


La masse volumique et la masse d'une substance dans un volume donné



Debout dans la nacelle, tu regardes le ballon géant au-dessus de toi. Tu as peine à croire que bientôt tu t'élèveras dans les airs. Le pilote à tes côtés lève le bras et allume le brûleur qui se met à cracher une flamme et de la chaleur à l'intérieur du ballon. Soudain, et sans heurts, tu t'éloignes du sol. C'est comme si la Terre s'éloignait de toi, alors que c'est toi qui te déplaces doucement, te laissant emporter dans les airs, sous l'influence des vents.

Sans moteur à réaction, ni hélice, comment les montgolfières réussissent-elles à s'élever dans les airs? La réponse réside dans la masse volumique (ou densité) de l'air à l'intérieur du ballon. Dans ce chapitre, tu étudieras ce qu'est la masse volumique et tu apprendras comment elle caractérise chaque substance. Tu étudieras également comment la masse volumique joue un rôle dans les interactions qu'ont les substances les unes avec les autres.

Ce que tu apprendras

À la fin de ce chapitre, tu pourras :

- **décrire** les différences entre la masse, le volume et la masse volumique ;
- **expliquer** la relation qui existe entre la masse, le volume et la masse volumique, et ce, au moyen de la théorie particulaire ;
- **prédire** comment la température agit sur la masse volumique d'une substance.

Pourquoi est-ce important ?

La masse volumique est une propriété qui peut permettre d'identifier une substance particulière. De plus, le fait de comprendre la notion de masse volumique peut nous aider à comprendre comment fonctionnent les choses qui nous entourent.

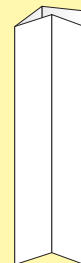
Les compétences que tu utiliseras

Dans ce chapitre, tu devras :

- **déterminer** des rapports masse/volume pour différentes quantités d'une même substance ;
- **mesurer** la masse volumique de fluides et de solides ;
- **observer** comment la température et la masse volumique affectent notre vie quotidienne.

Prépare ton aide-mémoire repliable comme ci-dessous pour prendre des notes sur les notions de ce chapitre.

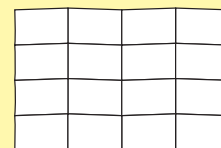
- ÉTAPE 1** Plie deux fois une feuille de papier de format légal dans le sens de la longueur, en ramenant le bord gauche sur le bord droit.



- ÉTAPE 2** Plie de nouveau la feuille à deux reprises, du haut vers le bas.



- ÉTAPE 3** Déplie la feuille et trace des lignes le long des pliures.



- ÉTAPE 4** Inscris les titres suivants dans la première rangée et la première colonne :

	Description des états	+ de chaleur	- de chaleur
Eau liquide			
Eau sous forme gazeuse			
Eau sous forme solide (glace)			

Lis et écris À mesure que tu avances dans ce chapitre, utilise ton aide-mémoire et décris les états de la matière dans la colonne intitulée « Description des états ». Note ce qui se produit lorsqu'il y a un gain ou une perte de chaleur.

* Tiré et adapté de *Dinah Zike's Teaching Mathematics with Foldables*, Glencoe/McGraw-Hill, 2003.

8.1 La définition de la masse volumique

La masse volumique est une mesure de la masse contenue dans un volume donné. Une substance ayant une masse volumique plus faible qu'une autre flottera au-dessus de cette dernière.

Mots clés

masse volumique

La masse volumique est une propriété utile à la compréhension des fluides et des solides. La **masse volumique** réfère à la quantité de matière (masse) dans un volume donné. Elle décrit dans quelle mesure les particules d'une substance sont près les unes des autres.

Tu peux comparer la masse volumique à la circulation automobile. L'embouteillage de la figure 8.1A est un exemple de masse volumique élevée. La circulation fluide et clairsemée de la figure 8.1B est un exemple de masse volumique faible.



Figures 8.1 A) Lorsque la circulation devient très dense, les véhicules ont de la difficulté à bouger. B) Lorsqu'elle est moins dense, les voitures peuvent se déplacer plus facilement.

Lien terminologique

Le mot dense vient du latin *densus*, qui signifie « épais » ou « compact ».

La masse volumique et la théorie particulaire

Selon la théorie particulaire, des substances différentes sont constituées de particules de tailles différentes. La taille, la forme et la masse des particules déterminent le nombre de particules et la masse pouvant occuper un espace donné. Par conséquent, chaque substance a sa propre masse volumique, qui dépend de la taille, de la forme et de la masse des particules.

Le modèle particulaire avance également que les particules de matière sont séparées les unes des autres par des espaces vides. Regarde de nouveau la figure 8.1B. Tu peux constater qu'il y a moins de véhicules sur l'autoroute quand il y a plus d'espace entre chaque véhicule. Le trafic est alors moins dense. De même,

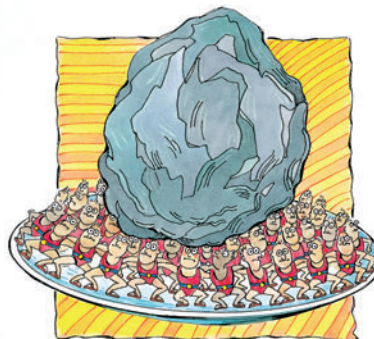
plus les particules d'une substance sont distantes les unes des autres dans un volume donné, plus la masse volumique de cette substance est faible.

La masse volumique des solides, des liquides et des gaz

Quelle relation y a-t-il entre la masse volumique d'une substance et son état physique? Imagine que tu remplisses deux récipients identiques, l'un avec de l'eau liquide, l'autre avec de la vapeur d'eau. L'eau liquide et la vapeur d'eau sont une même substance; la taille et la masse de leurs particules sont donc les mêmes. Toutefois, selon la théorie particulaire, il y a plus d'espace vide entre les particules de gaz qu'entre les particules de liquide. Par conséquent, la vapeur d'eau contenue dans le récipient comporte moins de particules que l'eau liquide. Tu peux donc en conclure que la masse volumique de la vapeur d'eau est inférieure à celle de l'eau liquide.

Quelles relations y a-t-il entre les propriétés physiques d'une substance, sa masse volumique et son état physique? Les objets solides se déplacent aisément dans les liquides et les gaz. Par exemple, un plongeur peut sauter d'une plateforme et se déplacer en douceur dans l'air puis dans l'eau d'une piscine, comme l'illustre la figure 8.2. Selon la théorie particulaire, les particules d'un fluide comme l'eau et l'air peuvent se tasser devant un solide comme le corps du plongeur.

Pourquoi les particules des solides ont-elles tendance à demeurer liées alors que les particules des fluides ont tendance à se disperser? La réponse réside dans les forces d'attraction qui existent entre les particules. Dans les solides, les particules ne peuvent être facilement séparées. Pour comprendre pourquoi, suppose que tu es avec un groupe d'amis. Ensemble, vous voulez éviter qu'un intrus ne scinde votre groupe et ne circule parmi vous. Que feriez-vous? Premièrement, vous vous tiendriez assez proches les uns des autres. Puis, vous vous agripperiez probablement très fortement les uns aux autres. Si vous ne vous lâchez pas, personne ne pourra passer entre vous. Les particules d'un solide se comportent d'une manière très semblable. Les forces d'attraction qui existent entre les particules d'un solide sont plus fortes que celles entre les particules d'un fluide. Par conséquent, les particules d'un solide ne glissent pas les unes à côté des autres, pas plus qu'elles ne circulent entre les autres.



Le savais-tu?

La masse volumique d'une substance peut-elle être plus faible à l'état solide qu'à l'état liquide? La réponse est affirmative pour certaines substances. Tu as probablement déjà observé des cubes de glace flottant dans un verre d'eau. Quand l'eau gèle et devient solide, elle se dilate. Cela signifie qu'il y a plus d'espace vide dans un morceau de glace que dans une quantité égale d'eau. Par conséquent, la glace a une masse volumique inférieure à celle de l'eau liquide.



Figure 8.2 Les particules d'un fluide se déplacent facilement lorsqu'un objet solide, comme un plongeur, traverse ce fluide.

Figure 8.3 Sur ce dessin humoristique, les haltérophiles représentent les particules serrées formant une assiette solide. L'assiette peut conserver sa forme et supporter diverses choses, comme la grosse pierre, car les haltérophiles (les particules constituant de l'assiette) s'agrippent très fortement les uns aux autres.

Le savais-tu ?

Le terme « espace vide » ne signifie pas « air ». Un espace vide correspond à l'espace qui sépare deux objets lorsqu'il n'y a rien entre ces deux objets, pas même des particules d'air. Ce n'est pas parce que l'air et l'espace vide se ressemblent que c'est la même chose ! Prenons par exemple l'espace interplanétaire, qui correspond pratiquement à l'espace vide : il ne contient pas d'air. Si des astronautes s'aventuraient à l'extérieur de leur vaisseau spatial sans masque ni réservoir d'air, ils suffoqueraient, car il n'y a pas d'oxygène dans l'espace interplanétaire.

Si tu déposes une pierre à la surface d'un lac, l'eau ne pourra la supporter : la pierre sombrera, et elle continuera de s'enfoncer en se frayant un chemin à travers les particules d'eau jusqu'à ce qu'elle touche le fond. Les liquides ne peuvent supporter les objets comme le peuvent les solides, car les particules d'un liquide se déplacent facilement, ce qui permet à un objet solide, comme une pierre, d'y pénétrer. Les forces d'attraction présentes entre les particules d'un liquide ne sont pas suffisamment fortes pour empêcher une pierre de les éloigner les unes des autres.

C'est pour la même raison qu'une pierre n'est pas freinée lorsqu'elle tombe dans l'air : les gaz ont des masses volumiques plus faibles que celles des solides, plus faibles même que celles des liquides. Lorsque tu te déplaces dans l'air, tu circules dans un espace presque vide. Un objet solide qui se déplace dans l'air rencontre moins de particules que lorsqu'il se déplace dans l'eau. C'est ce qui explique pourquoi il est plus facile et rapide de courir dans l'air que dans l'eau. En général, *les gaz ont des masses volumiques inférieures à celles des liquides, et les liquides ont des masses volumiques inférieures à celles des solides.*

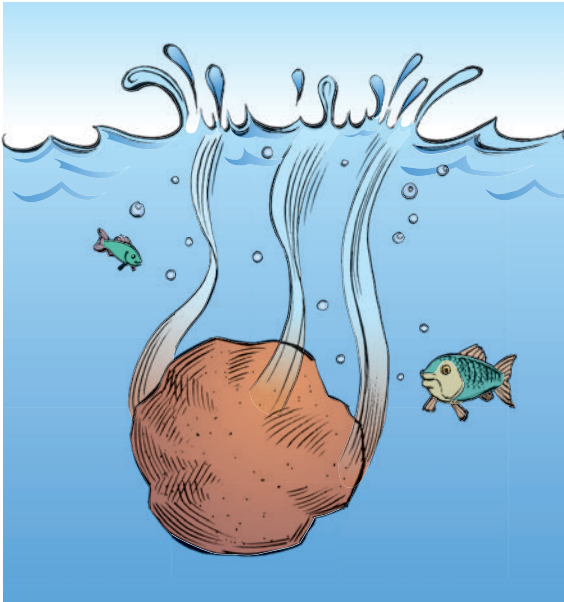


Figure 8.4 Même si les particules d'un liquide sont parfois plutôt rapprochées, elles ne peuvent supporter des objets comme le font les solides. En effet, les forces d'attraction entre ces particules ne sont pas suffisamment fortes. Les particules d'un liquide se dispersent donc facilement.

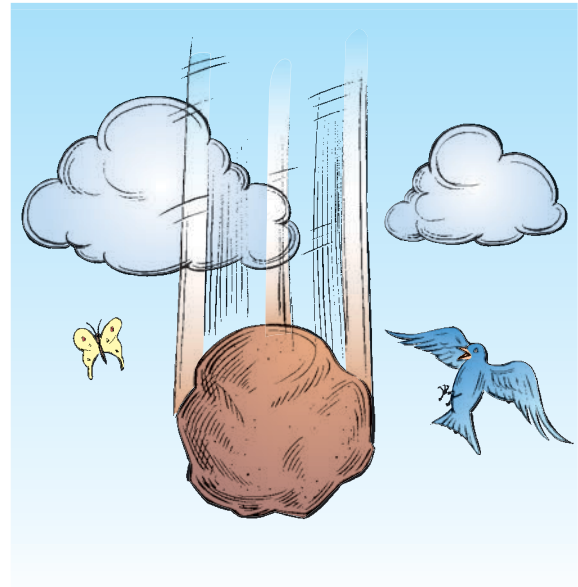


Figure 8.5 Quand un objet solide se déplace dans l'air, il ne rencontre pas autant de particules que lorsqu'il se déplace dans un liquide, parce que les gaz ont des masses volumiques plus faibles que les liquides. Les particules d'un gaz sont moins fortement attirées les unes vers les autres que ne le sont les particules d'un liquide.

À partir de ce que tu connais de la théorie particulière, que peux-tu déduire des masses volumiques de différentes substances ?

Consignes de sécurité



Matériel

De trois à cinq contenants (préparés par ton enseignant ou ton enseignante), chacun identifié par une lettre et rempli à ras bord d'une substance « mystère » différente.



Ce que tu dois faire

1. Prépare un tableau avec les titres suivants :

Échantillon (lettre)	Rang (du plus lourd au plus léger)	Substance	
		Tes prédictions	La réalité

2. Avec une ou un autre élève, soupèse chaque contenant et remarque leurs différences de poids. Ordonne-les, du plus lourd au plus léger. Attribue au contenant le plus lourd le cinquième rang (numéro 5) et au contenant le plus léger le premier rang (numéro 1). Dans ton tableau, inscris le rang correspondant à chacun des contenants, en classant ces derniers du plus lourd au plus léger.
3. Prédis quelle pourrait être la substance à l'intérieur de chaque contenant. Note tes prédictions.
4. Trouve dans la liste de contrôle de ton enseignant ou de ton enseignante de quelles substances il s'agit réellement. Note le nom de chacune des substances dans le tableau.

Qu'as-tu découvert ?

1. Quelles substances as-tu correctement identifiées (ou presque) ? Quelles substances, s'il y a lieu, se sont avérées être une surprise ?
2. Les volumes des substances étaient tous égaux, car chaque contenant était rempli à ras bord. Pourquoi, dans cette activité, était-il important de travailler avec des volumes identiques ?

Dans certains cas, les masses volumiques de deux substances pures sont tellement différentes que la masse volumique de l'une à l'état liquide est supérieure à celle de l'autre à l'état solide. La figure 8.6A illustre un exemple de ce type : de nombreux métaux solides, comme le cuivre, le nickel et l'argent, peuvent flotter sur le mercure liquide, dont la masse volumique est une des plus élevées connues. La figure 8.6B illustre un autre exemple : la masse volumique de l'eau est supérieure à celle de certains solides.



Figure 8.6A La masse volumique du mercure liquide est si élevée qu'il peut supporter un boulon de fer (solide). Une couche d'huile a été déposée à la surface du mercure pour prévenir toute évaporation dans l'air environnant, car le mercure est une substance très toxique.



Figure 8.6B Un bloc de bois (solide) flotte facilement à la surface de l'eau liquide.

Vérifie ta lecture

1. Explique dans tes propres mots ce qu'est la masse volumique.
2. Explique pourquoi les solides peuvent mieux supporter les objets que les fluides. Tu peux faire un schéma pour soutenir ton explication.
3. Qu'est-ce qui peut faire changer la masse volumique d'une substance pure? Fournis un exemple.
4. En utilisant la théorie particulière, explique pourquoi certains liquides peuvent supporter un solide.

Incredroyable mais vrai

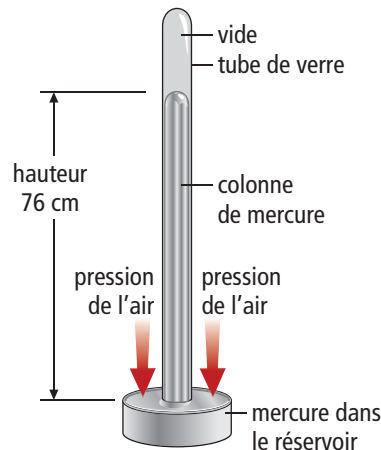
Le baromètre à mercure

Si tu écoutes les prévisions météorologiques, tu entendras souvent le météorologue parler de systèmes de basse pression et de haute pression. Le temps qu'il fait ici varie à mesure que ces systèmes sont transportés par les vents et se déplacent au-dessus de la terre. C'est au moyen d'un instrument appelé « baromètre » qu'est mesurée la pression atmosphérique. Bien qu'il existe maintenant des baromètres électriques et d'autres sortes, le baromètre originel, qui fonctionne grâce aux propriétés uniques du mercure liquide, demeure le plus courant.



Le mercure est un métal liquide à température ambiante dont la masse volumique est très élevée.

En 1643, Evangelista Torricelli inventait le premier baromètre à mercure, qui a très peu changé depuis sa conception. Pour le fabriquer, il faut tout d'abord retirer l'air d'un tube de verre qui mesure environ 76 cm de long et dont l'une des extrémités est ouverte et l'autre fermée. Puis, l'on place l'extrémité ouverte du tube dans un réservoir de mercure. La pression atmosphérique exerce une poussée sur la surface du réservoir. Le mercure descend jusqu'à ce que son poids dans le tube soit en équilibre avec la force exercée par la pression atmosphérique sur la surface du réservoir. Plus la pression est basse, plus le mercure descend dans le tube.



Pourquoi utiliser du mercure ?

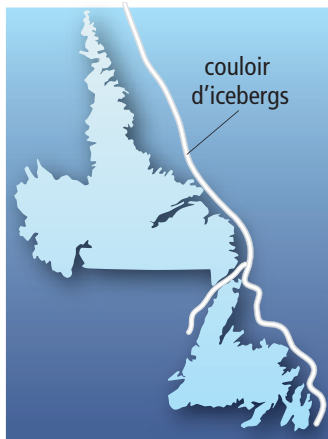
Tu te demandes peut-être pourquoi l'on n'a pas utilisé de l'eau dans ces premiers baromètres. La réponse à cette question réside dans la masse volumique élevée du mercure. Pour égaler la pression exercée par la pression atmosphérique normale (101,325 kPa), la colonne d'eau devrait mesurer 10 m de haut. Il faudrait alors travailler avec un tube de verre de 10 m de long, ce qui ne serait pas très commode ! Comme le mercure est aussi un liquide dont la masse volumique est beaucoup plus grande que celle de l'eau, une colonne de mercure haute de 76 cm suffit pour exercer une pression égale à une atmosphère.

La fin du baromètre à mercure ?

Il se peut que certains problèmes très importants liés à l'utilisation du mercure mènent à l'arrêt de la fabrication des baromètres à mercure. En effet, les scientifiques ont découvert que le mercure liquide est hautement toxique pour les humains et les autres animaux. De nombreux pays interdisent l'usage dans les industries manufacturières pour éviter de l'introduire dans l'environnement.

Les icebergs

Chaque printemps, des touristes et des habitants de Terre-Neuve-et-Labrador se rassemblent le long des côtes pour regarder passer ces mastodontes blancs et silencieux qui dérivent doucement sur l'océan. La taille de ces icebergs forts anciens est à elle seule impressionnante, surtout quand on sait que l'on ne voit que la « partie émergée de l'iceberg ». La région qui s'étend de l'extrémité nord du Labrador jusqu'aux Grands Bancs de Terre-Neuve porte le nom de « couloir d'icebergs ». C'est cette trajectoire que suivent de nombreux icebergs lors de leur périple de l'Arctique vers les mers plus chaudes.



Le couloir d'icebergs est réputé pour être un des meilleurs endroits au monde où admirer les icebergs.

D'où viennent les icebergs qui défilent le long du couloir d'icebergs ?

Ces icebergs sont issus des glaciers du Groenland. Lorsqu'un iceberg se détache de l'extrémité d'un glacier, il est capté par le courant du Labrador et suit lentement le couloir d'icebergs le long des côtes du Labrador, puis de Terre-Neuve. Un iceberg a besoin de deux à trois ans pour franchir la distance qui sépare le Groenland des Grands Bancs de Terre-Neuve !

La « partie émergée de l'iceberg »

Tu as probablement déjà entendu dire que 90 % d'un iceberg demeure immergé. Si l'on considère que



Il est difficile d'imaginer que 90 % de ce mastodonte se trouve sous l'eau.

le poids moyen d'un iceberg au large des Grands Bancs est de cent mille à deux cent mille tonnes, il est difficile de croire que ces mastodontes puissent flotter ! En fait, les icebergs flottent parce que la masse volumique de la glace est d'environ 0,9 g/mL, ce qui est inférieur à celle de l'eau de mer, qui est approximativement de 1,03 g/mL.

Le jargon des icebergs

Voici un glossaire de termes utilisés par les scientifiques et qui risquent d'en étonner plus d'un :

- le « bourguignon » – très petit bloc de glace, qui émerge d'environ un mètre seulement ;
- les « fragments » – petits icebergs qui émergent de un à quatre mètres ;
- le « vêlage » – lorsqu'une masse de glace se détache d'un iceberg et tombe à la mer ;
- « tabulaire », « biseauté », « pointu », « en dôme », « en bloc » et « érodé » qualifient différentes formes d'icebergs.

Le réchauffement planétaire : la fin des icebergs ?

Depuis la fin des années 1990, on observe une diminution du nombre d'icebergs dans le couloir d'icebergs. De nombreux scientifiques croient que cette diminution a quelque chose à voir avec le réchauffement planétaire — l'accroissement de la température moyenne des océans et de l'air près de la surface de la Terre. Lorsque la température de l'air et des océans augmente, ne serait-ce que de quelques degrés, il y a plus d'icebergs qui se forment à partir des glaciers du Groenland, mais ceux-ci fondent avant d'avoir atteint le couloir d'icebergs. L'absence d'icebergs constitue une bonne nouvelle pour les navires qui empruntent cette voie et pour les plateformes pétrolières comme l'*Hibernia*. Cependant, c'en est une mauvaise pour les touristes qui viennent voir les icebergs, et pour la province qui bénéficie des retombées de l'industrie touristique. Ce déclin des icebergs pourrait aussi être un avertissement au sujet de l'environnement terrestre futur.

Des concepts à retenir

1. Imagine que tu disposes de deux récipients identiques. L'un est rempli d'or liquide et l'autre, d'or solide. En te servant de la théorie particulaire, explique pourquoi la masse volumique de l'or dépend de son état physique, même s'il s'agit d'or dans les deux cas.
2. En utilisant la théorie particulaire, explique pourquoi les dauphins se déplacent aisément dans l'air et la mer lorsqu'ils effectuent des sauts.



3. Collecte quelques petits articles dans la classe (par exemple : des crayons ou des trombones) et détermine si la masse volumique de ces articles est inférieure ou supérieure à celle de l'eau en les laissant tomber dans un récipient rempli d'eau. Note tes observations dans un tableau.
4. La masse volumique de la lave en fusion augmente à mesure que cette dernière refroidit et durcit. Donne d'autres exemples de changement de masse volumique dans la nature.
5. Explique pourquoi les forces d'attraction entre les particules rendent les masses volumiques des solides, des liquides et des gaz si différentes.

Des concepts clés à comprendre

6. Explique pourquoi l'«air» et l'«espace vide» sont deux choses différentes.
7. Beaucoup de gens suivent des cours d'aquaforme, car cela constitue un bon exercice physique pour demeurer en forme. Pourquoi le fait de s'entraîner dans l'eau (par exemple : courir) est-il plus difficile que de s'entraîner dans l'air?

Pause réflexion



En cas de déversement de pétrole, l'opération nettoyage peut représenter tout un défi. Une des techniques utilisées consiste à remorquer des barrages flottants qui confinent le pétrole dans une zone restreinte. Utilise tes connaissances sur la masse volumique pour expliquer comment cette technique aide à nettoyer un déversement de pétrole.

8.2 La mesure de la masse volumique

Comment faire pour mesurer la masse volumique d'une substance ? Tu peux déterminer la masse volumique d'une substance si tu sais quelle est la quantité de cette substance qui se trouve dans un espace donné.

Mots clés

déplacement
masse
rapport masse/volume
volume

Rappelle-toi que la masse volumique correspond à la masse contenue dans un volume donné. Pour connaître la masse volumique d'une substance, tu dois connaître sa masse et son volume. La **masse** est la quantité de matière que contient une substance (voir la figure 8.7). Le **volume** est la mesure de l'espace occupé par une substance. La figure 8.8 illustre comment on peut mesurer le volume d'un solide. Le volume d'un liquide se mesure au moyen d'une tasse à mesurer ou d'un cylindre gradué. Le volume d'un gaz peut être déterminé en mesurant le volume du récipient qui le contient.

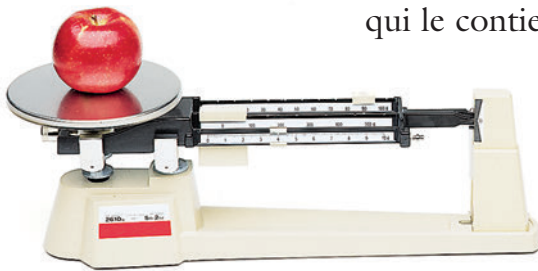


Figure 8.7 Une balance nous permet de mesurer la masse en grammes (g) ou en kilogrammes (kg). Cette pomme a une masse de 102 g.

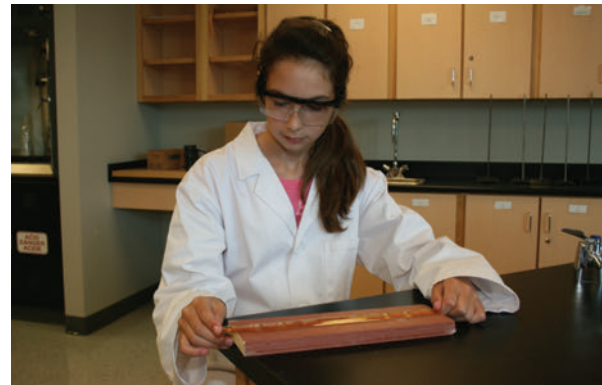


Figure 8.8 On calcule le volume (V) d'un objet ayant une forme régulière, comme le bloc de bois de cette photo, en mesurant sa longueur (L), sa largeur (l) et sa hauteur (h), puis on utilise la formule mathématique suivante :
 $V = L \times l \times h$.



Figure 8.9 Le volume d'un objet de forme irrégulière peut être évalué en mesurant le volume d'eau déplacé par l'objet qui déborde du vase à trop plein.

Suggestion d'activité

Activité d'exploration 8-2A,
à la page 315.

Le déplacement

Comment pourrais-tu mesurer le volume d'un objet de forme irrégulière ? Le **déplacement** correspond à l'espace qu'un objet occupe dans un fluide. As-tu déjà remarqué que le niveau d'eau de la baignoire monte lorsque tu entres dans l'eau ? La quantité d'eau que tu déplaces correspond au volume que ton corps occupe dans l'eau. Par conséquent, en mesurant le déplacement occasionné par un objet, tu mesures le volume de cet objet.

Le calcul de la masse volumique

La masse volumique d'une substance peut être déterminée en calculant son **rapport masse/volume**. On obtient ce résultat en divisant la masse de la substance par son volume. La formule de la masse volumique est donc la suivante :

$$\text{Masse volumique } (M_v) = \frac{\text{Masse } (m)}{\text{Volume } (V)} \text{ ou simplement, } M_v = \frac{m}{V}$$

Le volume d'un solide est souvent exprimé en centimètres cubes (cm^3). La masse volumique d'un solide s'exprime donc habituellement en g/cm^3 . Le volume des liquides, toutefois, est souvent exprimé en millilitres (mL). La masse volumique d'un liquide s'exprime donc habituellement en g/mL .



Le savais-tu ?

Les médecins légistes calculent des masses volumiques pour résoudre des crimes ! La masse volumique des éclats de verre trouvés sur le lieu d'un crime ou sur les vêtements d'une personne suspecte peut être comparée à celle d'autres morceaux de verre. Cette comparaison peut permettre de fournir la preuve qu'une personne suspecte se trouvait effectivement sur le lieu d'un crime. Quelle information est nécessaire aux médecins légistes pour calculer la masse volumique d'un éclat de verre ? Comment ferais-tu pour recueillir cette information ?

Figure 8.10 A) Le sel et le sucre présentés ici ont tous deux une masse de 0,5 kg et sont de la même couleur. Cependant, leurs masses volumiques sont différentes. B) L'eau de mer ressemble peut-être à de l'eau douce, mais sa masse volumique est plus proche de celle du lait : 1,03 g/mL.

Tant que la température et la pression ne changent pas, le rapport masse/volume (la masse volumique) de n'importe quelle substance pure est *constant*, c'est-à-dire qu'il ne change pas. Si la masse d'une substance pure augmente, son volume augmente aussi. De même, si le volume d'une substance pure augmente, sa masse augmente aussi. Selon la théorie particulaire, la taille des particules d'une substance ne change pas quand la masse ou le volume de la substance changent. Un certain nombre de particules de taille et de masse spécifiques occuperont toujours le même espace. La masse volumique est une propriété de la matière qui est propre à chaque substance pure. Le tableau 8.1, à la page suivante, fournit la valeur arrondie de la masse volumique de quelques substances courantes.

Suggestion d'activité

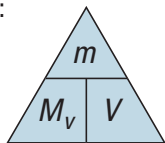
Expérience 8-2B,
aux pages 316 et 317.

Tableau 8.1 La masse volumique arrondie de substances solides et liquides courantes

Fluide	Masse volumique (g/mL)	Solide	Masse volumique (g/cm ³)
hydrogène	0,00009	styromousse	0,005
hélium	0,0002	liège	0,24
air	0,0013	chêne	0,70
oxygène	0,0014	sucré	1,59
dioxyde de carbone	0,002	sel	2,16
alcool éthylique	0,79	aluminium	2,70
huile à machine	0,90	fer	7,87
eau	1,00	nickel	8,90
eau de mer	1,03	cuivre	8,92
glycérol	1,26	plomb	11,34
mercure	13,55	or	19,32

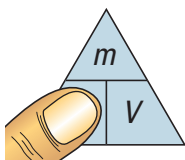
Le savais-tu?

Tu peux placer la formule de la masse volumique dans un graphique en forme de triangle pour la rendre plus facile à utiliser :



En couvrant de ton pouce la variable que tu recherches, tu verras apparaître la formule nécessaire.

Si tu recherches la masse volumique (M_v), couvre le M_v .



La formule se lira « m sur V », c'est-à-dire la masse divisée par le volume.

Des scientifiques ont déterminé les valeurs du tableau 8.1 en effectuant des mesures très précises de la masse et du volume d'échantillons des substances énumérées, et en utilisant la formule de la masse volumique. Apprends comment les scientifiques effectuent ces calculs en examinant le problème type ci-dessous. Par la suite, développe tes compétences en résolution de problèmes en faisant les exercices qui suivent.

Problème type

Calcule la masse volumique d'une masse de 10 g d'une substance qui occupe un volume de 2,0 cm³.

- Écris la formule de la masse volumique: $M_v = \frac{m}{V}$
- Remplace la lettre m (masse) par 10 g: $M_v = \frac{10 \text{ g}}{V}$
- Remplace la lettre V (volume) par 2,0 cm³: $M_v = \frac{10 \text{ g}}{2,0 \text{ cm}^3}$
- Effectue la division, c'est-à-dire divise 10 par 2,0: $M_v = 5,0 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

La masse volumique de la substance est donc de 5,0 g/cm³.

Exercices

1. Un morceau de métal a une masse de 8,1 g et un volume de 3,0 cm³. Quelle est sa masse volumique? Jette un coup d'œil aux masses volumiques des solides du tableau 8.1. Selon toi, de quel métal s'agissait-il dans ce problème?

- Suppose que tu verses un liquide dans une cuiller à mesurer de 2,5 mL. Tu as mesuré au préalable la masse de ce liquide et découvert qu'elle est de 3,15 g. Quelle est la masse volumique du liquide? Ce liquide est-il de l'eau? Explique comment tu peux le savoir.
- Tu recueilles 1 000 mL de gaz dans un ballon. Si ce gaz a une masse de 2,0 g, quelle est sa masse volumique? Utilise le tableau 8.1 pour identifier ce gaz.

Si tu connais la masse volumique d'une substance et qu'on te fournit la masse d'un échantillon de cette substance, tu peux connaître le volume de cet échantillon. Pour y arriver, tu utiliseras la formule de la masse volumique, mais sous une forme différente. En la réarrangeant, tu découvriras que $V = \frac{m}{M_v}$.

Apprends à utiliser la formule sous cette forme en étudiant le problème type ci-dessous. Par la suite, fais les exercices proposés.

Problème type

Tu veux déposer 10,0 g de sel dans un récipient. Si le sel remplit complètement le récipient, quel est donc le volume de ce récipient?

- Écris la formule utilisée pour déterminer le volume lorsque la masse et la masse volumique sont connues:

$$V = \frac{m}{M_v}$$

- Vérifie la valeur de la masse volumique du sel au tableau 8.1: $M_v = 2,16 \text{ g/cm}^3$

- Remplace m (masse) par 10,0 g: $V = \frac{10,0 \text{ g}}{M_v}$

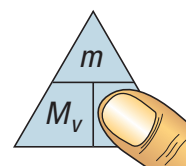
- Remplace M_v par la masse volumique de 2,16 g/cm³: $V = \frac{10,0 \text{ g}}{2,16 \text{ g/cm}^3}$

- Effectue la division, c'est-à-dire divise 10,0 par 2,16: $V = 4,63 \text{ cm}^3$

Le volume de 10,0 g de sel est donc de 4,63 cm³.
Le récipient a donc une capacité de 4,63 cm³.

Le savais-tu?

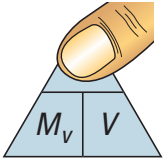
Pour trouver le volume, utilise la technique du graphique en forme de triangle. Couvre le V dans le triangle.



La formule se lira « m sur M_v », c'est-à-dire la masse divisée par la masse volumique.

Le savais-tu?

Pour trouver la masse (m), utilise la technique du graphique en forme de triangle. Couvre le m dans le triangle.



La formule se lira « M_v fois V », c'est-à-dire la masse volumique multipliée par le volume.

Exercices

1. Une pièce d'or a une masse de 9,66 g. Quel est son volume?
2. Quel est le volume occupé par 15 g d'hélium?
3. Quel est le volume de 250 g d'eau de mer? Le volume d'une même masse d'eau pure sera-t-il supérieur ou inférieur à celui de l'eau de mer? Explique ta réponse.

En réarrangeant autrement la formule de la masse volumique, tu peux calculer la masse d'un volume connu d'une substance, si tu connais la masse volumique de cette substance. La formule pour calculer la masse est $m = VM_p$, c'est-à-dire que la masse est égale au volume multiplié par la masse volumique. Étudie le problème type suivant, puis fais les exercices proposés.

Problème type

Quelle est la masse de 1 500 mL d'hélium?

- Écris la formule utilisée pour déterminer la masse lorsque la masse volumique et le volume sont connus: $m = VM_p$
- Vérifie la valeur de la masse volumique de l'hélium au tableau 8.1: $M_p = 0,0002 \text{ g/mL}$
- Remplace V (volume) par 1500 mL: $m = (1\,500 \text{ mL})M_p$
- Remplace M_p par 0,0002 g/mL: $m = (1\,500 \text{ mL})(0,0002 \text{ g/mL})$
- Effectue la multiplication, c'est-à-dire multiplie 1 500 par 0,0002: $m = 0,3 \text{ g}$

La masse de 1 500 mL d'hélium est donc de 0,3 g.

Exercices

1. Quelle est la masse de 20 000 mL d'oxygène?
2. Lorsque tu immerges un morceau de cuivre de forme irrégulière dans l'eau d'un cylindre gradué, le volume mesuré sur la graduation augmente de 6,5 mL. Quelle est la masse du morceau de cuivre?
3. Quelle est la masse de 7,0 mL d'huile à machine?

Vérifie ta lecture

1. Quelles sont les deux mesures dont tu as besoin pour déterminer la masse volumique d'une substance ou d'un objet?
2. Quelle est la formule de la masse volumique?
3. Décris comment le volume d'un objet de forme irrégulière est mesuré.
4. Quand la masse d'une substance pure augmente, qu'arrive-t-il au volume de cette substance?

Quelle est la masse volumique d'un crayon?

8-2A

ACTIVITÉ d'exploration

Pour déterminer la masse volumique d'un crayon, tu as besoin de deux mesures. Quelles sont-elles?

Matériel

- une balance
- un cylindre gradué de 100 mL
- de l'eau
- un crayon

Ce que tu dois faire

1. Mesure la masse du crayon en grammes à l'aide de la balance.
2. Verse 90 mL d'eau dans le cylindre gradué de 100 mL.
3. Plonge le crayon dans le cylindre, l'extrémité portant la gomme à effacer en premier. Enfonce le crayon dans l'eau jusqu'à ce qu'il soit complètement immergé, en t'assurant bien de ne pas immerger tes doigts.
4. Lis et note quel est le volume de l'eau contenant le crayon.

5. Détermine le volume du crayon en calculant le volume d'eau déplacé. Tu obtiendras cette valeur en soustrayant le volume initial d'eau du volume final noté après l'immersion du crayon.
6. Calcule la masse volumique du crayon en divisant sa masse par son volume.

Qu'as-tu découvert?

1. La masse volumique du crayon est-elle supérieure ou inférieure à celle de l'eau? Comment le sais-tu?
2. Quelles sont les différences entre la méthode que tu as utilisée pour déterminer le volume du crayon et celle que tu utiliserais pour déterminer le volume d'un objet de forme régulière comme une sphère ou un cube?

Plus en profondeur

Utilise la même méthode pour trouver la masse volumique d'un autre objet, comme un bouchon de caoutchouc ou de liège. Fais une prédiction de la valeur de la masse volumique, puis réalise l'activité pour vérifier si tu avais raison.

La mesure de la masse volumique

Vérifie tes compétences

- Faire des prédictions
- Mesurer
- Calculer
- Tracer un graphique

Consignes de sécurité



- Manipule la balance avec soin et utilise-la en suivant les instructions.
- Évite de renverser des liquides ou du sable sur les balances.
- Ne jette pas de substances dans l'évier. Disposes-en selon les directives fournies.

Matériel

- un bécher ou une tasse à mesurer de 500 mL
- une balance
- 5 crayons ou stylos de couleurs différentes
- 500 mL (par essai) de chacune des substances suivantes : eau, huile, glycérol, mélasse, sable
- une feuille de papier millimétré par élève

L'expérience suivante démontrera, à l'aide de mesures précises, comment la masse et le volume sont utilisés pour déterminer la masse volumique.

Question

Comment utilise-t-on les mesures de la masse et du volume pour déterminer la masse volumique d'une substance ?

Partie 1

Rapport masse/volume

Marche à suivre

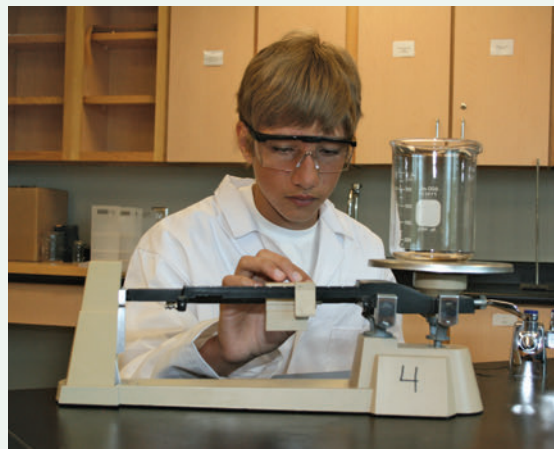
1. Avant de commencer l'expérience, prédis le classement des substances selon leur masse volumique. Ordonne les substances par masse volumique croissante de 1 à 5. Note ton hypothèse ainsi qu'une brève explication de ton classement.
2. a) Ton enseignant ou ton enseignante divisera la classe en différents groupes et confiera une substance à chaque groupe. Subdivise chaque groupe en plus petits groupes pour pouvoir effectuer plusieurs essais avec la substance qui vous a été attribuée.
b) Reproduis le tableau ci-dessous dans ton cahier.

Résultats personnels

Substance testée :				
A	B	C	D	E
Volume (mL)	Masse du bécher vide (g)	Masse du bécher et de la substance (g)	Masse de la substance seule (g)	Rapport masse/volume (g/mL)
100				
200				
300				
400				
500				

Expérimentation

- Mesure la masse du bécher vide. Note cette valeur dans la colonne B de ton tableau.



Étape 3

- Verse 100 mL de ta substance dans le bécher. Sois aussi précis que possible.



Étape 4

- Mesure la masse combinée du bécher et de la substance. Note cette valeur dans la colonne C de ton tableau.
- Soustrais la masse du bécher (colonne B) de la masse combinée du bécher et de la substance (colonne C). Note la différence dans la colonne D.
- Répète les étapes 3, 4 et 5 quatre autres fois, en ajoutant chaque fois 100 mL de ta substance à ce qui est déjà dans le bécher. (À la dernière étape, le volume atteindra 500 mL.)



Étape 5

Vérifie tes compétences

- Faire des prédictions
- Mesurer
- Calculer
- Tracer un graphique

- Le rapport masse/volume est la relation entre la masse et le volume exprimée comme étant une certaine masse divisée par son volume. Pour trouver le rapport masse/volume pour chaque quantité de substance, divise la masse (colonne D) par le volume (colonne A). Présente tes calculs et tes résultats dans la colonne E. N'oublie pas de te laver les mains.
- Quand tous les groupes auront terminé leur travail, ton enseignant ou ton enseignante présentera l'ensemble des résultats obtenus pour toutes les substances sous forme de tableau récapitulatif comportant les titres suivants :

Résultats de la classe

Substance	Masse (g)	Volume (mL)	Rapport masse/volume (g/mL)

Transcris ces résultats dans ton cahier. (Advenant deux essais ou plus pour une substance, calcule la valeur moyenne de la masse, du volume et du rapport masse/volume pour cette substance.)

Partie 2

Le traçage d'un graphique

Marche à suivre

- Fais un graphique simple à partir des résultats de la classe notés à la partie 1. L'axe horizontal représente le volume (l'axe des x), et l'axe vertical la masse (l'axe des y).
- Sur ce graphique, place les points correspondant aux résultats moyens obtenus pour la première substance. Trace une ligne de couleur passant par ces points. Note cette couleur dans une légende accompagnant le graphique, et précise à quelle substance elle correspond.
- Sur le même graphique, place les points correspondant aux résultats moyens obtenus pour une autre substance. Trace une ligne passant par ces points avec une autre couleur (différente de la première). Note cette autre couleur dans la légende, et précise à quelle substance elle correspond.
- Répète l'étape 3 pour les trois autres substances.
- Donne un titre à ton graphique.

Analyse

1. Décris les lignes tracées sur ton graphique. Sont-elles droites ou courbes ? Certaines ont-elles une pente plus prononcée que d'autres ? Certaines sont-elles plus rapprochées ?
2. Regarde de nouveau le tableau de données que tu as fait pour ta substance. Qu'en est-il du rapport masse/volume calculé pour chaque mesure de volume ? Selon toi, pourquoi est-ce ainsi ?
3. Compare ton hypothèse aux résultats finaux.
4. Toute expérience comporte des risques d'erreurs. Fais des recommandations pour améliorer a) la conduite de l'expérience (mesurer plus précisément, éviter les dégâts, etc.), b) le calcul des résultats (les erreurs de calcul possibles), et c) la manière de présenter graphiquement les résultats.

Conclusion et mise en pratique

1. Pourquoi certaines lignes du graphique sont-elles semblables alors que d'autres diffèrent ?
2. Comment peux-tu déterminer, à partir des rapports masse/volume et du graphique, la substance dont la masse volumique est la plus faible ? Et celle dont la masse volumique est la plus élevée ?
3. Examine les rapports masse/volume extraits des résultats de la classe à la partie 1. Compare ces valeurs à la pente de la ligne du graphique qui leur correspond. Comment la pente de la ligne varie-t-elle lorsque le rapport masse/volume change ?
4. Ajoute une sixième ligne à ton graphique pour une substance dont la masse volumique est supérieure à celle de l'eau et inférieure à celle du sable. Entre quelles valeurs se situerait le rapport masse/volume de cette substance ?
5. Utilise la théorie particulaire pour expliquer la relation entre la masse, le volume et la masse volumique des substances étudiées dans cette expérience.

Développe tes compétences

1. Selon tes observations, crois-tu que la masse volumique et la viscosité sont reliées ? Explique ta réponse.
2. Utilise le modèle particulaire pour prédire l'influence de la température sur le rapport masse/volume.

Quand on compare les masses de volumes égaux de différents types de matière, on compare en fait leur masse volumique. Des scientifiques ont consigné la masse volumique de nombreuses substances. Le fait de pouvoir comparer la masse volumique d'une substance à celle d'autres substances permet-il de prévoir certaines caractéristiques ou le comportement de cette substance ? Tu trouveras réponse à cette question au cours de cette expérience.

Ce que tu dois faire

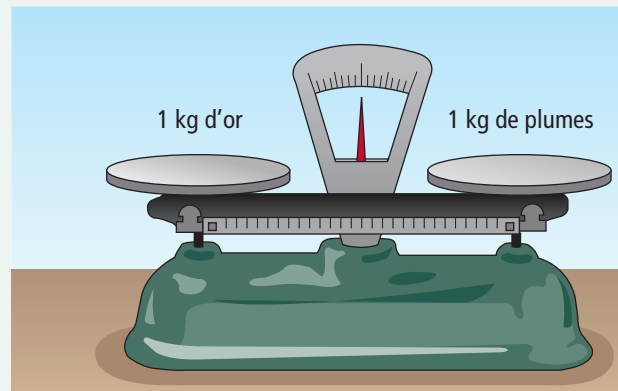
Utilise les renseignements fournis par le tableau 8.1, à la page 312, pour répondre aux questions suivantes.

1. Quelle est la substance indiquée au tableau 8.1 dont la masse volumique est la plus élevée ? Est-elle à l'état solide, liquide ou gazeux à température ambiante ?
2. Quelle est la substance dont la masse volumique est la plus faible ? Quel est son état physique à la température ambiante ?
3. En conclusion, détermine quel état physique a tendance à être associé aux masses volumiques les plus élevées.
4. Nomme la substance dont la masse volumique est supérieure à celle du mercure.

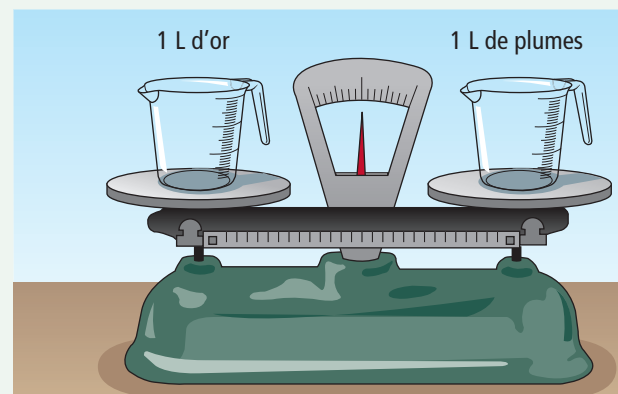
Analyse

1. Quelles substances flotteront sur l'eau ?
2. Quelles substances sombreront dans l'eau ?

Plus en profondeur



1. Reproduis et complète l'illustration ci-dessus en y ajoutant un sac d'or et un sac de plumes. Si les deux sacs sont de même masse, lequel sera le plus volumineux ?



2. Reproduis et complète l'illustration ci-dessus. Remplis une des tasses à mesurer d'or, et l'autre de plumes, puis indique de quel côté penchera la balance. Comme les volumes des deux substances sont identiques, laquelle est la plus lourde ? Note ta réponse. Précise comment tes connaissances sur la masse volumique t'ont aidé à trouver tes réponses.

Incredroyable mais vrai

Le thermomètre de Galilée

Chez un ami, tu remarques un grand tube de verre contenant plusieurs boules de verre de couleurs différentes qui flottent dans le liquide. Le tout ressemble à une étrange œuvre d'art, mais il s'agit probablement d'un thermomètre de Galilée !

Au début des années 1600, Galilée savait déjà que la masse volumique de l'eau change lorsque sa température augmente ou diminue. Il s'était aussi aperçu que des objets différents, de masses volumiques légèrement différentes, remontent vers la surface ou coulent selon la masse volumique de l'eau qui les entoure. En combinant ces idées, Galilée a inventé le thermoscope, qui est finalement devenu le thermomètre de Galilée.

La version moderne du thermomètre de Galilée est constituée d'un tube de verre rempli d'un liquide dont les variations de masse volumique sont plus grandes que celles de l'eau lorsque la température change. Le tube contient aussi des ampoules de verre remplies d'eau colorée. Comme les ampoules sont de différentes grosseurs, elles contiennent des quantités de liquide différentes, pour qu'elles aient toutes le même poids. Sur un petit disque de métal suspendu à chaque ampoule, on trouve gravée une valeur de température. (Par exemple, l'ampoule rouge foncé pourrait indiquer 20 °C, et l'ampoule bleu foncé, 26 °C.) Si tu pouvais retirer ces petits disques et les peser, tu constaterais que chacun a un poids légèrement différent. Il en résulte que la masse volumique de chaque ampoule est légèrement différente de celle des autres.

Lorsque la température de l'air augmente, celle du liquide dans le thermomètre augmente également. Lorsque la masse volumique du liquide change sous l'effet de l'élévation de la température, les ampoules de verre lestées montent ou descendent, selon leur masse volumique. La température de l'air est celle indiquée sur le disque à la base du groupe d'ampoules qui flottent.



Les ampoules de verre remplies de liquide coloré ont des masses volumiques légèrement différentes. Selon la température du liquide dans lequel elles baignent, elles montent ou elles descendent.

Travailler avec des mesures de masse volumique

La masse volumique est une des propriétés qui peut être utilisée pour identifier une substance pure. La mesure de la masse volumique d'une substance pure pourrait donc te permettre d'identifier cette substance.

Durant une séance de laboratoire, tu prends toutes sortes de mesures. La prise de mesures et le fait d'exprimer celles-ci en chiffres qui se prêtent à l'analyse et à la comparaison constitue une démarche très importante. Dans le cas de la masse volumique, il s'agit de convertir diverses mesures de masse et de volume en valeurs décimales qui permettent de calculer et de comparer facilement les masses volumiques puis d'identifier des substances.

La masse volumique correspond simplement au rapport de la masse sur le volume. Par exemple, soit un échantillon de 155 mL de glycérol déposé sur une balance et qui affiche une masse de 195 g :

- Le rapport masse/volume sera donc de 195 g/155 mL.
- Ce rapport s'exprime en tant que fraction sous la forme suivante: $\frac{195 \text{ g}}{155 \text{ mL}}$
- Tu peux convertir cette fraction en valeur décimale en divisant le numérateur par le dénominateur: $\frac{195 \text{ g}}{155 \text{ mL}} = 1,26 \text{ g/mL}$

Exercices

Essaie par toi-même. Tout d'abord, convertis les mesures suivantes en :

- un rapport masse/volume ;
- une fraction ;
- une valeur décimale.

Pour assurer une certaine constance de présentation, arrondis tes valeurs décimales à deux chiffres après la virgule. Puis, compare tes valeurs à celles du tableau 8.1, à la page 312, afin d'identifier chaque substance « mystère ».

- La substance mystère A a une masse de 1 780 g et un volume de 200 cm³. De quelle substance s'agit-il ?
- La substance mystère B a une masse de 972 g et un volume de 360 cm³. De quelle substance s'agit-il ?
- La substance mystère C a une masse de 132,79 g et un volume de 9,8 mL. De quelle substance s'agit-il ?
- La substance mystère D a une masse de 1 404 g et un volume de 650 cm³. De quelle substance s'agit-il ?
- La substance mystère E a une masse de 1 422 g et un volume de 1 800 mL. De quelle substance s'agit-il ?

Des concepts à retenir

1. Quelle est la masse volumique d'un cube de sucre de 2 cm^3 dont la masse est de $3,18 \text{ g}$?
2. La masse de 1 cm^3 de plomb est de $11,34 \text{ g}$. La masse de 1 cm^3 de fer est de $7,87 \text{ g}$. Lequel de ces deux solides a la plus grande masse volumique?
3. Reproduis le tableau ci-dessous et complète-le à partir des renseignements du tableau 8.1 à la page 312.

Substance	Masse (g)	Volume (cm^3)	Masse volumique (g/cm^3) (rapport masse/volume)
aluminium	5,40		
	6,48	3,0	
		5,0	8,92
chêne	0,33		
sel		4,0	

4. La photo ci-dessous montre qu'une boîte de boisson gazeuse diète flotte dans l'eau, alors qu'une boîte de boisson gazeuse régulière coule. À partir de ce constat, que peux-tu déduire des masses volumiques relatives de l'eau, de la boîte de boisson gazeuse régulière et de la boîte de boisson gazeuse diète?



5. Explique pourquoi sur un graphique illustrant la masse en fonction du volume, les lignes représentant des substances pures sont des droites.

Des concepts clés à comprendre

6. Comment mesure-t-on le volume d'un liquide? D'un solide? D'un gaz?
7. Quelle information t'apporte le rapport masse/volume d'une substance?
8. Pourquoi la méthode du déplacement de liquide est-elle un bon outil pour mesurer un volume?
9. Le mercure liquide ($13,55 \text{ g}/\text{mL}$) a une masse volumique plus grande que le cuivre solide ($8,92 \text{ g}/\text{mL}$). Lorsqu'on dépose une goutte de mercure sur un morceau de cuivre solide, le mercure demeure sur le cuivre. Si le mercure a une masse volumique plus grande que le cuivre, pourquoi ne pénètre-t-il pas dans le cuivre?

Pause réflexion

La dissolution de substances comme le sel dans l'eau a pour effet d'augmenter la masse volumique de l'eau. L'eau salée a une plus grande masse volumique que l'eau distillée (pure). En te référant à la formule apprise pour effectuer le calcul de la masse volumique, explique pourquoi l'eau salée a une masse volumique plus élevée que l'eau distillée.

8.3 Les changements de masse volumique

Les changements de température modifient la masse volumique d'une substance, comme ils modifient la viscosité des fluides. En étudiant les effets de la température sur la masse volumique, tu comprendras mieux comment ces deux facteurs interagissent dans le monde qui nous entoure.

Suggestion d'activité

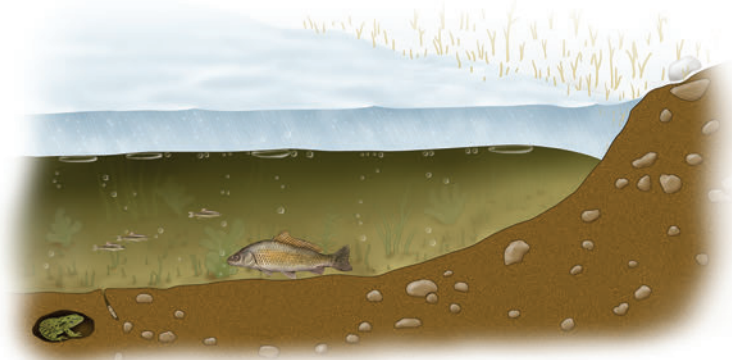
Activité d'exploration 8-3B, à la page 328.

Les changements de température et la masse volumique

Tu sais qu'à mesure que la température augmente, une substance passe de l'état solide à l'état liquide, puis à l'état gazeux. Selon la théorie particulaire, les particules d'une substance s'éloignent les unes des autres à mesure qu'elles gagnent de l'énergie sous l'effet de la chaleur. Les particules occupent donc un plus grand espace, ce qui signifie que la masse volumique de la substance diminue. Dans la plupart des cas, la masse volumique d'une substance pure (par exemple : l'argent) à l'état solide est plus grande que sa masse volumique à l'état liquide. Une substance a donc une masse volumique plus élevée à l'état solide ou liquide qu'à l'état gazeux.

La plupart des substances ont une masse volumique plus élevée sous leur forme solide, mais l'eau constitue une exception à cette règle. Quand l'eau gèle, les particules s'éloignent légèrement les unes des autres avant de s'immobiliser. La masse volumique de la glace est donc inférieure à celle de l'eau liquide, ce qui lui permet de flotter.

Figure 8.11 La flottabilité de la glace sur l'eau rend possible la vie dans les lacs d'eau douce. Si la glace coulait en se formant, les lacs gèleraient complètement. Au contraire, la glace se forme lentement, du haut vers le bas, en flottant, et crée une barrière isolante contre les températures froides.



L'importance de la température et de la masse volumique dans la vie quotidienne

Tu n'as pas besoin de mener une expérience en laboratoire pour constater les effets de la température sur la masse volumique : tu n'as qu'à regarder un peu autour de toi. Par exemple, as-tu déjà remarqué que les pneus d'une voiture nécessitent plus d'air en

hiver qu'en été? À mesure que la température diminue durant les mois d'hiver, les particules d'air à l'intérieur des pneus perdent de l'énergie et occupent donc moins d'espace. Par conséquent, la masse volumique de l'air augmente et les pneus sont un peu moins gonflés. Durant l'été toutefois, les températures plus chaudes fournissent plus d'énergie aux particules d'air; elles ont donc besoin de plus d'espace pour bouger. L'air dans les pneus se dilate, et les pneus sont plus gonflés.

Une montgolfière est un autre exemple de l'effet de la température sur la masse volumique. Lorsqu'on prépare une montgolfière pour un vol, le ou la pilote allume un brûleur à gaz qui chauffe l'air à l'intérieur du ballon. À mesure que les particules d'air gagnent de l'énergie grâce à la chaleur, elles bougent de plus en plus et ont tendance à s'éloigner les unes des autres, au point où certaines d'entre elles finissent par être expulsées par l'ouverture au bas du ballon. La masse volumique de l'air dans le ballon décroît et devient inférieure à celle de l'air à l'extérieur et la montgolfière monte alors. Le ou la pilote contrôle par la suite l'altitude de la montgolfière en réglant la quantité de chaleur qui entre dans le ballon.



Figure 8.12 Une montgolfière s'élève lorsqu'on en chauffe l'air, c'est-à-dire lorsque la masse volumique de l'air à l'intérieur du ballon décroît.

Les lampes à lave

8-3A

Réfléchis bien

Dans cette activité, tu découvriras comment la « lave » circule à l'intérieur d'une lampe à lave.

Une ampoule à incandescence située à la base de la lampe réchauffe le mélange d'eau et de cire. Sans chaleur, la cire stagne à la base de la lampe; à température ambiante, la masse volumique de la cire est un peu plus grande que celle de l'eau. En répondant aux questions qui suivent et en te basant sur tes connaissances de la masse volumique, essaie de comprendre comment il se fait que la « lave » monte puis redescende.



1. Sous l'effet de la chaleur, qu'arrive-t-il à la masse volumique de la cire par rapport à celle de l'eau?
2. Comment se comporte la cire à mesure que sa masse volumique change?
3. Une fois rendue en haut de la lampe, la cire commence à redescendre. Pourquoi?
4. En te référant à la théorie particulaire, explique avec tes propres mots le fonctionnement d'une lampe à lave.

Le savais-tu ?

T'est-il déjà arrivé de te baigner dans l'océan ? Si oui, tu sais que l'on flotte plus facilement dans l'eau salée que dans l'eau douce. C'est parce que la masse volumique de l'eau salée est plus grande que celle de l'eau douce. Par conséquent, elle peut mieux supporter le poids de ton corps, ce qui t'aide à flotter.

Des variations de la masse volumique d'une substance se produisent parfois naturellement. S'il t'est déjà arrivé d'empiler du bois, tu auras peut-être remarqué que le bois vert récemment coupé est beaucoup plus lourd que le bois coupé depuis un certain temps et qui a eu le temps de sécher. Pourquoi ? Un arbre vivant ou du bois récemment coupé contient une grande quantité d'eau. En fait, la masse d'eau dans un arbre vivant est souvent plus grande que la masse du bois seul. En raison de sa teneur élevée en eau, un arbre vivant ou fraîchement coupé a une masse volumique élevée.

Quand on coupe un arbre et qu'on le laisse sécher, les particules d'eau présentes dans le bois s'évaporent et sont remplacées par de l'air. Comme la masse volumique de l'air est beaucoup plus faible que celle de l'eau, le bois sec a une masse volumique inférieure à celle du bois humide. Il est ainsi plus léger et plus facile à soulever. Et comme il contient moins d'eau, il brûle mieux.



Figure 8.13 Le bois de chauffage est souvent empilé et mis à sécher avant usage. À mesure que l'eau s'évapore, la masse volumique du bois diminue. Il en résulte un bois plus léger et qui brûle mieux.

Incredyable mais vrai

L'iridium : la substance terrestre de masse volumique la plus élevée

Imagine une substance tellement résistante à la chaleur que son point de fusion est à 2 446 °C et son point d'ébullition, à 4 428 °C. À quoi pourrait-on utiliser une telle substance ? Cette substance, c'est l'iridium, et elle possède la masse volumique la plus élevée connue sur la Terre. Découvert en 1803, l'iridium est un métal très dur et cassant qui doit son nom au mot latin *iris*, qui signifie « arc-en-ciel ». Il est de couleur blanc argenté, mais les sels présents dans son minerai sont de différentes couleurs. Le Canada constitue la source principale de l'iridium, qui est un sous-produit des mines de nickel.

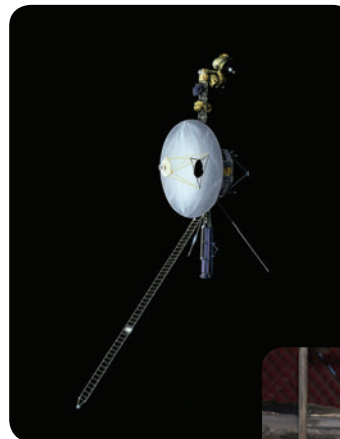
En raison de ses propriétés particulières, les applications de l'iridium sont nombreuses : il entre dans la composition des creusets, des bornes électriques (bougies d'allumage) et des bijoux de platine. On s'en sert aussi en radiothérapie contre le cancer.

Un lien entre l'iridium et les dinosaures ?

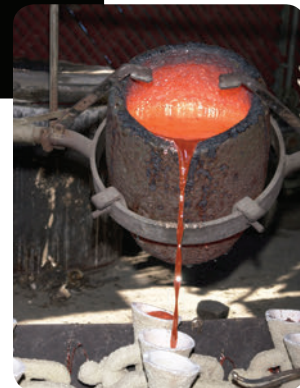
Il existe une théorie qui associe l'iridium à l'extinction des dinosaures. Partout dans le monde, les sédiments présentent une couche d'iridium. Comme l'iridium se rencontre couramment dans les météorites, des scientifiques pensent que la Terre a pu être frappée par une



énorme météorite à l'époque des dinosaures. L'impact de cette météorite aurait engendré des nuages de poussière d'iridium à la grandeur de la planète. Cette poussière aurait longtemps bloqué le rayonnement solaire, ce qui aurait entraîné l'extinction de nombreuses espèces de plantes et d'animaux, notamment les dinosaures.



L'iridium est utilisé dans les sondes spatiales, comme les sondes Voyager, où il sert à entourer les générateurs électriques pour les protéger des hautes températures.



En raison de sa forte tolérance à la chaleur, l'iridium entre souvent dans la fabrication des creusets qui sont exposés à de très hautes températures lors de la fusion des métaux.



L'iridium sert d'agent de durcissement dans les alliages de platine. Cette opération permet aux bijoux, comme les anneaux de platine ci-contre, d'être plus solides.

Au cours de cette activité, tu découvriras comment la température d'un liquide affecte la masse volumique de ce dernier.

Consignes de sécurité



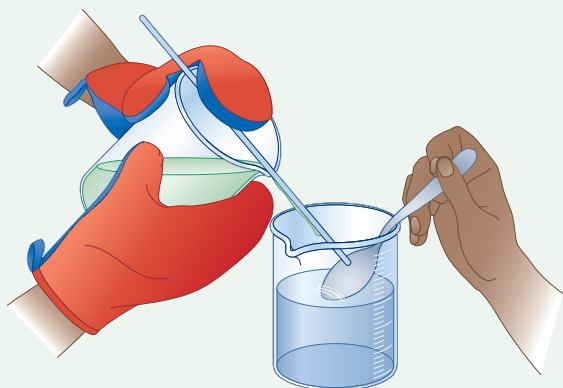
- Sois prudent lorsque tu travailles avec de l'eau chaude.

Matériel

- deux béchers de 250 mL
- de l'eau très froide
- de l'eau très chaude
- un agitateur
- une grande cuiller
- du colorant alimentaire

Ce que tu dois faire

1. Verse 100 mL d'eau dans un bécher. Utilise l'eau du robinet la plus froide possible.
2. Verse 100 mL d'eau dans l'autre bécher. Utilise l'eau du robinet la plus chaude possible. Prends garde de ne pas te brûler : utilise des mitaines de protection pour manipuler le bécher chaud.
3. Ajoute quelques gouttes de colorant alimentaire à l'eau chaude et remue le tout.
4. Dépose l'agitateur sur le dessus du bécher d'eau chaude, puis incline doucement le bécher pour que l'eau coule le long de l'agitateur dans le bécher d'eau froide, comme le montre l'illustration ci-dessous.



5. Pour t'assurer que l'eau chaude s'écoule doucement, demande à ton ou ta partenaire de tenir la cuiller au-dessus de l'eau froide. Verse l'eau chaude dans le creux de la cuiller. Continue de verser de l'eau jusqu'à ce que le bécher soit plein.
6. Observe le bécher. Si deux couches différentes se forment, examine-les très attentivement, plus particulièrement là où elles se touchent. Si tu n'as pas réussi à former deux couches, observe les béchers des autres élèves.
7. Nettoie ton aire de travail et range l'équipement que tu as utilisé.

Qu'as-tu découvert ?

1. Comment se comparent les masses volumiques de l'eau froide et de l'eau chaude ?
2. Il arrive parfois que cette expérience ne donne pas les résultats escomptés, c'est-à-dire que l'eau chaude et l'eau froide ne forment pas deux couches. En te référant à la théorie particulaire, essaie d'expliquer pourquoi il ne se forme pas toujours deux couches.
3. Comment se comparent l'énergie cinétique (l'énergie du mouvement) des particules et la distance entre les particules pour l'eau chaude et pour l'eau froide ?
4. Si tu répétais cette expérience en versant plutôt l'eau froide sur l'eau chaude, quel résultat obtiendrais-tu ? Explique ta réponse.

Des concepts à retenir

1. La photographie ci-dessous montre six substances contenues dans un cylindre : de l'huile, du sirop de maïs, de l'eau, du plastique, du styromousse et un raisin. À partir de leur disposition en couches, ordonne ces six substances par ordre croissant de masse volumique.



2. On remplit un ballon d'hélium dans une pièce froide. Déplacé dans une pièce chaude, le ballon se dilate après un certain temps. La masse volumique de l'hélium a-t-elle changé? Explique ta réponse.

Pause réflexion

Un ballon-sonde atmosphérique est un ballon non habité qui enregistre des données de pression atmosphérique, de température et d'humidité. À la différence des montgolfières, qui sont en général faites d'une sorte de nylon, le ballon-sonde atmosphérique est fait de latex flexible. Selon toi, pourquoi fabrique-t-on les ballons-sondes atmosphériques à partir de ce matériau plutôt que du nylon?

3. L'image ci-dessous montre un thermomètre d'extérieur. Celui-ci est constitué d'un petit tube rempli d'alcool coloré. On peut connaître la température extérieure en lisant le nombre indiqué à côté du niveau de l'alcool coloré dans le tube. En te référant à ce que tu connais de la température et de la masse volumique, explique pourquoi le niveau d'alcool dans le tube varie en fonction de la température.



Des concepts clés à comprendre

4. Utilise la théorie particulière pour expliquer comment la température affecte la masse volumique.
5. Explique pourquoi les propriétés de l'eau sont d'une extrême importance pour la survie des organismes aquatiques durant l'hiver.

Prépare ton propre résumé

Dans ce chapitre, tu as appris à calculer la masse volumique et à identifier les facteurs qui la font augmenter et diminuer. Fais ton propre résumé des idées clés de ce chapitre. Tu peux ajouter des organisateurs graphiques ou des illustrations à tes notes. Utilise les titres suivants pour structurer tes notes :

1. Masse volumique des solides, des liquides et des gaz
2. Calcul de la masse volumique
3. Effet de la température sur la masse volumique
4. L'importance de la température et de la masse volumique dans la vie quotidienne

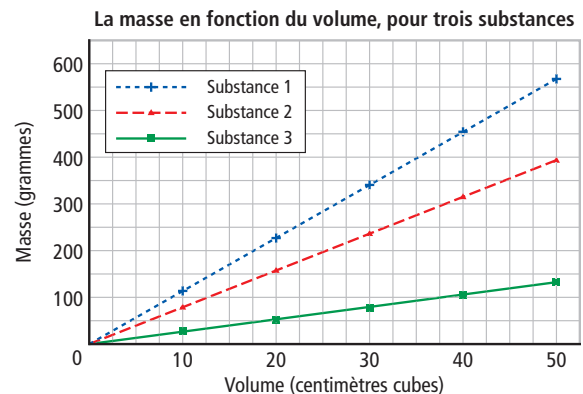
Des concepts à retenir

1. Définis la masse volumique.
2. Explique ce qu'est la masse volumique à partir de la théorie particulaire de la matière.
3. Un récipient est rempli d'eau. Un autre récipient, de mêmes dimensions, est rempli de vapeur d'eau. Pourquoi ces deux contenus ont-ils des masses volumiques différentes ?
4. En te référant à la théorie particulaire de la matière, explique pourquoi les solides se déplacent facilement dans les liquides et les gaz.
5. Donne un exemple où une substance à l'état liquide a une masse volumique supérieure à celle d'une autre substance à l'état solide.
6. Pourquoi doit-on utiliser la mesure du déplacement de l'eau pour déterminer la masse volumique de certains objets ?

7. Compare et explique les différences entre la *masse* et la *masse volumique*.
8. Nomme les deux facteurs qui doivent demeurer stables pour que la masse volumique d'une substance pure demeure constante ?
9. Des changements de température occasionnent souvent des changements de la masse volumique d'une substance. Donne un exemple d'un tel changement. Explique pourquoi un changement de la température d'une substance modifie sa masse volumique.

Des concepts clés à comprendre

10. Le graphique ci-dessous présente la masse volumique de trois substances différentes.



- a) Quelle substance a la plus grande masse pour un volume de 50 cm³ ?
- b) Quelle substance occupe le plus d'espace pour une masse de 100 g ?
- c) Calcule le rapport masse/volume pour chacune des substances à partir des lignes du graphique.

11. a) Reporte les données suivantes dans un graphique linéaire représentant la masse en fonction du volume :

Masse (g)	Volume (cm ³)	Rapport masse/volume (g/cm ³)
15,7	15,7	
39,3	39,3	
55,0	55,0	
82,9	82,9	
94,4	94,4	

- b) Calcule le rapport masse/volume pour chaque masse.
- c) Joue au détective et identifie la substance mystère à partir des masses volumiques fournies au tableau 8.1 de la page 312.
- d) Où tracerais-tu la ligne associée à une substance de masse volumique plus faible? Et la ligne d'une substance de masse volumique plus élevée? Trace ces lignes sur ton graphique.
12. Explique comment tu t'y prendrais pour mesurer le volume d'une quantité d'eau se présentant sous différents états : cubes de glace ; eau liquide ; vapeur d'eau.
13. Pourquoi un sac qui contient 1 kg de plumes est-il beaucoup plus gros qu'un sac qui contient 1 kg de pièces d'or?
14. À ton avis, y a-t-il un lien entre la masse volumique et la viscosité? Donne un exemple qui montre que oui, et un autre qui montre que non. Réfère-toi à la théorie particulière de la matière pour avancer une explication.

Pause réflexion

Dans le corps humain, certaines substances sont solides, et d'autres, liquides. Les poumons et l'appareil respiratoire contiennent des substances gazeuses. Comment pourrais-tu déterminer la masse volumique d'au moins trois substances présentes dans le corps humain ?