MODULE 6

Les substances pures et les mélanges

Survol du module

Les concepts fondamentaux

Le cours de sciences et technologie de 7e année présente six concepts. Ce module étudie deux de ces concepts :

- La matière
- Les systèmes et les interactions

Les idées maîtresses

À mesure que tu progresseras dans ce module, tu comprendras mieux les notions suivantes :

A. La matière se classifie d'après ses propriétés physiques.

B. La théorie particulaire sert à expliquer les propriétés physiques de la matière.

C. Les substances pures et les mélanges ont un impact sur la société et sur l'environnement.

D. Une compréhension des propriétés de la matière nous permet de faire un choix éclairé quant à son utilisation.

Les attentes

À la fin de ce module, tu sauras :

- analyser l'utilisation courante de solutions et de mélanges mécaniques ainsi que les processus associés à leur séparation et à leur mise au rebut, et évaluer leur incidence sur la société et l'environnement.
- examiner, à partir d'expériences et de recherches, les propriétés et les applications de différentes substances pures et de différents mélanges.
- démontrer ta compréhension des caractéristiques des substances pures et des mélanges à l'aide de la théorie particulaire.

Dans une usine spécialisée dans la fabrication de produits médicaux, un technicien (au centre, à droite) surveille les procédés qui utilisent des substances pures et des mélanges.

Exploration

On fait bouillir l'eau d'érable sur un feu à ciel ouvert pour concentrer le sucre qu'elle contient.

Pour fabriquer du sirop d'érable, il faut séparer par évaporation l'eau du sucre contenu dans la sève. Cette étape permet d'obtenir un mélange de sucre plus concentré. Selon certains historiens, ce sont des membres des Premières Nations algonquines qui auraient découvert les propriétés nutritives de l'eau d'érable. Pour la récolter, ils pratiquaient une entaille en forme de V dans le tronc des érables et laissaient s'écouler le précieux liquide dans des récipients en écorce de bouleau. Après leur rencontre avec les explorateurs européens, c'est dans des chaudrons de fonte que les Premières Nations, dont les Algonquins, faisaient bouillir l'eau d'érable sur un feu à ciel ouvert (voir photo). C'est ainsi qu'ils obtenaient du sirop d'érable.

Partager la technologie

Les Autochtones ont initié les colons français à l'art d'entailler les érables à sucre au début du printemps. À l'aide d'un vilebrequin,

ils perçaient un trou dans le tronc des arbres de manière à y insérer un chalumeau (petit tuyau) fabriqué à la main auquel était suspendu un seau en bois (voir photo ci-contre).

Au XVIe et au XVIIe siècle, la fabrication du sirop d'érable occupait une place importante dans la vie des colons. Pour faire bouillir le liquide avec plus d'efficacité, on suspendait au-dessus des foyers des chaudrons en cuivre ou en fonte que l'on remplissait d'eau d'érable. Mais une grande partie de la chaleur du feu s'échappait. Pour réduire les pertes de chaleur, ils ont décidé de faire bouillir l'eau d'érable à l'intérieur d'un bâtiment. Ils ont alors construit des *cabanes à sucre* pour mettre les feux à l'abri du vent et en conserver la chaleur. Aussi, grâce aux murs et aux plafonds de ces bâtiments, l'eau d'érable risquait moins d'être contaminée par des feuilles ou par des insectes.

Les premiers colons recueillaient l'eau d'érable dans des seaux en bois.

Les répercussions de la technologie

Quelques innovations ont marqué les deux siècles suivants. Grâce à des chaudières beaucoup plus efficaces, la chaleur est mieux conservée. La fabrication d'évaporateurs larges et dont le fond est plat offre une plus grande surface d'évaporation. Les évaporateurs sont faits de tôle en fer-blanc ou en acier. Toutefois, pour fabriquer 1 l de sirop, il faut transporter et verser environ 40 l d'eau d'érable dans l'évaporateur, ce qui représente beaucoup de travail.

Au XXe siècle, la collecte de l'eau d'érable s'est beaucoup raffinée. Les érables entaillés sont désormais reliés à des conduits qui acheminent directement la sève dans des réservoirs d'entreposage ou dans des évaporateurs. Ce système fonctionne par gravité. Plus tard, des pompes à vide ont été reliées aux conduits. Cette technologie permet de recueillir une encore plus grande quantité d'eau d'érable (voir photo à droite).

La technologie des évaporateurs a aussi évolué. Le processus, qui consiste d'abord à faire bouillir la sève brute dans une grande cuve relativement profonde a pour effet de réduire sa teneur en eau et de concentrer le sucre qu'elle contient. À mesure que l'eau s'évapore, le mélange plus concentré est transvidé dans une cuve plus petite et peu profonde. Le mélange, plus concentré encore, est ensuite transféré dans une troisième cuve très peu profonde, où la teneur en sucre du sirop est contrôlée minutieusement.

L'eau d'érable est recueillie par un réseau de tubes relié à un système de pompes à vide.

EXPLORATION (suite)

C1 *Laboratoire*

La concentration d'un mélange — Une simulation

Le sirop d'érable est fabriqué à partir de l'eau d'érable que l'on fait bouillir pour réduire sa teneur en eau. Dans cette activité, tu vas simuler ce procédé avec du sable et des billes, le sable représentant l'eau et les billes, le sucre.

Objectif

Simuler la concentration d'un mélange.

Matériel

- Un bécher de 100 ml
- Du sable
- Des billes
- Une balance

Démarche

1. Mesure la masse du bécher, puis note-la.
2. Dépose les billes dans le bécher. Mesure la masse du bécher et des billes. Soustrais la masse du bécher. Note ensuite la masse des billes dans un tableau, comme il est indiqué à droite.
3. Ajoute le sable dans le bécher. Mesure maintenant la masse du bécher. Soustrais la masse du bécher et des billes, puis note la masse du sable.
4. Retire une petite quantité de sable, puis mesure la masse du bécher. Refais cette étape deux fois.

Tableau C.1 Comparer la concentration de différents mélanges

Masse du bécher (g)	Masse des billes (g)	Masse du sable (g)	Masse des billes divisée par la masse du sable

Questions

5. En quoi la concentration des billes dans le mélange change-t-elle à mesure que le sable est retiré ?
6. Comment le rapport entre la masse des billes et la masse du sable change-t-il à mesure que le sable est retiré ?

C2 *Réflexion sur les sciences, la technologie, la société et l'environnement*

L'impact de la fabrication du sirop d'érable sur l'environnement

1. Dresse une liste des effets positifs et négatifs de la fabrication du sirop d'érable sur la société et l'environnement.
2. Discute de l'importance de chacun de ces effets avec une ou un camarade ou avec toute la classe.
3. Considérant ce que tu sais maintenant, devrions-nous continuer à fabriquer du sirop d'érable ?

MODULE C

Sommaire

7.0 La théorie particulaire de la matière sert à décrire les substances pures et les mélanges

7.1 La classification de la matière selon sa composition

7.2 La théorie particulaire de la matière ED

8.0 Les mélanges et les solutions peuvent être analysés par la concentration, la solubilité et la séparation

8.1 Les solutions : concentration et solubilité

8.2 Les facteurs qui influent sur la solubilité

8.3 La séparation des solutions et des mélanges mécaniques ED

9.0 L'utilisation courante des mélanges et des solutions a un impact sur la société et l'environnement

9.1 Les techniques de séparation des mélanges et leurs applications industrielles

9.2 L'effet des techniques industrielles de séparation des mélanges et des solutions

9.3 Les répercussions environnementales de l'utilisation et de la mise au rebut des substances pures et des mélanges ED

Projet du module

Plusieurs sources d'eau contiennent des mélanges de substances et de contaminants naturels. Dans le projet du module, tu vas examiner des échantillons d'eau prélevés dans un certain nombre de sources d'eau de surface. Tu utiliseras les connaissances acquises au cours de ce module pour purifier ces échantillons. Tu pourras aussi déterminer les origines possibles de contamination à partir des échantillons.

Question essentielle

Nomme quelques exemples de substances pures et de mélanges provenant de certaines activités commerciales et industrielles qui, mélangés à de l'eau de surface, rendent celle-ci impropre à la consommation.

Préparation à la lecture

Stratégies Littératie

Des mots à connaître

Le présent module te fera découvrir les mots suivants :

- Substance pure
- Mélange
- Concentration
- Solution
- Particule

Quels mots de la liste précédente peux-tu définir ? Quels mots te font hésiter ? À partir de ce que tu sais déjà, essaie de prédire en une phrase ou deux ce que tu apprendras dans ce module.

7.0 La théorie particulaire de la matière sert à décrire les substances pures et les mélanges

Le mélange de certaines substances pures permet de fabriquer du pain.

Ce que tu vas apprendre

Dans ce chapitre, tu vas :

- distinguer les substances pures des mélanges ;
- expliquer les principaux éléments de la théorie particulaire ;
- utiliser la théorie particulaire pour distinguer les substances pures des mélanges.

Les habiletés à utiliser

Dans ce chapitre, tu vas :

- utiliser de manière appropriée la terminologie propre aux sciences et à la technologie, oralement et par écrit ;
- respecter les consignes de sécurité et utiliser adéquatement les substances chimiques et les appareils mis à ta disposition.

Pourquoi est-ce important ?

Tout ce que tu vois, touches, goûtes et sens est fait de particules. Ton corps est un mélange complexe de particules qui, pour rester en vie, doit consommer des aliments nutritifs, eux-mêmes faits de particules.

Avant la lecture

Stratégies Littératie

Fais des prédictions

Faire des prédictions avant de commencer la lecture t'aidera à activer tes connaissances antérieures et à aborder le contenu du chapitre. Avant de commencer à lire, regarde les titres et les légendes. Note-les dans un tableau et ajoute tes commentaires au sujet du contenu à l'étude. Revois tes prédictions en cours de chapitre pour confirmer ou réviser ta compréhension du sujet.

Mots clés

- chaleur
- énergie cinétique
- mélange mécanique
- mélange
- particule
- substance pure
- solution
- température

7.0 Mise en contexte

Figure 7.1 Le pétrole brut est un mélange de substances pures qui adhère à tout, ce qui complique les opérations de nettoyage.

Lorsque du pétrole brut se déverse dans un environnement naturel à la suite de dommages causés à un pétrolier ou de la rupture d'un pipeline, il laisse derrière lui une substance noire très collante. Tout change alors dans l'environnement immédiat qui est maintenant contaminé.

En juillet 2007, à Burnaby, en Colombie-Britannique, la rupture accidentelle d'un pipeline (figure 7.1) a provoqué le déversement de plus de 240 000 l de pétrole brut dans l'environnement. La substance noire a contaminé une zone résidentielle et s'est finalement retrouvée dans l'océan Pacifique.

Des citoyennes et des citoyens ont constaté que leur pelouse et leur jardin étaient couverts de mazout. Selon certains spécialistes de l'environnement, la chimie du sol et de l'eau souterraine pouvait être affectée pendant très longtemps. Les oiseaux, les mammifères et la faune marine pouvaient aussi être gravement affectés et certains d'entre eux risquaient de mourir. Bien des gens se sont alors demandé ce qu'il faudrait faire pour retirer ce pétrole brut polluant le sol, les plantes et les animaux.

Il fallait comprendre les propriétés des substances qui composent ce mélange huileux pour mettre en œuvre les opérations de nettoyage. En étudiant les propriétés des substances, les spécialistes de l'environnement sont en mesure d'élaborer de nouvelles méthodes de décontamination de l'environnement (figure 7.2).

Tu voudras, toi aussi, apprendre à utiliser diverses substances. Tu souhaiteras peut-être construire un modèle réduit à l'aide d'une colle particulière, appliquer un produit capillaire dans tes cheveux ou enlever la boue de ton vélo. Pour ce faire, il te faudra comprendre certains concepts clés associés aux substances. Dans ce chapitre, tu vas classer certaines substances à l'aide de la théorie particulaire de la matière.

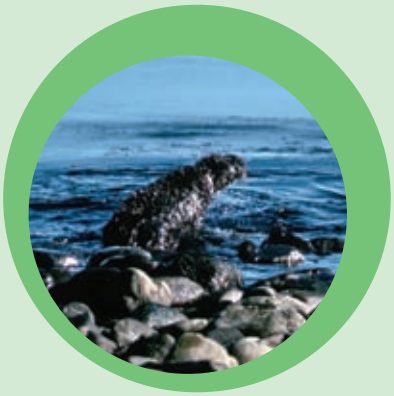


Figure 7.2 L'étude des propriétés des substances peut contribuer à sauver des espèces sauvages, comme cette loutre de mer, d'une contamination certaine.

C3 *Laboratoire*

Les matières animales, végétales ou minérales

Même si tu y prêtes peu d'attention, tu effectues instinctivement des classifications plusieurs fois par jour. Les automobiles, la musique et les aliments que tu consommes appartiennent tous à des catégories de produits. Grâce aux classifications, il est plus facile de comprendre la nature et la fonction des objets. Dans cette activité, tu vas classer certains objets de ta classe par catégories.

Objectif

Classer des objets présents dans la classe selon qu'ils sont composés de matière animale, végétale ou minérale.

Matériel

- du papier
- un aimant (facultatif)
- un stylo ou un crayon

Démarche

1. Copie le tableau ci-dessous. Laisse suffisamment d'espace pour pouvoir y noter 10 objets.

Tableau 7.1 La matière animale, végétale ou minérale

Objet	Matière animale	Matière végétale	Matière minérale
Crayon	Non	Oui	Oui

2. Choisis 10 objets qui se trouvent dans ta classe. Avec une ou un camarade, détermine si l'une de leurs parties est composée de matière animale, végétale ou minérale (par exemple, des métaux et des matières plastiques).
3. Remplis le tableau, puis réponds aux questions suivantes.

Questions

4. Est-il toujours facile de déterminer de quoi une chose est composée ? Assure-toi d'expliquer ta réponse en détail à l'aide d'au moins un exemple.
5. Y a-t-il des objets qui appartiennent à plus d'une catégorie ? Trouve un objet qui appartient à deux ou trois catégories à la fois.
6. Il est parfois difficile de classer des objets dans des catégories, parce qu'elles ne fournissent pas suffisamment d'information ou parce qu'elles sont restrictives. Réfléchis à d'autres catégories qui t'aideraient à la classification des objets de ta classe. De quelle façon utiliserais-tu ces catégories dans un système de classification ?

7.1 La classification de la matière selon sa composition

Voici un résumé de ce que tu apprendras dans cette section :

- Tout est composé de matière.
- La matière peut être classée sous forme de substances pures ou de mélanges.
- Les mélanges peuvent être classés sous forme de solutions ou de mélanges mécaniques.

Figure 7.3 Les biscuits aux pépites de chocolat et le lait sont faits de matière.

Les biscuits aux pépites de chocolat, le lait, le verre qui contient le lait, l'assiette dans laquelle sont placés les biscuits et l'air que tu respires ont quelque chose en commun (figure 7.3) : ils sont tous faits de matière. La **matière** est une substance qui possède une masse et qui occupe un espace. La **masse** est la quantité de matière d'un objet. Elle est généralement exprimée en grammes ou en kilogrammes.

La matière peut être classée selon son état physique (solide, liquide ou gazeux). Un **solide** est constitué de matière ayant une forme et un volume définis. Le **volume** est la partie de l'espace qu'occupe un corps. Les manuels, les arbres, les véhicules automobiles et les chaussures de course sont tous composés de matière solide. Un **liquide** est constitué de matière n'ayant pas de forme précise mais dont le volume est défini. Il adopte la forme du contenant dans lequel il se trouve. L'eau de pluie, le jus d'orange, le rince-bouche et l'essence sont tous faits de matière liquide. Un **gaz** est constitué de matière n'ayant ni forme ni volume. L'air est composé de diverses matières gazeuses, dont l'oxygène et l'azote. Bien comprendre les composantes de la matière peut t'aider à classer les substances selon leur composition.

C4 *Point de départ*

Habiletés A C

Des substances à classer

Recherche les ressemblances et les différences physiques qu'il y a entre 5 à 10 substances courantes (par exemple, du pain, du jus, une tablette de chocolat, du beurre, des céréales). À l'aide de ton propre système de classification et d'un tableau comme celui de droite, explique pourquoi tu as classé chaque substance ainsi. Donne un titre descriptif à ton tableau.

Tableau 7.2 La classification de quelques substances

Substance	Classification	Explication de ta classification
Lait	Liquide	Le lait adopte la forme du contenant dans lequel il se trouve

Classifier la matière selon sa composition

On peut classer la matière de plusieurs façons : selon son état physique (solide, liquide ou gazeux) ou en deux catégories, les substances pures et les mélanges.

Les substances pures

Une **substance pure** est une substance dont toutes les particules sont identiques. Le sucre, l'eau distillée et les fils de cuivre sont tous des substances pures. Toutes les particules du sucre de la figure 7.4 sont identiques, tout comme les particules de l'eau distillée et des fils de cuivre. Toutes les parties d'une substance pure sont semblables.

Les substances pures sont uniformes, ou **homogènes.** Ce dernier mot sert à désigner une substance dont l'apparence et les propriétés sont de même nature. Ainsi, chacune des particules d'une substance comme le sel ou l'eau distillée sont identiques.

Figure 7.4 Toutes les particules du sucre sont identiques.

L'IMPORTANCE DES MOTS

Le préfixe *homo-* vient du mot grec *homos,* qui signifie « semblable, le même ».

Les mélanges

Un **mélange** est une combinaison de deux ou de plusieurs types de substances. Une pizza cuite au four (figure 7.5), par exemple, est un mélange de divers ingrédients comestibles déposés sur une pâte, qui est elle-même un mélange de farine, de levure et d'eau. Les boissons gazeuses sont généralement des mélanges de dioxyde de carbone et de sucre, deux substances pures, et d'eau.

Chaque substance d'un mélange conserve ses propriétés, même si celles-ci sont parfois difficiles à déterminer. Lorsque tu regardes un bol de salade, par exemple, tu peux voir les légumes qui composent le mélange. Tu peux aussi goûter l'huile et le vinaigre dont est faite la vinaigrette. Par contre, quand tu verses une boisson gazeuse dans un verre, il t'est impossible de voir le sucre qui compose le mélange, même si tu le goûtes.

Pour aller Plus loin

Pense à un produit d'usage courant vendu à l'épicerie. Détermine si les ingrédients de ce produit sont des substances pures ou des mélanges.

Figure 7.5 Cette pizza est un mélange de plusieurs ingrédients.

C5 Pendant la lecture

Stratégies Littératie

Sais-tu qu'une hypothèse est une prédiction ?

L'idée de formuler une prédiction bien fondée et qui repose sur des connaissances antérieures porte plusieurs noms. En sciences, cette activité consiste à *formuler des hypothèses*.

À la page suivante, tu vas classer des substances d'usage courant, comme le papier d'aluminium, le bicarbonate de sodium, l'eau, le sel, le sucre, le vinaigre, l'huile d'olive et la farine destinée à la pâtisserie, dans la catégorie des substances pures ou des mélanges.

Réfléchis à tout ce que tu sais des substances pures, des mélanges et de ces substances d'usage courant. Détermine si chaque substance est une substance pure ou un mélange. Explique brièvement chacune de tes réponses. Voilà ! Tu viens de formuler une hypothèse scientifique !

Figure 7.6 Les grignotines constituent un mélange mécanique, car elles sont composées de plusieurs substances.

L'IMPORTANCE DES MOTS

Le préfixe *hétéro-* vient du mot grec *heteros,* qui signifie « autre ».

Figure 7.7 Le thé sucré est une solution composée de sucre et de plusieurs substances chimiques extraites des feuilles de thé.

La classification des mélanges

Les mélanges peuvent aussi être classés en deux catégories : les mélanges mécaniques et les solutions.

Les **mélanges mécaniques** n'ont pas tous la même apparence quand tu les examines de près. Tu peux voir leurs différences à l'œil nu. Ils contiennent des substances différentes en quantité différente. Les grignotines constituent un bon exemple de mélange mécanique (figure 7.6), car elles contiennent plusieurs substances. On désigne aussi ce type de mélange par l'expression ***mélange hétérogène*** ; ce dernier mot se dit d'un mélange constitué de diverses substances, chacune ayant une apparence et des propriétés différentes.

Les **solutions,** quant à elles, sont des mélanges d'au moins deux substances qui paraissent homogènes. Lorsque tu mélanges une substance avec une autre pour en faire un **mélange homogène,** tu fais une **dissolution**. Toutes les solutions sont des mélanges homogènes puisqu'elles ont une apparence uniforme même si elles sont composées de substances différentes. Par exemple, lorsque tu dissous du sucre dans du thé, l'apparence de cette boisson semble toujours être la même (figure 7.7).

HABILETÉS À UTILISER
- Collecter et organiser des données
- Tirer des conclusions

La classification des substances selon leur composition

Figure 7.8 Pour t'aider à déterminer si une substance est une substance pure ou un mélange, examine-la de plus près.

Tout ce qui t'entoure est composé de matière, y compris les aliments que tu consommes, l'air que tu respires et les liquides que tu bois. Dans cette activité, tu vas explorer les propriétés de substances d'usage courant. En te reportant à ces propriétés, tu vas classer chaque substance selon qu'il s'agit d'une substance pure ou d'un mélange.

Question

Parmi les substances ci-dessous, lesquelles sont des substances pures ? Lesquelles sont des mélanges ?

Matériel

- des substances d'usage courant (par exemple, du papier d'aluminium, du bicarbonate de sodium, de l'eau, du sel, du sucre, du vinaigre, de l'huile d'olive et de la farine destinée à la pâtisserie)
- une loupe (facultatif)
- un microscope (facultatif)

MISE EN GARDE : Manipule les substances d'usage courant en respectant les consignes que t'a données ton enseignante ou ton enseignant.

MISE EN GARDE : Tu ne dois pas goûter les substances.

Démarche

1. Note tes observations dans un tableau comme celui qui apparaît ci-dessous.

Tableau 7.3 La classification de quelques substances d'usage courant selon leur composition

Substance	Apparence	Substance pure ou mélange
Sel	Blanche, granuleuse	Substance pure

2. Examine chaque substance fournie par ton enseignante ou ton enseignant. Décris l'apparence de chacune, comme dans l'exemple ci-dessus. À l'aide de tes observations et de toute autre information, détermine si chaque substance est une substance pure ou un mélange.
3. Remets les substances à ton enseignante ou à ton enseignant et nettoie ton aire de travail selon les consignes. Lave-toi bien les mains après l'activité.

Analyse et interprétation

4. Comment as-tu pu déterminer qu'une substance était un mélange formé de plus d'une substance ?
5. Était-il possible de déterminer si une substance était pure uniquement en examinant son apparence ? Explique ta réponse.

Développement des habiletés

6. Quels résultats as-tu utilisés pour tirer tes conclusions ?

Pour conclure

7. Que doit-on savoir au sujet d'une substance pour la classer dans la catégorie des substances pures ?

7.1 VÉRIFIE et RÉFLÉCHIS

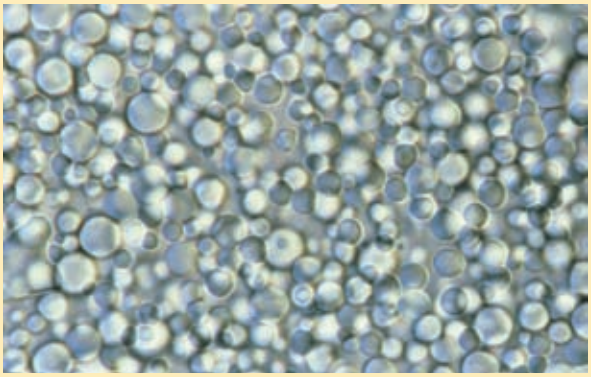
Révise les concepts clés

1. En quoi l'apparence d'une substance pure est-elle différente de l'apparence d'un mélange ?
2. En quoi les composantes d'un mélange sont-elles différentes des composantes d'une substance pure ?
3. En quoi le sable et le terreau sont-ils différents ? S'agit-il de deux mélanges ? Comment le sais-tu ?
4. Détermine les principales différences qu'il y a entre une solution et un mélange mécanique. Donne deux exemples pour chacun.
5. Détermine si chacun des éléments de la liste ci-dessous appartient à la catégorie des substances pures ou des mélanges.
   a) Une crème dessert au chocolat
   b) Une chaîne en or
   c) De l'eau de Javel
   d) De l'hélium
   e) De l'eau du robinet non filtrée

Fais des liens

6. De nombreux bâtons de hockey sont faits de matériaux composites au lieu de bois. Comment classerais-tu chaque type de bâton ?
7. Pourquoi la plupart des aliments et des boissons appartiennent-ils à la catégorie des mélanges ?

Utilise tes habiletés



8. La photo ci-dessus montre du lait homogénéisé vu au microscope. Détermine si cette substance est un mélange mécanique ou une solution. Explique ta réponse.

C7 *Réflexion sur les sciences et la technologie*

Classer des substances d'usage courant

Au début du chapitre, tu as classé quelques substances d'usage courant à l'aide de ton propre système de classification. Cette fois-ci, utilise le schéma ci-contre pour classer de 5 à 10 substances d'usage courant (figure 7.9). Explique à quoi sert couramment chacune d'entre elles.

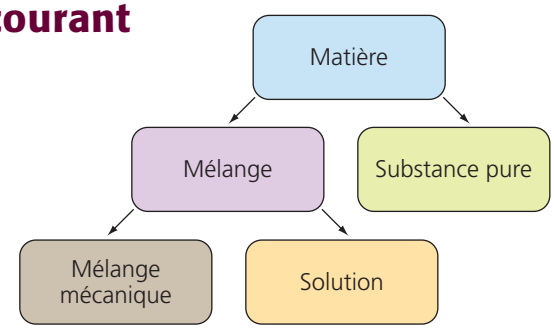


Figure 7.9 Un schéma de classification type

7.2 La théorie particulaire de la matière

Voici un résumé de ce que tu apprendras dans cette section :

- La théorie particulaire de la matière sert à expliquer les propriétés physiques de la matière.
- La distance entre les particules d'un solide est faible ; elle est plus grande entre les particules d'un liquide et plus grande encore entre les particules d'un gaz.
- Les changements d'énergie s'accompagnent de changements d'état.

Tout ce que tu vois (par exemple, les céréales, le lait) est fait de particules, ainsi que tout ce que tu ne peux pas voir (par exemple, l'air, le dioxyde de carbone). Une **particule** est un élément constitutif de la matière, qui est invisible à l'œil nu. Un ballon, par exemple, est composé de particules (figure 7.10). L'air qu'il contient aussi. À mesure que le ballon se remplit d'air, il grossit. Les particules d'air et les particules du ballon se heurtent, ce qui permet au ballon de se gonfler. Le ballon qui contient une trop grande quantité de particules d'air finit par éclater.

Figure 7.10 Tu ne peux pas voir les particules d'air contenues dans un ballon, mais cette élève en ressent les effets.

C8 *Point de départ*

Habiletés R C

Les cubes de sucre et les particules

Les particules sont si petites que tu ne peux pas les voir à l'œil nu. Un cube de sucre t'aidera cependant à mieux comprendre les particules, car ses granules, eux, sont visibles à l'œil nu.

Fais équipe avec une ou un camarade. Demande à ton enseignante ou ton enseignant de te remettre un cube de sucre et une petite quantité de pellicule plastique. Enveloppe le cube de sucre dans cette pellicule, puis dépose-le sur une table. Tapote légèrement le cube de sucre jusqu'à ce qu'il se brise. Observe ce qui se produit.

À deux, discutez des questions suivantes. Préparez-vous à faire part de vos idées au reste de la classe.

Réfléchis

1. En quoi les granules de sucre et les particules se ressemblent-ils ?
2. Lorsque tu as tapoté le cube de sucre, tu as sans doute provoqué quelque chose pour qu'il se brise. Que s'est-il produit pour que les granules de sucre réagissent ainsi ?
3. Si tous les granules sont encore présents après que tu as tapoté le cube de sucre, occupent-ils le même espace, moins d'espace ou plus d'espace qu'au début ?

La théorie particulaire de la matière

La **théorie particulaire de la matière** permet de décrire la matière et d'expliquer le comportement des solides, des liquides et des gaz. Voici les concepts clés de cette théorie.

1. Toute matière est faite de particules.
2. Toutes les particules d'une même substance pure sont identiques.
3. Les particules sont toujours en mouvement.
4. La température agit sur le mouvement des particules.
5. Les particules sont soumises à des forces d'attraction.
6. Il y a des espaces entre les particules.

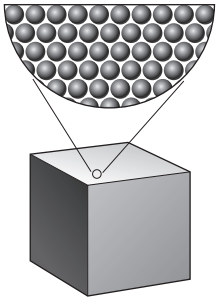


Figure 7.11 Toute matière est faite de particules.

La matière et les particules

Toute matière est faite de particules (figure 7.11). Toutes les substances différentes sont constituées de particules différentes.

Toutes les particules d'une même substance pure sont identiques. Les substances A et B de la figure 7.12 sont toutes deux des substances pures, parce que chacune est composée d'un seul type de particules. L'eau distillée, par exemple, est faite de particules d'eau qui sont toutes identiques. Les particules qui composent les mélanges sont différentes les unes des autres. Les mélanges contiennent des quantités variables de particules. Une boisson gazeuse, par exemple, est un mélange de particules de sucre, de particules d'arôme, de particules d'eau et de particules de gaz.

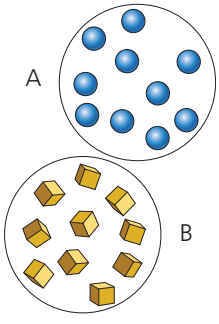


Figure 7.12 Toutes les particules d'une même substance pure sont identiques. Les substances pures A et B sont différentes.

Les particules en mouvement

Les particules sont continuellement en mouvement (figure 7.13) : elles bougent et vibrent sans arrêt. Vibrer signifie effectuer un mouvement de va-et-vient rapide. Les particules de matière sont animées d'un mouvement incessant parce qu'elles renferment de l'énergie cinétique. L'**énergie cinétique** est associée à un corps en mouvement ou au mouvement de ses particules. Dans un solide, les particules vibrent, mais ne peuvent se déplacer librement. Dans un liquide, elles glissent les unes sur les autres. Le liquide prend alors la forme du contenant dans lequel il se trouve. À l'état liquide, l'énergie cinétique et le mouvement des particules de la substance sont plus grands qu'à l'état solide. Dans un gaz, les particules se déplacent dans toutes les directions jusqu'aux limites de leur contenant. À l'état gazeux, l'énergie cinétique et le mouvement des particules de la substance sont plus grands qu'à l'état liquide.

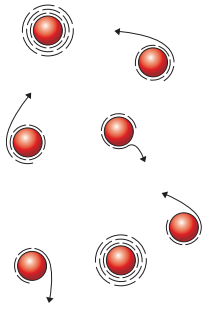


Figure 7.13 Les particules de matière sont continuellement en mouvement.

C9 Fais le point !

Réflexion sur la théorie particulaire

Complète chacune des phrases suivantes à l'aide des mots ci-dessous.

- différentes
- mélanges
- substances pures
- identiques

1. Les particules d'une substance pure sont…
2. Les particules d'un mélange sont…
3. La plupart des aliments appartiennent à la catégorie des…
4. L'oxygène et le dioxyde de carbone sont classés dans la catégorie des…

La température, la chaleur et le mouvement

Pour comprendre ce qu'est le mouvement des particules, tu dois d'abord connaître les concepts de chaleur et de température. La **température** est l'énergie cinétique moyenne des particules d'une substance. Elle sert à mesurer la chaleur d'une substance. La **chaleur** est l'énergie thermique transférée d'une matière solide, liquide ou gazeuse plus chaude à une matière solide, liquide ou gazeuse plus froide.

La température agit sur le mouvement des particules (figure 7.14). Comme tu le sais, les particules de matière sont continuellement en mouvement. Lorsque la chaleur est transférée d'une substance plus chaude à une substance plus froide, le mouvement des particules qui constituent cette dernière accélère.

Tu peux observer les effets de ce mouvement en plongeant une cuillère dans une tasse de chocolat chaud ; tu constateras que la température du manche de l'ustensile augmente (figure 7.15). La cuillère va devenir entièrement chaude, même si son manche n'est pas plongé dans le chocolat chaud. La chaleur du chocolat chaud est transférée aux particules de la cuillère, qui se mettent à bouger plus rapidement, et la température de la cuillère augmente. Si tu la plonges ensuite dans un verre d'eau froide, la température de la cuillère va diminuer. Ses particules vont alors bouger plus lentement, parce que la chaleur sera transférée de la cuillère à l'eau qui est plus froide.

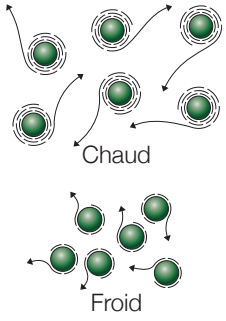


Figure 7.14 La température agit sur le mouvement des particules.

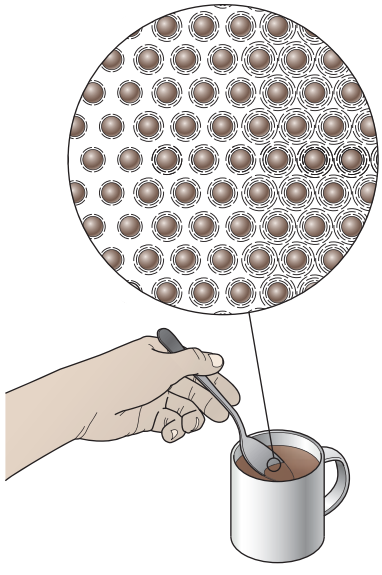


Figure 7.15 Les particules de cette cuillère bougent plus vite sous l'effet de la chaleur du chocolat chaud.

Les espaces et les forces d'attraction entre les particules

Il y a des espaces et des forces d'attraction entre les particules. Comme l'illustre la figure 7.16, ces espaces et ces forces varient selon l'état de la substance, soit : solide, liquide ou gazeux.

Les particules d'un solide sont plus rapprochées et soumises à de plus grandes forces d'attraction quand on les compare à celles d'un liquide. La distance qu'il y a entre les particules d'un bloc de plomb, par exemple, sera plus petite que celle qu'il y a entre les particules d'un échantillon de plomb que l'on a chauffé jusqu'à ce qu'il fonde. C'est aussi vrai pour les particules d'un liquide comparées aux particules d'un gaz. Les particules d'eau dans un verre, par exemple, sont plus rapprochées et soumises à de plus grandes forces d'attraction que les particules de l'air d'un ballon.

des ranger

Les particules sont proche les unes les autres

beaucoup d'espace entre les particule

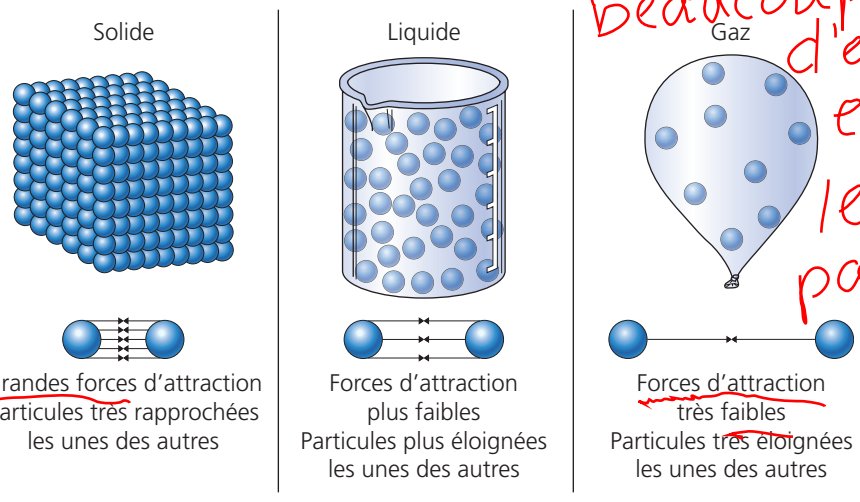


Figure 7.16 Il y a des espaces et des forces d'attraction entre les particules.

La température et les changements d'état

Les variations de température peuvent aussi causer des changements d'état. Un **changement d'état** est une transformation de la matière d'un état (solide, liquide, gazeux) à un autre par un transfert de chaleur. Toute matière peut exister sous forme liquide, solide ou gazeuse. Une simple variation de température peut changer l'état de la matière. La figure 7.17, à la page suivante, montre que la chaleur agit sur les forces d'attraction qui s'exercent entre les particules de matière et qu'elle produit un changement d'état.

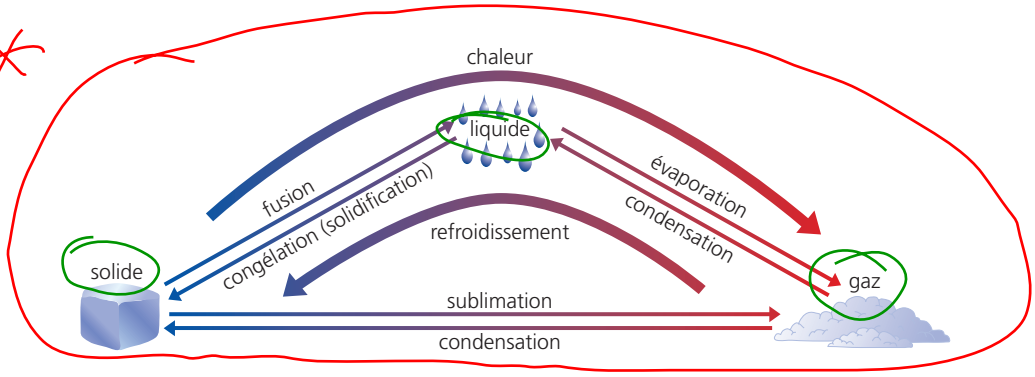


Figure 7.17 L'énergie agit sur les forces d'attraction qui sont exercées entre les particules et entraîne le passage de l'état solide à l'état liquide, de l'état liquide à l'état gazeux ou le passage direct de l'état solide à l'état gazeux. Une certaine quantité d'énergie est libérée lorsque la substance passe de l'état gazeux à l'état liquide, de l'état liquide à l'état solide ou directement de l'état gazeux à l'état solide.

La **fusion** est le passage d'un solide à l'état liquide sous l'action de la chaleur. La cire d'une bougie (figure 7.18), par exemple, est solide à la température ambiante. Toutefois, quand la mèche brûle, la chaleur de la flamme fait augmenter la température et fondre la cire. La cire passe alors de l'état solide à l'état liquide.

L'**évaporation** est le passage d'une substance de l'état liquide à l'état gazeux sous l'action de la chaleur. Lorsque tu fais bouillir de l'eau, il y a de la vapeur à la surface du liquide. Cette eau se présente sous la forme d'un gaz (vapeur). On dit alors que l'eau liquide s'évapore.

La **condensation** est le passage de la matière de l'état gazeux à l'état liquide. Ce changement d'état résulte d'une diminution de la température d'un gaz. Tu peux observer ce phénomène après une douche bien chaude, lorsque la vapeur d'eau, au contact de la surface du miroir, qui est plus froide que l'air, forme de la condensation. Ce terme désigne aussi le passage direct de l'état gazeux à l'état solide. L'effet de la chaleur produit ce changement d'état.

La **sublimation** est le passage direct d'un corps de l'état solide à l'état gazeux. Tu peux parfois observer ce phénomène lors d'une journée chaude et ensoleillée de printemps, quand la neige disparaît sans fondre. L'eau solide (la neige) se transforme alors directement en gaz (vapeur). À l'inverse, l'élimination de la chaleur entraîne la condensation, soit un changement de l'état gazeux à l'état solide.

La **congélation**, ou **solidification**, est le passage de la matière de l'état liquide à l'état solide. Lorsque tu éteins une bougie, par exemple, la cire liquide se refroidit et se solidifie. L'élimination de la chaleur fait diminuer la température de la cire, ce qui cause sa solidification.

Figure 7.18 Les changements d'état de la cire à bougie résultent des variations de température.

Activité suggérée
C11 Activité synthèse, page 205

Pour aller Plus loin

La sublimation est un changement d'état qui suscite peu d'attention. Par exemple, les cubes de glace laissés plus d'une semaine au congélateur diminueront de volume de façon importante. Réfléchis à ce changement et à ce qui arrive à l'eau.

C10 *Activité synthèse*

Boîte à outils 2

HABILETÉS À UTILISER
- Poser des questions
- Évaluer une démarche

Se mettre dans la peau des particules

Il est difficile d'imaginer à quoi ressemblent les particules solides, liquides et gazeuses. Si tu pouvais visualiser leur disposition et leur mouvement, tu comprendrais mieux leur fonctionnement. Dans cette activité, tes camarades et toi représenterez des particules à l'état solide, liquide et gazeux.

Question

Que pourriez-vous faire, tes camarades et toi, pour représenter la disposition et les mouvements des particules solides, liquides et gazeuses ?

Matériel

- une feuille de papier
- un stylo ou un crayon

Démarche

1. Effectuez cette activité en équipe. Chaque groupe occupe une aire de la classe, chaque aire représentant un grand contenant.
2. Avec les membres de ton groupe, déterminez une façon de représenter un solide. Décidez de la position que vous occuperez afin d'imiter la disposition et le mouvement des particules.
3. Imaginez que, sous l'effet de la chaleur, vous changez de position et de mouvement et que vous formez maintenant des particules liquides.
4. Imaginez que la chaleur augmente encore. Changez de position et de mouvement, cette fois pour représenter les particules gazeuses.
5. Poursuivez l'activité jusqu'à ce que vous soyez entièrement satisfaits de votre travail. Présentez l'un des états de la matière au reste de la classe, sans toutefois le nommer. Représentez aussi le passage de cet état à un autre état, par exemple, de l'état solide à l'état liquide.
6. Dessine deux rectangles sur une feuille de papier. Ces rectangles représentent des contenants. Sers-toi de ces contenants pour illustrer les deux états de la matière que ton groupe a représentés. Trace des flèches pour illustrer le mouvement que tu as effectué. Décris comment tu bougeais et la vitesse à laquelle tu bougeais.

Analyse et interprétation

7. Tes camarades et toi devez évaluer chaque présentation à partir des critères suivants :
   - À quel point était-il facile de deviner l'état de la matière qui était représenté ? Quels indices étaient les plus évidents ? Le groupe a-t-il réussi à bien représenter l'état de la matière ?
   - À quel point le groupe a-t-il réussi à illustrer avec précision la quantité d'énergie cinétique des particules ?
   - À quel point le groupe a-t-il réussi à illustrer les changements de volume ?

Développement des habiletés

8. Quels critères t'ont été utiles pour évaluer et choisir un mode de représentation des états de la matière ?

Pour conclure

9. Revois les notes que tu as attribuées aux présentations de tes camarades. En trois paragraphes, décris la meilleure présentation de chaque état de la matière : solide, liquide et gazeux.

HABILETÉS À UTILISER
- Utiliser le matériel et les outils appropriés
- Tirer des conclusions

Faire fondre et faire congeler des blocs désodorisants

Comme toute autre matière, les blocs désodorisants des toilettes publiques sont composés de particules. Tu observeras maintenant attentivement la fonte et la congélation d'un échantillon d'un tel bloc. Tu ne pourras pas voir les minuscules particules de cet échantillon, mais tu pourras imaginer ce qui se produit dans l'éprouvette.

Question

Qu'advient-il des particules d'un échantillon de bloc désodorisant lorsqu'il fond et lorsqu'il est congelé ?

Matériel

- un échantillon de bloc désodorisant de 5 ml
  OU
- un échantillon de 5 ml de salol
- une éprouvette munie de son bouchon
- un bain-marie contenant de l'eau chauffée à 50 °C

MISE EN GARDE : Il est interdit de manger et de boire au cours de cette activité. Lave-toi bien les mains après l'étape 6.

Démarche

1re partie — Faire fondre un échantillon

1. Demande à ton enseignante ou à ton enseignant de te remettre le matériel nécessaire. Prends soin de tenir fermement l'éprouvette par le rebord.
2. Observe l'échantillon très attentivement. Note son apparence dans ton cahier (par exemple, des cristaux blancs qui ressemblent à de la glace).
3. Dépose l'échantillon dans l'éprouvette. Place le bouchon de façon à ce qu'il ne soit pas trop ajusté. Identifie ton éprouvette selon les consignes que t'a données ton enseignante ou ton enseignant.
4. Dépose l'éprouvette dans le bain-marie. Dans ton cahier de notes, décris la réaction des cristaux.

2e partie — Congeler un échantillon

5. Retire l'éprouvette du bain-marie. Tiens-la par le rebord. **Ne saisis pas l'éprouvette par le bouchon.**
6. Tiens l'éprouvette à la verticale. Note l'apparence de l'échantillon et indique tout changement d'état.

Analyse et interprétation

7. Comment les cristaux ont-ils réagi une fois que tu les as plongés dans le bain-marie ?
8. Comment le liquide a-t-il réagi une fois que tu l'as retiré du bain-marie ?
9. L'éprouvette semblait-elle refroidie lorsque le liquide s'est solidifié ?

Développement des habiletés

10. Quelle information te sera utile pour tirer tes conclusions ?

Pour conclure

11. Comment les particules du bloc désodorisant ont-elles réagi lors du passage de l'état solide à l'état liquide ?
12. Qu'est-il advenu des forces d'attraction qui s'exercent entre les particules lors du passage de l'état liquide à l'état solide ?

7.2 VÉRIFIE et RÉFLÉCHIS

Révise les concepts clés

1. Pourquoi une même substance occupe-t-elle moins d'espace à l'état solide qu'à l'état gazeux ?
2. Pourquoi les particules d'un liquide sont-elles capables de s'écouler dans un contenant et de prendre la forme de celui-ci ?
3. Qu'advient-il des particules d'une substance qui passe de l'état liquide à l'état gazeux ?
4. Pourquoi les cubes de glace laissés au congélateur deviennent-ils de plus en plus petits au fil du temps ?

Fais des liens

5. À l'aide de la théorie particulaire de la matière, explique en quoi les particules de glace et d'eau sont différentes.
6. À l'aide de la théorie particulaire de la matière, explique ce qui arrive aux particules d'une boisson chaude quand elle refroidit.
7. À l'aide de la théorie particulaire de la matière, explique pourquoi il faut de la chaleur pour faire bouillir de l'eau.

Utilise tes habiletés

8. Regarde la photo ci-dessous. Comme tu peux le constater, les particules d'iode du premier liquide présentent une solution de couleur ambrée et celles du second liquide, une solution de couleur violette. Lorsqu'elles sont combinées à d'autres substances, qu'est-ce qui change : les particules d'iode ou la disposition des particules ? Explique ta réponse à l'aide de la théorie particulaire de la matière.

C12 *Réflexion sur les sciences et la technologie*

L'utilisation de modèles

Nous nous expliquons les choses que nous ne pouvons pas observer à l'aide de modèles. La théorie particulaire de la matière, par exemple, est un modèle qui nous aide à comprendre la structure de la matière.

Avec une ou un camarade, décris un modèle que tu as vu ou utilisé pour t'aider à comprendre quelque chose. Les manuels qui expliquent la révolution des planètes autour du Soleil constituent un bon exemple.

Dioxyde de carbone, glace sèche et gaz à effet de serre

Figure 7.19 Le dioxyde de carbone est une substance pure qui se sublime, c'est-à-dire qui passe directement de l'état solide à l'état gazeux. C'est pourquoi on l'appelle *glace sèche*.

Chaque jour, il est question du dioxyde de carbone aux nouvelles, parce que l'augmentation de sa concentration dans l'atmosphère est considérée comme l'une des principales causes des changements climatiques. Le dioxyde de carbone est l'un des sous-produits de la combustion des combustibles fossiles, tels que le charbon, le pétrole et le gaz naturel. Tu vas examiner de plus près le dioxyde de carbone parce que certaines de ses propriétés chimiques sont très intéressantes.

Les sources

Comme tu le sais, le dioxyde de carbone est l'un des produits de la combustion de substances organiques, telles que le papier, le bois et le sucre. Le dioxyde de carbone est aussi l'un des sous-produits de la respiration des plantes et des animaux, l'autre sous-produit étant l'eau. Chaque fois que tu respires, tu rejettes du dioxyde de carbone et de la vapeur d'eau. Les plantes aussi absorbent le dioxyde de carbone au moment de la photosynthèse et libèrent une certaine quantité d'eau et d'oxygène.

À quoi sert le dioxyde de carbone ?

Dans l'industrie, le dioxyde de carbone est le plus souvent utilisé comme gaz réfrigérant. Il passe à l'état solide à des températures inférieures à –78 °C. Sous cette forme, on l'appelle communément *glace sèche* (figure 7.19). À température et pression atmosphérique normales, le dioxyde de carbone se sublime, c'est-à-dire qu'il passe directement de l'état solide à l'état gazeux. Il est alors utile pour conserver des aliments et d'autres substances à des températures inférieures au point de congélation de l'eau.

Il existe aussi des extincteurs au dioxyde de carbone. Comme celui-ci est plus dense que l'air, il étouffe les flammes en privant le feu d'oxygène.

Les gaz à effet de serre

On sait depuis quelques années que le dioxyde de carbone et d'autres gaz dits à effet de serre ont la capacité de piéger l'énergie et de retenir la chaleur à la surface de la Terre, ce qui est nécessaire à la vie sur cette planète. Cependant, la quantité de dioxyde de carbone dans l'atmosphère augmente progressivement depuis environ 1860. On note aussi une hausse de la température moyenne. Selon certains environnementalistes, la quantité de dioxyde de carbone dans l'atmosphère aura doublé d'ici à 2050, comparativement à ce qu'elle était au début du siècle dernier. On s'entend pour dire que la température moyenne à la surface de la Terre augmentera. Cette hausse pourrait atteindre 5 °C et avoir des conséquences désastreuses, car elle provoquerait davantage de changements climatiques.

Questions

1. Comment le dioxyde de carbone se forme-t-il de façon naturelle ?
2. En quoi la glace sèche est-elle utile ?
3. Pourquoi l'atmosphère terrestre doit-elle contenir une certaine quantité de dioxyde de carbone ?

7.0 Révision du chapitre

Vérifie ce que tu as appris

Révise les concepts clés

1. Parmi les liquides ci-dessous, lesquels sont des substances pures ? Lesquels sont des mélanges ? Explique chacune de tes réponses. cc

a) Du jus de pomme

b) Du punch aux fruits

c) De l'eau distillée

d) De la limonade

2. Une substance pure est une substance dont toutes les particules sont identiques, alors qu'un mélange est composé de particules différentes. À l'aide d'un schéma, illustre un mélange d'eau distillée, de vinaigre et d'huile d'olive. cc

3. Qu'advient-il d'un sac de croustilles sous l'effet de la chaleur du Soleil ? cc

4. Qu'advient-il des particules d'un solide qui passe à l'état liquide ? cc

Fais des liens

5. À l'aide de la théorie particulaire de la matière, explique pourquoi un gaz, à la suite d'un simple refroidissement, se condense sous forme liquide. m

6. Si toute matière est faite de particules, qu'y a-t-il entre les particules ? h

7. À l'aide d'un schéma, explique pourquoi les particules d'une substance liquide libèrent de la chaleur lors de leur passage à l'état solide. m

8. La formation de givre est visible par temps froid. Tout est alors recouvert d'une substance blanche. Quelle est cette substance ? Pourquoi n'apparaît-elle que quand il fait froid ? h

9. À quoi ressembleraient les particules d'un bloc de chocolat comparativement à la même quantité de chocolat sous forme liquide ? Illustre ta réponse à l'aide d'un schéma. m

Après la lecture — Stratégies Littératie

Réfléchis et évalue

Revois les prédictions que tu as faites au début du chapitre. Quelle prédiction as-tu faite au sujet de la théorie particulaire ? Cette prédiction était-elle juste ? Est-ce que tu as dû la modifier au fil de ta lecture ?

À l'aide de tes connaissances, conçois un schéma pour illustrer clairement les principaux éléments du comportement de la matière. Quel est l'élément le plus important de la théorie particulaire de la matière ? Explique ta réponse.

COMPÉTENCES DE LA GRILLE D'ÉVALUATION DU RENDEMENT

cc Connaissance et compréhension — h Habiletés de la pensée — c Communication — m Mise en application

10. Quand tu souffles dans un ballon, pourquoi devient-il plus gros ? Explique ta réponse à l'aide d'un schéma particulaire. *h*

11. Donne un exemple de mélange mécanique ou de solution qui combine : *m*

a) deux ou plusieurs solides

b) deux ou plusieurs liquides

c) un solide et un liquide

Utilise tes habiletés

12. Prépare un tableau à deux colonnes. Donne le titre suivant à ton tableau : *Les substances pures et les mélanges sous forme d'aliments*. Nomme ensuite les colonnes *Les substances pures* et *Les mélanges*. Dresse une liste de cinq substances pures et de cinq mélanges que tu pourrais manger ou boire chaque jour. Pour te donner un coup de pouce, voici quelques exemples : sel, poivre, huile d'olive et eau. *h*

13. Lorsque l'eau se refroidit et devient de la glace, il y a perte d'énergie. Si cette perte d'énergie se produit dans le congélateur d'un réfrigérateur, qu'advient-il de la chaleur ? Explique ta réponse à l'aide d'un schéma. Utilise des flèches pour indiquer la direction suivie par la chaleur. *h*

Lien avec le projet du module

Dans le projet du module, tu vas examiner des échantillons d'eau provenant de diverses sources. Les procédés commerciaux et industriels consistent en partie à isoler des particules et à mélanger des particules de plusieurs substances. Ces étapes sont nécessaires à la formation des mélanges. Au cours de ces procédés, des particules peuvent cependant s'introduire dans le système d'approvisionnement en eau sous forme de déchets. À l'aide de la théorie particulaire de la matière, suis de près la source des particules de déchets susceptibles de contaminer l'eau. Réfléchis aux interactions entre les particules de déchets et les particules d'eau.

C13 *Réflexion sur les sciences et la technologie*

L'air pollué

L'air est un mélange de plusieurs gaz et de substances, comme de la poussière, des poils d'animaux et des grains de pollen. De nombreuses activités humaines, telles que la conduite automobile, chargent l'air de substances nocives pour notre santé. L'air qui contient de telles substances est pollué. Ces substances sont particulièrement nuisibles aux jeunes enfants et aux personnes âgées. L'asthme est un problème respiratoire qui est devenu commun chez les enfants, alors qu'il était très rare autrefois. Les asthmatiques sont particulièrement sensibles à la pollution.

Ce que tu dois faire

1. Certaines de tes activités sont-elles affectées par la pollution atmosphérique ? Explique ta réponse.

Réfléchis

2. Y a-t-il des mesures qui auraient pu permettre d'éviter la pollution de l'air ?

3. En quoi la théorie particulaire t'aide-t-elle à comprendre pourquoi la qualité de l'air des grandes villes se détériore lorsqu'il fait chaud et que les vents sont calmes ?

4. Partage ta réflexion avec une ou un camarade ou avec toute la classe.