

## 7.4

# Mène une expérience : La dilatation et la contraction

### ATTENTES

- Démontrer sa compréhension de la chaleur en tant que forme d'énergie associée au mouvement des particules de matière et essentielle à plusieurs processus s'opérant dans le système terrestre.
- Examiner, à partir d'expériences et de recherches, l'effet de la chaleur sur diverses substances ainsi que les différentes façons dont la chaleur est transférée d'un corps à un autre.

### CONTENUS D'APPRENTISSAGE

#### Compréhension des concepts

- Utiliser la théorie particulaire pour expliquer l'effet de la chaleur sur le volume des solides, des liquides et des gaz.

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

- Utiliser de manière appropriée et sécuritaire les outils, l'équipement et les matériaux qui sont mis à sa disposition.
- Explorer les effets du réchauffement et du refroidissement sur le volume d'un solide, d'un liquide et d'un gaz.
- Utiliser les termes justes pour décrire ses activités de recherche, d'expérimentation, d'exploration ou d'observation.
- Communiquer oralement et par écrit en se servant d'aides visuelles dans le but d'expliquer les méthodes utilisées et les résultats obtenus lors de ses expérimentations, ses recherches, ses explorations ou ses observations.

### CONTEXTE SCIENTIFIQUE

#### Le moteur à vapeur

- Pour la civilisation moderne, une des mises en application les plus fondamentales de la dilatation thermique a été le moteur à vapeur. Dans un moteur à vapeur, l'eau est chauffée (en brûlant du bois ou du charbon, par exemple, ou dans un réacteur nucléaire) jusqu'à ce qu'elle s'évapore. Le volume de la vapeur qui en résulte est environ 1600 fois supérieur à celui de l'eau liquide, produisant une force puissante qui peut être exploitée pour faire tourner une turbine ou entraîner un piston. Le premier moteur à vapeur a été en fait inventé par un Grec nommé Héron, qui vivait à Alexandrie pendant le 1<sup>er</sup> siècle de notre ère. Le moteur à vapeur moderne, toutefois, n'est pas apparu avant 1769, lorsque l'inventeur écossais James Watt a breveté plusieurs améliorations clés aux pompes à eau développées cinquante ans plus tôt par Thomas Newcomen. Les améliorations de Watt ont donné lieu à une machine moins dispendieuse et plus efficace, appropriée pour un vaste éventail d'utilisations, que ce soit pour faire fonctionner de l'équipement d'usine ou pour alimenter bateaux et trains;

bref, une machine qui rend possible la Révolution industrielle.

#### Eau : l'exception cruciale

- La plupart des substances sont plus denses dans leur forme solide. C'est parce que les particules dans un solide sont près l'une de l'autre; conséquemment, un volume donné d'une substance sous sa forme solide aura une plus grande densité (ou un plus grand nombre de particules) qu'un volume équivalent de cette substance dans la forme liquide ou gazeuse. L'eau constitue une exception cruciale. Lorsque les molécules d'eau forment de la glace, l'interaction entre les atomes d'hydrogène chargés positivement et les atomes d'oxygène chargés négativement produit des structures en forme d'hexagone dans lesquelles les particules sont séparées par beaucoup d'espace vide. Le résultat est que la glace est en fait moins dense que l'eau liquide; elle flotte au-dessus plutôt que de couler au fond. À cause de cette propriété unique, les rivières et les lacs gèlent essentiellement du dessus vers le bas plutôt que du bas vers le haut, un avantage pour les organismes qui vivent dans l'eau.

### Durée

45–60 min

### À voir

La plupart des matériaux se dilatent (prennent de l'expansion) lorsqu'ils sont chauffés et se contractent lorsqu'ils sont refroidis.

La démarche expérimentale permet d'observer la dilatation et la contraction de différents matériaux.

### Habiletés

Se poser une question  
Formuler une hypothèse  
Prédire le résultat  
Planifier  
Contrôler les variables  
Exécuter  
Observer  
Analyser  
Communiquer

### Matériel à prévoir

#### (pour chaque élève)

- lunettes de protection
- tablier

#### (pour chaque groupe)

- éprouvette
- bouchon de caoutchouc traversé d'un tube de plastique
- marqueur pour écrire sur le verre
- 2 grands béciers
- bouteille de verre au goulot étroit
- ballon de caoutchouc dégonflé
- eau
- colorant alimentaire
- glace

#### (pour l'enseignante ou l'enseignant)

- boule et anneau de laiton

### Ressources pédagogiques

Grille d'évaluation 5 : Mène une expérience

Résumé de l'évaluation 5 : Mène une expérience

BO 2 : La démarche scientifique et l'expérimentation

BO 5 : Le matériel scientifique et la sécurité

Site Web de sciences et technologie, 7<sup>e</sup> année : [www.duvaleducation.com/sciences](http://www.duvaleducation.com/sciences)

### Ressource complémentaire

Site Web de sciences et  
technologie, 7<sup>e</sup> année :  
[www.duvalaeducation.com/  
sciences](http://www.duvalaeducation.com/sciences)

## NOTES PÉDAGOGIQUES



### Consignes de sécurité

- Ce laboratoire nécessite que les élèves manipulent des béciers de verre remplis d'eau chaude. Les élèves devraient faire attention de ne pas se brûler, spécialement lorsqu'ils transportent les béciers. Au besoin, remplissez chaque bécier vous-même sur le bureau de chaque élève.
- Il s'agit d'une recherche dirigée. Les élèves auront quelques contacts avec de l'eau chaude et les béciers de verre, mais les procédures sont passablement simples. Assurez-vous que vous, et non les élèves, chauffez la balle de laiton dans la partie C.

### Questions de recherche

- Partie A, exemple de question : Comment le réchauffement et le refroidissement de l'eau affecteront-ils le volume de l'eau?
- Partie B, exemple de question : Comment le réchauffement de l'air, puis son refroidissement, affecteront-ils son volume?
- Partie C, exemple de question : Comment le réchauffement d'une bille de cuivre, puis son refroidissement, affecteront-ils son volume?

### Hypothèse et prédiction

- Partie A, exemple d'hypothèse : Chauffer l'eau fera augmenter son volume. Cela s'explique par le fait que les particules dans l'eau se déplacent plus rapidement et parcourent de plus grandes distances lorsqu'elles sont chauffées. Le refroidissement de l'eau fait ralentir les particules, qui parcourront alors de plus courtes distances; cela fera diminuer le volume de l'eau.
- Partie B, exemple d'hypothèse : Chauffer l'air fera augmenter son volume. Cela s'explique par le fait que les particules dans l'air se déplacent plus rapidement et parcourent de plus grandes distances lorsqu'elles sont chauffées. Le fait de refroidir l'air fera ralentir les particules, qui parcourront alors de plus courtes distances; cela fera diminuer le volume de l'air.
- Partie C, exemple d'hypothèse : Chauffer la balle de laiton fera augmenter son volume. Cela s'explique par le fait que les particules de laiton vibrent plus rapidement lorsqu'elles sont chauffées, ce qui a pour effet d'augmenter l'espace entre elles. Le fait de refroidir le laiton fera vibrer les particules plus lentement, diminuant ainsi l'espace entre elles et le volume de la balle.

### Démarche expérimentale

- Avant de commencer, assurez-vous que les élèves comprennent bien la relation entre ce qu'ils observeront et le volume de la substance observée. Par exemple, si le volume de l'eau augmente, que devraient-ils observer? Si le volume d'air diminue, que devraient-ils observer?

### Matériel

- Le tube devrait être inséré dans le bouchon avant que le bouchon ne soit inséré dans l'éprouvette. Le tube de pyrex pourrait se briser lorsqu'inséré dans le bouchon, il serait donc utile de lubrifier d'abord le bouchon avec de la glycérine. Vous pourriez également insérer le tube dans chaque bouchon vous-même avant que la classe ne commence.

- Assurez-vous que les ballons sont suffisamment gros pour bien s'ajuster aux bouteilles de verre, mais aussi qu'ils ne sont pas trop larges, pour ne pas laisser l'air s'échapper.
- Assurez-vous que la boule et l'anneau de laiton sont bien agencés : l'anneau devrait être suffisamment gros pour permettre au ballon de passer à travers, à la température de la pièce, mais pas assez gros pour permettre au ballon chauffé de le traverser.

## Marche à suivre

- Dans la Partie A, demandez aux élèves d'ajouter de l'eau dans l'éprouvette jusqu'à ce qu'elle soit presque pleine. Le fait d'insérer le bouchon dans l'éprouvette va déloger ce qui reste d'air. Rappelez aux élèves d'essuyer l'éprouvette de toute eau qui aurait été déplacée de la même façon.
- Rappelez aux élèves de mesurer le niveau d'eau dans le tube, pas dans l'éprouvette.
- **Exemples de données pour la Partie A :** Veuillez prendre note que toutes les observations sont fabriquées et présupposent des températures précises d'eau, d'air et de laiton. Les données réelles varieront, selon la température réelle des substances chauffées et refroidies.

	À la température de la pièce	Dans l'eau chaude	Dans l'eau froide
<b>Observations</b>	L'eau dans le tube s'est dilatée presque jusqu'au bout.	Après trois minutes dans l'eau chaude, le niveau d'eau dans le tube a augmenté considérablement.	Après trois minutes dans l'eau froide, le niveau d'eau dans le tube est descendu sous son niveau initial.

### Occasions d'évaluation

Vous pouvez utiliser la Grille d'évaluation 5, « Mène une expérience » pour évaluer le développement des habiletés d'expérimentation de l'élève.

- **Exemples de données pour la Partie B :**

	Dans l'eau chaude	Dans l'eau froide
<b>Observations</b>	Après cinq minutes dans l'eau chaude, le ballon s'est dilaté un peu.	Après cinq minutes dans l'eau froide, le ballon a repris sa taille originale.

- **Exemples de données pour la Partie C :**

	Ballon à la température de la pièce	Ballon lorsque chauffé	Ballon lorsque refroidi
<b>Observations</b>	La boule de laiton passe tout juste à travers l'anneau à la température de la pièce.	La boule de laiton chauffée ne passe pas à travers l'anneau.	Lorsque la boule de laiton est ramenée à la température de la pièce, elle peut à nouveau passer à travers l'anneau.

## Analyse et interprète

- Exemple de réponse : Oui. L'eau s'est dilatée (elle est montée dans le tube) lorsque chauffée et s'est contractée (elle est descendue dans le tube) lorsque refroidie. Les particules chauffées se déplacent plus rapidement et se propagent plus loin que les particules refroidies.
- Exemple de réponse : Oui. L'air s'est dilaté (il a gonflé le ballon) lorsque chauffé et s'est contracté (il a dégonflé le ballon) lorsque refroidi. Les particules chauffées se déplacent plus rapidement et se propagent plus loin que les particules refroidies.

- c) Exemple de réponse : Oui. Le laiton s'est dilaté lorsque chauffé et ne passait plus à travers l'anneau. Lorsque le laiton a refroidi, il s'est contracté et a pu passer à travers l'anneau de nouveau.
- d) Exemple de réponse : Le fait de chauffer l'eau, l'air ou le laiton en augmente les volumes. Le fait de refroidir l'eau, l'air ou le laiton en diminue les volumes.
- e) Exemple de réponse : Oui, je crois avoir bien répondu, puisque mes réponses confirment l'information contenue dans le manuel de l'élève. Si la théorie particulaire est correcte, il est donc logique de penser que chauffer une substance la fera se dilater et que refroidir une substance la fera se contracter.
- f) L'eau froide a refroidi l'air à l'intérieur de la bouteille. Selon la théorie particulaire de la matière, cela a causé le ralentissement des particules d'air à l'intérieur de la bouteille. Conséquemment, elles ont parcouru de plus courtes distances et l'air dans la bouteille s'est contracté. Alors que le volume de l'air diminuait, le ballon a commencé à se dégonfler.
- g) Selon la théorie particulaire de la matière, alors que le laiton dans la boule a absorbé de l'énergie provenant de la source de chaleur, les particules de laiton ont commencé à vibrer plus rapidement. Bien que les particules dans un solide ne puissent pas rompre leurs liens, les vibrations plus rapides ont augmenté l'espace entre les particules de laiton. Cela a provoqué une légère dilatation du laiton, de sorte qu'il ne passait plus à travers l'anneau.

### Approfondis ta démarche

- h) i) Exemple de réponse : J'ai observé des gaz prendre de l'expansion dans ma vie de tous les jours lorsque j'ai apporté un ballon gonflé à l'hélium à l'extérieur, par une journée chaude. Le ballon est alors devenu beaucoup plus gros que quand il était à l'intérieur.
- ii) Exemple de réponse : Pendant l'été, il est plus difficile de fermer les portes de ma maison, parce que les températures plus chaudes les font se dilater.
- i) Exemple de réponse : Un moteur de voiture est constitué de plusieurs pièces différentes. Si ces pièces ne se dilatent pas et ne se contractent pas dans la même proportion, elles ne seront pas ajustées précisément ensemble et la voiture ne fonctionnera plus aussi bien (ou plus du tout). Par exemple, alors que les pistons se déplacent dans leurs cylindres, ils deviennent très chauds. Si les pistons prennent plus d'expansion, ou en prennent plus rapidement, que les cylindres, les pistons resteront coincés.

#### Enseignement différencié

#### Outils +

- Les élèves qui ont toujours de la difficulté avec le concept de la théorie particulaire pourraient bénéficier de voir les principaux points affichés au tableau alors qu'ils effectuent le laboratoire et répondent aux questions du manuel.

#### Défis +

- Les élèves que cela intéresse peuvent faire une recherche sur les façons dont les gens utilisent la dilatation thermique pour créer de l'électricité. Demandez-leur de choisir une technologie précise et d'écrire un rapport d'une page sur cette technologie.

#### Élèves en français langue seconde

#### FLS

- Aidez les élèves qui ont de la difficulté à lire la marche à suivre en reproduisant le laboratoire pour eux.
- Permettez aux élèves en FLS de dessiner des croquis pour les aider à s'exprimer et à répondre aux questions.

### PROGRESSION DANS L'APPRENTISSAGE

#### Ce qu'il faut surveiller

Ce qui indique que les élèves peuvent...

- formuler des questions qui sont vérifiables par l'expérimentation;
- observer et enregistrer avec précision les résultats d'une expérience;
- identifier des preuves d'augmentation et de diminution du volume de solides, de liquides et de gaz;
- utiliser le matériel adéquatement et de manière sécuritaire.