'eau douce. Si la glace coulait vers le fond lors du gel, les lacs deviendraient complètement solides. Or, la glace se forme lentement du haut vers le bas en flottant, formant une barrière isolante contre les températures froides.



Le savais-tu ?

Il existe un espace entre les grains de sucre. Lorsque tu fais fondre du sucre pour faire des bonbons, le sucre devient fluide. Une fois refroidi, le sucre se contracte, rendant le bonbon plus dense que le sucre original.



Figure 7.9 Un contenant scellé contient de l'air, de l'eau et un bloc d'aluminium.

Lien

La section 10.2 offre plus d'information sur la masse volumique de l'eau et de la glace.

En règle générale, les solides sont plus denses que les liquides et les liquides sont plus denses que les gaz. Tu découvriras ici si un fluide peut être plus dense qu'un solide.

Fluide	Masse volumique (g/mL)	Solide	Masse volumique (g/cm ³)
hydrogène	0,00009	mousse de polystyrène	0,005
hélium	0,0002	liège	0,24
air	0,0013	écorce	0,70
oxygène	0,0014	sucre	1,59
dioxyde de carbone	0,002	sel	2,16
alcool éthylique	0,79	aluminium	2,70
huile de machine	0,90	fer	7,87
eau	1,00	nickel	8,90
eau de mer	1,03	cuivre	8,92
glycérine	1,26	plomb	11,34
mercure	13,35	or	19,32

Ce que tu dois faire

Le tableau présente les masses spécifiques arrondies de certaines substances courantes à 20 °C. Plus le nombre est élevé et plus la substance est dense. Utilise l'information du tableau pour répondre aux questions suivantes.

1. Quelle est la substance la plus dense ?
2. Quelle est la substance la moins dense ?
3. Quel fluide est plus dense que le plomb ?
4. Lequel des trois solides a une masse volumique plus petite que l'eau ?
5. a) Quelles substances flotteraient sur l'eau ?
b) Quelles substances couleraient dans l'eau ?
6. Quels métaux sont moins denses que le mercure ?

Les couches de fluides

Imagine deux béchers, un rempli d'eau et l'autre rempli de sirop de maïs. Lequel possède la masse la plus grande : l'eau ou le sirop de maïs ? Lequel possède la masse volumique la plus élevée ? Rappelle-toi que la masse volumique est la masse dans un volume donné. Lorsque tu compares la masse de différents types de substances d'un même volume, tu compares leur masse volumique.

Certains liquides flottent sur d'autres. Ces liquides forment des couches en fonction de leur masse volumique ; les liquides moins denses flottent sur les liquides plus denses si on ne les mélange pas ensemble. Quelles couches formeraient le sirop de maïs et l'eau si on les plaçait dans un même bécher ? Même si le volume des deux liquides est identique, la masse du sirop de maïs est plus grande ; sa masse volumique est donc supérieure à celle de l'eau. Si on les place ensemble dans le même contenant, l'eau flottera sur le sirop de maïs.

La disposition en couches selon la masse volumique peut aussi se produire à l'intérieur d'une même substance. L'air en est un excellent exemple ; les différentes masses spécifiques de l'air jouent un rôle important sur les conditions météorologiques. Lorsque l'air se réchauffe près du sol lors des chaudes journées d'été, l'énergie des particules augmente et elles s'éloignent de plus en plus les unes des autres. L'air chaud monte, car il possède une masse volumique plus faible que l'air environnant (voir la figure 7.11). L'air froid s'engouffre alors sous cet air chaud, ce qui crée du vent.

Lien

La section 5.1 contient de l'information sur les couches d'air et les mirages.

L'air est un mélange de plusieurs types différents de particules, mais il est principalement constitué d'azote et d'oxygène. Les particules d'air sont relativement denses près du sol. En prenant de l'altitude, nous traversons des zones où l'air est moins dense. Plus l'altitude est élevée et plus les particules d'air sont dispersées ; nos poumons ne captent plus suffisamment de particules d'oxygène à chaque respiration (voir la figure 7.12).

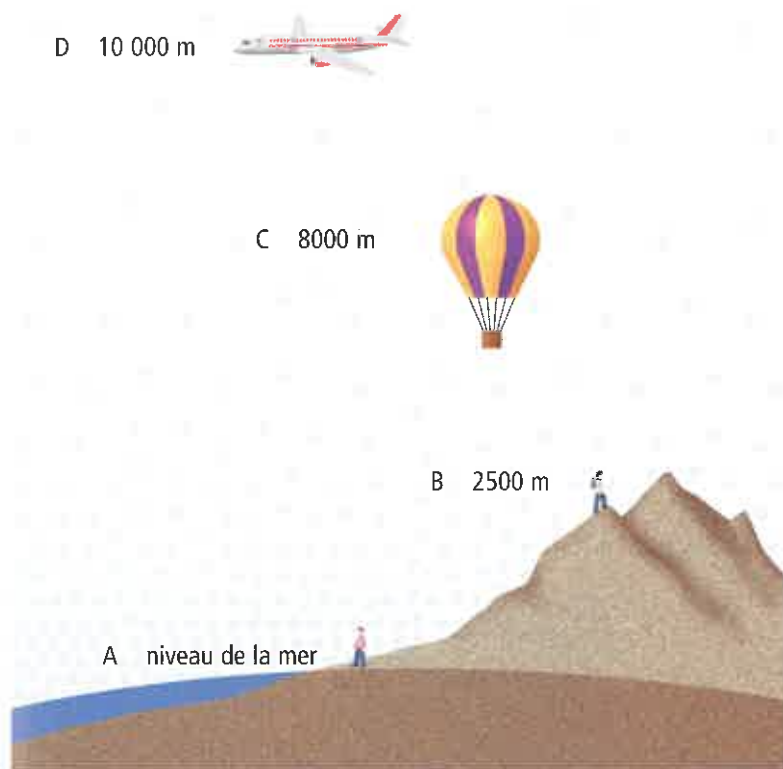


Figure 7.12 Au niveau de la mer (A), il y a suffisamment de molécules d'oxygène pour nous permettre de respirer. La plupart des gens peuvent grimper jusqu'à une altitude de 2 500 m sans ressentir d'effets secondaires (B). Monter plus haut provoquera probablement des symptômes dus au manque d'oxygène. Les masques à oxygène sont alors nécessaires. (C) Les gros avions volent à haute altitude en raison de la faible masse volumique de l'air (D). Comme il y a de grands espaces vides entre les particules, l'avion rencontre moins de résistance, ce qui lui permet de voler plus facilement et de consommer moins de carburant.

Vérifie ta lecture

1. Explique pourquoi les gaz et les liquides sont des fluides, mais non les solides.
2. Qu'arrive-t-il à la masse volumique d'une substance lorsqu'on la chauffe ?
3. Pourquoi la glace flotte-t-elle sur l'eau ?
4. Pourquoi la glace flotte-t-elle sur le sirop de maïs ?
5. Qu'est-ce qui provoque le vent au niveau du sol lors d'une chaude journée d'été ?
6. Pourquoi y a-t-il plus d'oxygène au niveau de la mer qu'en haute altitude ?



Figure 7.11 Quand l'air chaud moins dense monte dans l'atmosphère, il contient de la vapeur d'eau. Dès que la vapeur d'eau atteint les couches plus froides de l'atmosphère, elle se condense en fines gouttelettes qui prennent la forme de nuages.

Le savais-tu ?

Les cabines des gros avions sont pressurisées afin que la masse volumique de l'air dans l'avion soit similaire à celle au sol. Si la cabine de l'avion se dépressurise, les masques d'oxygène tombent au-dessus des passagers pour leur fournir de l'oxygène.

Suggestion d'activités

Activité d'exploration 7-8
à la page 268



Figure 7.13 La SuperBall^{MC} coule dans l'huile, mais flotte sur l'eau!

La mesure de la masse volumique

La disposition en couches est une technique utile pour comparer les masses spécifiques (voir la figure 7.13). Lorsqu'un objet est placé dans un fluide moins dense, l'objet coule au fond. Si le fluide est plus dense que l'objet, l'objet flotte. Si l'objet et le fluide possèdent la même masse volumique, l'objet « fait du sur-place ». La disposition en couches permet de déterminer si une substance est plus dense qu'une autre substance. Toutefois, la disposition en couches ne peut pas être utilisée avec les solides. Les solides ne coulent pas et leurs particules sont si rapprochées que les autres substances ne peuvent passer à travers. Comment peux-tu mesurer la masse volumique d'une substance ?

Rappelle-toi que la masse volumique est la masse contenue dans un volume donné. Pour connaître la masse volumique d'une substance, tu dois connaître sa masse et son volume. Pour déterminer la masse, on peut utiliser une balance ou une balance électronique (voir la figure 7.14).

Le volume d'un solide se mesure habituellement en centimètres cubes (cm^3). Le centimètre cube est le volume d'un cube dont les côtés mesurent 1 cm. Autrement dit, le volume d'un objet est égal au nombre de cubes de 1 cm de côté nécessaires pour remplir cet objet. Le volume d'un objet de forme géométrique peut être calculé mathématiquement (voir la figure 7.15).



Figure 7.14 Une balance à trois fléaux indique que la pomme a une masse de 94 g.



Figure 7.15 Pour les objets qui ont la forme d'un bloc, on peut calculer le volume mathématiquement avec l'équation suivante : volume = longueur \times largeur \times hauteur.

Vérifie ta lecture

1. Comment calcules-tu le volume d'un solide rectangulaire ?
2. Comment calcules-tu le volume d'un solide aux formes irrégulières ?
3. Quelles sont les deux mesures dont tu as besoin pour calculer la masse volumique ?
4. Quel est le volume d'une boîte rectangulaire d'une longueur de 10 cm, d'une largeur de 5 cm et d'une hauteur de 2 cm ?

Le déplacement

Comment pourrais-tu mesurer le volume d'un objet de forme irrégulière? Le **déplacement** est l'espace occupé par un objet immergé dans un fluide. As-tu déjà remarqué la hausse du niveau de l'eau dans le bain lorsque tu y entres? La quantité d'eau que tu déplaces équivaut au volume de ton corps qui se trouve dans l'eau. En mesurant le déplacement d'un objet, tu peux mesurer son volume.

Le calcul de la masse volumique

Si tu connais la masse et le volume d'une substance, tu peux calculer sa masse volumique. Tu peux calculer la masse volumique autant des fluides que des solides. Les unités de masse volumique varient en fonction de la méthode utilisée pour mesurer la masse et le volume des objets. La masse volumique des fluides est habituellement mesurée en g/mL, tandis que celle des solides est habituellement mesurée en g/cm³ (un volume de 1 mL équivaut à un volume de 1 cm³).

$$\text{Masse volumique } (M_v) = \frac{\text{masse } (m)}{\text{volume } (V)}$$

Lis la question :

1 mL de glycérine possède une masse de 1,26 g.
Quelle est la masse volumique de la glycérine?

Utilise la formule :

$$\begin{aligned} M_v &= \frac{m}{V} \\ &= \frac{1,26 \text{ g}}{1 \text{ mL}} \end{aligned}$$

Donne la réponse :

La masse volumique de la glycérine est de 1,26 g/mL.

Exercices pratiques

1. Quelle est la masse volumique d'un cube de sucre de 2 cm³ dont la masse est de 3,18 g?
2. Un échantillon de 3 mL d'huile a une masse de 2,64 g? Quelle est la masse volumique de l'huile?
3. Un morceau de plomb de 1 cm³ a une masse de 11,34 g; 1 cm³ de fer a une masse de 7,87 g. Quel solide possède la masse volumique la plus grande?



La masse volumique et les dinosaures

L'iridium est la substance la plus dense qui existe dans la nature. Ce métal jaune blanchâtre dur et cassant a une masse volumique de 22,65 g/cm³. Il existe un lien entre l'iridium et la fin du règne des dinosaures. Découvres-en davantage sur l'iridium et son lien avec les dinosaures. Commence ta recherche à l'adresse indiquée ci-dessous et suis les étapes.

www.cheneliere.ca



Réponses

1. 1,59 g/cm³
2. 0,88 g/mL
3. Le plomb