

7.5

La dilatation et la contraction thermiques au quotidien

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

Les dangers de l'élévation du niveau de la mer

- Dans le futur, le réchauffement de la planète devrait contribuer à l'élévation du niveau de la mer, en faisant fondre les glaciers et les calottes polaires. Il aura aussi pour effet d'élever la température de l'eau, ce qui la fera se dilater. Le coefficient de dilatation thermique de l'eau est une augmentation de volume d'environ 0,021 % par degré C de réchauffement. Cela semble incroyablement petit, même

au vu du changement relativement grand de température de 3 à 5 °C qui est prévu par plusieurs scientifiques. L'océan, toutefois, est immense – il contient environ 1,35 milliard de kilomètres cubes d'eau. Un kilomètre cube couvrirait tout l'Ontario avec environ 1 mm d'eau. Un milliard de kilomètres cubes couvrirait l'Ontario à une profondeur de 1000 km. Donc, même un réchauffement de 3 °C causerait la dilatation de l'océan d'environ 86 millions de kilomètres cubes.

IDÉES FAUSSES À RECTIFIER

- *Repérage* Les commentaires à propos de la dilatation thermique des fluides automobiles dans leur manuel peuvent laisser les élèves avec l'impression que les débordements des réservoirs à essence et des systèmes de refroidissement sont des problèmes majeurs.
- *Clarification* Les voitures modernes sont conçues avec des mécanismes de sécurité qui aident à contourner les problèmes de dilatation thermique. Par exemple, les pompes d'une station-service se fermeront automatiquement lorsque l'essence dans un réservoir d'une voiture atteindra un certain niveau. Pareillement, des contenants spéciaux interceptent l'excédent de liquide de refroidissement – le liquide de refroidissement est ensuite retourné au radiateur lorsque le moteur se refroidit.
- *Et maintenant?* À la fin de la leçon, demandez aux élèves : *Comment est-il possible à une conductrice ou un conducteur d'empêcher l'essence de déborder alors qu'elle ou il conduit?* (Lorsque la pompe à essence de la station-service se ferme, la conductrice ou le conducteur ne devrait pas tenter de pomper plus d'essence dans la voiture.)

Durée

45–60 min

À voir

Le réchauffement et le refroidissement sont des facteurs importants dans certains processus naturels et artificiels courants.

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

Habiletés

Formuler une hypothèse
Observer
Analyser

Matériel à prévoir

(pour chaque groupe)

- trois ballons de caoutchouc
- marqueur noir
- ruban à mesurer flexible
- réfrigérateur/congélateur

Ressources pédagogiques

BO 2 : La démarche scientifique et l'expérimentation
Site Web de sciences et technologie, 7^e année : www.duvaleducation.com/sciences

Ressources complémentaires

VILLENEUVE, Claude et François RICHARD.
Vivre les changements climatiques, Québec, éd. Multimondes, 2007.

Site Web de sciences et technologie, 7^e année : www.duvaleducation.com/sciences

Activité de fin d'unité

Les élèves peuvent tester la dilatation thermique du bois en mesurant un morceau de bois à des températures chaudes ou froides. Si c'est l'été, l'élève pourrait laisser le morceau à l'intérieur, où il sera plus frais, pour ensuite l'apporter à l'extérieur et le mesurer. Durant l'hiver, l'élève pourrait le laisser dehors, le mesurer, pour ensuite l'apporter à l'intérieur et mesurer le changement. Cela l'aidera à concevoir la niche.

NOTES PÉDAGOGIQUES

1 Stimuler l'apprentissage

- Faites un remue-ménages avec les élèves pour dresser une liste d'objets de leur vie quotidienne qui sont exposés à des températures changeantes. Demandez-leur en quoi ce qu'ils ont appris à propos de la dilatation thermique et de la contraction pourrait poser problème dans la conception et la fabrication de chaque article. Mettez-les au défi de suggérer des solutions ou des manières de contourner ces problèmes.

2 Explorer et expliquer

- Mettez l'accent sur le fait qu'il n'y a jamais de solution unique à un problème. Par exemple, les ponts bâtis par les anciens Romains n'étaient pas renforcés par des tiges d'acier – l'acier n'a pas été inventé avant le 19^e siècle – et toutefois, certains de ces ponts tiennent encore debout aujourd'hui. Dans d'autres parties du monde, on utilise des ponts faits de corde, minimisant ainsi les problèmes de dilatation et de contraction thermiques. Demandez aux élèves de réfléchir aux avantages et aux désavantages de chaque type de pont.
- Expliquez que des pneus mal gonflés sont aussi moins efficaces, puisqu'un plus grand effort doit être déployé pour déplacer la voiture ou la bicyclette sur la même distance. Sur une bicyclette, cela rend simplement plus difficile l'action de pédaler et de tourner. Dans une voiture, toutefois, cela signifie une plus grande consommation d'essence, ce qui est dispendieux et mauvais pour l'environnement.
- Demandez aux élèves de faire l'activité **Sciences en action : Ballon chaud, ballon froid**.

SCIENCES EN ACTION : BALLON CHAUD, BALLON FROID

Objectif

- Les élèves détermineront les effets de températures chaudes et froides sur le volume de l'air.

À noter

- Vous n'aurez probablement pas besoin de 10 minutes pour que les ballons réagissent au changement de température; vous n'aurez peut-être pas besoin de prévoir autant de temps pour cette activité. Autrement, les élèves peuvent aussi faire cette activité à la maison.
- Avant de placer leurs ballons dans le congélateur ou de les immerger dans l'eau chaude, les élèves pourront utiliser le marqueur noir pour tracer chaque circonférence; cela permet que la même ligne soit mesurée à chaque étape. Les élèves voudront peut-être écrire leurs initiales sur leurs ballons, spécialement s'il y a un seul congélateur pour tous les ballons.
- Au lieu d'envelopper un ruban à mesurer flexible autour de leurs ballons, il serait peut-être plus simple d'utiliser un morceau de corde. Les élèves peuvent ensuite la mesurer de l'extrémité jusqu'au point où elle fait un tour autour du ballon.
- Exemple d'hypothèses :
 - Un ballon à la température de la pièce pourrait perdre une partie de son volume après 10 minutes, puisque l'air à la température de la pièce est légèrement plus frais que le souffle qui a gonflé le ballon, et que les gaz se contractent à des températures plus fraîches. Toutefois, 10 minutes ne sont probablement pas suffisantes pour produire un dégonflement notable.
 - Un ballon placé dans un congélateur pendant 10 minutes pourrait perdre un pourcentage appréciable de son volume. La faible température ralentira les particules d'air dans le ballon plus qu'elles n'étaient ralenties à la température de la pièce; les particules ne se déplaceront pas aussi loin, et le ballon se dégonflera.
 - Un ballon immergé dans l'eau chaude du robinet pendant 10 minutes augmentera en volume. À des températures élevées, les particules d'air se déplacent plus rapidement et parcourent de plus grandes distances, causant une dilatation notable du ballon, peut-être même suffisante pour le faire éclater.

Suggestions de réponses

- Le ballon à la température de la pièce avait le même volume après 10 minutes que celui qu'il avait au départ. Le ballon dans le congélateur, toutefois, a diminué de plusieurs centimètres très rapidement. De même, le ballon dans l'eau chaude a pris de l'expansion.
- Exemple de réponse : Mon hypothèse à propos du premier ballon était inexacte. Peut-être la différence entre mon souffle et la température de la pièce était-elle négligeable. Mon hypothèse à propos du deuxième ballon était exacte – il s'est contracté dans le congélateur puisque les températures froides contractent l'air. Mon hypothèse à propos du troisième ballon était également exacte, même si l'eau n'était pas assez chaude pour faire éclater le ballon.

3 Approfondir et évaluer

- Faites le lien entre l'information sur l'élévation du niveau de la mer dans le manuel de l'élève et le problème du réchauffement de la planète. Demandez aux élèves de faire un remue-ménages pour identifier les causes possibles de l'augmentation de la température des océans, de même que des solutions possibles. *Comment les villes côtières pourront-elles résoudre le problème des inondations?* Agrémentez la discussion d'images de sociétés et d'écosystèmes côtiers menacés par l'augmentation du niveau de la mer.
- Demandez aux élèves d'interviewer des personnes qui doivent prendre en considération la dilatation thermique et la contraction dans leurs vies professionnelles – en ingénierie, par exemple, ou encore en dentisterie et en mécanique – et de présenter ensuite ce qu'ils ont appris, à leur classe ou en petits groupes.
- Demandez aux élèves de répondre aux questions de la rubrique **Vérifie ta compréhension**.

Occasions d'évaluation

Vous pourriez demander aux élèves d'interviewer leurs camarades et leur famille sur la façon dont la contraction ou la dilatation thermique affecte la vie quotidienne, et discuter ensuite de ce qu'ils ont appris en petits groupes. Vous pouvez échanger avec différents groupes et évaluer leurs résultats et conversations à l'aide de la grille d'évaluation appropriée.

VÉRIFIE TA COMPRÉHENSION – SUGGESTIONS DE RÉPONSES

1. a) Faux. Les particules dans une matière se déplacent plus rapidement lorsqu'elles sont chauffées.
b) Vrai.
c) Faux. L'état gazeux est le plus dilaté des trois états de la matière.
d) Vrai.
2. Pendant l'été, la température chaude cause la dilatation de la porte parce que les particules dans le métal se déplacent plus rapidement. Pendant l'hiver, la température se refroidit, les particules dans le métal ralentissent, et la porte se contracte. Le cadre de la porte prend de l'expansion vers l'intérieur et vers l'extérieur. Cela peut donc faire en sorte de bloquer la porte lorsque les températures sont plus chaudes, alors qu'elle s'ouvre plus facilement lorsque les températures sont plus fraîches.
3. Exemple de réponse : Les tiges d'acier à l'intérieur du béton renforcé utilisées dans les bâtiments doivent se dilater au même rythme que le béton lui-même. Si les tiges d'acier prennent de l'expansion plus rapidement que le béton, le béton peut craquer et rendre le bâtiment instable. Les plombages dentaires doivent se dilater au même rythme que les dents dans lesquelles ils sont posés, sinon la dent pourrait craquer. Les segments de pont sont séparés par des joints de dilatation ; autrement, les segments se dilatant par temps chaud causeraient le flambage du pont. Les trottoirs sont aussi faits en segments et présentent une conception similaire, de telle sorte que les segments ne craquent pas lorsqu'ils prennent de l'expansion.
4. Exemple de réponse : Si j'accroche des ballons à l'extérieur pendant la journée, la nuit, lorsque la température va tomber, les ballons commenceront à se contracter et à devenir mous. Il est souvent difficile d'ouvrir des fenêtres pendant une journée chaude ; c'est parce que les fenêtres se sont dilatées dans leurs cadres. Je ne devrais pas gonfler complètement les pneus de ma bicyclette, parce que lorsque je vais aller faire une promenade, ils vont prendre de l'expansion et risquer de crever.
5. Le matelas pneumatique se dégonflera un peu lorsque je le mettrai dans la piscine, puisque l'eau froide fera ralentir les particules d'air qui se déplacent rapidement. Donc, je peux pomper autant d'air que je le veux dans le matelas.

Vers la littérature

Faire un lien

- Dites aux élèves que le fait de faire des liens avec le texte les aide à en avoir une plus grande compréhension.
- Lisez la sous-section « La dilatation et la contraction des liquides » avec les élèves. Demandez-leur : *Quel exemple d'effet de l'élévation du niveau des mers le texte donne-t-il?* (Cela peut mener à des inondations dans les villes côtières.) *Quels sont les autres effets de l'élévation du niveau des mers dont vous avez entendu parler?* (Les plages s'éroderont, des habitats côtiers seront détruits, les conditions météorologiques pourraient changer, l'eau salée pourrait se retrouver dans nos approvisionnements en eau potable, etc.)

Outils +

- Parlez aux élèves de la figure 3 de leur manuel, en reliant chaque légende avec les illustrations. Si possible, apportez un ballon gonflé à l'hélium et congelez-le pour démontrer la contraction thermique de l'hélium qui a lieu lorsque la température baisse.

Défis +

- Demandez aux élèves de faire une recherche sur les taux de dilatation et de contraction de différents matériaux de construction, comme le béton et l'acier. Quels matériaux se dilatent au même rythme serait-il sécuritaire d'utiliser ensemble? Quels matériaux serait-il risqué de combiner dans une structure?

Élèves en français langue seconde

FLS

- Complétez l'enseignement pour les élèves en FLS avec des images additionnelles illustrant les différents sujets discutés dans cette section : un pont qui a subi un flambage en raison de la dilatation thermique, un plombage, un pneu crevé. Pour certains sujets, un objet pourrait être utilisé, comme un ballon de volleyball dégonflé.

Info techno : Flambages, dispositifs de dilatation et catastrophes ferroviaires

- Avant l'invention du rail soudé continu dans les années 1920, les chemins de fer étaient constitués de sections de rail beaucoup plus petites, de peut-être 20 m de long, boulonnées ou jointes ensemble par des plaques d'acier. Les espaces entre chaque section de rail pouvaient mener à des frais d'entretien élevés (ils produisaient également le son de cliquetis couramment associé aux vieux trains), mais ils fournissaient un espace dans lequel la dilatation thermique pouvait avoir lieu de façon sécuritaire. Les rails soudés sont moins bruyants, plus uniformes et même moins dispendieux à entretenir, mais ils n'ont pas cet espace tampon.
- Bien que les dispositifs de dilatation puissent contribuer à empêcher les flambages, en sciences et en ingénierie on continue à chercher des moyens fiables et économiques d'identifier les sections de rails qui subissent des niveaux dangereux de stress en raison de la dilatation thermique. Un des défis rencontré est le contraste entre les conditions contrôlées du laboratoire et les conditions complexes du monde réel qui font pression sur le rail. Par exemple, une stratégie prometteuse implique l'utilisation de laser pour mesurer la vitesse à laquelle une section de rail vibre lorsqu'elle est secouée. À cet égard, un rail qui veut se dilater, mais qui est soudé en place, est comme une corde de guitare étirée, qui vibre plus rapidement (et produit un son plus aigu) lorsqu'elle est pincée. Malheureusement, il s'est avéré difficile de tester individuellement les sections de rail à la recherche de signes de flambage sans avoir à dissocier le rail en entier.

PROGRESSION DANS L'APPRENTISSAGE

Ce qu'il faut surveiller

Ce qui indique que les élèves peuvent...

- expliquer l'effet de la dilatation et de la contraction thermiques sur les solides, les liquides et les gaz;
- relier les concepts de dilatation et contraction thermiques à des problèmes et des solutions du monde réel;
- poser et évaluer, à partir d'observations personnelles, des hypothèses sur l'effet qu'ont les changements de température sur des ballons remplis d'air.