

## 9.5

# Les relations entre la pression, le volume et la température

### Durée

45–60 min

### À voir

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

### Habiletés

Se poser une question  
Formuler une hypothèse  
Exécuter  
Observer  
Analyser  
Communiquer

### Matériel à prévoir

(pour chaque équipe)

- bouteille de plastique
- ballon
- deux récipients
- eau chaude
- eau glacée

### Ressources pédagogiques

DR 0.0-11 : Organisateur graphique : boîte d'idées scientifiques  
Grille d'évaluation 1 : Connaissance et compréhension  
Grille d'évaluation 3 : Communication  
BO 2 : La démarche scientifique et l'expérimentation  
BO 8 : Les présentations en sciences et technologie  
Site Web de sciences et technologie, 8<sup>e</sup> année : [www.duvaleducation.com/sciences](http://www.duvaleducation.com/sciences)

### 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

- Expliquer de manière qualitative la relation entre la pression exercée, le volume et la température d'un liquide ou d'un gaz s'ils sont comprimés ou chauffés.

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

- Utiliser les termes justes pour décrire ses activités d'expérimentation, de recherche, d'exploration et d'observation.

### CONTEXTE SCIENTIFIQUE

#### Loi de Boyle

- La loi de Boyle, qui doit son nom au scientifique Robert Boyle, explique la relation entre la pression d'un gaz et son volume. Selon cette loi, pour une quantité fixe de gaz à une température constante, la pression et le volume sont inversement proportionnels. Donc, lorsque l'un des deux diminue, l'autre augmente. Cette relation est souvent formulée ainsi :  $PV = k$ , où  $k$  est une constante.

#### Loi de Charles

- Formulée par le scientifique Jacques Charles, la loi de Charles explique la relation entre la température d'un gaz et son volume. Selon cette loi, pour une quantité fixe de gaz à une pression constante, le volume et la température sont directement proportionnels : une augmentation de l'un entraîne une augmentation de l'autre et une diminution de l'un entraîne une diminution de l'autre. Cette relation est souvent formulée ainsi :  $V = kT$ , où  $k$  est une constante.

#### Loi de Gay-Lussac

- Louis Joseph Gay-Lussac a établi la relation entre la pression d'un gaz et sa température. Pour une quantité fixe de gaz à un volume constant, la pression et la température sont directement proportionnelles. Cette relation est souvent formulée ainsi :  $P = kT$ , où  $k$  est une constante.

#### Loi des gaz parfaits

- La loi de Boyle, la loi de Charles et la loi de Gay-Lussac peuvent être combinées en une seule équation :  $PV = kT$ , qui explique la relation entre la pression, le volume et la température pour une quantité donnée de gaz.

#### Gaz parfaits

- La loi de Boyle, la loi de Charles et la loi de Gay-Lussac et l'équation qui résulte de leur combinaison ne sont parfaitement exactes que dans le cas de gaz parfaits (un gaz parfait est un gaz dont les particules sont infiniment petites et n'interagissent pas entre elles). Dans la réalité, les gaz ne se comportent pas exactement comme des gaz parfaits, surtout à de fortes pressions et à de basses températures.

### IDÉES FAUSSES À RECTIFIER

- *Repérage* Les élèves pourraient croire que les changements de température associés à des changements de pression et de volume ne sont que des conséquences de ces changements de pression et de volume (c'est-à-dire que les changements de température n'ont aucune utilité en soi).
- *Clarification* Plusieurs technologies sont basées sur la baisse de température qui se produit quand un gaz est décomprimé. La plupart des dispositifs de réfrigération (dont les climatiseurs) fonctionnent grâce à la compression d'un gaz (habituellement un composé organique, comme un hydrofluorocarbure). Le gaz comprimé est ensuite pompé dans des tubes qui aboutissent à un

dispositif de refroidissement où il peut prendre de l'expansion (se décompresser). La diminution de pression entraîne un refroidissement important du gaz. Le gaz refroidi absorbe l'énergie thermique d'un autre fluide (habituellement de l'air ou de l'eau), qui refroidit à son tour. Ce fluide refroidi et non toxique peut être utilisé pour refroidir un réfrigérateur ou un congélateur ou rafraîchir l'air d'une pièce.

- *Et maintenant?* À la fin de la leçon, demandez aux élèves : *Comment les gaz peuvent-ils être utilisés pour rafraîchir une pièce?* (Les gaz peuvent être comprimés puis placés dans des conditions où ils peuvent prendre de l'expansion. Lors de cette expansion, ils absorbent l'énergie thermique de leur environnement, ce qui entraîne une baisse de température.)

## NOTES PÉDAGOGIQUES

### 1 Stimuler la participation

- Apportez en classe une pompe et un contenant d'air comprimé. Demandez aux élèves de prédire ce qui va arriver à la température de la pompe quand vous l'actionnerez et à celle du contenant quand vous laisserez s'échapper l'air. Se refroidiront-ils ou se réchaufferont-ils? Demandez-leur de justifier leurs prédictions. Ensuite, vérifiez ces prédictions en faisant fonctionner les deux dispositifs. (La pompe va se réchauffer et le contenant d'air comprimé va se refroidir.) Encouragez les élèves à expliquer pourquoi le fonctionnement de ces deux dispositifs entraîne des changements de température différents.

### 2 Explorer et expliquer

- Quand les élèves étudieront cette section, attirez leur attention sur l'information véhiculée par les schémas et les illustrations. La rubrique **Vers la littératie** de leur manuel propose des stratégies qui les aideront à tirer le plus de renseignements possible de leur lecture de schémas. Vous trouverez d'autres outils d'aide à l'apprentissage en lien avec cette stratégie à la page 119 de ce guide.
- La plupart des contenants de gaz sous pression sont courbes, parce que cette forme les rend plus solides que les contenants ayant des coins. Cette solidité est principalement due à deux facteurs. D'abord, un contenant courbe (particulièrement un contenant de métal) peut être fabriqué à partir d'un seul morceau (ou encore être moulé). Les points de soudure et les joints sont souvent les parties les plus fragiles d'un contenant : fabriquer un contenant à partir d'une seule pièce augmente donc sa robustesse. Ensuite, les coins ont tendance à produire une pression différentielle plus importante à l'intérieur d'un contenant. La pression qui s'exerce dans un coin est généralement beaucoup plus grande que la pression qui s'exerce sur une surface plane : cette différence de pression peut affaiblir le contenant avec le temps. À l'inverse, dans un contenant courbe et lisse, la pression est habituellement distribuée beaucoup plus uniformément. Les élèves pourront obtenir de plus amples renseignements sur ces sujets en visitant le site Web de Duval Éducation.
- Demandez aux élèves de faire l'activité **Sciences en action : Observer les effets des variations de température sur un fluide**.

#### Ressource complémentaire

Site Web de sciences et technologie, 8<sup>e</sup> année : [www.duvaleducation.com/sciences](http://www.duvaleducation.com/sciences)

#### Liens avec les mathématiques

La relation entre la pression et le volume dans un gaz est inversement proportionnelle, alors que la relation entre la pression et la température est directement proportionnelle. Passez en revue ces concepts mathématiques avec les élèves en discutant avec eux d'autres exemples de relations inverses et directes tirés de la vie quotidienne (la relation directe qui existe entre la longueur des enjambées d'une personne et la taille de cette personne, ou la relation inverse entre la grosseur d'une portion et le nombre de portions qu'un contenant de nourriture peut contenir).

#### Activité de fin d'unité

Pour faire bouger leurs jouets à l'aide de fluides pressurisés, les élèves doivent prendre en considération les volumes des espaces où ces fluides circuleront. Si le volume est trop grand, la pression sera insuffisante pour faire bouger le jouet. Si le volume est trop petit, la pression pourrait faire éclater le jouet.

## SCIENCES EN ACTION : OBSERVER LES EFFETS DES VARIATIONS DE TEMPÉRATURE SUR UN FLUIDE

### Objectif

- Les élèves détermineront comment le changement de température d'un fluide influe sur son volume.

### À noter

- Voici un exemple de question de recherche : *Quand la température de l'air change, qu'arrive-t-il à son volume?*
- Quand les élèves rédigeront leurs hypothèses, rappelez-leur la théorie particulière et encouragez-les à s'y référer pour justifier ces hypothèses. Les élèves qui auront besoin de revoir la théorie particulière pourront se référer au chapitre 7 de leur manuel, plus particulièrement à la section 7.2 (« Les caractéristiques des fluides »).

- Voici un exemple d'hypothèse répondant à la question de recherche à la page précédente : *Si la température de l'air augmente, son volume augmentera également, parce que les particules d'air bougeront plus vite et s'éloigneront les unes des autres.*
- Avant la leçon, examinez les ballons pour vous assurer qu'ils scellent bien les bouteilles de plastique. Il ne doit rester aucune ouverture par laquelle l'air pourrait s'échapper. Au besoin, servez-vous d'élastiques pour bien serrer les ballons sur les goulots des bouteilles.
- Les bouteilles de plastique seront mouillées et pourraient glisser entre les mains lorsqu'elles seront sorties de l'eau. Pour éviter cela, vous pourriez distribuer aux élèves des serviettes ou des gants dont ils se serviraient pour déplacer les bouteilles.
- Les élèves devront maintenir les bouteilles sous l'eau et les empêcher de flotter à la surface.

### Suggestions de réponses

- À mesure que l'air à l'intérieur de la bouteille se réchauffait, le ballon prenait de l'expansion, ce qui signifie que le volume d'air augmentait. À mesure que l'air à l'intérieur de la bouteille se refroidissait, le ballon se dégonflait, ce qui signifie que le volume d'air diminuait.
- Exemple de réponse : Oui, mes observations ont confirmé mon hypothèse. Je pensais qu'augmenter la température de l'air ferait aussi augmenter son volume. Le fait que le ballon au-dessus de la bouteille chaude a pris de l'expansion soutient mon hypothèse.
- Exemple de réponse : Selon la théorie particulaire de la matière, les particules bougent plus vite lorsqu'elles sont chauffées. Les particules qui accélèrent leur mouvement s'éloignent les unes des autres. L'air dont les particules sont plus éloignées les unes des autres occupe un volume plus grand que l'air dont les particules sont rapprochées. Quand les particules s'éloignent les unes des autres, elles font gonfler le ballon.
- Exemple de réponse : Augmenter la température de l'air augmente son volume. Abaisser la température de l'air diminue son volume.

### Occasions d'évaluation

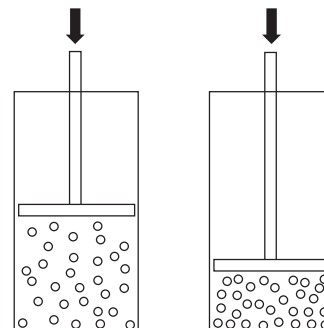
Vous pourriez demander aux élèves de travailler en petits groupes pour trouver des exemples concrets des effets qu'entraîne le changement de température, de pression ou de volume d'un gaz. Les élèves devraient documenter et présenter leurs exemples à la classe. Vous pourriez utiliser la Grille d'évaluation 1, « Connaissance et compréhension », et la Grille d'évaluation 3, « Communication », pour évaluer le travail des élèves.

## 3 Approfondir et évaluer

- Distribuez à chaque élève trois exemplaires du DR 0.0-11, « Organisateur graphique : boîte d'idées scientifiques ». Les élèves pourront se servir de ces boîtes pour résumer les relations qui existent entre la pression, le volume et la température d'un fluide. Par exemple, un exemplaire pourrait porter sur les effets entraînés par des changements de pression dans un fluide. Au centre de la boîte du haut, les élèves devraient inscrire « Augmentation de pression » ; au centre de la boîte du bas, ils devraient inscrire « Diminution de pression ». Dans la colonne située à la gauche de chaque boîte, ils devraient inscrire « Effets sur le volume » ; dans la colonne à la droite de chaque boîte, ils devraient inscrire « Effets sur la température ». Les élèves devraient ensuite remplir chaque boîte en écrivant l'effet qu'entraîne chaque type de changement en ce qui a trait à la propriété dont il est question, ainsi que les raisons de chacun des changements (encouragez-les à se référer à la théorie particulaire). Demandez-leur aussi de dessiner tout schéma ou truc mnémotechnique qui les aiderait à se souvenir de ces concepts.
- Dites aux élèves de répondre aux questions de la rubrique **Vérifie ta compréhension**.

## VÉRIFIE TA COMPRÉHENSION – SUGGESTIONS DE RÉPONSES

- Lorsqu'un gaz contenu dans un cylindre est comprimé, son volume diminue à mesure que ses particules sont forcées de se rapprocher les unes des autres, comme l'illustre le schéma de droite.
- Exemple de réponse : De nombreux produits, comme les désodorisants pour la maison et les bouteilles de plongée, contiennent du gaz. Comme les gaz peuvent être comprimés, une grande quantité de gaz peut être insérée dans un contenant relativement petit.
- Quand une pompe pour vélo est actionnée pour gonfler un pneu, l'air à l'intérieur de la pompe se fait comprimer ; cette compression entraîne une augmentation de la température de l'air. La pompe se réchauffe également à cause de la friction entre le piston et le réservoir d'air.
- Les contenants de produits en aérosol renferment des gaz sous haute pression. Si ce type de contenant est chauffé, la pression à l'intérieur du contenant va augmenter. Si la pression s'élève trop, le contenant peut exploser.



**Interpréter des schémas**

- Dites aux élèves que les schémas complètent l'information donnée dans le texte et facilitent la compréhension des concepts.
- Servez-vous de cette stratégie avec les élèves en examinant la figure 1 de cette section. Lisez la légende à haute voix. Ensuite, attirez l'attention des élèves sur les particules de gaz contenues dans les trois cylindres illustrés. Dites aux élèves que les flèches et les compteurs font référence à la pression exercée sur les gaz. Expliquez-leur que lorsque la pression exercée sur le gaz augmente, les particules de ce gaz se rapprochent les unes des autres et le volume du gaz diminue.
- Pour voir si les élèves comprennent les concepts, demandez-leur d'expliquer dans leurs propres mots ce qu'illustre le schéma. (Comme les particules d'un gaz dans un contenant fermé sont séparées par de l'espace, une augmentation de la pression exercée sur le gaz comprime les particules qui occupent alors un plus petit volume.)

**Enseignement différencié****Outils +**

- Servez-vous de flèches pointant vers le haut et vers le bas pour aider les élèves à comprendre les relations entre la pression, le volume et la température. Par exemple, pour montrer qu'au moment où la pression exercée sur un fluide augmente, le volume du fluide diminue et sa température augmente, écrivez : pression  $\uparrow$  volume  $\downarrow$  ; pression  $\uparrow$  température  $\uparrow$ . D'autres relations peuvent être formulées ainsi : pression  $\downarrow$  volume  $\uparrow$  ; température  $\uparrow$  volume  $\uparrow$  ; et volume  $\uparrow$  température  $\downarrow$ .

**Défis +**

- Invitez les élèves que cela intéresse à faire une recherche sur les lois des gaz suivantes : la loi de Boyle, la loi de Charles, la loi de Gay-Lussac et la loi des gaz parfaits. Dites-leur d'utiliser leurs résultats de recherche pour concevoir une affiche ou un autre type de présentation illustrant quelles sont les relations entre ces lois et en quoi elles sont liées à la pression, au volume et à la température d'un gaz. Renvoyez les élèves à la section 8.A.7. de *La boîte à outils*, « Affiche », dans laquelle ils trouveront de l'information sur la façon de concevoir une affiche efficace.

** l ves en français langue seconde****FLS**

- Les élèves en FLS pourraient comprendre les relations abordées au chapitre 9 sans pour autant être capables de les expliquer en français. Il pourrait être bénéfique pour eux de rédiger des explications sur ces notions dans leur langue maternelle en y ajoutant des schémas ainsi que des idées et des mots clés traduits en français.

**PROGRESSION DANS L'APPRENTISSAGE****Ce qu'il faut surveiller**

Ce qui indique que les élèves peuvent...

- prédire et expliquer les conséquences d'une augmentation et d'une diminution de pression, de température ou de volume dans un fluide ;
- suivre les étapes d'une marche à suivre pour confirmer ou infirmer une hypothèse.