

Trois processus peuvent transférer la chaleur d'un endroit à un autre

Souvent, un vent fort t'avertit qu'un orage se prépare. Parfois, quand il fait doux et que le temps est ensoleillé, un vent froid se lève et chasse l'air chaud. Très vite, des nuages sombres arrivent et on entend le tonnerre. Pourquoi le vent souffle-t-il ? Qu'est-ce qui fait changer la température si vite ?

Le vent est le mouvement de l'air causé par les différences de température de l'air, d'un endroit à un autre. Le vent est un exemple du transfert de la chaleur d'un endroit à un autre. L'air froid remplace l'air chaud. Dans ce chapitre, tu découvriras les trois processus du transfert de la chaleur et les raisons qui font souffler le vent. Tu découvriras les moyens de réduire les pertes de chaleur dans les bâtiments et la raison du réchauffement rapide de certaines matières.

Mon organisateur graphique*

Habiletés en lecture
et en étude

Fabrique l'organisateur graphique suivant en vue de noter ce que tu apprendras au cours du chapitre 6.

Ce que tu apprendras

Dans ce chapitre, tu pourras :

- **expliquer** la différence entre la chaleur et la température ;
- **décrire** les trois processus du transfert de la chaleur (conduction, convection et radiation) ;
- **expliquer** la chaleur massique ;
- **comparer** la chaleur massique de matières bien connues.

Pourquoi est-ce important ?

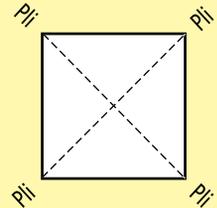
Comprendre la chaleur massique des substances t'aidera à reconnaître les objets chauds qui pourraient te brûler. Tu comprendras aussi pourquoi l'eau est le meilleur remède pour traiter les brûlures. Connaître la chaleur massique t'aidera également à comprendre les conditions météorologiques.

Les habiletés que tu utiliseras

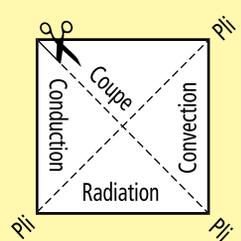
Dans ce chapitre, tu devras :

- **observer** la vitesse d'échauffement des liquides ;
- **contrôler les variables** qui peuvent influencer les résultats de l'expérience ;
- **expliquer** certains systèmes météorologiques.

ÉTAPE 1 **Plie** une grande feuille de papier carrée en diagonale afin de former un X.

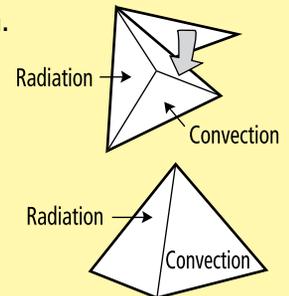


ÉTAPE 2 **Coupe** l'un des plis en t'arrêtant au point d'intersection situé au centre.



Ta feuille forme deux sections triangulaires. **Nomme** trois sections de la feuille comme tu peux le voir sur l'illustration.

ÉTAPE 3 **Plie** et colle la section sans nom sous celle nommée « Conduction » afin de former une pyramide à trois côtés.



ÉTAPE 4 **Couche** la pyramide sur un côté afin d'inscrire des notes sur la face interne des sections triangulaires.



Organiser À mesure que tu avances dans ce chapitre, prends des notes et inscris les nouveaux termes liés à la radiation, la conduction et la convection sur la face interne de la pyramide. Tu peux y accrocher des notes additionnelles pour créer un mobile.

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

6.1 Les processus de transfert de la chaleur

Mots clés

conduction
convection
courant de convection
radiation

La conduction se produit quand les particules d'une matière vibrent sur place, en se cognant aux autres particules, ce qui leur transfère de l'énergie cinétique. La convection, quant à elle, est le mouvement d'un fluide chaud en déplacement. Et la radiation est le mouvement d'ondes électromagnétiques qui transportent l'énergie d'une source vers un objet qui absorbe cette énergie.



Figure 6.1 Les lézards s'exposent au Soleil pour absorber l'énergie radiante, ce qui augmente la température de leur corps.

Le savais-tu ?

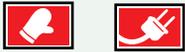
Un type de lézard vivant dans les Andes, en Amérique du Sud, a trouvé un moyen particulièrement efficace pour absorber l'énergie radiante du Soleil. Le matin, à une température aussi basse que -5°C , il quitte son terrier et expose son corps au Soleil. Après deux heures d'exposition aux rayons solaires, son corps peut atteindre une température dépassant 30°C , même si la température ambiante est proche du point de congélation.

Les lézards font partie de la classe des reptiles. Les reptiles ne produisent pas assez de chaleur pour maintenir la température de leur corps. Les biologistes ont longtemps pensé que la température des reptiles était la même que celle de l'air ambiant. Des recherches poussées ont démontré que les reptiles ont des astuces pour élever la température de leur corps. En s'étendant sous le Soleil, le lézard que tu vois à la figure 6.1 réchauffe son corps en absorbant l'énergie radiante. S'il devient trop chaud, il ira se rafraîchir dans une mare.

La radiation est l'un des trois processus de transfert de la chaleur d'un endroit à un autre. Dans ce chapitre, tu découvriras les trois processus : la conduction, la convection et la radiation.

Quand tu fais chauffer de l'eau dans un contenant, pourquoi l'eau chauffe-t-elle toute, et pas seulement celle qui est au fond ? Dans cette activité, tu observeras le mouvement de l'eau (ou courant) qui est chauffée.

Consignes de sécurité



- Manipule les objets chauds avec précaution.
- Assure-toi d'avoir les mains sèches avant de toucher une prise de courant.

Matériel

- un moule à tarte en aluminium
- une plaque chauffante
- un agitateur
- du shampoing ou du savon liquide pour les mains (apparence nacré, non transparent)
- du colorant alimentaire (couleur au choix)
- de l'eau

Ce que tu dois faire

1. Remplis d'eau la moitié du moule à tarte.



2. Ajoutes-y environ deux cuillères à soupe de shampoing ou de savon pour les mains.
3. Brasse doucement l'eau avec l'agitateur en prenant soin de ne pas faire de bulles.
4. Pose le moule à tarte sur la plaque chauffante.
5. Assure-toi que la solution est stable avant de régler la plaque chauffante à feu très doux.
6. Observe le mouvement de la solution pendant que le moule chauffe.
7. Aussitôt que tu observes un mouvement, verse une goutte de colorant dans la solution et observe ce qui se passe. Répète cette opération plusieurs fois.

Qu'as-tu découvert ?

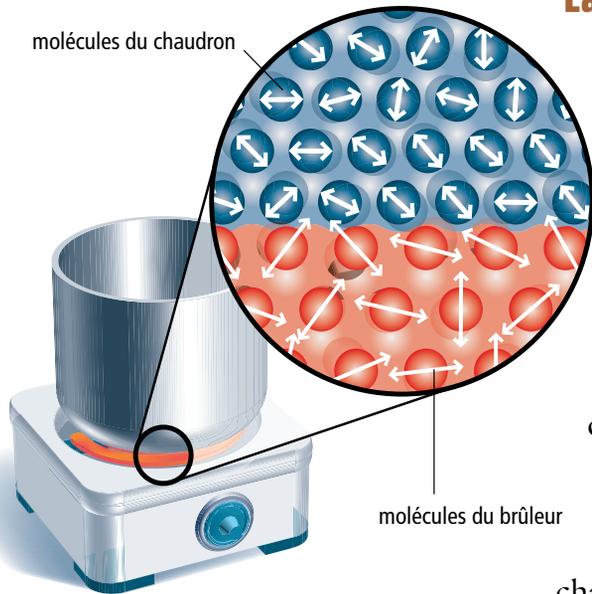
1. Décris le mouvement de la solution pendant l'échauffement.
2. Donne une raison possible pour expliquer le mouvement que tu as observé.
3. De quelle façon le mouvement de l'air (vent) peut-il ressembler au mouvement de l'eau ?

Le savais-tu ?

À la fin de l'activité, tu as peut-être observé un mouvement circulaire à quelques endroits dans la solution. C'est ce qu'on appelle des cellules de convection. Le processus qui forme ces cellules est le même que celui qui cause la formation de certains types de nuages, comme le grand cumulus (photo de droite). Un processus similaire se produit à la surface du Soleil, ce qui entraîne la formation de cellules visibles (voir page 104).



La conduction



La **conduction** est le transfert d'énergie thermique qui se produit lorsque des particules chaudes entrent en contact avec des particules froides. L'énergie passe alors des plus chaudes aux plus froides, comme le montre l'exemple à la figure 6.2. Quand tu poses un chaudron sur le brûleur d'une cuisinière, les particules du brûleur sont chaudes, tandis que celles du fond du chaudron sont froides. Les particules chaudes du brûleur se cognent contre les particules froides du chaudron, leur transférant ainsi de l'énergie cinétique. Les particules du chaudron deviennent chaudes à leur tour.

Figure 6.2 La longueur des flèches des particules du brûleur et du fond du contenant indique leur quantité relative d'énergie cinétique. Le brûleur chauffe le contenant par conduction, elle-même causée par le contact entre les particules du contenant et celles du brûleur.

Quand on chauffe les particules d'un objet, elles commencent à vibrer et absorbent plus d'énergie cinétique. Elles se cognent contre les particules voisines et leur transfèrent de l'énergie cinétique (voir la figure 6.3). Les particules continuent de se cogner contre leurs voisines jusqu'au transfert de l'énergie cinétique à toutes les particules de l'objet. La chaleur est ainsi uniforme dans l'ensemble de l'objet ou de la substance.

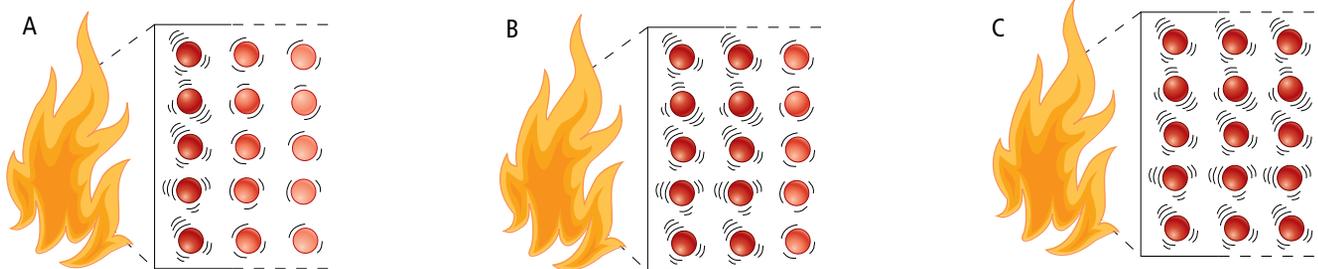


Figure 6.3 (A) Les particules absorbent l'énergie de la source de chaleur près de laquelle elles se trouvent; elles commencent à bouger de plus en plus vite et accumulent de l'énergie cinétique. (B) Lorsque les molécules chaudes en surface se cognent contre les particules voisines, elles leur transmettent un peu de leur énergie cinétique. (C) Les collisions continues entre les particules transfèrent la chaleur à tout l'objet.

Ce qu'il faut retenir de la conduction est le fait que les particules individuelles dans une substance vibrent sur place. C'est en se cognant les unes contre les autres que les particules se transfèrent de l'énergie. L'énergie est transférée à toute la substance, mais les particules restent sur place. La conduction se produit généralement dans les solides.

Vérifie ta lecture

1. Pour qu'il y ait conduction de chaleur, que doit-il se passer entre deux objets ?
2. La conduction se produit-elle dans les solides, les liquides ou les gaz ? Explique.
3. Comment la chaleur est-elle transférée du côté d'un objet à un autre, par exemple du fond d'une poêle à frire à ce qui se trouve à l'intérieur de la poêle ?

La convection

La **convection** est le processus par lequel un gaz ou un liquide chaud se déplace, transportant de la chaleur. La figure 6.4 montre le processus de convection : la flamme de la chandelle réchauffe l'air qui l'entoure. Tu sais qu'un mélange de gaz comme l'air se dilate quand il est chauffé. Les particules d'air chaud sont éloignées les unes des autres. Chaque volume d'air chaud a moins de particules et il est plus léger que lorsqu'il était froid. L'air chaud monte. Si rien d'autre n'arrive, l'air qui monte laisse un vide à la place qu'il occupait. Cette place est toutefois vite remplie par l'air froid, plus lourd. Au cours de son ascension, l'air chaud refroidit, devient lourd et descend à nouveau.

On appelle ce mouvement le **courant de convection**.

Le vent est une forme de courant de convection. Le Soleil réchauffe inégalement la surface de la Terre, et l'air au-dessus des parties chaudes monte. L'air froid se déplace pour le remplacer. La figure 6.5, à la page suivante, résume le processus de la formation du vent. Le Soleil réchauffe des parties de la surface de la Terre plus que d'autres pour plusieurs raisons. Par exemple, près de l'équateur, les rayons du Soleil frappent directement la surface de la Terre, ce qui rend le sol plus chaud que dans d'autres régions du monde. Certaines surfaces absorbent plus facilement l'énergie solaire. Un sol aride s'échauffe plus facilement qu'une étendue d'eau ou un sol couvert de végétation. La neige réfléchit la majorité des rayons solaires. Quelle que soit la cause du réchauffement du sol, l'air au-dessus d'une surface chaude devient chaud par conduction. Chauffée, la couche d'air inférieure se dilate et monte. L'air froid, plus dense et plus lourd, se glisse sous l'air qui monte.

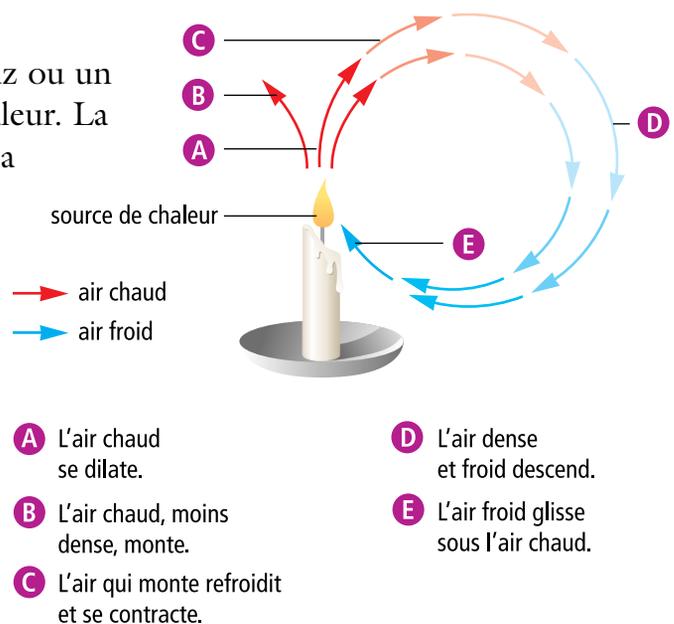
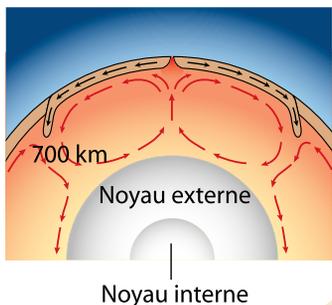


Figure 6.4 Quand l'air autour de la flamme devient chaud, il monte, refroidit et redescend.

Le savais-tu ?

Les géologues ont trouvé des signes qui montrent que les continents et les larges plaques océaniques ont traversé de grandes distances autour de la Terre pendant des millions d'années. Ils attribuent ce mouvement au courant de convection du noyau en fusion au centre de la Terre. Les flèches rouges du diagramme montrent le courant de convection dans le magma en fusion, la couche de liquide sous la croûte terrestre. Les petites flèches noires représentent le mouvement de la croûte, y compris les continents.



Suggestion d'activité

Réalise une expérience 6-1-E, à la page 188

Lien Internet

Tu peux trouver des animations dans Internet sur le courant de convection. Pour trouver une animation, commence ta recherche à l'adresse indiquée ci-dessous et suis les étapes.
www.cheneliere.ca

En même temps, l'air qui monte se dilate et refroidit. Si l'air est humide, le refroidissement entraîne la condensation, causant ainsi la formation de pluie. L'air froid finit par redescendre sur Terre. Le résultat : un immense courant circulaire de convection.

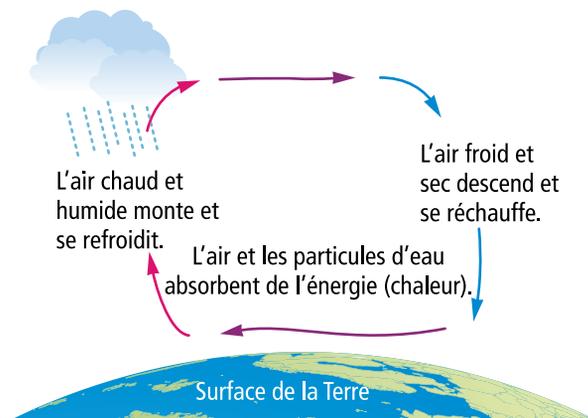


Figure 6.5 Le vent est un courant de convection. Tu ne peux sentir que le vent qui souffle à la surface de la Terre. Bien qu'il semble souffler dans une seule direction, ce vent de surface fait partie du mouvement circulaire de l'air dans l'atmosphère.

Le courant de convection se produit aussi dans les liquides. Par exemple, quand tu fais chauffer de l'eau sur un brûleur, l'eau qui se trouve au fond du bécier chauffé par conduction parce qu'elle est en contact avec le fond chaud. Dès que l'eau commence à chauffer, elle se dilate et monte à la surface. L'eau plus froide descend et est chauffée à son tour. L'eau tourne de haut en bas dans le bécier (voir la figure 6.6). L'eau se mettra à bouillir quand toutes les particules d'eau auront atteint 100 °C.

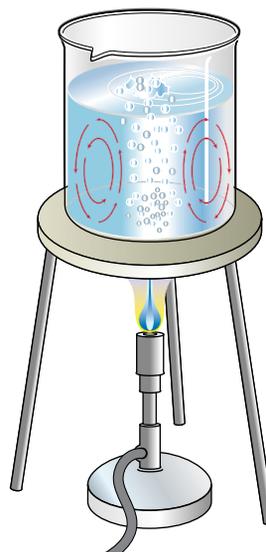


Figure 6.6 Les flèches représentent le mouvement du courant de convection dans l'eau.

Tu peux créer un modèle de convection. Pour ce faire, tu utiliseras de l'eau à différentes températures et du colorant alimentaire pour observer le mouvement de l'eau.

Matériel

- un bécher de 250 mL
- deux béchers de 100 mL
- un agitateur
- un compte-gouttes
- de l'eau à la température ambiante
- de l'eau glacée
- de l'eau très chaude
- du colorant alimentaire de deux couleurs différentes

Consignes de sécurité



- Manipule l'eau chaude avec précaution.

Ce que tu dois faire

1. Verse l'eau à la température ambiante dans le bécher de 250 mL jusqu'aux trois quarts.
2. Verse un peu d'eau glacée dans un bécher de 100 mL et un peu d'eau chaude dans l'autre.
3. Ajoute du colorant alimentaire d'une couleur à l'eau glacée et du colorant de l'autre couleur à l'eau chaude. Brasse avec l'agitateur.



4. Essaie de prévoir ce qui arrivera quand tu verseras de l'eau froide dans l'eau à la température ambiante et quand tu verseras l'eau chaude dans l'eau à la température ambiante. Note tes prédictions.
5. Remplis le compte-gouttes avec de l'eau glacée. Tiens-le au-dessus de l'eau à la température ambiante et verse une goutte d'eau glacée.
6. Observe le mouvement de l'eau glacée.
7. Répète les étapes 5 et 6 plusieurs fois. Dessine un diagramme représentant le mouvement de l'eau glacée.
8. Répète les étapes 5 à 7 en utilisant de l'eau chaude.

Qu'as-tu découvert ?

1. Explique ta prédiction sur le mouvement de l'eau froide dans l'eau à la température ambiante. Le mouvement observé correspond-il à celui que tu avais prédit ? Sinon, donne une explication possible.
2. Explique ta prédiction sur le mouvement de l'eau chaude dans l'eau à la température ambiante. Le mouvement observé correspond-il à celui que tu avais prédit ? Sinon, donne une explication possible.

Vérifie ta lecture

1. Dans la convection, qu'est-ce qui transporte la chaleur d'un endroit à un autre ?
2. Pourquoi la convection *ne* se produit-elle *pas* dans un solide ?
3. Donne un exemple d'une forme commune de courant de convection.

Suggestion d'activité

Réalise une expérience 6-1F, à la page 189

La radiation

Pendant une journée ensoleillée, tu sens de la chaleur sur ta peau quand tu tournes ton visage vers le Soleil. Savais-tu que l'énergie radiante du Soleil traverse environ 150 millions de kilomètres d'espace vide avant d'atteindre la Terre et réchauffer ton visage (voir la figure 6.7) ?



Figure 6.7 La lumière et la chaleur du Soleil donnent l'impression d'atteindre instantanément la Terre. En fait, la lumière met environ 8 minutes pour atteindre la Terre.

Jusqu'ici, tout ce que tu as appris sur la chaleur tourne autour du mouvement des particules. Le transfert de la chaleur se produit lorsque les particules se cognent entre elles ou lorsque des particules chaudes bougent d'un endroit à un autre. Comment le Soleil arrive-t-il à réchauffer des objets sur la Terre alors qu'il y a tellement d'espace vide entre eux ? Il n'y a même pas de particules qui se cognent entre elles. En fait, l'énergie radiante est transportée par des ondes et non par des particules. L'énergie que transportent les ondes est convertie en énergie cinétique dans les particules de la matière qui l'a absorbée.



Figure 6.8 Quand un caillou touche la surface de l'eau, il pousse les particules de l'eau vers le bas et les côtés. Chaque particule d'eau qui a bougé pousse les particules qui l'entourent. Ces mouvements créent les ondes que tu peux voir sur la surface de l'eau.

Les ondes

Pour comprendre comment les ondes transmettent l'énergie, pense à un type d'onde que tu peux voir à l'œil nu : une onde d'eau. Quand tu jettes un caillou dans une mare, des ondulations ou des ondes d'eau jaillissent du point où la pierre a touché l'eau (voir la figure 6.8). L'énergie cinétique du caillou est convertie en énergie cinétique de l'eau. Ces ondes font bouger tout objet qui peut se trouver sur l'eau. L'objet flottant reçoit l'énergie cinétique de l'eau. Par exemple, la jeune fille sur la photo de la figure 6.9 transmet de l'énergie cinétique au canard en caoutchouc sans le



Figure 6.9 Tu peux montrer que les ondes transmettent de l'énergie en créant des ondes dans un aquarium et en observant le mouvement d'un objet flottant.

toucher. Elle bouge sa main de haut en bas dans l'eau. Les ondes ainsi créées traversent l'eau jusqu'au canard et le font bouger. L'énergie cinétique que la fille crée avec sa main fournit de l'énergie cinétique au canard, sans le toucher.

Les ondes lumineuses, ainsi que d'autres formes d'ondes, sont appelées des ondes électromagnétiques. Tu ne peux pas voir les ondes électromagnétiques parce qu'elles ne sont pas faites de matière comme les ondes d'eau. Elles sont faites d'énergie électrique et magnétique. Elles peuvent transporter l'énergie à travers l'air ou l'espace vide. La **radiation** est le transfert d'énergie par des ondes électromagnétiques. Quand tu sens la chaleur du Soleil, du feu ou d'un brûleur de cuisinière, ce sont les ondes électromagnétiques qui transportent l'énergie de l'objet chaud jusqu'à ta peau.

Il y a plusieurs types d'ondes électromagnétiques. Elles sont classées par groupes, selon leur utilité ou selon d'autres caractéristiques. Les groupes principaux sont les suivants :

- Les *ondes radio* transportent les signaux de radio et de télévision.
- Les *micro-ondes* transportent les informations aux satellites et vice versa.
- Les *rayons infrarouges* transmettent la chaleur.
- La *lumière visible* est constituée d'ondes électromagnétiques que tu peux voir à l'œil nu.
- Les *rayons ultraviolets* proviennent du Soleil et sont responsables des coups de soleil.
- Les *rayons X* sont utilisés pour prendre des images de tes os.
- Les *rayons gamma* proviennent de sources radioactives et peuvent endommager sérieusement les tissus vivants.

Le savais-tu ?

Les ondes d'un tsunami transmettent l'énergie des secousses sismiques du fond de l'océan aux continents qui se trouvent à des centaines de kilomètres. Si elles touchent la Terre, les ondes du tsunami causent des dommages sérieux aux bâtiments et aux êtres vivants.

Le savais-tu ?

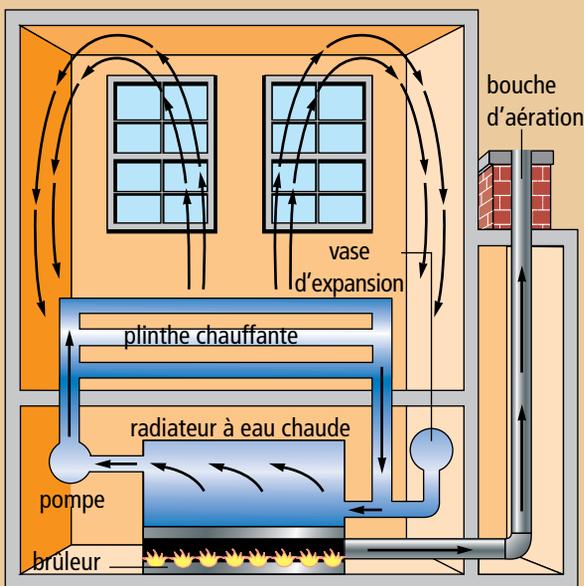
Les ondes qui réchauffent la nourriture dans un four à micro-ondes sont des ondes électromagnétiques.



Chaque type de transfert d'énergie (conduction, convection et radiation) se produit à un ou à plusieurs endroits pendant qu'on chauffe une maison. Le schéma ci-dessous montre le fonctionnement d'une installation de chauffage

domestique à eau chaude. Le texte à droite du schéma décrit les étapes du processus. Ton travail consiste à déterminer et à décrire les étapes d'un type spécifique de transfert d'énergie.

Installation de chauffage à eau chaude



Le pétrole, le gaz ou tout autre combustible qui se consume dans le générateur chauffe l'eau dans la chaudière. Un moteur électrique déclenche la pompe qui fait circuler l'eau chaude dans un réseau de conduits et dans la plinthe chauffante. L'eau chaude qui coule dans les plinthes chauffe les minces ailettes en métal (non représentées dans le schéma) qui chauffent l'air qui les entoure. L'air chaud circule dans la pièce. Un thermostat règle la circulation d'eau dans les conduits et les radiateurs ; il l'interrompt dès que la pièce est suffisamment chaude.

Ce que tu dois faire

1. Lis attentivement la description de l'installation de chauffage domestique.
2. Dans ton cahier de notes, dessine un schéma de cette installation.
3. Identifie chaque étape où il y a un transfert d'énergie.
4. Décris le processus de chaque étape que tu as identifiée dans ton schéma.



2. Pourquoi y a-t-il des ailettes dans les tuyaux des plinthes ?
3. Explique pourquoi le radiateur est placé près du sol au lieu d'être placé près du plafond ?
4. Les radiateurs sont souvent placés sous les fenêtres. À ton avis, pourquoi les systèmes de chauffage sont-ils conçus de cette façon ?
5. Les plinthes chauffantes sont habituellement installées sur les murs extérieurs d'une maison. Pourquoi ? (Un mur extérieur est situé entre une pièce et l'extérieur de la maison. Un mur intérieur se situe entre deux pièces de la maison).

Qu'as-tu découvert ?

1. Dans un système de chauffage domestique, à combien d'endroits un transfert d'énergie se produit-il ?

L'absorption de l'énergie radiante

Examine les objets de la figure 6.10. Qu'arrive-t-il quand la lumière touche ces objets? La lumière passe à travers la vitre et crée un effet réfléchissant sur le miroir. La surface de ces objets absorbe seulement une petite quantité d'énergie lumineuse. Le papier d'aluminium et le papier blanc absorbent un peu plus d'énergie, mais une grande partie de cette énergie est redirigée ailleurs. C'est le papier noir qui absorbe le plus d'énergie.

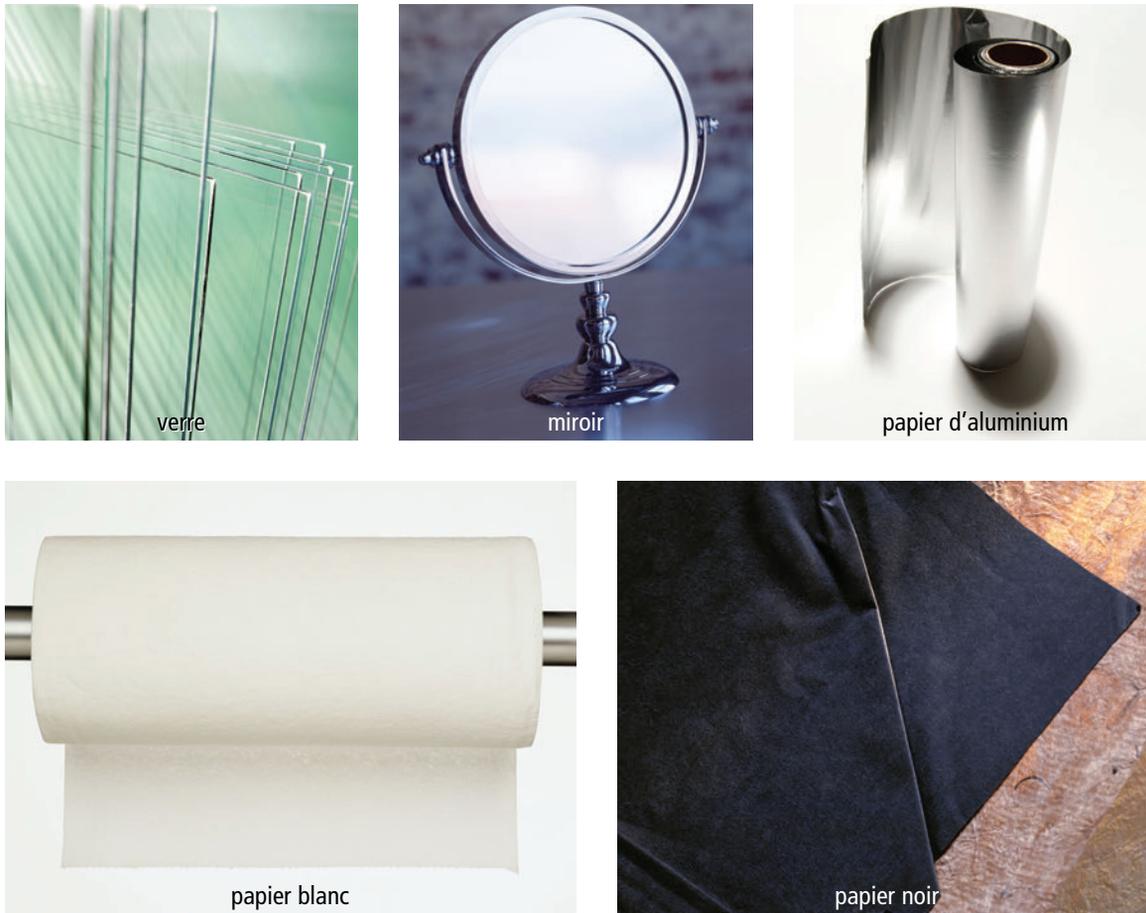


Figure 6.10 La lumière et les autres types de radiation électromagnétique interagissent d'une manière différente selon le type d'objet.

Les infrarouges et les autres formes d'ondes électromagnétiques agissent sur les surfaces de la même manière que la lumière visible. Un objet se réchauffe lorsqu'il absorbe l'énergie des ondes électromagnétiques. Quand la surface réfléchit les ondes ou quand les ondes passent à travers un objet comme la lumière passe à travers le verre, l'objet n'absorbe pas l'énergie et ne se réchauffe pas. Un objet ne peut recevoir l'énergie transmise par les ondes électromagnétiques que s'il les absorbe.

Expérience principale

Comment peux-tu comparer deux surfaces pour déterminer celle qui absorbe l'énergie radiante de manière plus efficace ? Que mesureras-tu ?

Consignes de sécurité



- Manipule les objets chauds avec précaution.
- Assure-toi d'avoir les mains sèches avant de toucher une prise de courant.

Matériel

- deux cannettes vides de boisson gazeuse
- deux thermomètres
- une lampe avec ampoule (100 W minimum)
- une règle
- des morceaux de tissu sombre et clair ou de la peinture sombre et claire
- une feuille d'aluminium
- 200 mL d'huile à cuisson
- du ruban adhésif ou des bandes élastiques

Ce que tu dois faire

1. Pense au Soleil d'été qui frappe fort différents objets. En te servant de tes connaissances et de ce que tu as appris dans ce chapitre, fais les prédictions suivantes. Quel est le type de surface qui absorbe le mieux l'énergie ?
 - a) sombre ou claire
 - b) brillante ou mate
2. Dans la liste de matériel, choisis deux objets à comparer. Couvre les cannettes avec ces objets.
3. Verse 100 mL d'huile à cuisson dans chaque cannette. Dépose les cannettes à 10 cm de la source de lumière, comme dans l'image.



4. Insère un thermomètre dans chaque cannette, puis note la température initiale de l'huile dans chaque cannette.
5. Place les cannettes sous la lumière et note la température de l'huile dans les deux cannettes aux 5 minutes, pendant environ 15 minutes.

Qu'as-tu découvert ?

1. Compare le changement de température de l'huile des deux cannettes. Tes observations appuient-elles tes prédictions ?
2. Si différents groupes ont fait la même prédiction, jusqu'à quel point leurs résultats sont-ils similaires ?
3. Réunis les résultats de toute ta classe. Mettez-vous d'accord sur des réponses aux comparaisons.
4. Quels seraient les facteurs, outre celui qui est à la base de ton expérience, qui peuvent avoir un effet sur la température dans les cannettes ?
5. Scientifiquement, un objet qui absorbe efficacement l'énergie radiante est capable d'en émettre efficacement. Supposons que tu as des paires d'objets à surfaces différentes comme ceux de la liste, quelle serait la surface qui diffuse le mieux l'énergie, donc qui refroidit plus vite ?
 - a) claire ou sombre
 - b) mate ou brillante



Il est important que les ingénieurs en aéronautique connaissent les surfaces qui émettent rapidement l'énergie radiante. La friction due au contact de l'air avec la surface d'un avion qui vole à haute vitesse, produit beaucoup de chaleur. Le SR-71 Blackbird (voir la figure 6.11) détient le record de tous les avions qui ont dépassé la vitesse du son plus de trois fois. À une telle vitesse, la surface de l'avion devient très chaude. Puisque les ingénieurs savent qu'une surface qui absorbe facilement la chaleur en émet très facilement aussi, ils ont choisi un noir mat qui réfléchira la chaleur le plus vite possible.

Vérifie ta lecture

1. Comment peux-tu transférer de l'énergie de ta main à un objet sans le toucher ?
2. Qu'est-ce qui transporte l'énergie dans un espace vide ?
3. Quand l'énergie radiante touche un objet, que doit-il se produire pour que l'objet se réchauffe ?

Le chauffage des maisons

Le foyer à feu ouvert est l'une des plus anciennes façons de chauffer les maisons. La chaleur radiante émanant du feu touche les objets qui sont en ligne directe avec le feu. Le courant de convection diffuse la chaleur dans la pièce. Cependant, les foyers ne peuvent chauffer efficacement qu'une seule pièce à la fois. Anciennement, les grandes maisons étaient donc équipées de plusieurs foyers.

Il y a plusieurs années, les maisons de Terre-Neuve-et-Labrador étaient souvent chauffées grâce à un poêle à bois semblable à celui que tu vois à la figure 6.12A. Ces poêles étaient souvent noirs, ce qui en faisait des radiateurs de chaleur efficaces. La pièce équipée d'un tel poêle était très chaude même durant les journées très froides, contrairement aux autres pièces de la maison qui ne profitaient que d'un faible transfert de chaleur. Avant de se coucher, les gens mettaient du charbon dans un chauffe-lit (voir la figure 6.12B). Ils le passaient entre les draps, réchauffant ainsi leur lit avant de s'y glisser.

Durant la première moitié des années 1900, les gens ont commencé à installer des appareils de chauffage dans les sous-sols



Figure 6.11 Le SR-71 Blackbird peut voler à 3500 km/h. Sa surface réfléchit rapidement la chaleur, mais elle devient tellement chaude que l'avion s'allonge de quelques centimètres sous l'effet de la dilatation thermique.



Figure 6.12 (A) Durant les soirées froides, les familles se réunissaient parfois autour du poêle à bois et se racontaient leur journée. (B) Avant de se coucher, on mettait du charbon dans un chauffe-lit comme celui-ci, on fermait le couvercle et on le passait entre les draps pour les réchauffer.

Le savais-tu ?

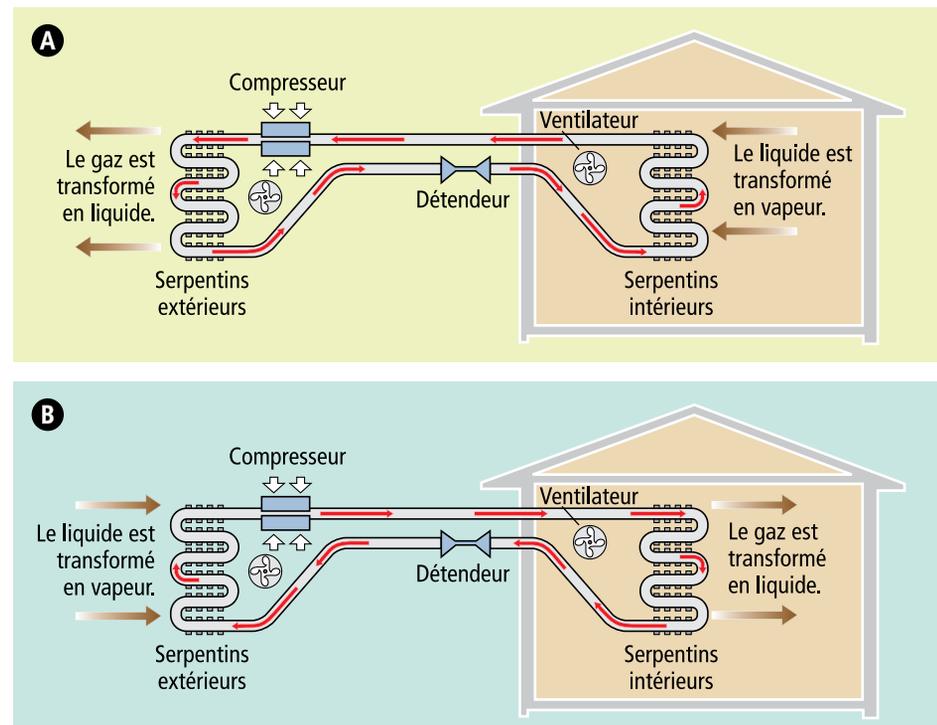
Un résidant de Colliers, à Terre-Neuve-et-Labrador, a inventé et fabriqué les panneaux solaires que tu peux voir sur la photo. Un ventilateur puise l'air froid de l'extérieur et le propulse dans 15 colonnes cylindriques. Le revêtement courbé en plastique permet aux colonnes de couleur foncée de recevoir le maximum de chaleur. L'air qui circule dans ces colonnes est chauffé par radiation solaire et diffusé dans le bâtiment.



Figure 6.13 (A) En été, le réfrigérant traverse le détendeur vers le bâtiment. Quand le réfrigérant se dilate, il s'évapore car il absorbe la chaleur de la pièce. Il est évacué à l'extérieur par le compresseur. Comprimé, le réfrigérant transfère la chaleur à l'extérieur du bâtiment. (B) En hiver, c'est le processus inverse. Le réfrigérant absorbe la chaleur de l'extérieur et la propage à l'intérieur du bâtiment.

d'où partaient des conduits qui se rendaient dans toutes les pièces. Les premiers appareils fonctionnaient pour la plupart au charbon. Vers la moitié des années 1900, beaucoup d'appareils ont été convertis au gaz ou au mazout. L'air propulsé dans l'appareil est chauffé, puis soufflé par des ventilateurs dans les conduits qui passent dans toutes les pièces. On appelle parfois ce système *chauffage à air chaud pulsé*. Par ailleurs, certaines habitations utilisent l'eau pour transporter la chaleur de l'appareil de chauffage aux différentes pièces. Un système de conduits transporte l'eau au générateur où elle est chauffée et renvoyée dans les conduits. La circulation de l'eau dans les conduits diffuse la chaleur dans les pièces. Ces deux systèmes, le chauffage à air chaud pulsé et le chauffage à eau chaude, sont encore utilisés dans la plupart des maisons.

Le prix croissant des combustibles et la menace de pollution encouragent la recherche de nouvelles technologies. Une de ces technologies, la thermopompe air-air, fonctionne de la même manière qu'un réfrigérateur. Un fluide est contenu dans un système de conduits (voir la figure 6.13). En été, le fluide absorbe la chaleur de l'intérieur et l'évacue à l'extérieur. En hiver, le processus est inversé : la thermopompe puise la chaleur de l'air extérieur et la propage à l'intérieur du bâtiment. Tu te demandes peut-être comment un fluide peut tirer la chaleur de l'air froid. Le fluide et le système de conduits ont des caractéristiques spécifiques. Quand un fluide se dilate rapidement, qu'il s'évapore et se transforme en gaz, il absorbe la chaleur autour de lui. Pour éliminer la chaleur, le gaz est comprimé et redevient liquide, ce qui entraîne l'évacuation de la chaleur.



Une thermopompe géothermique fonctionne comme une thermopompe air-air, mais au lieu d'échanger l'air avec l'extérieur, elle l'échange avec le sol. L'installation d'une thermopompe géothermique est coûteuse, mais elle est plus efficace. À quelques mètres seulement sous la surface du sol, la température est toujours stable. La température souterraine est plus froide que l'air durant l'été et plus chaude l'hiver. Comme on le voit à la figure 6.14, une série de tuyaux est enfouie dans le sol près d'un bâtiment. En été, l'air est évacué du bâtiment vers le sol. En hiver, la chaleur est puisée du sol et propagée dans le bâtiment. Plus de 30 000 bâtiments au Canada sont munis d'une thermopompe géothermique. Le Forest Centre (voir la figure 6.15), situé sur le campus du Grenfell College de Corner Brook, est le premier bâtiment non résidentiel au Canada à utiliser une thermopompe géothermique comme installation de chauffage et de refroidissement.

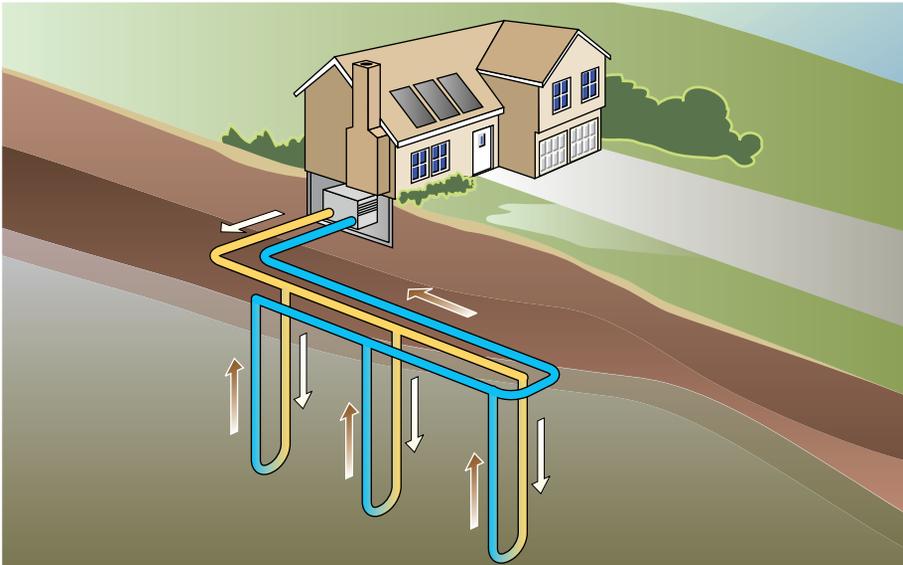


Figure 6.14 Les tuyaux enfouis profondément dans le sol puisent la chaleur du sol en hiver et la diffusent à l'intérieur. En été, la thermopompe absorbe la chaleur du bâtiment et l'évacue dans le sol.



Figure 6.15 Le Forest Centre est situé sur le campus du Grenfell College de l'Université Memorial, à Terre-Neuve-et-Labrador. Le Centre utilise la technologie avancée d'une thermopompe géothermique pour ses besoins de chauffage et de refroidissement.

Vérifie tes habiletés

- Examiner – observer
- Construire un modèle
- Expliquer le fonctionnement d'un système
- Communiquer

Consignes de sécurité

- Manipule les allumettes avec prudence.
- Utilise des poignées pour le four pour manipuler le bécher chaud.
- Évite de porter des vêtements larges en présence de flammes nues. Si tu as les cheveux longs, attache-les.

Matériel

- un aquarium à couvercle grillagé
- un bécher de 100 mL
- un bécher de 1000 mL
- une boîte de Petri
- des ciseaux
- un morceau de carton un peu plus grand que le couvercle de l'aquarium
- de la glace
- une chandelle courte et large
- des allumettes
- du papier essuie-tout
- du ruban adhésif

Le vent résulte du réchauffement inégal de la surface de la Terre. Tu peux imiter ces conditions dans un aquarium. En créant de la fumée, tu peux observer le mouvement de l'air. Ton enseignante ou ton enseignant pourrait faire la démonstration d'une partie ou de toute l'expérience.

Question

De quelle manière la différence de température sur la surface de la Terre crée-t-elle un courant de convection dans l'air ?

Marche à suivre

1. Coupe le carton de manière qu'il soit un peu plus grand que le couvercle de l'aquarium. Au centre du carton, découpe un cercle légèrement plus grand que le bécher de 1000 mL.
2. Place la glace dans la boîte de Petri et dépose-la sur un côté de l'aquarium.
3. Dépose la chandelle de l'autre côté.
4. Allume la chandelle.
5. Place le couvercle grillagé sur l'aquarium et dépose le carton par-dessus.
6. Plie un petit morceau de papier essuie-tout et place-le dans le bécher de 100 mL.
7. Mets le feu au papier essuie-tout. Place le bécher de 1000 mL (fond vers le haut) sur le bécher en feu afin de pousser la fumée vers l'aquarium.
8. Pendant quelques minutes, observe et note ce qui se passe dans l'aquarium.

**Analyse**

1. Dessine un schéma montrant le mouvement de la fumée dans l'aquarium. Identifie les éléments du schéma.
2. Comment la glace agit-elle sur l'air qui l'entoure ?
3. Comment la chandelle agit-elle sur l'air qui l'entoure ?
4. En tenant compte de l'état de l'air autour de la glace et de celui de l'air autour de la chandelle, explique le mouvement global de l'air.

Conclusion et mise en pratique

5. En quoi le mouvement de l'air dans l'aquarium simule-t-il le vent ?
6. Décris les conditions dans la nature qui ressemblent à celles de l'aquarium.

Vérifie tes habiletés

- Examiner – observer
- Contrôler des variables
- Construire un modèle
- Expliquer le fonctionnement d'un système

Consignes de sécurité

- Utilise des poignées pour le four pour manipuler le moule chaud.
- Assure-toi d'avoir les mains sèches avant de toucher une prise de courant.

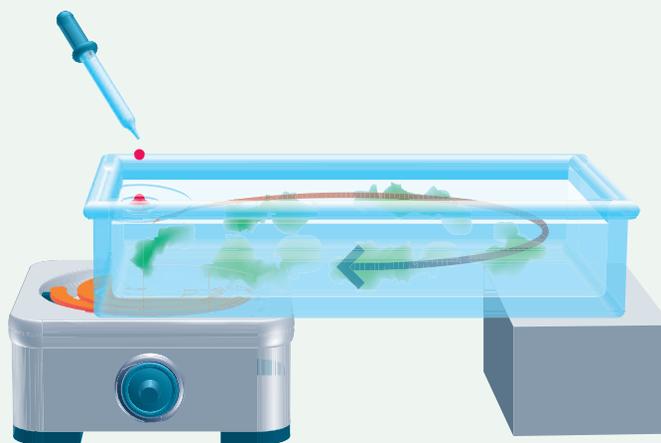
Matériel

- une plaque chauffante
- un bloc de bois (de la même hauteur que la plaque chauffante)
- un grand moule de cuisson en verre
- de l'eau
- un compte-gouttes
- du colorant alimentaire

Comme le réchauffement inégal des gaz, le réchauffement inégal de l'eau provoque un courant de convection. Dans cette expérience, tu chaufferas inégalement de l'eau et en observeras le mouvement en ajoutant des gouttes de colorant alimentaire. Ton enseignante ou ton enseignant pourrait faire la démonstration de cette expérience.

Question

Lorsque l'eau est chauffée à un seul endroit, comment la chaleur est-elle distribuée dans tout le liquide ?

**Marche à suivre**

1. Dépose un côté du moule de cuisson sur la plaque chauffante et l'autre sur le bloc de bois, comme tu peux le voir sur l'illustration.
2. Verse de l'eau dans le moule jusqu'à ce qu'il soit presque plein.
3. Allume la plaque chauffante et laisse l'eau chauffer.
4. Ajoute une goutte de colorant alimentaire à l'eau au-dessus de la plaque chauffante comme dans l'illustration.
5. Observe le mouvement du colorant et note tes observations.
6. Répète l'étape 5 plusieurs fois jusqu'à ce que tu arrives à déterminer le mouvement de l'eau.
7. Essuie les éclaboussures et lave soigneusement tes mains.

**Analyse**

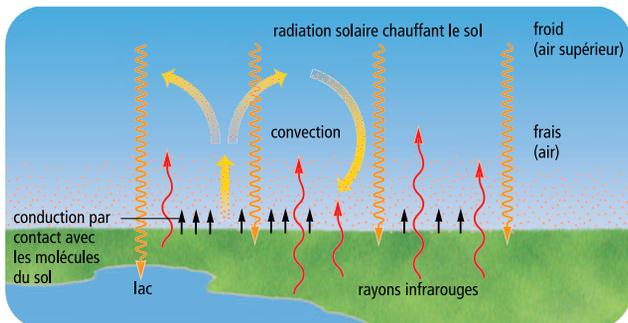
1. Qu'arrive-t-il à la goutte de colorant alimentaire que tu as ajoutée à l'eau au-dessus de la plaque chauffante ?
2. Décris le mouvement global de l'eau dans le moule de cuisson.

Conclusion et mise en pratique

3. Utilise tes connaissances sur la convection pour expliquer ta description du mouvement de l'eau à l'étape 2 de l'analyse.

La gestion de l'énergie terrestre

Les trois formes de transfert de l'énergie (conduction, convection et radiation) sont importantes pour garder les températures dans les moyennes, lesquelles assurent une continuation de la vie. Le premier schéma présente le processus de base. La radiation solaire (flèches en spirale descendantes), généralement la lumière visible, traverse l'atmosphère et est absorbée par le sol, l'eau et tout ce qui se trouve sur la surface de la Terre. La radiation solaire chauffe le sol et l'eau qui, à leur tour, chauffent la couche d'air qui est en contact avec eux grâce à la conduction (flèches noires courtes). La chaleur est diffusée dans l'atmosphère inférieure grâce à la convection (larges flèches jaunes). Lorsqu'ils sont réchauffés, l'eau et le sol émettent une radiation infrarouge que certains gaz contenus dans l'air, comme le dioxyde de carbone, peuvent absorber. Cette absorption d'infrarouges réchauffe l'air.



Si la Terre conservait toute la chaleur que lui envoie le Soleil, la température serait tellement élevée que toute forme de vie serait impossible. Pour maintenir une température moyenne, la Terre doit se débarrasser de la même quantité de chaleur qu'elle en reçoit, ce qu'elle fait en renvoyant la radiation infrarouge dans l'espace.

Avant d'être renvoyée dans l'espace, cette énergie a de multiples utilisations. Le schéma ci-contre indique certaines de ces utilisations. Ainsi, la lumière du soleil est nécessaire à la croissance des arbres, du

gazon et des autres plantes. Les animaux se nourrissent de plantes. Ils absorbent ainsi l'énergie qui leur permet de continuer le processus physiologique. On utilise les arbres et les autres plantes pour bâtir des maisons. Le charbon, le pétrole et le gaz que les humains puisent du sol et qu'ils utilisent comme combustibles ont été autrefois des organismes vivants qui utilisaient à leur tour l'énergie du Soleil. Lorsque tous ces besoins ont été satisfaits, l'énergie a été renvoyée dans l'espace.



Actuellement, les humains émettent de plus en plus de dioxyde de carbone dans l'atmosphère. Ces émissions se font de différentes manières, par exemple par l'utilisation de combustible par les voitures, par les appareils de chauffage et par la production de l'électricité. Le niveau du dioxyde de carbone augmente dans l'atmosphère. Le dioxyde de carbone absorbe des rayons infrarouges et empêche leur renvoi dans l'espace. C'est une des raisons du réchauffement de la planète. Bien comprendre le réchauffement de la planète nous aide à l'empêcher de progresser.

Questions

1. Quelle est la source de radiation qui réchauffe l'air ?
2. Pourquoi est-il important que la Terre émette la même quantité de chaleur par radiation qu'elle en reçoit du Soleil ?
3. Le niveau du dioxyde de carbone dans l'atmosphère est en hausse. Comment cette hausse agit-elle sur l'atmosphère ? Explique la raison d'un tel effet.

Des concepts à retenir

1. Quand on chauffe une partie d'un objet solide, comment la chaleur se transmet-elle aux autres parties de cet objet ?
2. Quelle est la différence entre la convection et la conduction ?
3. À l'aide de la théorie particulaire, explique la conduction.
4. Qu'est-ce qui fait souffler le vent ? Utilise les termes « conduction », « convection » et « radiation » dans ton explication.
5. Explique le transfert de l'énergie dans un espace vide où il n'y a pas de contact entre les particules ?
6. À quelle forme d'énergie la lumière visible et les rayons infrarouges appartiennent-ils ?
7. Quand un objet solide absorbe des rayons infrarouges, qu'arrive-t-il à ses particules ?

Des concepts clés à comprendre

8. L'appareil ci-dessous sert à démontrer le phénomène de la convection. C'est un contenant fermé dont les parois et les deux cheminées sont en verre. On place une chandelle allumée sous une cheminée et un papier en feu au-dessus de l'autre. Décris le mouvement de la fumée du papier en feu auquel tu t'attendrais. Explique pourquoi la fumée devrait suivre le mouvement que tu as décrit.



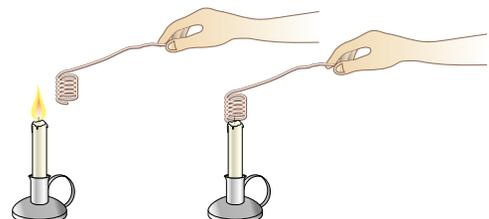
9. Cette illustration montre le transfert de la chaleur par conduction, convection et radiation. Explique comment et où se produit chaque type de transfert.



10. Imagine que tu tiens le bout d'une corde et que l'autre bout est attaché au mur. Une cloche est attachée au milieu de la corde. Comment peux-tu démontrer le transfert d'énergie à la cloche sans avoir à la toucher ? On utilise souvent la corde pour illustrer les ondes d'énergie radiante. Explique de quelle manière le fait de secouer une corde peut être un modèle de transfert d'énergie.

Pause réflexion

Dans l'illustration ci-dessous, une chandelle est en train de brûler. Quelqu'un tient un serpent en fil de cuivre. Lorsqu'on pose le serpent autour de la mèche de la chandelle, la flamme s'éteint. À partir de tes connaissances sur le transfert de la chaleur, propose une explication possible à l'extinction de la flamme.



6.2 Les conducteurs et les isolants

Mots clés

conductibilité thermique
isolant

Tous les solides conduisent la chaleur, mais certains le font plus vite que d'autres. On les appelle les conducteurs. Les isolants sont des substances très peu conductrices de chaleur. Pour la cuisine, par exemple, il faut de bons conducteurs. L'isolation, par contre, te permet de garder chaud ce qui doit l'être et froid ce qui doit le demeurer. Une maison qu'on a pris soin de bien isoler peut faire épargner beaucoup d'argent en coûts de chauffage.

Certains cuisiniers pensent qu'une poêle en fonte (voir la figure 6.16A) est meilleure pour la friture. Certains l'utilisent même au four pour cuire du pain de maïs. La plupart d'entre eux, cependant, utilisent une poêle en acier ou en aluminium (voir la figure 6.16B). Si tu faisais cuire quelque chose de délicieux dans les deux poêles, laquelle devrais-tu manipuler avec le plus de précaution ?

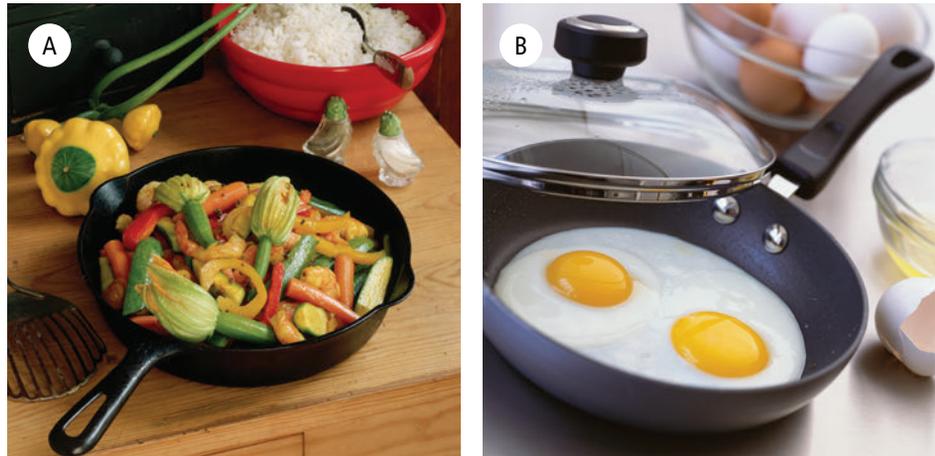


Figure 6.16 Quand tu utilises une poêle en fonte (A), ne touche pas le manche les mains nues. La plupart des autres poêles (B) sont munies de manches isolants.

Le savais-tu ?

L'extérieur d'une navette spatiale est revêtu de tuiles très peu conductrices de chaleur. Elles sont très importantes parce que la friction entre les tuiles et l'air, au moment où la navette entre dans l'atmosphère, les rend extrêmement chaudes (jusqu'à 1650 °C). Les astronautes sont protégés de la chaleur parce que ces tuiles la retournent dans l'air par radiation, avant qu'elle ait le temps de se propager par conduction aux autres parties de la navette.

Dans la section précédente, tu as appris que les solides transfèrent la chaleur quand les particules se cognent les unes contre les autres. Une poêle conduit la chaleur du brûleur à la nourriture en train de cuire. Elle conduit également la chaleur jusqu'au manche. Il existe des matières qui conduisent la chaleur très vite. Le manche d'une poêle en fonte devient très chaud parce que la fonte conduit très bien la chaleur. Le manche de la seconde poêle n'est pas en métal. On utilise le plastique ainsi que d'autres matières non métalliques pour fabriquer des manches d'ustensiles de cuisine parce qu'ils ne conduisent pas la chaleur aussi vite que les métaux. Dans ce chapitre, tu découvriras les matériaux qui conduisent très vite la chaleur et ceux qui la conduisent très lentement.

À l'occasion, tu peux avoir besoin d'un objet qui conduit très bien la chaleur et, parfois, tu peux avoir besoin d'un objet qui ne conduit pas bien la chaleur. Si tu devais choisir un agitateur pour remuer un liquide chaud, quelle matière choisirais-tu ?

Consignes de sécurité



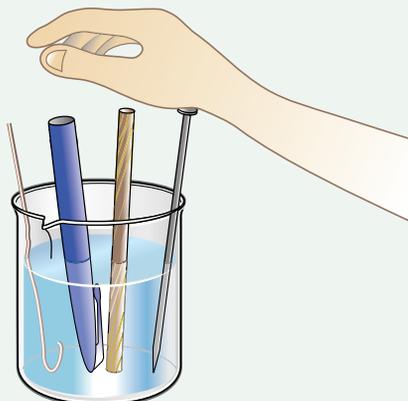
- Manipule l'eau chaude avec précaution.

Matériel

- du plastique (d'un stylo)
- du fil de cuivre
- de grands clous en acier
- des tiges ou des crayons en bois (tous ces objets doivent être de la même longueur)
- une tasse ou un bécher d'eau très chaude

Ce que tu dois faire

1. Tu testeras la capacité à conduire la chaleur de certains objets faits en plastique, en cuivre, en acier et en bois. Selon toi, lequel de ces objets sera :
 - a) un bon conducteur de chaleur,
 - b) un faible conducteur de chaleur.



2. Ton enseignante ou ton enseignant versera de l'eau très chaude dans ta tasse ou ton bécher. Mets-y un échantillon de chaque objet. Attends une minute.
3. L'intérieur de ton poignet est sensible à la chaleur. Touche le bout de chaque objet avec l'intérieur de ton poignet pour vérifier le degré de chaleur de chacun. Retire le meilleur conducteur de chaleur du récipient et note cette information. Laisse les autres objets dans l'eau chaude pendant une autre minute.
4. Répète l'étape 3 pour découvrir le second meilleur conducteur.
5. Répète encore l'étape 3 jusqu'à ce que tu aies classé les conducteurs du meilleur au plus faible.

Qu'as-tu découvert ?

1. Explique pourquoi tel objet serait le meilleur comme :
 - a) agitateur,
 - b) fond d'une poêle à frire,
 - c) manche d'une poêle à frire,
 - d) contenant pour livrer une pizza.
2. En quoi les particules de ton meilleur conducteur de chaleur diffèrent-elles de celles de ton plus faible conducteur ?

Suggestion d'activité

Réalise une expérience 6-2B, à la page 199



Figure 6.17 Ce n'est pas que pour la beauté que certaines batteries de cuisine ont un fond en cuivre. C'est surtout parce que le cuivre est un excellent conducteur de chaleur.



Lien

Internet

Les batteries de cuisine en verre, en grès et en céramique sont de faibles conducteurs de chaleur. Selon toi, pourquoi certaines personnes les choisissent-elles ? Tu peux trouver de l'information sur les batteries de cuisine dans Internet. Commence ta recherche à l'adresse indiquée ci-dessous et suis les étapes. www.cheneliere.ca



Figure 6.18 Les plinthes de chauffage et les radiateurs chauffent l'air par conduction grâce aux particules d'air ambiant qui entrent en contact avec la surface en métal. L'air chauffé diffuse alors la chaleur dans la pièce, par convection.

Les batteries de cuisine

Tu as sans doute remarqué que les métaux sont parmi les meilleurs conducteurs de chaleur. Cependant, tous ne conduisent pas la chaleur aussi efficacement. On appelle la vitesse de conduction de la chaleur la **conductibilité thermique**. Certains métaux conduisent mieux la chaleur (ont une conductibilité thermique plus élevée) que d'autres. Il est important de le savoir quand il faut concevoir ou choisir un objet qui conduit bien la chaleur.

As-tu déjà vu une casserole avec un fond en cuivre comme celles présentées à la figure 6.17 ? Tu te demandes peut-être pourquoi elles sont fabriquées avec deux métaux différents. Le cuivre est un excellent conducteur de chaleur, il chauffe rapidement et également. Toutefois, il réagit avec certains aliments comme les tomates et il peut entraîner une réaction chimique avec des aliments en train de cuire et rendre la nourriture toxique. C'est pour cela qu'on utilise le cuivre uniquement pour le revêtement extérieur du fond des casseroles, tandis qu'on utilise un métal non réactif comme l'acier inoxydable pour recouvrir l'intérieur. Toutefois, ce métal ne conduit pas la chaleur aussi bien que le cuivre. Pour cuire certains aliments, une casserole faite uniquement d'acier inoxydable n'est pas aussi efficace que si elle était entièrement faite de cuivre.

L'aluminium est similaire au cuivre. C'est un bon conducteur de chaleur, mais il réagit également avec les tomates ainsi qu'avec certains ingrédients souvent utilisés en cuisson. Une casserole en aluminium doit être recouverte d'un métal non réactif ou traité d'une manière qui prévient les réactions chimiques. Les bons cuisiniers doivent comprendre la conductibilité de la chaleur et connaître quel type de métal choisir, selon le cas.

Les radiateurs

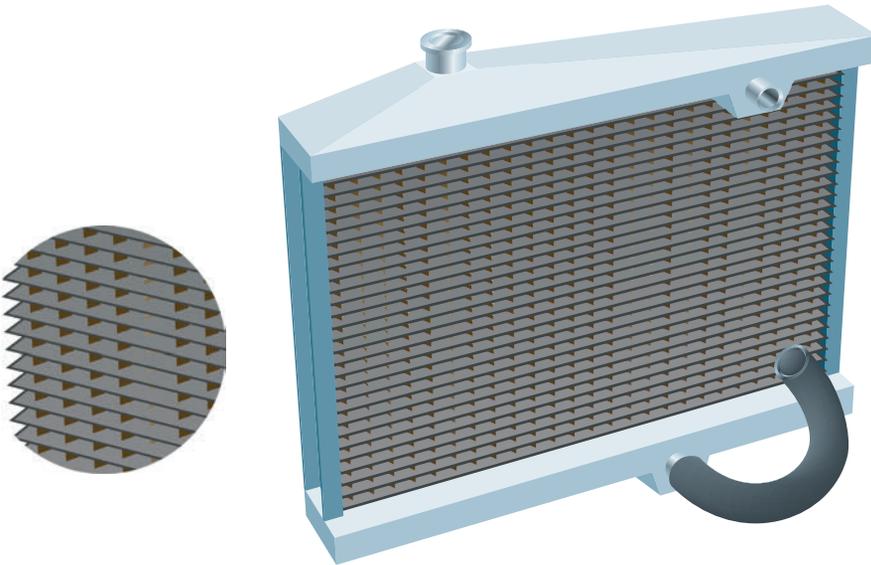
Certaines maisons sont chauffées grâce à la circulation d'eau chaude dans des circuits. Certaines installations de chauffage à l'eau chaude utilisent des plinthes de chauffage, tandis que d'autres utilisent un grand radiateur (voir la figure 6.18). Les plinthes de chauffage et les radiateurs transfèrent la chaleur de l'eau chaude à l'air ambiant. Par conséquent, ils doivent être faits de matières qui conduisent bien la chaleur. Ils sont toujours en métal. Les grandes surfaces des plinthes



et des radiateurs permettent à l'air ambiant d'entrer en contact avec le métal chaud. Les plinthes de chauffage ont des ailettes et les radiateurs sont divisés en sections pour permettre un contact maximum avec l'air ambiant.

Les radiateurs d'automobiles ont un rôle différent. Un moteur d'automobile produit beaucoup de chaleur, ce qui peut l'endommager. Aussi, un réfrigérant circule entre le moteur et le radiateur. Dans le radiateur, la chaleur est évacuée à l'extérieur ; le réfrigérant retourne alors au moteur pour absorber la chaleur.

La figure 6.19 montre un radiateur d'automobile. Le réfrigérant coule dans un grand nombre de tubes métalliques. Ces tubes sont liés à une chaîne de petites veines en alliage métallique. Cet alliage est un très bon conducteur de chaleur. Lorsque la voiture est en mouvement, l'air circule dans les veines et absorbe la chaleur. Quand le véhicule ne roule pas assez vite et que la température du moteur augmente, un ventilateur situé derrière le radiateur se charge de pousser l'air chaud vers l'extérieur.



Vérifie ta lecture

1. Pourquoi choisirais-tu d'acheter une batterie de cuisine avec un fond en cuivre ?
2. Quelle classe de substances contient les meilleurs conducteurs de chaleur ?
3. Donne deux caractéristiques essentielles des radiateurs utilisés pour le chauffage domestique.
4. Fais une liste des points similaires et différents entre le radiateur d'automobile et le radiateur domestique.

Le savais-tu ?

Les matériaux qui conduisent bien la chaleur sont également de bons conducteurs d'électricité.

Figure 6.19 La structure en nid-d'abeilles du radiateur d'automobile dispose d'une très grande surface métallique qui permet d'évacuer efficacement la chaleur du moteur vers l'extérieur.

Le savais-tu ?

Un alliage est un mélange de deux ou de plusieurs métaux. Les propriétés de certains alliages les rendent plus efficaces que les métaux purs pour certaines utilisations. Par exemple, l'acier inoxydable est un alliage d'acier, de chrome et de carbone. Un tel alliage est plus résistant à la rouille que l'acier. Le bronze est un alliage de cuivre et d'étain. Le bronze est plus résistant et plus durable que le cuivre ou l'étain purs.

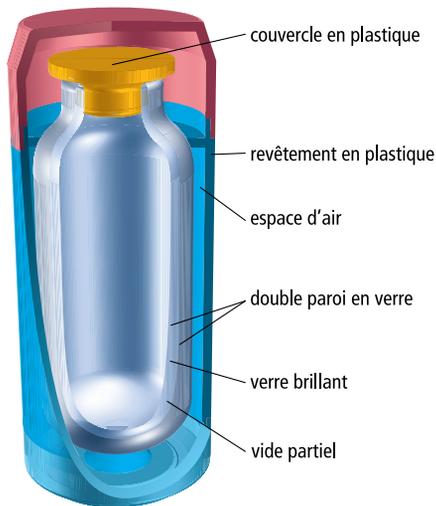


Figure 6.20 Tu peux garder une boisson au froid ou une soupe bien au chaud dans un thermos.

Les isolants

Les **isolants** sont de faibles conducteurs de chaleur. Tu connais déjà l'importance de l'utilisation des isolants (le manche d'une poêle). Le meilleur isolant qui soit est « rien », ou un vide. En l'absence de particules, il n'y aura pas de convection ni de conduction. Il est impossible de créer un vide absolu où il n'y a pas de particules. Cependant, tu peux créer un vide partiel duquel sont extraites la plupart des particules. Le thermos (voir la figure 6.20) est un bon exemple d'isolant qui utilise un vide pour empêcher le transfert de la chaleur. L'intérieur d'un thermos est composé de deux parois en verre scellées ensemble, entre lesquelles il n'y a presque plus d'air. La surface des parois en verre est habituellement brillante comme un miroir afin de réduire la radiation.

Isolez votre maison

Des êtres humains ont vécu dans le Grand Nord pendant des milliers d'années. Ils connaissaient des méthodes astucieuses pour garder la chaleur à l'intérieur et le froid à l'extérieur de leur foyer durant les longues et froides nuits d'hiver. Les Vikings du Groenland ont été les premiers colons européens à s'installer en Amérique du Nord. Ils se sont installés sur l'île de Terre-Neuve vers 1000 de notre ère. En 1960, un explorateur norvégien a découvert les vestiges d'un site viking. Certaines structures de ce site ont été restaurées. La figure 6.21 montre les huttes en mottes de gazon d'un site appelé l'Anse aux Meadows. Les autochtones ont également construit des huttes en terre, renforcées par des os de baleines. L'épaisse couche de terre gardait la chaleur à l'intérieur pendant l'hiver.

Suggestion d'activité

Réalise une expérience 6-2C, à la page 200



Figure 6.21 Pendant plusieurs années, les colons scandinaves ont vécu dans ces huttes situées au nord de l'île de Terre-Neuve. Après leur découverte en 1960, elles ont été reconstruites d'une façon très fidèle aux originales.

La terre est un isolant efficace qui a fait ses preuves pendant des centaines d'années. Toutefois, les techniques d'isolation des bâtiments ont beaucoup évolué au cours du dernier millénaire. Le chauffage des maisons contemporaines est très coûteux. Toutes les maisons perdent plus ou moins de chaleur. En réduisant au maximum ces pertes, on évite le gaspillage d'argent et des sources d'énergie. Les constructeurs de maisons et les entrepreneurs doivent connaître les raisons des pertes de chaleur, les endroits où il y a des pertes, ainsi que le meilleur moyen de les réduire.

Les murs sont les surfaces les plus larges d'un bâtiment. Il y a toujours un espace entre le mur extérieur et le mur intérieur. Si cet espace ne contenait que de l'air, cet air formerait un courant de convection (voir la figure 6.22). L'air chaud monte et l'air froid descend. Quand il fait froid dehors, l'air chaud, qui est en contact avec le mur extérieur, traverse vers l'extérieur par conduction. L'air devient froid, descend et perd de la chaleur. L'air froid, au bas de l'espace entre les deux murs, reçoit la chaleur du mur intérieur par conduction. L'air chaud monte et le processus recommence.

Tu as appris qu'en se déplaçant, l'air forme un courant de convection qui transfère la chaleur de l'intérieur à l'extérieur d'un bâtiment quand la température extérieure est froide. Si on empêche l'air de circuler, il devient un bon isolant. Les isolants qu'on installe dans les murs d'un bâtiment retiennent l'air et l'empêchent de circuler. Les matières qui servent à fabriquer les isolants sont également de bons isolants. Il s'agit de matières variées, comme la laine de fibre de verre et le polystyrène. La figure 6.23 montre divers matériaux et techniques d'isolation disponibles sur le marché. Ce sont les constructeurs et les entrepreneurs qui doivent choisir le meilleur isolant à utiliser selon la situation.

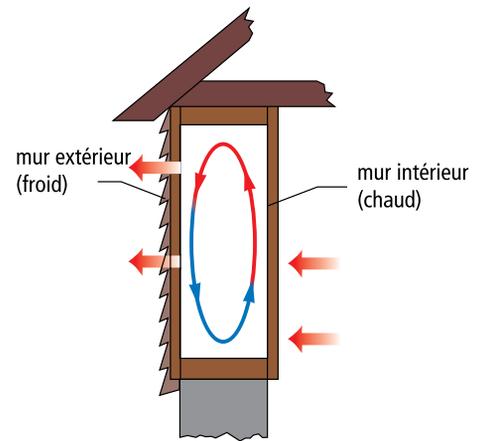


Figure 6.22 En hiver, s'il n'y a que de l'air entre les parties extérieure et intérieure d'un mur, la convection de l'air entraîne une fuite de chaleur vers l'extérieur.

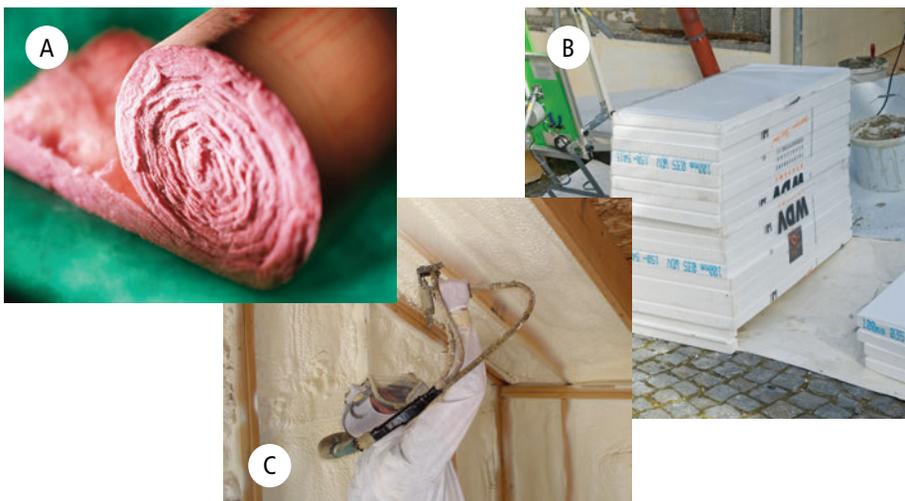


Figure 6.23 (A) Les isolants sont souvent offerts en rouleaux de matière douce, ou matelas, qui sera placée entre les poutres d'un mur. (B) Dans certains cas, on utilise des panneaux de mousse rigide. (C) Certains constructeurs préfèrent utiliser de la mousse à vaporiser appliquée directement à la surface du bâtiment.

Suggestion d'activité

Réalise une expérience 6-2D, à la page 202

On classe les isolants selon leur facteur de « résistance au transfert de chaleur », ou valeur R. Le tableau 6.1 indique la valeur R de certains isolants largement utilisés. Les matières qui ont la valeur R la plus élevée font les meilleurs isolants. Un mur est constitué de plusieurs couches de produits. La valeur R totale est la somme de la valeur R de chaque couche. Par exemple, si tu as du contreplaqué, de la laine de fibre de verre et des cloisons sèches, la valeur R totale sera de $1,26 + 3,14 + 0,90 = 5,30$.

Tableau 6.1 Valeur R de certains matériaux de construction

Type et épaisseur du matériau	Valeur R approximative
25 mm de béton	0,19
25 mm de cloison sèche	0,90
25 mm de contreplaqué	1,26
25 mm de vermiculite	2,13
25 mm de laine de fibre de verre	3,14
25 mm de mousse de polystyrène expansé	3,86
25 mm de polyuréthane (expansé sur place)	6,25
25 mm de polyisocyanurate (à feuille d'aluminium)	7,20

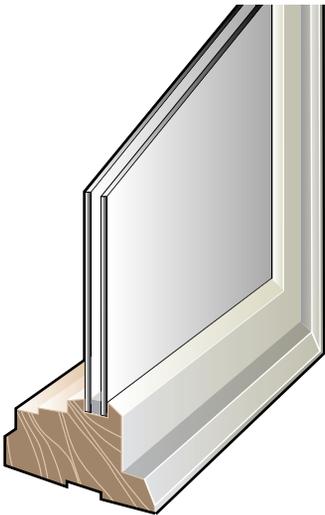


Figure 6.24 L'air est retenu entre les deux carreaux de verre et forme une sorte d'isolation dans la fenêtre. Si cette isolation est brisée, l'humidité s'infiltré entre les carreaux, se condense et crée des gouttelettes d'eau.

Les fenêtres sont la première source de perte de chaleur. Une simple épaisseur de verre a une valeur R de 0,91. Les nouvelles fenêtres sont habituellement constituées de deux épaisseurs avec un espace d'air scellé entre les deux (voir la figure 6.24). Parfois, l'espace entre les morceaux de verre est rempli d'un gaz nommé argon. La valeur R totale de ce type de fenêtre peut atteindre 2,04.

Tu penses sûrement à d'autres endroits que l'on peut isoler. Par exemple, les parois d'un réfrigérateur ou d'un congélateur doivent être isolées. Tu n'y penses pas en tant qu'isolants, mais tes chandails, vestes, mitaines et manteaux servent à isoler ton corps.

Vérifie ta lecture

1. Pourquoi le vide est-il un bon isolant ?
2. L'air est un faible conducteur de chaleur. Puisqu'il n'y a que de l'air entre les parois d'un mur, pourquoi y aurait-il une perte de chaleur ?
3. La mousse de polyuréthane, vaporisée directement sur le mur, est très coûteuse. Qu'est-ce qui pousse un constructeur ou un entrepreneur à utiliser un isolant aussi coûteux ?
4. Une épaisseur de verre a une valeur R semblable à celle d'une cloison sèche. Quelle est donc la raison de la grande perte de chaleur par la fenêtre ?

Vérifie tes habiletés

- Prédire
- Mesurer – calculer
- Classifier
- Évaluer l'information

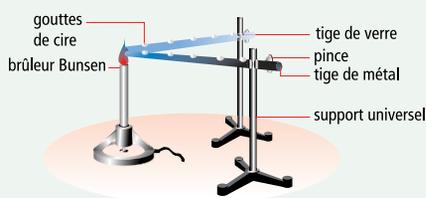
Consignes de sécurité



- Nettoie les équipements et lave bien tes mains à la fin de l'activité.

Matériel

- des allumettes
- une chandelle
- un brûleur Bunsen
- deux pinces
- une tige de verre et des tiges métalliques de la même longueur et du même diamètre
- un appareil de mesure de la conductibilité thermique
- deux supports universels
- un chronomètre
- une règle



Tous les solides conduisent la chaleur, mais certains sont plus performants que d'autres. Certaines matières sont de très faibles conductrices de chaleur. On les appelle les isolants. Dans cette activité, tu mesureras le niveau de conductibilité thermique de plusieurs matières.

Question

Quel est le niveau de conductibilité thermique de différentes substances ?

Prédiction

Prédis le classement du cuivre, du verre, du fer et de l'aluminium selon leur capacité de conduire la chaleur, en partant du plus rapide au plus lent.

Marche à suivre

1. Allume la chandelle. Attends qu'un peu de cire se forme sur les bords. Incline-la doucement de manière à faire tomber des gouttes de cire tout au long des tiges de métal et de la tige de verre, une goutte tous les 4 cm.
2. À l'aide des pinces, fixe l'extrémité d'une tige au support universel.
3. Ajuste les tiges de manière que leurs extrémités soient placées au-dessus de la flamme du brûleur.
4. Observe la fonte des gouttes de cire sur les tiges. Note tes observations.
5. Pour comparer la conductibilité thermique de différents matériaux, utilise un appareil de mesure de conductibilité thermique (ne figure pas sur l'illustration). Verse une goutte de cire au *bout* de chaque tige de métal de l'appareil.
6. Fixe le bout de l'appareil de mesure de conductibilité au-dessus de la flamme.
7. Mesure le temps de fonte de chaque goutte de cire. Note tes observations.



Analyse

1. D'après les résultats de l'activité, que peux-tu dire sur le transfert de chaleur des métaux et des non-métaux ?
2. Fais une liste des matériaux selon leur capacité de transférer la chaleur, en partant du meilleur conducteur.

Conclusion et mise en pratique

3. Compare tes résultats avec tes prédictions et explique la différence.
4. Décris trois endroits de ta maison où un transfert de chaleur plus rapide serait souhaitable. Donne trois situations pour lesquelles un transfert plus faible serait préférable.

Garder au froid

Vérifie tes habiletés

- Prédire
- Mesurer – calculer
- Contrôler des variables
- Évaluer l'information

Consignes de sécurité



- Les bords des boîtes de café peuvent être coupants. Manipule-les avec précaution.

Matériel

- une balance
- six boîtes de café en métal vides, identiques, avec couvercles en plastique
- une grande cuvette
- un thermomètre
- des cubes de glace
- des mouchoirs en papier
- des pépites de mousse de la taille d'une cacahuète
- un isolant en vrac
- du papier à bulles d'air
- de la laine de bois
- du papier d'aluminium
- un sac refermable en plastique

Imagine qu'on t'invite à une fête pour laquelle on te demande d'apporter un dessert glacé. Comment pourrais-tu l'empêcher de fondre pendant le transport et le garder froid jusqu'à la fin du souper ? Dans cette expérience, tu essaieras plusieurs matériaux pour empêcher les cubes de glace de fondre.

Question

Quel type d'isolant empêchera les cubes de glace de fondre ?

Prédiction

Prédis le classement des matières suivantes, y compris l'isolant en vrac du meilleur au plus faible.

a) pépites de mousse



b) papier d'aluminium



c) papier à bulles d'air



d) laine de bois



Mise en marche

1. Dans la cuvette, prépare un bain d'eau chaude à environ 60 °C.
2. Prépare les boîtes de café comme suit:
 - Remplis la moitié d'une boîte de laine de bois.
 - Remplis la moitié d'une autre boîte de pépites de mousse.
 - Enroule le morceau de papier à bulles d'air de manière qu'il entre bien dans une boîte.
 - Couvre l'intérieur d'une boîte avec l'isolant en vrac.
 - Couvre la cinquième boîte avec du papier d'aluminium.
 - Garde la sixième boîte vide.



3. Prends six cubes de glace de la même grosseur.
4. Place chaque cube dans un sac de plastique refermable. Pèse chaque cube et note cette information dans un tableau comme celui qui suit.
5. Place les sacs dans les boîtes comme suit :
 - Un cube dans la laine de bois. Ajoute suffisamment de laine de bois pour remplir la boîte.
 - Un cube dans les pépites de mousse. Ajoute suffisamment de pépites de mousse pour remplir la boîte.
 - Un cube dans le papier à bulles d'air. Ajoute suffisamment de papier à bulles d'air pour remplir la boîte.
 - Un cube dans l'isolant en vrac. Ajoute suffisamment d'isolant en vrac pour remplir la boîte.
 - Un cube dans la boîte doublée de papier d'aluminium. Couvre de papier d'aluminium.
 - Un cube dans la boîte vide.
6. Ferme les boîtes.
7. Place les six boîtes dans le bain d'eau chaude pendant 30 minutes.
8. Profite du temps d'attente pour revoir tes prédictions.
9. Après 30 minutes, enlève rapidement les cubes de glace des boîtes. Sors-les des sacs et débarrasse-toi de l'eau.
10. Remets les cubes dans les sacs de plastique. Note le poids de chacun.
11. Nettoie le matériel et lave bien tes mains.

Isolant	Masse initiale du cube de glace (g)	Masse finale du cube de glace (g)	Masse perdue du cube de glace (g)
Laine de bois			
Pépites de mousse			
Papier à bulles d'air			
Isolant en vrac			
Papier d'aluminium			
Boîte vide			

Analyse

1. Dans quelle boîte la glace a-t-elle le plus fondu ? Le moins fondu ?
2. Quelle est la boîte qui a offert la meilleure isolation ?
3. Laquelle avait une faible isolation ?

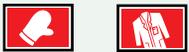
Conclusion et mise en pratique

4. Quel isolant devrais-tu choisir pour apporter un dessert glacé à la fête ?
5. Devrais-tu prendre d'autres facteurs en considération en pensant à la façon de transporter ton dessert à la fête ? Explique.

Vérifie tes habiletés

- Prédire
- Contrôler des variables
- Évaluer l'information
- Travailler en collaboration

Consignes de sécurité



- Fais attention quand tu manipules des liquides chauds.

Matériel

- deux bocaux en verre avec couvercles en métal
- de la laine de bois
- un thermomètre
- des sacs de plastique
- des couvertures ou des foulards de laine
- du papier journal
- des pépites de mousse
- du ruban adhésif en toile
- une ficelle

Tu as besoin d'un thermos pour garder ta soupe chaude ou ta boisson froide. Mais ce contenant a un gros défaut : s'il tombe par terre, la bouteille isolante à l'intérieur se brise et tu dois en acheter un autre. Tu trouveras peut-être une façon d'améliorer la conception d'un tel produit.

Problème

Comment peux-tu confectionner un contenant qui peut garder l'eau chaude ?

Exigences pour la conception

- Tu peux choisir des matériaux dans la liste à gauche.
- Isole un bocal. Utilise l'autre comme bocal témoin. Compare les résultats des deux pour vérifier l'efficacité de ton isolation.
- Le couvercle du bocal isolé doit rester facile à atteindre et à ouvrir pendant toute l'activité.

Conception et construction

- En groupe, déterminez et notez les avantages et les inconvénients de chaque isolant disponible. Notez vos remarques dans un tableau comme celui ci-dessous.



Isolant	Avantages	Inconvénients

- Prenez l'isolant qui vous semble approprié pour cette activité. Faites un croquis, identifiez-le et faites-le approuver par votre enseignante ou votre enseignant.
- Montez votre bocal isolé.
- Remplissez les deux bocaux d'eau chaude du robinet. Mesurez et notez la température de l'eau dans chaque bocal. Fermez-les. Mettez-les de côté pendant 4 heures.
- Demandez à un membre de votre groupe ou à votre enseignante ou votre enseignant d'ouvrir les bocaux. Cette personne devra mesurer la température de l'eau dans chaque bocal.

Évaluation

- Serais-tu capable de garder du chocolat chaud bien chaud dans ton bocal ?
- Pourrais-tu améliorer ton projet ? Établis une liste de points à considérer, y compris ce qui suit :
 - capacité d'isolation,
 - facilité à transporter.



Rédige un paragraphe sur les améliorations apportées à ton projet.

Demande à un expert

Mario Patry est vendeur dans un magasin de matériel de camping. Il aide les campeurs à choisir les sacs de couchage dont ils ont besoin. Mario connaît beaucoup de choses sur l'isolation et sur le transfert d'énergie, les mêmes sujets que tu es en train d'étudier. Voici ce que Mario apprend à ses clients.



« Quand un client vient choisir un sac de couchage, je lui demande d'abord quand et où il entend l'utiliser. Si c'est pour camper dans le sud du Canada en juillet, il aura besoin d'un sac tout à fait différent que s'il s'en va sur l'île de Baffin en avril. Un sac approprié doit vous garder au chaud sur l'île de Baffin. Notre sac le plus chaud supporte une température avoisinant -40°C . Utilisé dans une tente qui protège du vent, il vous garde au chaud pendant une nuit très froide. De plus, vous devriez le poser sur un petit matelas pour l'isoler du sol froid.

De nombreux facteurs influencent la capacité d'un sac de couchage à garder le

campeur au chaud. Le type d'isolant utilisé est probablement le plus important. Je parle ici de ce qui remplit le sac. Il y a deux principaux types de sacs : ceux qui sont remplis de duvet (couche souple et légère sous les plumes des oiseaux aquatiques) et ceux qui sont remplis de matières synthétiques (fibres faites à la machine). Si on compare un sac de couchage fait de duvet et un autre de matière synthétique de la même épaisseur, c'est évident que le sac de duvet est plus chaud.

Le duvet gonfle très facilement grâce à de très petites poches d'air entre ses filaments. Nous appelons cette propriété le « gonflant ». Ces poches d'air sont d'excellents isolants. Elles se réchauffent par la chaleur qui se dégage du corps et maintiennent cette chaleur au lieu de la laisser glisser hors du sac. Les poches d'air de votre sac gonfleront plus vite si vous le déroulez dès votre arrivée. Les matières synthétiques n'ont pas le même gonflant que le duvet. Moins de poches d'air signifie moins de rétention de chaleur.

Le duvet est très coûteux. Parfois, il coûte le double du prix d'un sac rempli d'une matière synthétique. C'est pourquoi certains clients ne veulent pas l'acheter. D'un autre côté, un sac synthétique serait un meilleur choix s'il risque de se faire mouiller. Un sac de duvet prend beaucoup plus de temps à sécher qu'un sac synthétique. Mouillées, les plumes se collent les unes aux autres et n'isolent pas très bien.

Une grande partie de ce que je connais sur l'équipement de camping vient de livres et de magazines spécialisés. De plus, j'ai essayé les articles moi-même. J'ai fait du cyclisme, du ski et du camping d'hiver pendant des années. Quand j'ai commencé à travailler dans ce magasin, j'ai suivi une formation de deux semaines pour bien connaître les produits du magasin. »

L'isolation chez les animaux

Les animaux qui vivent en Arctique ont divers moyens pour isoler leur corps du grand froid.

L'ours polaire a une fourrure très épaisse qui retient l'air, ce qui en fait un excellent isolant. Comme les poils sont creux, ils agissent comme des conducteurs de lumière en captant la lumière du Soleil et en l'orientant vers la peau. Le pelage de l'ours est blanc, mais sa peau est noire, ce qui lui permet de bien absorber l'énergie radiante. De plus, l'ours polaire a une couche de graisse sous la peau qui est aussi un bon isolant. S'il court pendant un moment, l'ours a très chaud. Il s'étend alors sur la neige pour se rafraîchir.



Le phoque de l'Arctique peut nager dans l'eau glacée. L'eau conduit la chaleur mieux que l'air et elle peut extraire la chaleur d'un corps très rapidement. Le phoque est isolé du froid grâce à une épaisse couche de graisse sous la peau qui peut atteindre jusqu'à 7 cm d'épaisseur. S'il bouge



trop et trop longtemps, même à des températures glaciales, le phoque a très chaud.



La fourrure du renard de l'Arctique est tellement épaisse qu'il n'a besoin d'aucun autre isolant. Une fourrure qui couvre la plante des pattes du renard les empêche de geler et de glisser sur la glace. Quand il dort, le renard roule sa queue longue et touffue autour de sa gueule pour la protéger du froid.

Le bœuf musqué a un manteau très chaud composé d'une fourrure douce et épaisse recouverte de grands poils. Les bœufs musqués se serrent les uns contre les autres pour se protéger des prédateurs et aussi pour se réchauffer. On peut dire que chaque bœuf musqué est un isolant pour l'autre.



Des concepts à retenir

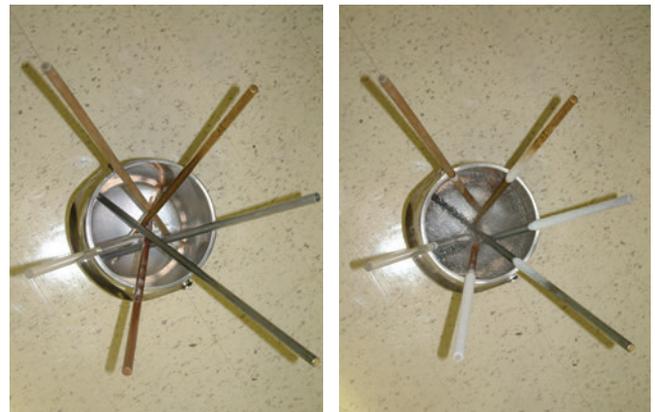
1. Pour quelle raison fabrique-t-on souvent les manches des batteries de cuisine en plastique ?
2. Le cuivre et l'aluminium sont de bons conducteurs thermiques. Pourquoi utilise-t-on l'acier inoxydable comme revêtement des casseroles ?
3. Pourquoi fabrique-t-on les radiateurs domestiques en métal ?
4. À quoi sert un radiateur d'automobile ?
5. Nomme les composantes d'un thermos. Comment peut-il garder les boissons chaudes ou froides pendant un long moment ?
6. On utilise différents types d'isolants dans les maisons et autres bâtiments. Quelle est la caractéristique qu'ils partagent tous ?
7. Le verre est un faible isolant, mais toutes les maisons en comportent. Explique comment on peut réduire les pertes de chaleur par les fenêtres ?
8. Que peux-tu déduire de la valeur R d'un isolant ?

Pause réflexion

Imagine que tu te rends à un pique-nique en emportant un lunch pour quatre personnes. Puisque tu n'as pas de glacière, tu en fabriqueras une à partir de matériaux que tu peux trouver chez toi. Fais une liste de ces matériaux. Ensuite, fais un croquis et explique les raisons de tes choix.

Des concepts clés à comprendre

9. Sur l'image de gauche, ci-dessous, des tiges fabriquées de différents métaux viennent tout juste d'être placées dans un thermos contenant de l'azote liquide extrêmement froide. Sur l'image de droite, on a placé les tiges dans l'azote liquide pendant quelques minutes. Comment peux-tu déterminer la capacité des différents métaux à conduire la chaleur ? Lequel est le meilleur conducteur et lequel est le plus faible ?



10. Utilise le tableau 6.1 à la page 198. Quelle serait la valeur R d'un mur composé de 50 mm de béton, de 50 mm de mousse de polystyrène expansée et de 25 mm de contreplaqué ?
11. Si tu veux cuire un gâteau, choisiras-tu un moule en verre ou un moule en métal ? Explique ton choix.

6.3 La température et la chaleur

Mots clés

énergie thermique
chaleur massique

La chaleur et la température sont des données quantitatives voisines, mais différentes. La chaleur est liée à l'énergie cinétique totale de toutes les particules d'une substance. La température est liée à l'énergie cinétique moyenne des particules d'une substance.

La ville de St. John's est située sur la côte est de l'île de Terre-Neuve, au bord de l'océan Atlantique. En janvier, la température moyenne est de $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ et, en juillet, elle atteint $15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Comme tu as pu le voir au tableau 4.1 du chapitre 4, la température moyenne à Winnipeg au Manitoba est de $-17\text{ }^{\circ}\text{C}$ en janvier et de $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ en juillet. Winnipeg se situe dans les plaines du centre du Canada. Remarque que St. John's n'est pas aussi froid que Winnipeg en hiver ni aussi chaud en été. La principale différence est que Winnipeg est entouré de terre, alors que St. John's est presque complètement entouré d'eau (voir la figure 6.25). Serait-ce l'eau qui empêche St. John's de connaître les températures extrêmes de Winnipeg ?

Figure 6.25 À St. John's, l'océan Atlantique empêche la température de devenir très chaude ou très froide.

Le savais-tu ?

Le Gulf Stream est un des courants de l'océan Atlantique. Il part du golfe du Mexique et coule vers le nord, le long de la côte est des États-Unis. Avant d'atteindre Terre-Neuve-et-Labrador, il se dirige vers l'est en traversant l'océan Atlantique. En Europe, on l'appelle le *courant de l'Atlantique Nord*. Ce courant transporte suffisamment de chaleur de l'équateur à l'Europe du Nord pour influencer le climat.



En comparant les températures de villes entourées de terre à celles se trouvant près de larges étendues d'eau, tu trouveras d'autres exemples que St. John's et Winnipeg. La présence de grandes étendues d'eau a un effet significatif sur le climat. Dans ce chapitre, tu découvriras l'effet de l'absence ou de la présence de chaleur sur la température des substances. Cette information t'aidera à comprendre l'effet des larges étendues d'eau sur le climat local.

Quand tu mélanges des liquides de températures différentes, qu'est-ce qui détermine la température finale du mélange ? Dans cette activité, tu mélangeras 10 mL d'eau à la température ambiante, 10 mL d'alcool et 10 mL d'huile végétale à des échantillons de 20 mL d'eau glacée. Selon toi, la température sera-t-elle la même à la fin de l'expérience ?

Consignes de sécurité



- Manipule l'alcool avec précaution.

Matériel

- trois béchers de 50 mL
- un cylindre gradué de 25 mL
- un thermomètre de laboratoire
- un agitateur
- de l'eau glacée
- de l'eau à la température ambiante
- de l'alcool à la température ambiante
- de l'huile végétale à la température ambiante

Ce que tu dois faire

1. Verse 20 mL d'eau glacée dans chaque bécher. L'eau ne doit pas contenir de morceaux de glace.



2. Mesure et note la température de l'eau de chaque bécher.
3. Verse 10 mL d'eau à la température ambiante dans un bécher. Remue avec l'agitateur. Mesure la température de l'eau.
4. Verse 10 mL d'alcool dans le second bécher. Remue avec l'agitateur pour bien mélanger l'eau et l'alcool. Mesure et note la température du mélange.
5. Verse 10 mL d'huile végétale dans le troisième bécher. L'huile et l'eau ne se mélangent pas, mais en remuant bien, tu pourras créer un contact entre les deux pour qu'il y ait un transfert de chaleur. Mesure la température.

Qu'as-tu découvert ?

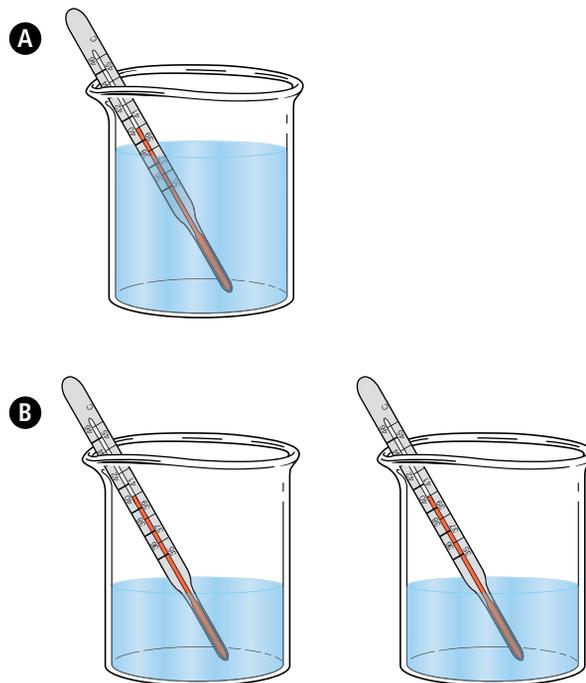
1. Tu as ajouté des quantités égales (10 mL) d'eau, d'alcool et d'huile de la même température à des échantillons de 20 mL d'eau glacé. Classe les mélanges, de la plus haute à la plus basse température.
2. Donne une explication possible de la variation des températures observées.

L'énergie cinétique moyenne et l'énergie cinétique totale

Pour comprendre la différence entre la chaleur et la température, tu dois comprendre la signification de l'énergie cinétique moyenne et de l'énergie cinétique totale des particules d'une substance. Tu as appris que l'énergie cinétique moyenne d'une substance est liée à sa température. Tu découvriras maintenant comment la chaleur est liée à l'énergie cinétique totale des particules d'une substance. Regarde l'exemple suivant.

Imagine que tu as un bécher contenant 100 mL d'eau. Tu as mesuré la température tel qu'illustré à la figure 6.26A et tu as vu qu'elle était de 40 °C. Imagine que tu as versé la moitié de l'eau dans un autre bécher identique au premier, et que tu as mesuré la température dans les deux béchers comme à la figure 6.26B. Quelle serait la température de l'eau dans chacun des béchers ? Tu te dis peut-être : « C'est sûr, l'eau est à 40 °C dans les deux ». C'est exact. La température ne dépend pas de la quantité d'eau. Tu as vu dans le chapitre 4 que la température est la mesure de l'énergie cinétique moyenne des particules d'une substance. Qu'une substance ait 1000 particules ou 1 000 000 000, sa température ne dépend pas du nombre de particules.

Figure 6.26 Diviser l'eau en plusieurs parties ne change pas la température. Qu'est-ce qui change ?



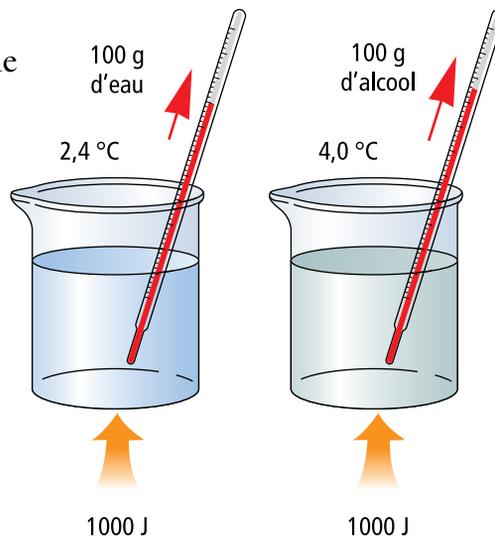
Analyse l'énergie cinétique totale des particules dans les béchers de la figure 6.26. L'énergie cinétique totale des particules d'une substance est la *somme* des énergies cinétiques de chaque particule. Par conséquent, lorsque tu verses la moitié de l'eau d'un bécher dans un autre, l'énergie cinétique totale de chaque récipient est la moitié de l'original. L'énergie cinétique *moyenne* des particules demeure la même, bien que chaque bécher contienne la moitié seulement des particules. Puisque l'énergie cinétique moyenne est la même, la température demeure également la même. Même si l'énergie cinétique *totale* dans chaque bécher est seulement la moitié de l'original, la température dans chaque bécher est la même que dans l'original.

L'énergie cinétique des particules est connue des scientifiques sous le nom d'**énergie thermique**. Verser un peu d'eau dans un autre bécher réduit la somme d'énergie thermique, ou chaleur, mais cela ne change pas la température. La chaleur et la température sont *différentes*. Même si elles sont apparentées, ce sont des quantités différentes.

L'absorption et la perte de chaleur

Tu sais que l'exposition d'une substance à la chaleur augmente sa température. Si tu ajoutais par exemple 1000 J de chaleur à 100 mL d'une substance, quel serait, selon toi, le degré d'augmentation de la température? Examine la figure 6.27 et essaie de trouver une réponse à cette question.

L'augmentation de la température n'est pas la même si tu ajoutes 1000 J de chaleur à 100 g d'eau qu'à 100 g d'alcool. Si tu exposes deux substances d'une même masse à la même quantité de chaleur, la température augmente selon la substance. C'est ce que les scientifiques appellent la **chaleur massique**.



Le savais-tu ?

Chez les scientifiques, le terme *chaleur* signifie le transfert de l'énergie thermique d'un objet à un autre ou d'un endroit à un autre. Techniquement parlant, la chaleur est un transfert d'énergie thermique.

Figure 6.27 L'ajout de 1000 J de chaleur à 100 g d'eau augmente sa température de 2,4 °C. L'ajout de 1000 J de chaleur à 100 g d'alcool augmente sa température de 4,0 °C.

La **chaleur massique** d'une substance est la quantité de chaleur nécessaire pour faire augmenter la température d'un gramme de la substance d'un degré Celsius.

Par exemple, il faut 4,18 J de chaleur pour augmenter la température d'un gramme d'eau d'un degré Celsius. Donc, la chaleur massique de l'eau est de 4,18 J/g·°C (4,18 joules par gramme par degré). Il faut 2,43 J de chaleur pour augmenter la température d'un gramme d'alcool d'un degré Celsius. Ce qui fait que l'énergie massique de l'alcool est de 2,43 J/g·°C (2,43 joules par gramme par degré).

Suggestion d'activité

Réalise une expérience 6-3B, à la page 212

Le Soleil, l'eau et la terre ferme

Comme tu peux le voir dans l'exemple de l'eau et de l'alcool, l'augmentation de la température d'un gramme d'eau d'un degré Celsius nécessite plus de chaleur (4,18 J) que celle d'un gramme d'alcool (2,43 J). En fait, la chaleur massique de l'eau est plus élevée que celle de la plupart des substances. C'est pourquoi la température de l'eau n'augmente pas autant que celle du sol sous les rayons du Soleil. La figure 6.28 te donne des explications supplémentaires sur la lenteur des changements de température dans l'eau, comparativement au sol.

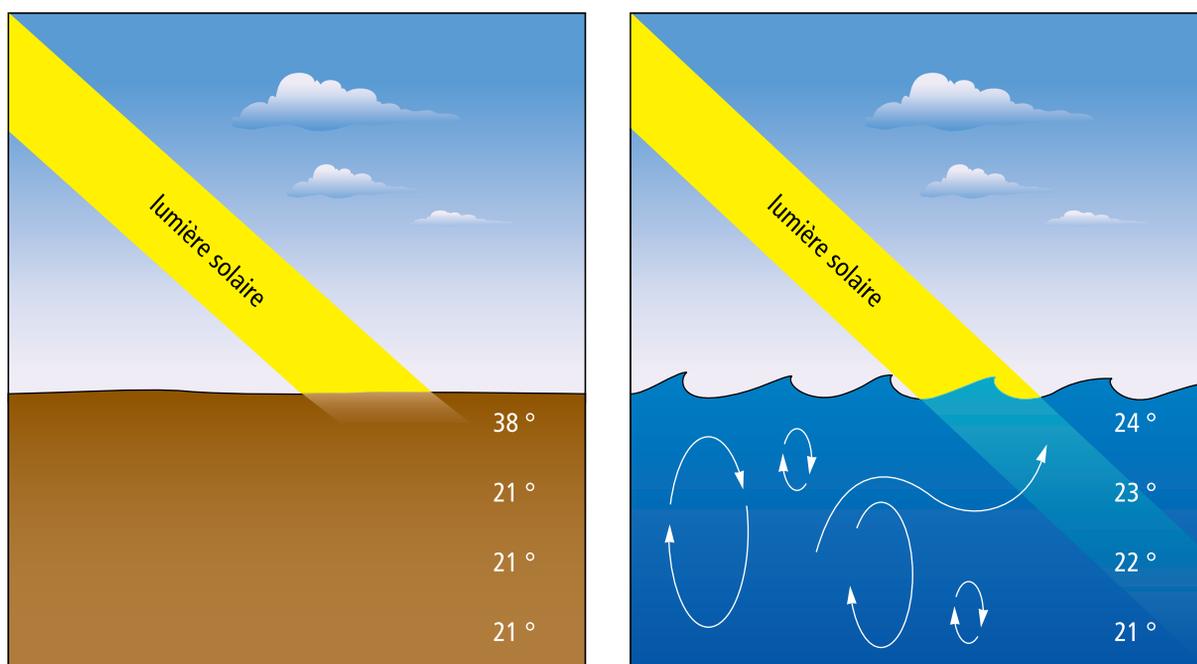


Figure 6.28 Pour une même quantité de lumière solaire, la température du sol augmente davantage que celle de l'eau.

Comme tu peux le voir à la figure 6.28, les premiers centimètres du sol absorbent la lumière du Soleil, ce qui augmente de beaucoup sa température. Le seul moyen permettant de transporter plus profondément la chaleur dans le sol est la conduction, ce qui est très lent. La lumière du Soleil pénètre plus profondément dans l'eau, ce qui diffuse l'énergie dans un volume d'eau plus grand. Le mouvement de l'eau crée un mélange entre l'eau chaude et l'eau froide, et diffuse encore plus la chaleur aux alentours. C'est pour ces raisons et grâce à sa haute chaleur massique que la température de l'eau n'augmente pas autant que celle du sol. Tu as probablement déjà fait l'expérience de ce contraste l'été, à la plage. Le sable peut être très chaud et l'eau très froide (voir la figure 6.29). Tu sais maintenant pourquoi.

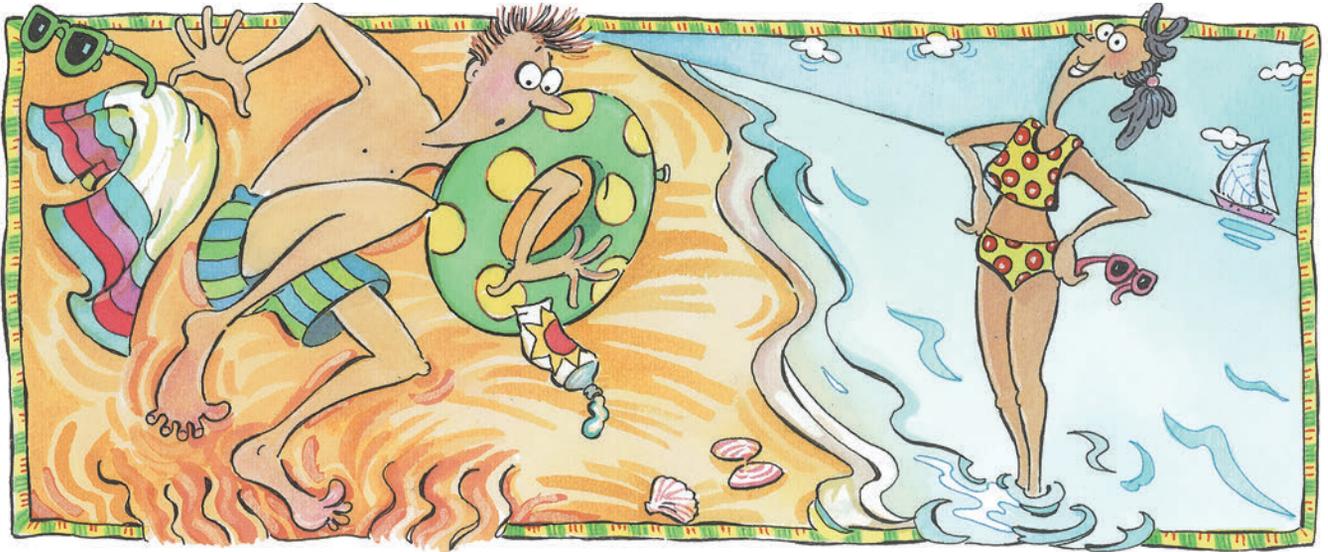


Figure 6.29 Le sable brûlant de la plage te pousse à courir vers l'eau pour te rafraîchir les pieds.

Vérifie ta lecture

1. Qu'est-ce que la chaleur massique ?
2. Si tu mélanges quatre échantillons d'eau à $4\text{ }^{\circ}\text{C}$, auras-tu une température finale de $16\text{ }^{\circ}\text{C}$? Explique ta réponse.
3. Quelle est la propriété d'une substance qui a un effet à la fois sur la chaleur et sur la température ?
4. Quelle est la différence entre la chaleur et la température ?

L'absorption de la chaleur

Vérifie tes habiletés

- Examiner – observer
- Mesurer – calculer
- Contrôler des variables
- Évaluer l'information

Matériel

- une plaque chauffante
- un bécher de 500 mL
- un cylindre gradué
- un thermomètre
- un support universel avec une pince à thermomètre
- des poignées pour le four
- un chronomètre
- un agitateur
- une balance et des masses
- de l'eau
- de l'huile (huile de paraffine, huile minérale ou à moteur)
- de l'huile végétale
- des billes de verre
- du sable
- une grenaille d'acier

L'été, les gens aiment se rendre à la plage, à la piscine ou simplement courir devant un arrosoir. Tu sais que l'eau rafraîchit, mais sais-tu pourquoi ? Cette expérience te le fera découvrir.

Consignes de sécurité



- Manipule les contenants de matières chaudes avec précaution.
- Si tu touches de l'huile ou de l'eau chaude, rince la région atteinte à grande eau pendant plusieurs minutes. Demande à une ou un camarade d'informer ton enseignante ou ton enseignant.
- Lave bien tes mains à la fin de cette activité.



Question

Partie 1 : Les liquides absorbent-ils tous la chaleur à la même vitesse ?

Partie 2 : Les solides absorbent-ils tous la chaleur à la même vitesse ?

Pour une mesure exacte, éloigne le thermomètre des parois du bécher.

Mise en marche

Partie 1 Les liquides

1. Verse 200 mL d'eau dans un bécher. Pose-le sur la plaque chauffante.
2. Installe le support universel. À l'aide de la pince, fixe bien le thermomètre, de manière que sa tête soit dans l'eau et qu'elle ne touche pas les parois ou le fond du bécher.
3. a) Note la température initiale de l'eau
b) Tu veux augmenter la température de l'eau de 30 °C. Calcule la température que tu auras.



4. Règle la plaque chauffante à moyen-haut. Chronomètre le temps nécessaire pour atteindre la température que tu as calculée en 3 b. Note cette information.
5. Éteins la plaque chauffante. Utilise les poignées pour le four pour enlever le bécher de la plaque chauffante. Laisse-la refroidir.
6. Répète les étapes 1 à 5 en utilisant les différentes huiles. Attention : l'huile peut s'enflammer si elle touche la plaque chauffante.

Partie 2 Les solides

7. Verse 100 mL d'eau dans un bécher.
8. Place environ 100 g de billes de verre dans le bécher. Pose le bécher sur la plaque chauffante.
9. Installe le support universel. À l'aide de la pince, fixe bien le thermomètre de manière que sa tête soit dans l'eau.
10. a) Note la température initiale de l'eau.
b) Tu veux monter la température de l'eau de 30 °C. Calcule la température finale.
11. Règle la plaque chauffante à moyen-haut. Chronomètre le temps nécessaire pour atteindre la température que tu as calculée en 10 b. Note cette information.
12. Utilise les poignées pour le four pour enlever le bécher de la plaque chauffante. Éteins la plaque et laisse-la refroidir.
13. Répète les étapes 7 à 12 en utilisant environ 100 g de sable, ensuite 100 g de grenaille d'acier. (Astuce : Pour t'assurer que le sable chauffe également, remue-le avec l'agitateur).
14. Nettoie ta surface de travail et range le matériel.

Analyse

Partie 1

1. Quels liquides ont mis le plus de temps à augmenter leur température de 30 °C ?
2. Quels liquides ont mis le même temps ? Pourquoi, selon toi ?

Partie 2

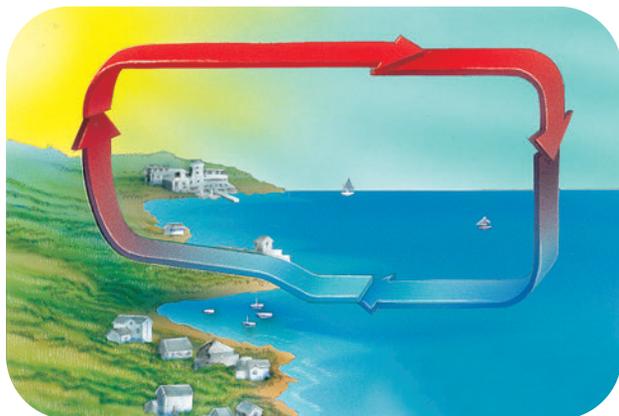
3. Quels solides ont mis le plus de temps à augmenter leur température de 30 °C ?
4. Quels solides ont mis le même temps ? Pourquoi, selon toi ?

Conclusion et mise en pratique

5. Compare le temps nécessaire pour chauffer les matières de la partie 1 et de la partie 2.
 - a) La sorte de matière chauffée a-t-elle un effet sur la quantité de chaleur nécessaire pour élever sa température ?
 - b) Sur quoi te bases-tu pour répondre à la question 5 a ?

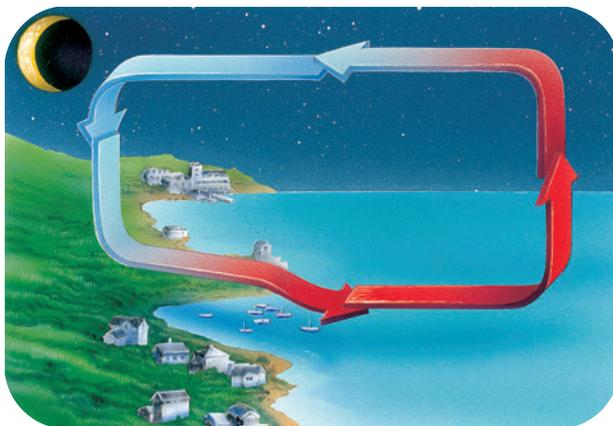
Les vents de mer et de terre

As-tu déjà passé quelques jours au bord de la mer ou d'un grand lac ? Si oui, tu as probablement été témoin d'un vent de mer. Par une chaude journée d'été, tu peux compter sur une douce brise venant de la mer pour te rafraîchir. Quel est le rapport entre un vent de mer et une journée chaude ? Qu'arrive-t-il quand l'air refroidit, la nuit ? Comprendre la chaleur massique et le courant de convection t'aidera à comprendre les vents de mer et de terre.



Par une chaude journée d'été, le Soleil frappe fort le sol et la mer. En raison de sa basse chaleur massique, le sol se réchauffe rapidement. La conduction ne pouvant transporter assez vite la chaleur, c'est seulement la couche supérieure du sol qui devient très chaude. Au même moment, la haute chaleur massique de l'eau l'empêche de se réchauffer rapidement et le mélange d'eau chaude et froide diffuse beaucoup la chaleur. C'est pourquoi la température de l'eau est plus froide que la température du sol. Le sol transfère la chaleur vers l'air qui commence à monter. L'air qui survole l'eau a environ la même température que l'eau, il est donc plus frais que l'air survolant la terre. En s'élevant, l'air au-dessus du sol crée un

courant de convection qui tire l'air frais de la mer. L'air qui monte est remplacé par l'air froid de la mer. Ce cycle continue tant qu'il fait chaud.



Au coucher du soleil, la faible chaleur massique du sol fait rapidement baisser la température, dès que la chaleur quitte le sol par conduction avec l'air au-dessus du sol. La chaleur massique élevée de l'eau empêche tout changement rapide de température. Au coucher du Soleil, l'eau est plus chaude que le sol. L'air au-dessus de l'eau monte et l'air froid au-dessus du sol se dirige vers l'eau, formant ainsi un autre courant de convection. Cette fois, le vent souffle vers la mer. C'est ce qu'on appelle un vent de terre. Grâce aux vents de mer et de terre, les journées et les nuits sont agréables au bord de la mer en été.

La direction du vent, c'est la direction *d'où* il souffle. Le vent de mer souffle de la mer vers la terre. C'est de cette façon qu'on présente le phénomène dans les bulletins météorologiques. Par exemple, un vent d'ouest est un vent qui souffle *de* l'ouest et non vers l'ouest. Le vent de terre souffle de la terre vers la mer.

Des concepts à retenir

1. Vancouver, en Colombie-Britannique, est situé au bord de l'océan Pacifique, tandis que Regina, en Saskatchewan, est situé dans les Prairies. Quelle ville est la plus froide en hiver? Laquelle est plus chaude l'été? Explique pourquoi.
2. À quelle quantité l'énergie cinétique moyenne des particules d'une substance est-elle reliée?
3. À quelle quantité l'énergie cinétique totale des particules d'une substance est-elle reliée?
4. La quantité d'une substance a-t-elle un effet sur la chaleur ou la température?
5. La chaleur massique de l'aluminium est $0,900 \text{ J/g}\cdot^\circ\text{C}$ et celle du fer est $0,444 \text{ J/g}\cdot^\circ\text{C}$. Si tu ajoutes 1000 J de chaleur à ces métaux, lequel aura la plus forte augmentation de température? Explique pourquoi.
6. Pourquoi l'eau demeure-t-elle plus froide que le sol, même si les deux reçoivent la même quantité de lumière solaire? Donne deux raisons.

Pause réflexion

Il y a des personnes qui peuvent marcher pieds nus sur des charbons ardents. Un de leurs secrets est leur connaissance de la chaleur massique. Avant de marcher sur le feu, elles mettent des chaussettes épaisses qui font transpirer leurs pieds. Comment une couche d'eau sur les pieds (sueur) peut-elle protéger ces gens contre les brûlures?

ATTENTION : Il s'agit d'une activité très dangereuse. Même si tes pieds sont mouillés, *n'essaye pas* de marcher sur le feu.

Des concepts clés à comprendre

7. Quel est le bécher, parmi les paires suivantes, qui nécessite le plus de chaleur pour atteindre les résultats escomptés? Explique chaque réponse.
 - a) Bécher A à 250 mL d'eau et bécher B à 500 mL d'eau réchauffés tous les deux de 10°C à 20°C .
 - b) Bécher A à 250 mL d'eau, réchauffé de 10°C à 20°C . Bécher B à 250 mL d'eau réchauffé de 10°C à 30°C .
 - c) Bécher A à 250 mL d'eau et bécher B à 250 mL d'huile végétale réchauffés de 10°C à 20°C .
8. En te rappelant ce que tu as appris sur la chaleur massique, explique pourquoi l'eau est un meilleur réfrigérant que l'huile végétale.
9. Pourquoi l'eau de mer est-elle plus froide que le sable durant le jour, et plus chaude durant la nuit?
10.
 - a) Rédige une phrase avec le mot « chaleur » dans son sens le plus courant.
 - b) Rédige une phrase avec le terme « chaleur massique ». Ta phrase doit démontrer ta compréhension de cette notion.
 - c) Jusqu'à quel point le sens courant du mot « chaleur » est-il différent de ce qu'il signifie dans « chaleur massique »?



Prépare ton propre résumé

Dans ce chapitre, tu as étudié les méthodes de transfert de la chaleur, l'isolation et la chaleur massique. Rédige ton propre résumé des idées principales de ce chapitre. Tu peux ajouter des organisateurs graphiques ou des illustrations à tes notes. Lis l'**Omnitruc 9** pour t'aider à utiliser des organisateurs graphiques. Sers-toi des titres suivants pour organiser tes notes :

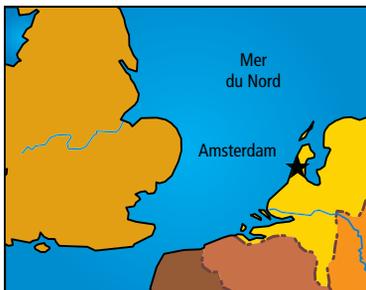
1. La conduction, la convection et la radiation
2. Le vent et la convection
3. Les ondes et la radiation
4. La conductibilité thermique
5. Les isolants
6. La chaleur massique

Des concepts à retenir

1. Chaque situation indiquée ci-dessous peut représenter un type de transfert de chaleur. Quel est le type de transfert que représente chacune des situations suivantes ? Explique pourquoi.
 - a) Lors de certains événements sportifs, les spectateurs font la « vague ». Les spectateurs d'une section du stade se lèvent, lèvent les bras, puis se rassolent au moment même où ceux de la section à leur gauche se lèvent à leur tour et lèvent leurs bras. Cela crée une ondulation qui semble traverser le stade.
 - b) Des dominos sont placés les uns derrière les autres. Tu en pousses un, haussant ainsi son énergie cinétique et il retombe sur le domino voisin et ainsi de suite, jusqu'à ce que tous les dominos soient tombés.
 - c) Les skieurs font la file au bas d'une pente, prennent le remonte-pente pour monter en haut de la colline, puis se lancent sur la pente de ski et reprennent leur tour dans la file d'attente pour remonter encore.
2. Quel est le type de transfert de la chaleur le plus important pour un lézard étendu au soleil ? Explique pourquoi.
3. Imagine qu'on te donne deux tasses de chocolat chaud. Une tasse est faite d'un matériau brillant et l'autre d'un matériau peint en noir. Laquelle gardera ton chocolat bien chaud le plus longtemps ? Explique.
4. Pourquoi les manches des chaudrons et casseroles sont-ils le plus souvent non métalliques ?
 - a) Quelle est la raison de la grande perte de chaleur par les portes et fenêtres ?
 - b) Comment peut-on réduire le transfert de chaleur par les portes et fenêtres ?
6. La température peut facilement atteindre $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ durant la cuisson du sucre et des fruits pour faire de la confiture.
 - a) Quelle est la cuillère appropriée pour brasser le mélange sans qu'elle fonde ou qu'elle te brûle les doigts : bois, métal ou plastique ?
 - b) Quel est le transfert de chaleur qu'on doit éviter à la cuillère ?
7. Quelle est la différence entre la chaleur et la température ?
8. La valeur R de 25 mm de bois solide est 1,25. La valeur R de 25 mm de laine de bois est 2,42. Explique la raison de cette différence.
9. Si tu chauffes un chaudron en cuivre et un chaudron en fer de la même manière, lequel chauffera le plus rapidement ? Explique ta réponse.

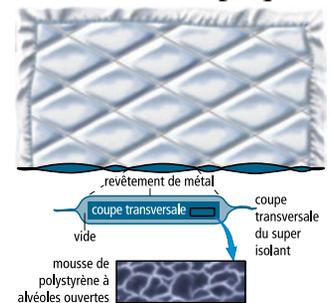
Des concepts clés à comprendre

10. En parlant de la conduction, tu penses souvent à la conduction dans les solides.
- La convection peut-elle se produire dans les solides ? Explique.
 - La conduction peut-elle se produire dans les liquides ? Explique.
11. On te demande d'expliquer à une classe de troisième année ce qui fait souffler le vent. Dessine un schéma pour démontrer et expliquer ce processus. Tu peux te servir de croquis.
12. Tu tiens une chandelle allumée dans une main. Quel est le processus de transfert de chaleur qui permet à ton autre main de sentir la chaleur dans chacune des situations suivantes :
- Ta main est placée au-dessus de la flamme et sent la chaleur.
 - Ton autre main est placée à côté de la flamme et ta paume sent la chaleur de la flamme.
 - Une goutte de cire tombe sur ta main. Tu sens sa chaleur.
13. Edmonton, en Alberta, et Amsterdam, aux Pays-Bas, se situent à la même distance au nord de l'équateur. Leur climat est différent. Pourquoi ?



14. Les constructeurs isolent davantage le grenier que les murs. Pourquoi ?

15. Un nouveau « super isolant » est fabriqué d'une mousse de plastique revêtue d'une feuille brillante de métal (voir l'illustration ci-dessous). L'air est évacué par les trous de la mousse en plastique. La feuille empêche l'air d'entrer dans la mousse. Selon les spécialistes, une large utilisation de ce nouvel isolant peut réduire d'un milliard de dollars les coûts de chauffage chaque année.
- Comment ce super isolant empêche-t-il le transfert par conduction, convection ou radiation ? Explique.
 - Propose un problème qui pourrait se poser avec ce nouvel isolant.



16. Au cours d'une expérience, un étudiant a remarqué que l'ajout de 1000 J de chaleur à 50 g de granite augmente sa température de 25,3 °C et que l'ajout de 1000 J de chaleur à 50 g de calcaire augmente sa chaleur de 21,7 °C. Quel type de roche, entre le calcaire ou le granite, a la plus grande chaleur massique ? Explique.

Pause réflexion

On propose parfois aux amateurs de café de mettre une cuillère dans leur tasse pour diminuer rapidement sa chaleur. D'après ce que tu appris sur le transfert de la chaleur, penses-tu que cette méthode soit efficace ? Explique.



4 La température indique si un objet est chaud ou froid

- La température corporelle normale des êtres humains est de $37\text{ }^{\circ}\text{C}$. (4.1)
- La température corporelle est un indicateur de l'état de santé. (4.1)
- L'hypothermie et l'hyperthermie présentent un risque pour la vie. (4.1)
- La température moyenne de l'air à Terre-Neuve-et-Labrador varie entre $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ et $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. (4.1)
- Les premiers appareils de mesure de température ont été conçus dans les années 1500. (4.2)
- Les échelles communes de mesure de températures sont l'échelle Fahrenheit, l'échelle Celsius et l'échelle Kelvin. (4.2)
- Les thermomètres doivent être étalonnés en les exposant à des substances dont la température est connue. (4.2)
- Les thermomètres contiennent une substance qui change avec le changement de température pour qu'on puisse observer la variation de température. (4.2)

5 Les chercheurs se servent de la théorie particulaire de la matière pour mesurer la température de la Terre

- Toute matière est composée de minuscules particules. Toujours en mouvement, elles sont espacées et attirées les unes vers les autres. Les particules de différentes substances sont différentes. (5.1)
- L'énergie cinétique moyenne des particules d'une substance est directement reliée à sa température. (5.1)
- Toute substance pure peut exister dans les trois états (solide, liquide ou gazeux), selon sa température. (5.2)
- On peut expliquer pourquoi les particules existent à différents états à l'aide de la théorie particulaire de la matière. (5.2)
- Peu importe l'état, la matière se dilate quand la température augmente et se contracte quand la température baisse. (5.2)
- Les changements d'état sont la fusion, la solidification, la vaporisation, la liquéfaction, la sublimation et la condensation solide. (5.3)
- Chaque substance pure a son point de fusion et son point d'ébullition à un niveau normal de pression. (5.3)
- La théorie particulaire de la matière permet d'expliquer les changements d'états. (5.3)

6 Trois processus peuvent transférer la chaleur d'un endroit à un autre

- Les trois processus de transfert de la chaleur sont la conduction, la convection et la radiation. (6.1)
- La conduction et la convection dépendent du mouvement des particules. La radiation est une énergie transportée par des ondes électromagnétiques. (6.1)
- La capacité d'un objet à absorber l'énergie radiante dépend de son éclat et de sa couleur. (6.1)
- Les conducteurs sont des substances qui conduisent rapidement la chaleur. (6.2)
- Les isolants conduisent la chaleur très lentement. (6.2)
- La valeur R des matériaux de construction indique leur efficacité en tant qu'isolants. (6.2)
- La chaleur et la température sont reliées, mais ce sont des quantités différentes. (6.3)
- La chaleur massique est la quantité de chaleur nécessaire pour élever d'un degré Celsius un gramme d'une substance. (6.3)



Chapitre 4

- bilame
- calibrer
- échelle Celsius
- échelle Fahrenheit
- échelle Kelvin
- hypothermie
- température ambiante
- température corporelle
- thermocouple
- thermographe
- thermomètre
- thermoscope



Chapitre 5

- changement d'état
- condensation solide
- congélation
- contraction thermique
- courbe d'échauffement
- dilatation thermique
- énergie cinétique
- évaporation
- expansion thermique
- fusion
- gaz
- liquéfaction
- liquide
- matière
- point d'ébullition
- point de fusion
- solide
- solidification
- sublimation
- température
- théorie particulaire de la matière
- vaporisation



Chapitre 6

- chaleur massique
- conductibilité thermique
- conduction
- convection
- courant de convection
- énergie thermique
- isolant
- radiation

Un chauffe-eau

Dans ce module, tu as beaucoup appris sur la chaleur, la température, les transferts d'énergie, l'isolation ainsi que sur d'autres concepts mettant en jeu la chaleur. Peux-tu appliquer ce que tu appris d'une manière pratique ?

Problème

Dessine et fabrique un appareil simple mais efficace, capable de capter et de transformer l'énergie : un chauffe-eau fonctionnant à l'énergie d'une bougie.

Exigences

- Ton but est d'augmenter la température de l'eau le plus possible.
- Tu peux utiliser directement la bougie pour chauffer l'eau, ou indirectement pour chauffer autre chose qui chauffera l'eau.
- Utilise tous les types de transfert de chaleur possibles.
- Ton appareil doit être ininflammable et mobile de manière qu'il soit facile à placer au-dessus de la bougie allumée.
- La bougie ne doit pas brûler plus de 3 minutes pendant ta démonstration.

Marche à suivre

1. Suis les consignes de sécurité suivantes :
 - Les matériaux ininflammables doivent être approuvés par ton enseignante ou ton enseignant.
 - Pendant et après l'opération de chauffage, manipule l'appareil avec précaution.
 - La suie engendrée par la flamme de la chandelle est difficile à laver. Mets une blouse de laboratoire. Si tu as de la suie sur les mains, lave-les immédiatement au savon et à l'eau chaude.
 - Garde de l'eau et un extincteur à proximité.
2. Tu peux utiliser le matériel suivant :
 - un thermomètre,
 - une bougie d'anniversaire,



- 100 mL d'eau à la température ambiante,
 - des contenants, attaches, réflecteurs et isolants ininflammables,
 - des allumettes.
3. Trouve des idées sur la façon de construire un chauffe-eau efficace. Pense :
 - au transfert d'énergie par convection, conduction et radiation,
 - à la prévention des pertes de chaleur,
 - à la chaleur massique (assure-toi que le chauffe-eau lui-même n'absorbe pas trop d'énergie),
 - aux matériaux nécessaires (rappelle-toi que la peinture, le plastique, la colle et le ruban adhésif sont inflammables, donc ils ne répondent pas aux exigences de conception).
 4. Choisis les idées les plus pratiques et rédige un avant-projet de conception qui comprend :
 - la liste des matériaux,
 - un croquis de ton appareil avec les divers éléments identifiés,
 - une liste de tâches et un échéancier pour organiser la participation des membres de ton groupe.
 5. Réunis les matériaux et construis ton appareil. Tu peux l'essayer et le modifier, mais la bougie ne doit brûler que pendant 3 minutes au cours de l'essai. Note les modifications apportées à ton appareil.
 6. Prépare-toi à expliquer brièvement les caractéristiques de ta création avant de montrer comment elle fonctionne.

Présente tes découvertes

1. Fais une démonstration de ton appareil en classe ou présente un compte rendu qui décrit ta création ainsi que tes données et tes résultats.
2. Quelle est la température la plus élevée que tu as obtenue ?
3. Quelle est la température que tu as atteinte pendant les 3 minutes d'échauffement ?

L'isolation et les codes du bâtiment

Il est important que les entrepreneurs, les architectes et les constructeurs comprennent le transfert de chaleur et l'isolation. Les édifices, résidentiels ou commerciaux, ont besoin de différents types d'isolants pour garder la chaleur à l'intérieur en hiver et à l'extérieur en été.

Mise en situation

Le gouvernement instaure des règlements sur la quantité et le type d'isolation d'un bâtiment. Ces règles diffèrent selon le climat. Il a été prouvé que des matériaux comme l'amiante, utilisée dans le passé, sont toxiques. Leur utilisation est interdite aujourd'hui.



L'amiante est dangereuse pour les personnes qui vivent ou qui travaillent dans des bâtiments qui en contiennent. Il faut la détecter et l'enlever.

Renseigne-toi

Que doit savoir un propriétaire sur l'isolation? Qui est responsable d'assurer l'utilisation de la bonne quantité et du bon type d'isolant? Quels sont les isolants appropriés pour les murs, greniers, vides sanitaires, conduits, revêtements métalliques, plafonds et autres? Utilise Internet, des encyclopédies ou des livres, ou renseigne-toi auprès d'entrepreneurs pour approfondir tes connaissances sur l'isolation et les règlements qui y sont liés. Note et organise tes trouvailles.



Quand peut-on utiliser la mousse à vaporiser?



À quel moment doit-on appliquer l'isolation à l'extérieur d'un bâtiment?



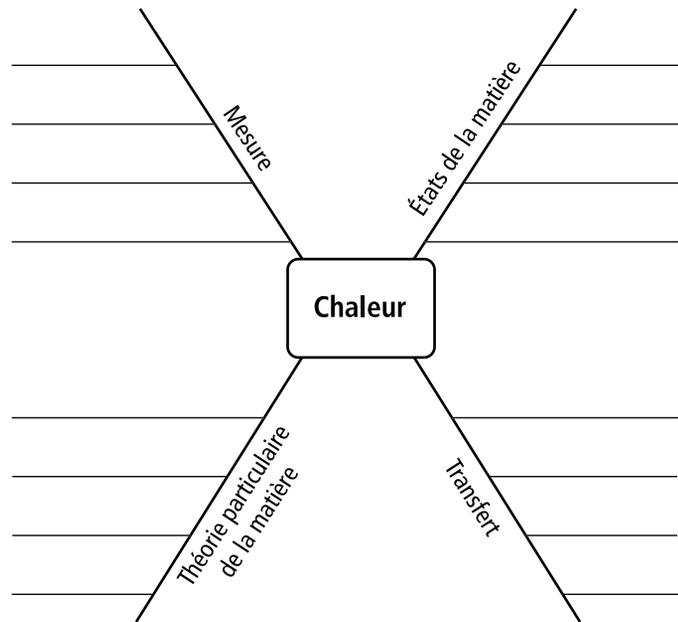
Les murs intérieurs sont-ils tous isolés?

Présente tes découvertes

1. Prépare une brochure pour présenter les informations que tu as réunies sur l'isolation et les codes du bâtiment. Ajoutes-y de l'information sur la valeur R, les types d'isolants et sur la personne responsable de respecter les codes du bâtiment.
2. Prépare une affiche et un exposé oral pour accompagner ta brochure durant la présentation de tes découvertes. Ajoutes-y les articles prévus à la première suggestion.

Les idées du module en bref

1. Recopie le diagramme en forme de toile d'araignée ci-contre dans ton cahier de notes. Ne consulte pas ton manuel. Écris, à côté de chaque sujet, le plus possible de termes correspondants. Lorsque tu as rempli ton diagramme, révise le chapitre et cherche d'autres termes à ajouter. Note ces termes en utilisant une autre couleur de stylo.



Des mots clés à employer

2. Indique si les énoncés suivants sont vrais ou faux. S'ils sont faux, reformule l'énoncé pour qu'il soit vrai.
 - a) Dans l'échelle Celsius, le zéro absolu est $0\text{ }^{\circ}\text{C}$.
 - b) Une température ambiante confortable est $37\text{ }^{\circ}\text{C}$.
 - c) Le degré zéro dans l'échelle Fahrenheit est le point de congélation de l'eau.
 - d) Le point d'ébullition de l'eau est $212\text{ }^{\circ}\text{F}$.
 - e) La condensation liquide (liquéfaction) est le processus inverse de la sublimation.
 - f) La contraction thermique arrive quand la température d'un objet augmente.
 - g) La matière est tout ce qui a une masse et un volume.
 - h) Le vent est une forme de conduction.
 - i) Les liquides sont incompressibles à température constante.
 - j) La chaleur massique d'une substance indique la quantité d'énergie nécessaire pour faire augmenter la température d'un gramme de substance d'un degré Celsius.

Des concepts à retenir

4

3. Parmi les températures suivantes, laquelle ne peut pas figurer sur une recette de cuisine dans un four normal ?
 - a) $160\text{ }^{\circ}\text{C}$
 - b) $200\text{ }^{\circ}\text{C}$
 - c) $240\text{ }^{\circ}\text{C}$
 - d) $450\text{ }^{\circ}\text{C}$
4. Indique une température raisonnable pour chaque situation suivante :
 - a) une journée d'été à Bonavista,
 - b) une personne souffrant d'une grave infection,
 - c) une température ambiante confortable,
 - d) la température corporelle d'un oiseau.

5. Quelle est la différence entre un thermoscope et un thermomètre ?
6. Si la température d'une substance est 273,15 K, quel serait son équivalent sur l'échelle Celsius ?
7. Que veut-on dire par calibrer un thermomètre ?
8. Décris la réponse d'un bilame au changement de température. Donne une utilisation courante de cette bande.

5

9. Quels sont les deux facteurs qui déterminent l'énergie cinétique d'un objet ?
10. La température d'un objet augmente. Que peux-tu dire sur l'énergie cinétique des particules qui le composent ?
11. Compare la forme des solides, des liquides et des gaz.
12. Comment la théorie particulaire de la matière explique-t-elle la différence entre les solides et les liquides ?
13. Réfère-toi à la théorie particulaire pour expliquer la façon dont les gaz se dilatent sous la chaleur.
14. Les solides se dilatent très peu. Explique pourquoi il est important que les ingénieurs concepteurs sachent jusqu'à quel point un solide peut se dilater.
15. Pourquoi ne met-on pas d'eau pure dans le radiateur d'une auto en hiver ?
16. La sublimation est le passage de quel état à quel état ?
17. Grâce à la théorie particulaire, que peux-tu savoir de la force entre les particules des substances qui ont des points de fusion et d'ébullition élevés ?

6

18. Comment la théorie particulaire explique-t-elle la conduction de la chaleur ?

19. Explique pourquoi les gaz et les liquides montent lorsqu'on les chauffe.
20. Pourquoi la convection *ne* peut-elle *pas* se produire dans les solides ?
21. Qu'est-ce qui transporte l'énergie dans un espace vide ?
22. Qu'est-ce qui arrive aux particules d'un objet lorsqu'il absorbe de l'énergie radiante ?
23. Indique deux applications pour lesquelles tu aurais besoin d'un matériau qui conduit bien la chaleur.
24. Quels sont les deux éléments importants d'un radiateur qu'on utilise dans le chauffage à eau chaude domestique ?
25. Pourquoi un vide peut-il agir comme un bon isolant ?
26. La chaleur et la température d'un objet sont liées à l'énergie cinétique des particules d'une substance. En quoi ces deux quantités sont-elles différentes par rapport à cette énergie cinétique ?
27. Pourquoi la température du sol augmente-t-elle davantage que la température de l'eau, même si les deux absorbent la même quantité d'énergie radiante du Soleil. Donne deux raisons.

Des concepts clés à comprendre

28. De nombreux appareils domestiques, comme le fer à repasser, fonctionnent à l'électricité. Ils ont habituellement un thermostat qui règle le courant électrique de manière à garder l'appareil à une température constante. Pense à au moins trois appareils qui sont pourvus de thermostats qui règlent le courant électrique.
29. En équipe, montez un court sketch pour montrer le comportement des particules d'une matière dans les situations suivantes :
 - a) basse température,
 - b) réchauffement,
 - c) haute température.

30. Imagine que tu es capable de voir le mouvement des particules d'une goutte d'eau sur ta peau. Décris :
- la vitesse des particules capables de quitter la surface de la goutte ;
 - la vitesse des particules qui restent dans la goutte ;
 - le changement de température qui accompagne la fuite des particules ;
 - le changement d'état qui se produit.
31. Le dioxyde de carbone se sublime à $-78,5\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Quel serait l'état de ce gaz si tu le refroidissais en dessous de $-78,5\text{ }^{\circ}\text{C}$?
 - Pourrais-tu produire du dioxyde de carbone liquide en réchauffant le solide ?
32. Explique ce qui fait flotter l'eau chaude sur l'eau froide.

Réflexion critique

33. Un liquide prend toujours la forme de son contenant. L'illustration ci-dessous montre du sable, un solide, prenant la forme d'un contenant.
- Est-ce que cela signifie que le sable est un liquide ?
 - Explique pourquoi, en te référant à la théorie particulaire de la matière.



34. Choisis l'instrument approprié à utiliser dans les situations suivantes. Explique ton choix.

- Régler une poêle à frire électrique ;
- Établir des records de températures à long terme pour une station météorologique ;
- Détecter les incendies de forêt mineurs avant leur propagation ;
- Contrôler la température d'une chaudière ;
- Vérifier la température des roues d'un train à son passage à une gare ;
- Observer les changements de température d'un bâtiment sur une période de 24 heures.

35. La photo ci-dessous a été prise en été. Décris le changement de la position des lignes de transmission durant la chute de température en hiver. Pourquoi est-ce une mauvaise idée de garder droites les lignes de transmission suspendues entre les tours pour réduire le besoin en fils ?



36. Il est indiqué sur les aérosols d'éviter de les chauffer. Explique ce qui arriverait si un contenant aérosol était chauffé.
37. Durant une journée très froide, une voiture entre dans un lave-auto. Le pare-brise se fissure dès qu'il est touché par l'eau chaude. Selon ce que tu as appris sur l'effet de la chaleur sur les solides, explique ce phénomène.

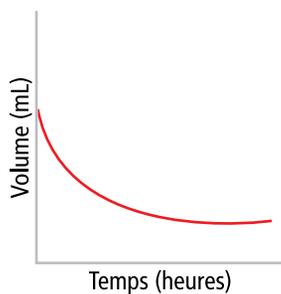
38. Le béton armé est un béton qui contient des barres métalliques destinées à augmenter sa résistance. Sans ces armatures, le béton devient fragile et se casse facilement. Les spécialistes sont vigilants lorsqu'il faut renforcer le béton avec de l'acier, car les deux ont presque le même taux de dilatation.

- Pourquoi est-il si important que le béton et l'acier aient le même taux de dilatation ?
- Qu'arriverait-il si on utilisait des barres métalliques d'un taux de dilatation thermique différent du béton ?

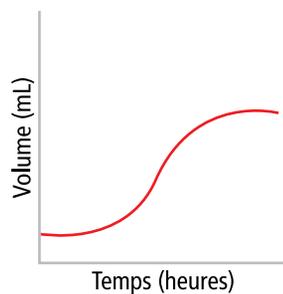
Développe des habiletés

39. Les deux graphiques ci-dessous indiquent le volume du liquide dans un thermomètre de laboratoire pendant une mesure de température.

- Lequel montre ce qui se produit quand on place un thermomètre dans l'eau d'un récipient sur le feu ?
- Lequel montre ce qui se produit quand on place un thermomètre dans un récipient rempli d'eau qu'on met au réfrigérateur ?



Graphique A



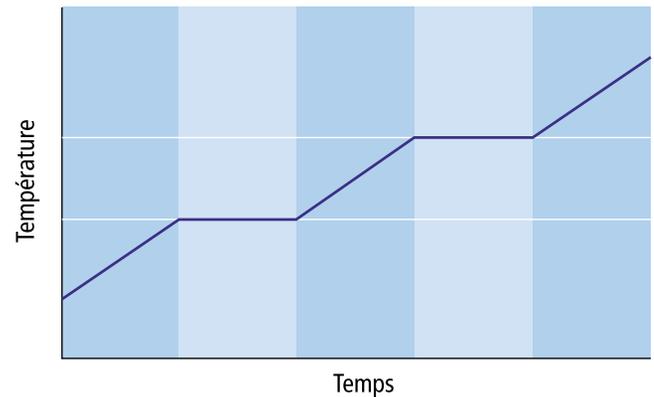
Graphique B

40. Recopie le graphique ci-contre. Nomme les axes de ton graphique selon les termes suivants :

- point d'ébullition
- point de fusion
- solide
- liquide

- gaz
- fusion
- vaporisation

Courbe d'échauffement

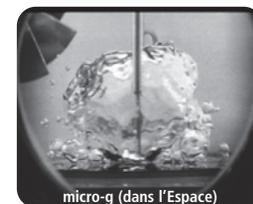


Pause réflexion

Les astronautes des navettes spatiales américaines ou de la Station spatiale internationale mènent des expériences et font des observations sur l'apesanteur, ou microgravité, de la navette. Ils ont observé le réchauffement de l'eau dans laquelle on a placé une sonde électrique. Quand l'eau près de la sonde devient chaude, elle ne produit pas un courant de convection, mais reste autour de la sonde. L'eau en ébullition crée une bulle de vapeur d'eau qui reste près de la sonde chaude, mais qui grandit de plus en plus. Explique ces phénomènes observés en état d'apesanteur.



1 g (sur Terre)



micro-g (dans l'Espace)