

# La terre est la composante vivante de la croûte terrestre



**Q**u'as-tu vraiment entre les mains quand tu tiens une poignée de belle terre riche ? Tu tiens une combinaison de minéraux, de matière organique, d'eau, d'air et d'organismes comme des bactéries et des vers de terre. Ces cinq composantes de base participent à la nutrition des plantes pour que toi et tous les organismes vivants soyez en santé. Cette terre entre tes mains prend parfois des milliers d'années à se former, mais elle peut disparaître rapidement. Tu as donc entre les mains une poignée de précieuses possibilités, pour ta communauté et pour le monde entier.

## Ce que tu apprendras

Dans ce chapitre, tu pourras :

- **découvrir** l'effet de l'altération sur les roches ;
- **explorer** les déplacements des sédiments ;
- **reconnaître** les effets de l'enrichissement de la terre ;
- **rechercher** des enjeux actuels concernant l'agriculture ;
- **découvrir** l'effet de la matière organique sur l'humidité du sol.

## Pourquoi est-ce important ?

La terre (ou le sol) se forme à partir de sédiments, et les sédiments se forment grâce à l'altération et à l'érosion. La santé de la terre est directement reliée à notre propre santé. Il nous faut donc protéger cette terre. Une mauvaise utilisation de la terre ou sa disparition ont un impact sur notre vie.

## Les habiletés que tu utiliseras

Dans ce chapitre, tu devras :

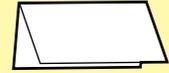
- **observer** des signes de météorisation dans ta communauté ;
- **prédire** quelles roches seront le plus affectées par la météorisation à ;
- **classer** un échantillon de terre selon ses caractéristiques.

### 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 12.

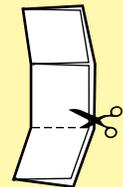
**ÉTAPE 1** **Plie** une feuille de papier de 8,5 × 11 po dans le sens de la longueur.



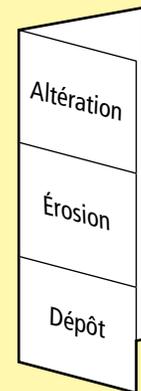
**ÉTAPE 2** **Plie** la feuille en trois parties, dans le sens de la largeur.



**ÉTAPE 3** **Déplie** la feuille et **coupe** l'onglet du bas le long du pli, comme sur le schéma.



**ÉTAPE 4** **Inscris** les titres suivants sur les onglets : Altération, Érosion, Dépôt.



**Organise tes idées** Définis chaque terme au recto des onglets. Prends des notes et explique la cause et l'effet de chaque terme au verso des onglets.

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

## 12.1 La météorisation, l'érosion et la formation des sols

### Mots clés

altération chimique  
dépôt  
désagrégation mécanique  
érosion  
météorisation  
sol

La météorisation est le processus responsable du morcellement des roches en sédiments. Dans le cas de la désagrégation mécanique, les roches sont simplement brisées en petits morceaux. Dans le cas de l'altération chimique, des réactions chimiques avec les roches produisent de nouvelles substances. Les roches altérées peuvent se déplacer grâce au phénomène de l'érosion. Elles se déposent ailleurs grâce au phénomène du dépôt. Les roches et les minéraux altérés peuvent alors se mêler à de la matière organique, de l'eau et de l'air, pour former de la terre.



**Figure 12.1** Tu as peut-être déjà vu une pile de roches au bas d'une falaise. Pourquoi ces roches se sont-elles détachées de la falaise ? Qu'est-ce qui les a fait tomber ?

La croûte terrestre est toujours en transformation. Certaines transformations, comme les tremblements de terre et les éruptions volcaniques, sont soudaines. D'autres, comme la formation des montagnes, sont très lentes. De nombreuses forces agissent sur les roches du fond de l'océan et des continents, et provoquent leur usure. Les animaux, l'eau, la glace et les végétaux peuvent affaiblir et briser les roches qui sont à la surface de la Terre. Même la mousse, les petits animaux qui creusent et l'oxygène de l'air contribuent à cette usure. La **météorisation** est le processus mécanique ou chimique de désintégration des roches. Les roches issues du magma ou de la lave, les roches sédimentaires et métamorphiques à la surface de la Terre, sont toutes exposées aux forces de la météorisation.

Durant des millions d'années, la météorisation a transformé la surface de la Terre. Elle le fait toujours, d'ailleurs. La météorisation agit sur les roches, les cavernes, les montagnes et même sur les édifices et les rues.

Il y a deux types de météorisation : la désagrégation mécanique et l'altération chimique. Ces deux formes de météorisation changent le visage de la Terre et produisent des sédiments.

### Le savais-tu ?

La météorisation peut transformer une montagne en colline en quelques centaines de milliers d'années.

## Utilise la force

12-1A

## ACTIVITÉ d'exploration

Quelles forces naturelles peuvent déplacer les sédiments ? Dans cette activité, une simulation te permettra d'explorer le déplacement des sédiments.

### Consignes de sécurité



- Lave bien tes mains à la fin de l'activité.
- Nettoie toutes les surfaces de travail.

### Matériel

- un mélange de sable et de gravier
- un bac de métal
- de l'eau



### Ce que tu dois faire

1. Dépose un petit tas de sable et de gravier à un bout du bac de métal.



2. Ton travail consiste à déplacer les sédiments jusqu'à l'autre bout du bac sans toucher aux particules. Tu peux toucher et faire bouger l'extérieur du bac, mais tu ne dois pas toucher les sédiments. Tu peux utiliser des objets si ton enseignante ou ton enseignant l'approuve.
3. Essaie de déplacer le mélange de plusieurs façons. Chaque fois, note ta méthode. Note et dessine le résultat.
4. Dépose le tas de sable et de gravier au centre du bac. Verse lentement de l'eau sur le mélange et observe le mouvement. Note et dessine tes observations.
5. Ajoute une tasse et demie d'eau. Note et dessine le déplacement du mélange.

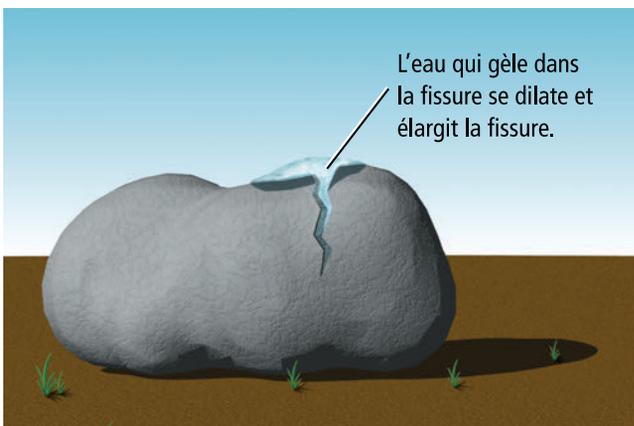
### Qu'as-tu découvert ?

1. Décris les méthodes que tu as utilisées pour déplacer les sédiments.
2. Quelle a été la méthode la plus efficace ?
3. Compare ta méthode avec les forces naturelles qui déplacent les sédiments.
4. Quelles activités humaines ont un effet sur le déplacement des sédiments dans la nature ?
5. Donne un exemple d'utilisation de l'herbe pour empêcher le déplacement de sédiments.

## La désagrégation mécanique

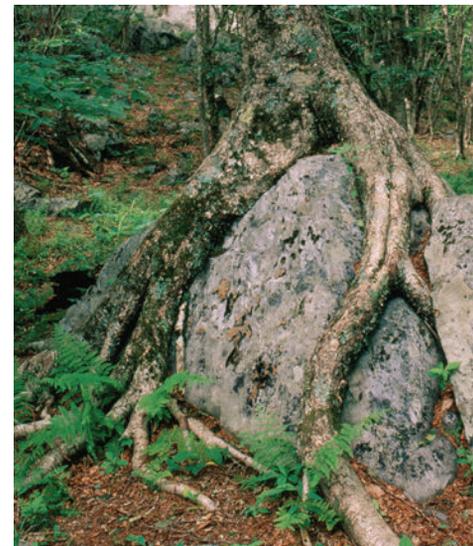
Au cours de la **désagrégation mécanique**, les roches sont morcelées. Cependant, la composition chimique de la roche demeure la même, donc chaque fragment est similaire à la roche de départ. La gravité fait tomber ces roches morcelées des falaises et elles peuvent se briser de nouveau en tombant au sol. Il y a trois causes courantes de désagrégation mécanique :

- La plus courante est la *gélifraction*. Tu te souviens que l'eau se dilate en gelant. Quand l'eau se faufile par une fissure d'une roche et gèle, elle se dilate. La fissure s'élargit alors et la roche se brise (voir la figure 12.2). Alors, il y a plus d'eau qui peut se faufler dans les fissures de la roche, pour ensuite geler, se dilater et élargir davantage les fissures. Le cycle du gel et du dégel qui brise les roches peut aussi briser les routes. Quand l'eau se faufile par les fissures de la route et gèle, la glace exerce une pression sur le pavé et entraîne la formation de nids-de-poule.



**Figure 12.2** La gélifraction survient quand de l'eau qui s'est fauflée par les fissures d'une roche gèle et dégèle continuellement.

- La désagrégation mécanique survient aussi quand une plante se faufile dans les fissures d'une roche, de la même manière que le gel. L'eau et les substances nutritives qui se retrouvent dans les fissures permettent à la plante de pousser. En poussant, les racines exercent une pression sur les parois entourant la fissure. Ainsi, la roche va finalement se briser sous la pression des racines (voir la figure 12.3).



**Figure 12.3** Les racines d'un arbre peuvent briser une roche.

- Les animaux, comme les vers de terre, les rongeurs et les fourmis, peuvent provoquer la désagrégation mécanique. En se déplaçant dans le sol, ils détachent et poussent des sédiments à la surface. Une fois à la surface, les sédiments subissent les effets d'autres processus de météorisation.

## L'altération chimique

Au cours de l'**altération chimique**, des réactions chimiques au contact de la roche produisent de nouvelles substances. Plus la surface de la roche est grande, plus le processus est rapide. Certaines roches, comme le sel, le gypse et le calcaire, peuvent se dissoudre. D'autres s'affaiblissent.

Les roches peuvent réagir aux produits chimiques dissous dans l'eau ou aux gaz dans l'air. Par exemple, l'hydrogène dissous dans l'eau peut réagir avec les minéraux comme le feldspath, et les altérer chimiquement pour les transformer en argile. Quand l'oxygène entre en contact avec le fer d'une roche, le fer peut s'oxyder (rouiller). Ces changements chimiques affaiblissent la structure des roches qui deviennent ainsi vulnérables à la désintégration. Il y a davantage d'altérations chimiques dans les régions où le climat est chaud et humide. Voici quelques causes importantes d'altération chimique :



- Les eaux souterraines acides peuvent dissoudre les minéraux comme la calcite, la composante principale du calcaire. Quand ces eaux souterraines traversent les couches de calcaire, la roche se dissout et c'est ce qui crée des cavernes (voir la figure 12.4).
- Les pluies acides provoquent aussi des réactions au contact de certaines roches comme le calcaire et la dolomite. Le minéral se dissout facilement dans l'eau acide et est emporté par le ruissellement (voir la figure 12.5).

## Le savais-tu ?

Les activités humaines, comme l'exploitation des mines et des carrières ainsi que l'excavation des fondations des édifices, influencent la désagrégation mécanique.

## Suggestion d'activité

Réalise une expérience 12-1B, à la page 416

**Figure 12.4** L'altération chimique du calcaire peut créer des cavernes souterraines. Si ces cavernes s'affaissent, il en résulte un cratère comme celui de Codroy Valley, qu'on voit sur la photo.



**Figure 12.5** Les pluies acides ont altéré chimiquement de nombreuses pierres tombales, statues et édifices.



Figure 12.6 Quels sont les signes de météorisation sur cette roche ?

- L'action de l'acide de certains organismes qui vivent sur les roches, comme le lichen, peut provoquer l'altération chimique (voir la figure 12.6). De plus, des fluides acides produits par les racines de plantes, les bactéries, les champignons et certains insectes et autres petits animaux peuvent provoquer une réaction chimique au contact de la roche. Comme la roche se dissout progressivement et que ses sédiments sont emportés par le ruissellement de la pluie, les fissures s'agrandissent jusqu'à la cassure.

La désagrégation mécanique et l'altération chimique participent à la désintégration des roches. Par exemple, la désagrégation mécanique peut provoquer des fissures et exposer l'intérieur de la roche à l'altération chimique. Dans un climat rude et froid, la désagrégation mécanique est courante. Dans un climat chaud et humide, par contre, c'est l'altération chimique qui prédomine. Mais les deux types de météorisation contribuent toujours à transformer le paysage.

### Vérifie ta lecture

1. Qu'est-ce que la météorisation ?
2. Nomme les deux types de météorisation.
3. Nomme trois causes de désagrégation mécanique.
4. Nomme trois causes d'altération chimique.



Figure 12.7 Un ruisseau transporte des sédiments à la suite de pluies abondantes.

### L'érosion

Durant des millions d'années, la nature a transformé les roches en sédiments, provoquant des fissures et des cassures. L'œuvre de l'eau, de la glace et de la gravité a changé la surface des roches. Parfois, les plantes et les animaux ont participé au travail.

As-tu déjà vu un ruisseau ou une rivière après des pluies abondantes ? L'eau paraît boueuse parce qu'elle transporte beaucoup de sédiments (voir la figure 12.7). Ces sédiments viennent de la rive ou d'ailleurs dans les terres, et ils sont transportés par le vent, l'eau et la glace. L'eau boueuse est le résultat de l'érosion. L'**érosion** est le processus de déplacement de particules de roches (sédiments) sur la surface de la Terre. Certaines formes d'érosion sont graduelles et s'étendent sur des milliers d'années. D'autres sont soudaines, comme certaines crues des eaux et les glissements de terrain.

## Les agents d'érosion

- L'eau en mouvement est le plus puissant agent d'érosion (voir la figure 12.8). Les étendues d'eau érodent le rivage. Quand les vagues frappent les falaises et les rivages, les roches s'effondrent. À certains endroits, l'érosion est rapide. La côte peut reculer de plusieurs mètres chaque année à cause de l'érosion par la mer. Des rivières peuvent creuser un passage dans la roche pour former des canyons, des gorges ou des vallées abruptes. Les ruisseaux et les rivières transportent des sédiments dans leur course. Plus le courant est rapide, plus les sédiments sont gros et denses.



**Figure 12.8** Quand les vagues puissantes se brisent contre la côte, elles arrachent au rivage des roches (désagrégation) qu'elles transportent plus loin.

- Les *phénomènes météorologiques*, comme la pluie et le vent, sont aussi des agents d'érosion. En plus de provoquer des inondations, les pluies abondantes peuvent perturber la stabilité d'une pente et ainsi entraîner un glissement de terrain (voir la figure 12.9). Le vent peut emporter les particules fines, comme l'argile et le sable, qui usent la surface de la Terre. Plus le vent est puissant, plus il peut emporter de grosses particules.
- Les *phénomènes géologiques*, comme la gravité et les glaciers, sont aussi des agents d'érosion. Quand la météorisation provoque des chutes de roches des falaises et des montagnes, c'est la gravité qui est en action. La force de la gravité entraîne les roches et les sédiments vers le bas. Le déplacement peut être accéléré par le ruissellement de la pluie ou les tremblements de terre.



Lien

Internet

Pourquoi appelle-t-on parfois la province de Terre-Neuve-et-Labrador la « Vitrine géologique de la Terre » ? Pour le savoir, commence ta recherche à l'adresse indiquée ci-dessous et suis les étapes.  
[www.cheneliere.ca](http://www.cheneliere.ca)



**Figure 12.9** Des pluies abondantes au-dessus de la falaise, et l'érosion dans le bas, ont provoqué des glissements de terrain à Daniel's Harbour, sur la côte ouest de l'île de Terre-Neuve, en 2006 et en 2007.

**Figure 12.10** Il y a des milliers d'années, un glacier a déposé cette grosse roche près de Conception Bay South.



## L'érosion glaciaire

Il y a seulement 10 000 ans, des glaciers recouvraient Terre-Neuve-et-Labrador et bien d'autres territoires nordiques. On trouve aujourd'hui les derniers de ces glaciers au Groenland. Les glaciers sont de vastes masses de glace qui se déplacent lentement, comme des bulldozers. Ils se déplacent à la surface de la Terre, grattent, raclent et transportent sur leur passage la roche et les sédiments. Quand ils fondent et disparaissent, les glaciers déposent les roches et les sédiments quelque part ailleurs (voir la figure 12.10). Les dépôts des glaciers, qu'on appelle parfois les sédiments de l'ère glaciaire, sont excellents pour l'écoulement des eaux et constituent des matériaux importants pour la construction des routes et des édifices. Parmi les sédiments de l'ère glaciaire, il y a le sable, le gravier, le limon et l'argile.

### *Le savais-tu ?*

Les couches de glace de l'ère glaciaire sont une trace des changements climatiques mondiaux qui ont eu lieu durant des millions d'années. À l'aide de longues perceuses, les chercheurs retirent des « carottes » de glace des glaciers. Chaque couche de la carotte de glace correspond à une année ou à une saison. Il y a dans les couches de la poussière soufflée par le vent, de la cendre et des gaz atmosphériques.

## Le dépôt

La gravité, la glace, le vent et l'eau usent et déplacent les roches. Toutefois, les agents d'érosion érodent les roches seulement s'ils ont assez d'énergie. Quand cette énergie diminue, les agents d'érosion déposent les sédiments qu'ils transportent. Par exemple, une rivière *érode* les roches quand son cours est rapide et puissant. Elle *dépose* les sédiments sur sa route quand le débit baisse et qu'il y a perte d'énergie. Le fait de laisser des sédiments quelque part s'appelle le **dépôt**. C'est la dernière étape du processus de l'érosion.

On croit généralement que l'érosion est un phénomène destructeur, car elle use et transforme le paysage. Par contre, on perçoit le dépôt comme un phénomène constructif, car de nouveaux éléments apparaissent dans le paysage.

L'érosion et le dépôt travaillent ensemble. Les matériaux de la Terre se déplacent d'un lieu à l'autre et se déposent ailleurs. À Terre-Neuve-et-Labrador, de nouveaux sédiments se déposent tous les jours, ce qui change continuellement le visage du territoire (voir la figure 12.11). Les montagnes s'usent et peuvent graduellement devenir des collines. Les vallées s'élargissent et se remplissent de pierres et de terre. Les mêmes sédiments peuvent s'éroder, encore et encore, durant des millions d'années.



**Figure 12.11** Ces photos ont été prises avant et après une suite de tempêtes sur les rives de Conception Bay. Quels signes d'érosion et de dépôt peux-tu voir dans la photo de droite ?

## La formation du sol

Les sédiments représentent une étape intermédiaire dans le cycle des roches. Ces roches érodées finiront par se recycler pour former de nouvelles roches, ce qui peut prendre des milliers d'années. Que se passe-t-il pendant ce temps ? Les roches font partie du sol. Le **sol** (ou la terre) est une combinaison de roches et de minéraux érodés, d'eau, d'air et de matière organique (végétaux et animaux en décomposition).

### Vérifie ta lecture

1. Qu'est-ce que l'érosion ?
2. Quel est le plus puissant agent d'érosion ?
3. Qu'est-ce que le dépôt ?
4. Quelles sont les principales composantes du sol ?

### Sur le Web

Il y a des milliards de dollars en pétrole enfermés dans des roches sédimentaires. Ces roches ont été érodées puis déposées sur le plateau continental, dans l'océan, près de Terre-Neuve-et-Labrador. Renseigne-toi sur le plateau continental. Commence ta recherche à l'adresse indiquée ci-dessous et suis les étapes. [www.cheneliere.ca](http://www.cheneliere.ca)

# Des roches qui pétillent

## Vérifie tes habiletés

- Examiner – observer
- Prédire
- Mesurer – calculer
- Classifier

## Consignes de sécurité



- Si ta peau entre en contact avec de l'acide, lave immédiatement la partie touchée avec beaucoup d'eau froide.

## Matériel

- des petits morceaux de roches identifiées
- deux échantillons de roches non identifiées de ta région
- un verre de montre
- des pinces
- un compte-gouttes
- de l'acide chlorhydrique à 1%
- des lunettes de sécurité



Dans cette activité, tu tenteras de découvrir les types de roches qui réagissent à l'altération chimique.

## Question

Quand certaines roches réagissent aux acides, il y a certains minéraux qui se dissolvent et il y a formation de dioxyde de carbone. Quelles roches réagissent aux acides ?

## Hypothèse

Formule une hypothèse sur les types de roches qui réagissent aux pluies acides et aux eaux souterraines acides.

## Ce que tu dois faire

1. Reproduis le tableau ci-dessous et donne-lui un titre.



Roche	Observations générales	Importance du pétilllement
granite		
craie		
grès		
argile feuilletée		
marbre		
calcaire		
roche inconnue A		
roche inconnue B		

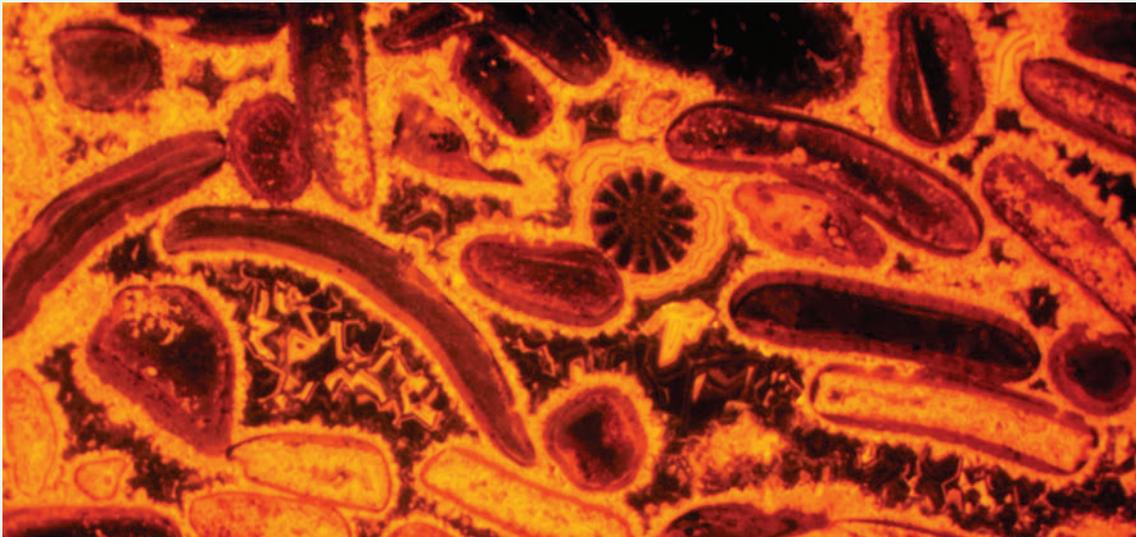
2. Examine les caractéristiques physiques (par exemple, la couleur et la texture) de l'un des échantillons. Note tes observations dans la colonne « Observations générales ».
3. Dépose un échantillon sur un verre de montre.
4. Mets des lunettes de sécurité. À l'aide d'un compte-gouttes, dépose quelques gouttes d'acide sur l'échantillon. Observe le résultat. Note l'importance du pétilllement dans ton tableau.
5. Lave l'échantillon à l'eau, laisse-le sécher, puis range-le.
6. Répète les étapes 2 à 5 pour chacun des échantillons.

**Analyse**

1. a) Quelle est la variable indépendante (la caractéristique que tu as changée) ?  
b) Quelle est la variable dépendante (la caractéristique que tu as vu changer) ?
2. a) Quelles roches ont réagi à l'altération chimique ?  
b) Comment le sais-tu ?
3. Pourrais-tu formuler une prédiction juste sur la réaction d'une roche à l'acide, simplement en observant la roche ? Explique ta réponse.

**Conclusion et mise en pratique**

1. Qu'arrive-t-il à la roche quand l'acide la fait pétiller ?
2. a) Quel échantillon de roche inconnue a réagi à l'altération chimique ?  
b) Selon les renseignements de ton tableau, à quelle autre roche cette roche inconnue ressemble-t-elle le plus ?
3. De quelle façon l'altération chimique facilite-t-elle la désagrégation mécanique d'une roche ?



Voici une photo d'une tranche très mince de calcaire. Il y a plus de 200 millions d'années, ces fragments de coquillages se sont compactés et ont été cimentés par la calcite.

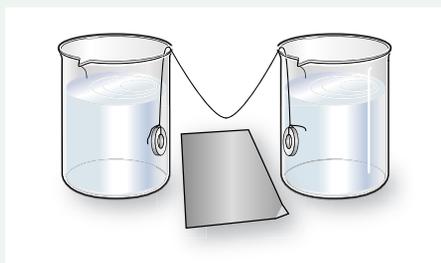
Dans une caverne, l'altération chimique peut produire des résultats vraiment intéressants. Les stalactites sont des cristaux qui se forment au plafond des cavernes. Les stalagmites, eux, se forment au plancher. Dans cette activité, tu simuleras la formation de stalactites et de stalagmites.

### Consignes de sécurité

- Il ne faut rien manger ou boire dans le laboratoire.

### Matériel

- deux petits bécards ou bocaux (par exemple, des pots de nourriture pour bébés)
- du sel d'Epsom ou du bicarbonate de soude
- de l'eau du robinet
- une cuillère
- deux rondelles d'étanchéité
- une ficelle ou du fil de coton de 30 cm
- du papier de bricolage de couleur foncée



Installation décrite à l'étape 4

### Ce que tu dois faire

1. Verse de l'eau dans les bécards ou les bocaux, jusqu'aux trois quarts. Ajoute une cuillerée de sel d'Epsom ou de bicarbonate de soude dans chaque contenant. Brasse le mélange jusqu'à dissolution. Tout en brassant, ajoute du sel d'Epsom ou du bicarbonate de soude dans l'eau jusqu'à saturation.
2. Attache une rondelle à chaque bout de la ficelle.
3. Place la feuille de papier entre les deux contenants.
4. Dépose une rondelle dans chaque contenant. Éloigne les deux contenants pour que la ficelle pende entre les deux. La partie la plus basse de la ficelle doit se trouver à quelques centimètres du papier.
5. Range le tout dans un endroit tranquille.
6. Laisse reposer pendant une semaine ou plus. Ensuite, observe les résultats.



### Qu'as-tu découvert ?

1. En quoi cette activité simule-t-elle l'altération chimique dans les cavernes ?
2. Où la formation de cristaux serait-elle plus rapide : dans un endroit frais et sec ou dans un endroit chaud et humide ? Explique ta réponse.



L'altération chimique peut produire des stalactites et des stalagmites dans les cavernes.

Dans cette activité, tu observeras des signes de météorisation au cimetière, soit en te rendant sur place, soit en regardant des photos de pierres tombales. En examinant les changements à la surface des pierres tombales, tu peux déterminer le degré de météorisation qui a eu lieu.

### Matériel

- des photos de pierres tombales (si nécessaire)

### Ce que tu dois faire

1. Reproduis le tableau ci-dessous et donne-lui un titre.



Degré de météorisation		
1	Aucune trace évidente de météorisation	On voit clairement ce qui est écrit.
2	Météorisation mineure	On peut bien lire ce qui est écrit, mais il y a des traces de météorisation.
3	Météorisation visible	On peut lire la majeure partie du texte, mais les lettres sont un peu floues.
4	Météorisation très visible	Il est difficile de discerner ce qui est écrit.
5	Météorisation importante	Il est impossible de lire ce qui est écrit.

Nom sur la pierre tombale	Date sur la pierre tombale	Âge de la pierre tombale	Type de roche	Degré de météorisation

2. Essaie de prédire quel(s) type(s) de roche se désagrègera le plus rapidement. Note tes prédictions.
3. Examine les pierres tombales, selon les instructions de ton enseignante ou de ton enseignant. Si tu es au cimetière, respecte l'endroit. Veille à ne pas briser les plantes environnantes.
4. Note tes observations dans ton tableau. Attribue un degré de météorisation à chaque pierre tombale, en t'inspirant du tableau sur les « degrés de météorisation ».

### Qu'as-tu découvert ?

1. a) Quels sont les signes de désagrégation mécanique que tu as pu observer ?  
b) Quels sont les signes d'altération chimique que tu as pu observer ?
2. a) Les pierres tombales du même âge montraient-elles le même degré de météorisation ?  
b) Pourquoi ?
3. Les pierres tombales étaient de quel(s) type(s) de roche ?
4. Concernant le degré de météorisation, y avait-il parfois des différences entre les pierres tombales du même type de roche et d'à peu près le même âge ? Explique ta réponse.
5. Quels facteurs autres que l'âge, le type de roche et l'emplacement peuvent avoir un impact sur le degré de météorisation de la pierre tombale ?
6. Les très vieilles pierres tombales sont-elles fabriquées avec le même matériau que les pierres tombales récentes ? Pourquoi ?

## Des voiles de pierre

Ils s'élèvent à plus de 500 mètres au milieu des hautes-terres monotones du centre de l'île de Terre-Neuve. On les appelle des « tolt », des buttereaux, mais ailleurs dans le monde, ce sont des inselbergs, des monadnocks, des tors ou des dômes rocheux.

Trois d'entre eux, les Topsails, portent des noms de voiles de bateau : Main (la grand-voile avant), Gaff (la voile à corne) et Mizzen (la grand-voile arrière), parce que, de loin, ils ressemblent aux voiles d'un trois-mâts.

Ces grands rochers ressemblent peut-être à des voiles, mais malheur au capitaine imprudent qui tenterait de les hisser sur un mât ! Les Topsails sont d'immenses monticules rocheux entourés de débris de pierre et ils sont situés sur le plateau Buchans, à l'est de Grand Lake. Ce sont les vestiges d'un paysage ancien de hautes-terres effacées par l'érosion.

Comment se sont formés les tolt ? Durant les derniers 200 millions d'années, l'érosion a été le principal phénomène de l'histoire géologique de Terre-Neuve-et-Labrador. Durant cette période, les mouvements continus d'avancées et de reculs des glaciers ont gravé et poli le territoire. Les rivières ont érodé le sol, transportant la roche et la terre dans l'océan. L'érosion des rivières, qu'on appelle aussi l'érosion fluviale, a formé les plaines et les plateaux de notre province.

L'effet combiné de l'érosion glaciaire et fluviale a usé ce territoire, qui était jadis aussi élevé que ces collines rocheuses. C'est aujourd'hui un plateau monotone, une région de hautes-terres balayées par le vent, qui s'élève, sur presque toute son étendue, à plus de 400 m au-dessus du niveau de la mer.

En plus de ces imposants tolt de granite qui ont résisté à l'érosion environnante, il y a dans le plateau des tills et des blocs erratiques parsemés un peu partout. Les blocs erratiques sont de grosses roches abandonnées après le retrait des glaciers.

Même s'ils ont résisté jusqu'à maintenant à l'érosion glaciaire et fluviale, les tolt ne pourront échapper indéfiniment à l'érosion. Ils s'usent graduellement, à mesure que le vent et la pluie leur arrachent des débris rocheux. Au fil du temps, les tolt rapetisseront. Aussi majestueux et colossaux qu'ils puissent paraître, ils devront un jour s'avouer vaincus devant la force lente mais très puissante de l'érosion.



La colline Main Topsail, au cœur de l'île de Terre-Neuve

## Des concepts à retenir

1. Fais une série de dessins avec des légendes et des descriptions pour illustrer le phénomène de la gélifraction.
2. Quelle est la différence entre la désagrégation mécanique et l'altération chimique ?
3. En quoi les végétaux participent-ils :
  - a) à la désagrégation mécanique ?
  - b) à l'altération chimique ?
4. Comment la désagrégation mécanique et l'altération chimique peuvent-elles user une pierre tombale de marbre dans un cimetière ? Explique ta réponse.
5. Comment s'appelle le phénomène qui détache et déplace les sédiments altérés sur la surface de la Terre ?
6. Décris deux phénomènes qui causent l'érosion.
7. Comment les glaciers peuvent-ils déplacer les sédiments ? Décris deux façons.
8. Quelle est la dernière étape du processus de l'érosion ?
9.
  - a) Pourquoi l'érosion est-elle perçue comme un phénomène destructeur ?
  - b) Pourquoi le dépôt est-il perçu comme un phénomène constructif ?
10. Comment s'appelle l'étape intermédiaire du cycle des roches entre la roche mère et la roche sédimentaire ?

## Des concepts clés à comprendre

11. Un bonbon dur se dissout beaucoup plus rapidement dans ta bouche si tu l'as d'abord cassé en morceaux. En quoi ce phénomène ressemble-t-il :
  - a) à la désagrégation mécanique ?
  - b) à l'altération chimique ?



12. As-tu remarqué des traces de météorisation près de chez toi ? Lesquelles ?
13. À l'aide de l'exemple d'une roche qui tombe d'une falaise, explique la différence entre la météorisation et l'érosion. Illustre une partie de ta réponse et nomme les éléments de ton dessin.

## Pause réflexion

Imagine que tu travailles pour une revue scientifique. Rédige un court article pour décrire la transformation d'une montagne en colline, à cause de la météorisation et de l'érosion. Décris ce qui se passe avec les sédiments.

## 12.2 Les types de sols et leurs caractéristiques

### Mots clés

humus  
lessivage  
perméabilité  
porosité  
profil  
sol inerte  
terre végétale  
texture

La formation du sol peut prendre des milliers d'années. Le sol se forme graduellement en trois couches : c'est le profil. La terre végétale constitue la partie la plus fertile du sol. Elle se compose d'humus, d'organismes vivants, d'air, d'eau et de fragments de roches altérées. Les sols diffèrent selon la roche mère, le climat, la végétation, le paysage et la durée de formation. Des sols différents ont des textures différentes. Les sols sablonneux et caillouteux sont graveleux et sont composés de grosses particules. Les sols argileux sont gras et composés de petites particules. Le loam peut être graveleux ou gras, et la taille des particules varie.

En quoi le cycle des roches influence-t-il notre vie quotidienne ? D'abord, on a besoin des végétaux pour survivre. Les végétaux ont besoin d'une terre qui contient une proportion équilibrée d'air, de substances nutritives et d'eau.

La formation du sol fait partie du cycle des roches. Les roches subissent la météorisation et l'érosion de l'eau, du vent, de la glace, de la gravité, etc., ce qui donne des sédiments fins ou de la terre. La terre est surtout composée de minéraux altérés avec peu de matière organique. Mais comment la terre peut-elle devenir un sol fertile, comme celui de Codroy Valley (voir la figure 12.12) ?



**Figure 12.12** Grâce à son sol fertile, Codroy Valley est l'une des meilleures terres agricoles de l'île de Terre-Neuve. Les roches sédimentaires tendres de la vallée, comme le grès, le calcaire et l'argile feuilletée, s'érodent facilement, ce qui contribue à former un sol très riche.

Dans cette activité, tu compareras un échantillon de terre et un échantillon de terreau pour découvrir leurs différences.

### Matériel

- 250 mL de terre mêlée de roches
- du papier
- 250 mL de terreau
- une loupe
- un agitateur
- facultatif : un appareil photo à col de cygne pour grossir les échantillons

### Ce que tu dois faire

1. Dépose un échantillon de terre pauvre sur un morceau de papier. Examine-la à la loupe. À l'aide de l'agitateur, sépare les particules. Note le plus d'observations possible.



2. Dépose un échantillon de terreau sur un morceau de papier. Examine-le à la loupe ou avec l'appareil photo. À l'aide de l'agitateur, sépare les particules. Note le plus d'observations possible.
3. Nettoie et range le matériel utilisé. Lave bien tes mains.

### Qu'as-tu découvert ?

1. Dessine un diagramme de Venn pour comparer et distinguer les deux terres.
2. Quels éléments du terreau as-tu pu identifier ?
3. Par quels processus, selon toi, le terreau est-il passé, contrairement à la terre pauvre ?
4. Pourquoi, selon toi, le terreau est-il meilleur pour faire pousser des plantes ?

## L'humus

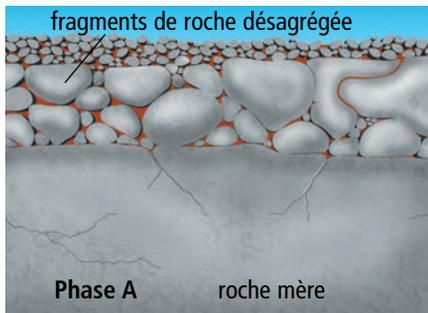
La terre est un mélange de roches altérées et érodées, d'humus, d'air, d'eau et d'organismes vivants, comme les champignons, la moisissure, les bactéries et les vers de terre. L'**humus** se forme à la suite de la décomposition de plantes et d'animaux. Ces organismes en décomposition constituent la principale source de substances nutritives pour assurer la croissance des végétaux. L'humus est riche en substances nutritives, telles que l'azote, le phosphore, le potassium et le soufre, qui se dissolvent dans l'eau qui se trouve dans la terre.

Les végétaux absorbent l'eau riche en substances nutritives par les racines. L'humus contribue aussi à une bonne structure de la terre et aide à la garder humide. Quand les vers, les insectes et les rongeurs creusent dans le sol, ils mélangent l'humus à des fragments de roches. La figure 12.13, à la page suivante, illustre comment ce mélange devient de la terre.

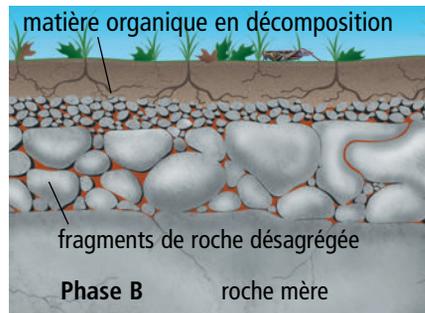
Un sol *fertile* est un sol qui fournit des substances nutritives aux végétaux. Les sols près des rivières sont généralement fertiles. Certains sols sont pauvres en substances nutritives et donc peu fertiles, comme les sols rocailloux érodés des falaises et des bords de routes.

### Le savais-tu ?

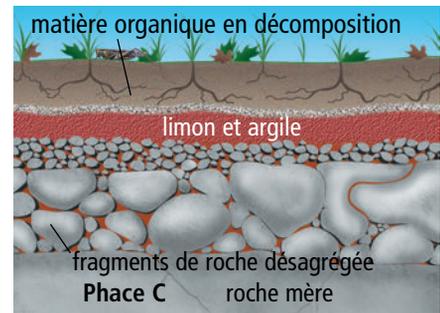
Près de la moitié de la terre est composée d'air et d'eau. L'autre moitié est composée à 90 % de roches et de minéraux et à 10 % de matière organique, que ce soit des organismes vivants ou en décomposition.



**Figure 12.13A** Ces fragments de roche désagrégée ont plusieurs espaces et fissures, ce qui offre des passages à l'air et à l'eau.



**Figure 12.13B** Une terre immature peut nourrir de petites plantes robustes qui attirent des insectes et de petits animaux. Avec le temps, la végétation et les animaux morts s'accumulent. Les bactéries et les champignons les décomposent. La matière organique en décomposition forme une couche d'humus au-dessus de la roche désagrégée.



**Figure 12.13C** Une terre mature contient une couche d'argile riche en minéraux au-dessus de la roche désagrégée. L'argile se forme quand l'eau transporte des minéraux à partir de la couche de matière organique décomposée au-dessus. Au-dessus de l'argile, il y a de la terre végétale jusqu'à la surface. Elle contient de l'humus, des racines de plantes et des organismes vivants.

### Le savais-tu ?

Il peut y avoir des milliards de micro-organismes dans chaque gramme de terre végétale.

## Le profil du sol

Le sol peut prendre des milliers d'années à se former. Il varie en épaisseur, de quelques centimètres dans certaines régions, jusqu'à plus de 60 mètres ailleurs. Les sols ont différentes structures et apparences, selon leur profondeur. À sa formation, le sol accumule lentement des couches d'apparence et de composition très différentes. Le **profil** est l'ensemble des couches de sol, de la surface à la roche mère. Le profil de la figure 12.14 montre la division des couches. Ces couches présentent des degrés d'évolution différents.

La couche supérieure (A) s'appelle la **terre végétale**. C'est la couche la plus fertile du sol et sa profondeur peut varier de quelques centimètres jusqu'à plus d'un mètre. La terre végétale est de couleur foncée, elle est riche et friable, et se compose d'humus et de petits grains minéraux. En plus de nourrir les végétaux, la terre végétale abrite aussi des insectes, des vers de terre, des rongeurs et des micro-organismes.

La deuxième couche (B) s'appelle le **sol inerte**. C'est une couche plus compacte et de couleur généralement plus claire que la terre végétale parce qu'il y a peu ou pas d'humus et parce qu'elle contient des minéraux lessivés de la couche supérieure. Le **lessivage** est le processus par lequel des parties du sol sont dissoutes puis emportées par l'eau. L'eau réagit avec l'humus pour former un acide. Cet acide peut dissoudre les minéraux et d'autres éléments des couches supérieures puis les transporter par les espaces dans le sol, jusqu'aux couches du dessous. Le sol inerte est parfois brunâtre ou rouge à cause de l'argile et des oxydes de fer (la rouille) lessivés et déplacés de la couche supérieure. Le sol inerte est moins fertile que la terre végétale parce qu'il contient moins d'eau et de substances nutritives.

La couche du dessous (C) est un fond rocheux désagrégé. Cette couche se compose en partie de roches et de minéraux altérés, lessivés et déplacés des couches supérieures. Cette couche ressemble beaucoup au fond rocheux du dessous et se trouve en fait au début du long et lent processus de transformation de la roche en terre. Le fond rocheux est la roche mère à partir de laquelle le sol du dessus s'est constitué.

Les sols matures ont les trois couches. Certaines plantes poussent mieux dans la roche, la terre ou les sols immatures ; d'autres poussent mieux dans les sols matures. Un sol récent n'a pas encore de couche de sol inerte en dessous. Il est composé d'une mince couche de terre végétale par-dessus une couche de roche mère. Avec le temps, une couche de sol inerte se formera progressivement pour devenir de plus en plus distincte de la couche supérieure.

## La formation du sol

Les roches désagrégées et érodées forment le fond rocheux des sols. La matière organique fournit les substances nutritives nécessaires à une variété d'écosystèmes du sol. C'est le type de roche mère désagrégée qui détermine le type de sol. Par exemple, l'argile feuilletée qui est désagrégée produit un sol argileux.

Il y a cinq facteurs principaux qui déterminent la vitesse de formation du sol, ainsi que sa texture et sa composition : la nature de la roche mère, le climat, la végétation, le paysage et le temps (voir le tableau 12.1, à la page suivante). Les populations animales, incluant l'être humain, ont aussi un impact sur la formation du sol. Les animaux, en creusant et en fouillant dans le sol, contribuent au recyclage des substances nutritives. Les humains labourent, irriguent et fertilisent les sols, changent le réseau d'écoulement des eaux et utilisent le sol pour des raisons non agricoles et pour l'évacuation des déchets.

### Vérifie ta lecture

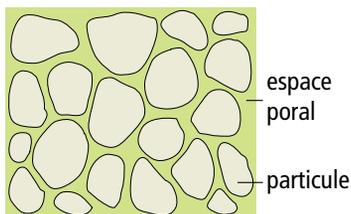
1. Qu'est-ce qui se dissout dans la couche supérieure du sol et se déplace dans les couches du dessous sous l'action du lessivage ?
2. Nomme les trois couches du sol.
3. Nomme les cinq facteurs qui déterminent la formation du sol.



**Figure 12.14** Souvent, tu peux voir le profil du sol au bord des routes et des rivières. Si tu en vois un, essaie d'identifier les différentes couches.

**Tableau 12.1** Les principaux facteurs qui déterminent la formation du sol

Facteur	Action	Exemples
Roche mère	– détermine les propriétés physiques et chimiques du sol	– un sol rouge indique que la roche mère est riche en fer – le calcaire comme roche mère produit des sols moins acides
Climat	– détermine le type de végétation et sa vitesse de décomposition – influence la météorisation et provoque l'érosion, pour le transport des substances nutritives dans le sol – détermine le degré d'érosion, le débit et la quantité d'eau qui pénètre le sol, et la vitesse des réactions chimiques et des phénomènes biologiques	– les organismes du sol ont besoin d'humidité pour changer la matière organique en humus – les pluies abondantes provoquent le lessivage des substances nutritives minérales de la terre végétale et les déplacent vers les couches du dessous – l'écoulement printanier aide à la formation de plaines alluvionnaires fertiles – le vent peut déplacer des sédiments avant même que le sol se forme – les dunes de sable côtières sont composées de sable déplacé par le vent
Végétation	– détermine la quantité et le type de matière organique dans le sol et à sa surface – protège le sol contre l'érosion	– les plantes en décomposition produisent des substances nutritives et de la matière organique pour le sol – les feuilles mortes sur le sol des forêts composées de pins font augmenter l'acidité du sol – les racines des plantes contribuent à maintenir la terre en place
Paysage	– influence l'écoulement des eaux, la chaleur et la protection contre les effets des agents climatiques – le déplacement des glaciers expose le fond rocheux, déplace la roche mère et dépose des sédiments	– le sol des pentes peut s'éroder pour se déposer plus bas – les glaciers déposent du sable et du gravier; des terrains particulièrement rocailleux; des sédiments de tailles très variées, de l'argile fin jusqu'au gros gravier
Temps	– a une influence sur les quantités de minéraux et sur l'étendue de la formation de l'humus	– les sols jeunes n'ont pas encore beaucoup d'humus



**Figure 12.15** La taille des particules détermine la quantité d'espaces vides dans le sol pour l'infiltration de l'air et de l'eau.

### La taille des particules, la porosité et la perméabilité

Les particules des roches du sol résultent de la météorisation et de l'érosion, donc elles varient selon leur roche mère (grès, granite, etc.). La taille des particules de fragments de roches a une grande influence sur la formation de la terre végétale (voir le tableau 12.2). La taille des particules détermine la taille des espaces vides dans le sol (voir la figure 12.15). La quantité d'espaces vides dans le sol ou dans une roche s'appelle la **porosité**.

La taille des particules, la texture et la porosité déterminent la vitesse d'écoulement de l'eau dans le sol. La **perméabilité** est la propriété d'un sol ou d'une roche de se laisser traverser par un liquide ou un gaz.

**Tableau 12.2** Taille moyenne des particules

Nom du sédiment	Diamètre moyen des particules
Gravier	plus de 2 mm
Sable	entre 0,05 et 2 mm
Limon	entre 0,002 et 0,05 mm
Argile	moins de 0,002 mm

**Suggestion d'activité**

Réalise une expérience 12-2B, à la page suivante

## Les types de terre

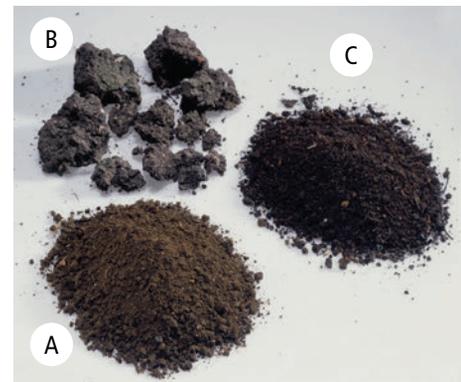
Il y a plusieurs types de terre parce qu'il y a une grande variété de composantes et que les quantités diffèrent beaucoup (voir la figure 12.16). La texture est une façon de classer les types de terre. La **texture** est ce que l'on sent en touchant. On peut en apprendre beaucoup sur la terre par sa texture : sa composition et sa fonction.

- *Les terres sablonneuses/graveleuses*: Ce type de terre est très perméable. Comme il y a des espaces vides relativement grands entre les particules, il y a beaucoup d'air dans ces terres. Ces terres sont généralement sèches et bien drainées. Les particules ont une texture graveleuse au toucher.
- *Les terres argileuses*: Les particules d'argile sont si petites qu'il n'y a presque pas d'espaces vides, donc presque pas d'air, d'eau ou de racines. Généralement, la pluie reste à la surface, forme des flaques d'eau et pénètre très lentement dans le sol. Une terre argileuse est collante et grasse au toucher, comme du dentifrice. Sa texture est très lisse, surtout quand elle est mouillée.
- *Le loam*: Pour assurer une bonne croissance des végétaux, la terre végétale doit permettre l'infiltration de l'eau à un rythme modéré. Les agriculteurs et les jardiniers préfèrent un type de terre qu'on appelle le *loam*. Il se compose de sable, de limon et d'argile en proportions à peu près égales. Le loam a une texture ni trop fine, ni trop graveleuse, et peut être à la fois graveleux et collant.

On peut aussi classer les types de terre selon le climat et la région. On trouve différents types de végétation dans différents types de terre.

### Vérifie ta lecture

1. Qu'est-ce que la porosité ?
2. Qu'est-ce que la perméabilité ?
3. Quel sédiment de roche a les plus petites particules ?
4. Nomme les trois principaux types de terre ?



**Figure 12.16** Trois types de terre : sable (A), argile (B) et loam (C).

### Sur le Web

Quels types de terre y a-t-il dans les déserts, dans les forêts tropicales humides, dans les prairies, dans les montagnes ? Pour te renseigner sur les différents types de terre, commence ta recherche à l'adresse indiquée ci-dessous et suis les étapes. [www.cheneliere.ca](http://www.cheneliere.ca)

## Vérifie tes habiletés

- Examiner – observer
- Mesurer – calculer
- Classifier
- Évaluer l'information

## Consignes de sécurité



- Fais attention avec les objets pointus ou tranchants.

## Matériel

- un échantillon de terre, de sable, de gravier et d'argile
- du papier
- une loupe
- une règle
- quatre grands gobelets de plastique
- une punaise ou une épingle
- un morceau de gaze de coton
- des élastiques
- des ciseaux
- quatre couvercles de verre à café en plastique
- quatre verres ou béciers de 250 mL
- une tasse à mesurer ou un cylindre gradué
- de l'eau
- une montre

Quelle est la différence entre l'argile, le sable et le gravier ? Dans cette activité, tu feras des tests pour déterminer les caractéristiques d'un échantillon de terre, en le comparant à des échantillons d'argile, de sable et de gravier.

## Question

Quelles sont les caractéristiques de l'échantillon de terre ?

## Marche à suivre

1. Reproduis le tableau ci-dessous.



Échantillon de terre				
	Ton échantillon de terre	Argile	Sable	Gravier
Couleur				
Taille moyenne des particules				
Texture (échantillon mouillé)				
Texture (échantillon sec)				
Temps requis pour sécher 25 mL				

2. Étends ton échantillon de terre sur une feuille de papier.

- Note sa couleur.
- Mesure le diamètre d'une particule moyenne en te servant de la loupe. S'il y a différentes tailles de particules, mesure le diamètre d'un groupe de particules. Divise ensuite ce diamètre par le nombre approximatif de particules mesurées. Tu obtiendras ainsi la taille moyenne des particules.

3. Répète l'étape 2 avec les échantillons de sable, de gravier et d'argile.



4. Frotte un peu de ton échantillon de terre entre tes doigts pour déterminer sa texture. Quelle est la sensation ? Presse la terre entre tes doigts. Est-ce que les particules se collent ensemble ou est-ce qu'elles s'émiettent ? Mouille l'échantillon et essaie de nouveau. Note tes observations dans ton tableau.

5. Répète l'étape 4 avec les échantillons de sable, de gravier et d'argile.
6. Vérifie l'écoulement de l'eau.
  - a) Écris sur les gobelets : « sable », « argile », « gravier (avec sable et argile) » et « échantillon de terre ». À l'aide de la punaise, fais un nombre égal de trous au fond de chaque gobelet.
  - b) Recouvre les trous avec la gaze (fixe-la au gobelet avec un élastique).
7. Pour faire tenir chaque gobelet au-dessus du verre ou du bécber, découpe un trou dans les couvercles à café pour que le gobelet puisse s'y glisser. Dépose un gobelet et un couvercle par-dessus chaque verre ou bécber.
8. Emplis à moitié chaque gobelet avec l'échantillon approprié : le sable, l'argile et ton échantillon de terre. Fais un mélange à parts égales de gravier, de sable et d'argile et emplis la moitié de l'autre gobelet de ce mélange.
9. À l'aide de la tasse à mesurer (ou du cylindre gradué), verse 100 mL d'eau dans chaque gobelet. Note combien de temps mettront 25 mL d'eau pour s'écouler à travers l'échantillon.
10. Lave bien tes mains après l'expérience. Nettoie et range le matériel utilisé.

### Analyse

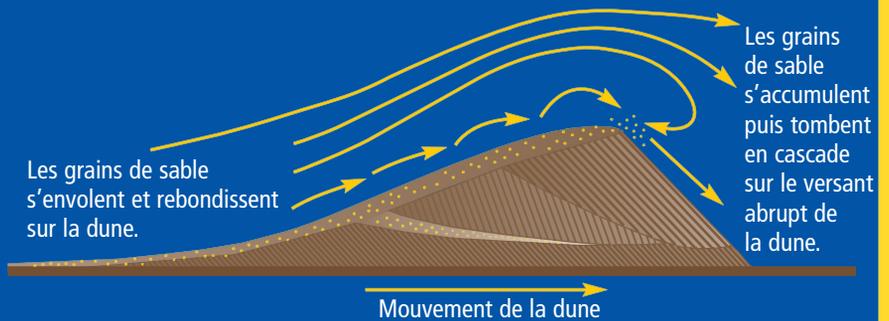
1. Compare la texture du sable, du gravier et de l'argile.
  - a) Lequel des échantillons a la texture la plus graveleuse ?
  - b) Lequel a la texture la plus collante ?
  - c) Compare ton échantillon de terre à ces échantillons. Auquel ressemble-t-il le plus, en ce qui concerne sa texture ?
2. a) Compare l'écoulement de l'eau dans le mélange de sable, de gravier et d'argile. Dans quel échantillon l'eau s'écoule-t-elle le plus vite ? Et le plus lentement ?
  - b) Compare la vitesse d'écoulement de l'eau dans ce mélange avec celle des autres échantillons.
  - c) Auquel des échantillons ton échantillon de terre ressemble-t-il le plus, en ce qui concerne l'écoulement de l'eau ?

### Conclusion et mise en pratique

1. De quelle façon l'ajout de gravier et de sable influence-t-il la vitesse d'écoulement de l'eau dans l'argile ?
2. Que ferais-tu pour accélérer l'écoulement dans la terre ? Pour le ralentir ? Pourquoi est-ce utile de le savoir ?
3. a) Décris trois caractéristiques de la terre.
  - b) Quelle caractéristique, selon toi, influence le plus la vitesse d'écoulement de l'eau dans la terre ?
4. Classe les échantillons de sable, de gravier et d'argile selon la taille de leurs particules, en commençant par celui ayant les plus petites particules.
5. Quel est le meilleur type de terre pour faire pousser des légumes dans le jardin ? Pourquoi ?



**L**es grains de sable du désert qui s'envolent dans le vent s'accumulent pour former des dunes. Une dune se forme parfois quand le vent dépose les grains de sable à l'abri derrière un obstacle, comme un affleurement rocheux. La dune grossit à mesure que le sable s'accumule. Comme on le voit dans le schéma, à droite, les dunes sont toujours en mouvement, sous l'action graduelle du vent.



▲ Les dunes sont en mouvement, puisque le vent emporte les grains de sable vers le haut de la pente pour les déposer sur le dessus, d'où ils dégringolent sur le versant abrupt. Ainsi, graduellement, la dune avance dans le sens du vent à mesure que le sable s'envole d'un côté pour s'accumuler sur l'autre.



▲ Les dunes se composent de sédiments érodés des roches de la région. Bien que beaucoup d'entre elles soient formées de quartz et de feldspath, les dunes d'un blanc éclatant du parc national White Sands, au Nouveau-Mexique, sont formées de gypse.



▲ Les humains qui vivent à la frontière entre les terres habitables et le désert peuvent voir le désert avancer. Sur la photo, des villageois de Mauritanie, en Afrique du Nord-ouest, pelletent tous les jours le sable qui se dépose sur le terrain de l'école.



◀ Les dunes, à gauche, sont des dunes côtières de la région de la Laguna Madre, au sud du Texas, dans le golfe du Mexique. Remarque la végétation qui sert d'obstacle à l'accumulation du sable.

(en haut, à gauche) Stephen J. Krasemann/Photo Researchers, (en haut, à droite) Steve McCurry, (en bas) Wyman P. Meinzer, (arrière-plan) Breck P. Kent/Earth Scenes

# Vérifie ce que tu as compris

## Des concepts à retenir

1. Quelles sont les principales composantes de la terre ?
2. À quoi sert l'humus dans la terre ?
3. a) Fais un schéma pour illustrer le profil du sol.  
b) Nomme chaque couche.  
c) Décris ce qui se passe dans chaque couche.
4. Quels sont les cinq principaux facteurs qui déterminent la formation du sol ?
5. Classe les sédiments suivants en ordre, selon la taille des particules (des plus petites aux plus grandes) : argile, gravier, sable.
6. Quelle est la différence entre la porosité et la perméabilité ?
7. a) Quels sont les trois types élémentaires de terre ?  
b) Décris les caractéristiques de base de chaque type.

## Des concepts clés à comprendre

8. La quantité de roche désagrégée change à mesure qu'on s'enfonce dans le sol. Explique pourquoi.
9. Le lessivage est-il un phénomène utile ou nuisible à la formation du sol ? Explique ta réponse.
10. a) Quelles sortes d'organismes vivent dans le sol ?  
b) Quel est leur rôle ?
11. Tu as un échantillon de terre grasse, collante quand elle est mouillée, et qui laisse difficilement l'eau s'écouler.  
a) Quel est le type de particules qui compose cette terre, selon toi ?  
b) Comment pourrais-tu en faire une terre fertile pour le jardinage ?

12. En quoi le profil du sol d'une forêt tropicale humide est-il différent du profil du sol d'un désert ?
13. Donne trois exemples pour expliquer que le type de sol détermine le type de végétation qui s'y trouve.
14. Pourquoi, selon toi, y a-t-il peu de terres agricoles à Terre-Neuve-et-Labrador ?
15. Reproduis et complète le tableau suivant dans ton cahier de notes. Coche la case appropriée dans chaque colonne pour indiquer le facteur qui influence la formation du sol.

Facteur	Météorologique	Géologique	Biologique	Chimique
a) Action de l'acide				
b) Glaciers				
c) Gravité				
d) Végétation				
e) Pluie				
f) Vent				

## Pause réflexion

Imagine une méthode pour changer la perméabilité d'un échantillon de terre. Conçois une expérience pour tester ton hypothèse. Quelle sera la variable indépendante et la variable dépendante ? Quels seront les facteurs à considérer ?

## 12.3 La gestion durable des sols fertiles

### Mots clés

compostage  
culture sans labour  
désertification  
fertilisant  
prolifération d'algues

Un sol sain, fertile et riche en substances nutritives est nécessaire à la santé des plantes et des animaux. Mais la santé du sol est fragile. Le sol peut facilement disparaître à cause de l'érosion, ce qui entraîne la désertification. Les méthodes agricoles actuelles peuvent réduire la productivité et avoir un impact sur les écosystèmes. Les pratiques agricoles écologiques visent à empêcher l'érosion du sol. Le compostage est une méthode pour produire de l'humus. Pour préserver les forêts, on peut, notamment, recouvrir le sol et planter des arbres.

Le sol (ou la terre) est un système naturel fascinant qui abrite des milliards de résidants à chaque mètre cube. Si le sol disparaissait, ou perdait sa fertilité, ce serait désastreux. S'il n'y avait pas de terre végétale saine, la vie sur notre planète serait menacée.

Il faut à la Terre des centaines d'années pour former quelques centimètres de sol, mais il suffit de peu de temps pour qu'il disparaisse à cause de l'érosion. Dans les années 1930, les agriculteurs canadiens et américains ont eu une bonne leçon et ils ont compris l'importance de préserver la terre végétale. Durant des années, ils avaient surexploité leurs champs sans remplacer les substances nutritives perdues: l'humus a disparu, ce qui a empêché le sol de conserver son humidité et l'a rendu vulnérable aux périodes de sécheresse. Le sol s'est asséché et s'est transformé en poussière emportée par le vent, comme on le voit à la figure 12.17.

### Le savais-tu ?

La santé des animaux, incluant les humains, est directement liée à la santé du sol.



Figure 12.17 Un sol découvert peut partir au vent.

La disparition de la terre végétale par l'érosion a-t-elle des conséquences si graves ? Dans cette activité, tu utiliseras la simulation pour représenter la quantité de terre végétale sur la Terre.

### Consignes de sécurité



- Pour ne pas te couper, manipule le couteau avec prudence.
- Il ne faut rien manger dans le laboratoire.

### Matériel

- une planche à découper
- un couteau
- une pomme

### Ce que tu dois faire

1. Coupe la pomme en quatre quartiers.
2. Mets de côté trois de ces quartiers et coupe le quatrième en deux, dans le sens de la longueur (chacun des morceaux est le 1/8 de la pomme).
3. Mets de côté l'un des morceaux de 1/8 et coupe l'autre en quatre (chacun de ces morceaux est le 1/32 de la pomme).



4. Mets de côté trois morceaux de 1/32 de la pomme et épiluche le dernier morceau.
5. Voici les proportions des morceaux :
  - Les trois quarts de pomme représentent la partie de la Terre recouverte d'océans.
  - Le morceau de 1/8 de pomme représente les endroits où les humains ne peuvent pas vivre.
  - Les trois morceaux de 1/32 de pomme représentent les terres impropres à l'agriculture.
  - La pelure du dernier morceau représente la couche de terre végétale nécessaire à la vie.

### Qu'as-tu découvert ?

1. Imagine qu'une certaine culture, qui pousse seulement dans certaines régions, souffre de la disparition de la terre végétale.
  - a) Quel pourrait être le résultat sur l'approvisionnement en cette nourriture ?
  - b) Quel pourrait être l'impact sur les autres espèces ?
2. La perte de nourriture mise à part, quels peuvent être les autres effets à long terme de la disparition de la terre végétale ?

## La désertification

Le sol est une ressource importante, au Canada comme partout dans le monde. Quand on récolte ce qui a poussé, le sol est exposé à l'action directe de la pluie et du vent. La terre végétale, qui contient l'humus, peut s'éroder et partir au vent. De plus, l'absence de végétation ralentit, et parfois même interrompt, la formation du sol, parce qu'il n'y a plus de production d'humus. Quand on retire la végétation naturelle d'une terre qui reçoit peu de pluie, elle ne repousse pas. Il peut ainsi en résulter la destruction d'un écosystème naturel, ce qui peut mener à la formation d'un désert. La **désertification** est la formation de terre stérile à la suite de l'érosion de la terre fertile. C'est un phénomène qui se produit régulièrement dans le monde.



Lien

Internet

La désertification se produit au Canada, comme ailleurs dans le monde. Renseigne-toi sur la désertification au Canada. Commence ta recherche à l'adresse indiquée ci-dessous et suis les étapes.  
[www.cheneliere.ca](http://www.cheneliere.ca)



**Figure 12.18** Voilà de la terre végétale exposée à l'érosion par l'eau et le vent.

## L'agriculture, la disparition des sols et l'environnement

Les méthodes agricoles actuelles permettent de nourrir des milliards de personnes sur Terre. Par contre, elles contribuent aussi à la destruction de l'environnement qui est nécessaire à l'agriculture à grande échelle. Les grosses machines pour labourer tracent de longs sillons (voir la figure 12.18), ce qui expose la terre végétale à l'érosion par l'eau. Et pour agrandir les champs, il faut parfois couper les arbres qui servent de coupe-vent, ce qui expose davantage la terre végétale à l'érosion par le vent. Très souvent, on a asséché les marais et labouré les champs tout au bord des rivières et des ruisseaux. De cette manière, différentes espèces animales peuvent disparaître. De plus, ces grosses machines agricoles fonctionnent grâce aux combustibles fossiles, ce qui pollue l'air.

Quand on cultive la terre pour faire pousser de la nourriture, on enlève la végétation qui s'y trouvait. Comme il n'y a plus de plantes pour l'absorber, l'eau pénètre dans la terre. L'irrigation ajoute de l'eau dans le sol, augmentant le volume d'eau souterraine. L'eau souterraine en surplus va lessiver les minéraux (les sels) du sol. Finalement, quand l'eau s'évapore, il reste les sels. Chaque année, les sels s'accumulent dans le sol, et ainsi le sol devient de moins en moins propice à la culture. Dans certaines régions, il n'est plus possible de cultiver quoi que ce soit (voir la figure 12.19).

**Figure 12.19** Une croûte blanche sur le sol indique qu'il y a trop de sel dans la terre. Deux causes possibles : trop peu de végétation ou trop d'eau.



### Suggestion d'activité

Activité d'exploration 12-3C,  
à la page 439

## L'enrichissement du sol

Tout comme toi, le sol a besoin de minéraux pour survivre et pour demeurer en santé. Les plantes saines et en pleine croissance ont grand besoin de ces trois substances nutritives : l'azote (N), le phosphore (P) et le potassium (K). Les différentes parties des végétaux ont besoin de différentes quantités de chacune de ces substances nutritives. Par exemple, l'azote aide à donner aux feuilles leur couleur verte. Le phosphore est nécessaire à la croissance des racines et aux semis. Le potassium stimule la production de fleurs et de fruits. Les agriculteurs doivent trouver des méthodes pour remplacer les minéraux consommés par leurs cultures.

Il y a une bonne méthode pour préserver ou retourner les minéraux dans le sol : la rotation des cultures. Les agriculteurs font pousser des cultures différentes dans leurs champs chaque année. Ainsi, les minéraux consommés par une culture sont remplacés l'année suivante par une culture différente (voir la figure 12.20). Par exemple, une culture de soja peut remplacer l'azote utilisé l'année précédente par une culture de maïs.



**Figure 12.20** De nombreux agriculteurs utilisent les fourrages (légumes et céréales) pour la rotation des cultures afin d'ajouter de la matière organique dans le sol et de fournir une protection contre l'érosion par le vent et l'eau.

## Les fertilisants

Utiliser des fertilisants constitue la méthode la plus courante pour enrichir le sol. Les **fertilisants** sont des substances qui procurent des éléments nutritifs aux plantes. Les fertilisants organiques sont faits de restants et de déchets animaux et végétaux. Les fertilisants inorganiques sont faits d'éléments essentiels et de minéraux. Parmi les fertilisants, il y a le compost, le fumier et des fertilisants chimiques naturels ou synthétiques.

- Le **compostage** est la dégradation des végétaux (décomposition). On empile de la matière organique (feuilles sèches, fumier, pelures de légumes) et, dans les bonnes conditions, cet amas formera de l'humus. Il est possible de faire du compostage à la maison avec les restants de nourriture et les débris d'herbe (voir la figure 12.21).
- On utilise souvent le fumier du bétail pour produire de la matière organique, pour améliorer la structure de la terre, pour ajouter des substances nutritives et pour augmenter l'activité biologique dans le sol. Les agriculteurs engraisent la terre avec du fumier et de la paille depuis des siècles. Le fumier des herbivores (les animaux qui mangent des plantes), comme les vaches, les moutons, les chèvres et les chevaux, contient beaucoup d'azote.
- Les fertilisants chimiques sont parfois naturels, parfois synthétiques (faits par l'homme). Parmi les fertilisants chimiques, il y a la matière organique des animaux et végétaux décomposés (farine d'os, émulsion de poisson, varech). Il y a aussi les minéraux de la croûte terrestre, comme la cendre volcanique et la poussière de pierre (basalte, granite et autres, concassés).



**Figure 12.21** Un composteur

## Le savais-tu ?

C'est probablement le ruissellement de fertilisants qui a provoqué la contamination des réserves d'eau par la bactérie E-coli à Walkerton (Ontario) en 2000. Des centaines de personnes ont été malades et, en quelques jours, sept sont mortes après avoir bu cette eau.

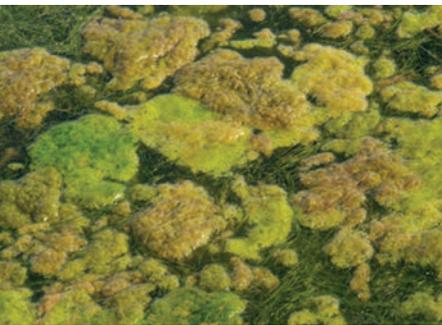


Figure 12.22 La prolifération d'algues provoquée par le ruissellement des fertilisants utilisés dans les champs réduit la quantité d'oxygène dans l'eau.

## Les effets de l'utilisation des fertilisants

Utiliser des fertilisants a des effets positifs, mais aussi négatifs. L'effet positif *désiré* est la stimulation de la croissance des plantes, ce qui réduit l'érosion et augmente la production de nourriture et de cultures plus saines.

L'effet négatif *indésiré* est la pollution à cause du ruissellement. Quand le phosphate des fertilisants ruisselle jusqu'aux cours d'eau avoisinants, il peut y avoir dans l'eau **prolifération d'algues**, ce qui signifie une augmentation marquée de la quantité d'algues dans l'eau. La prolifération d'algues réduit la quantité d'oxygène dissous dans l'eau, ce qui nuit aux poissons et aux autres organismes aquatiques (voir la figure 12.22).

Les produits de l'azote et des autres substances contenues dans les fertilisants et le fumier, ainsi que les pesticides et herbicides chimiques, se dissolvent dans l'eau et se retrouvent dans les ruisseaux, les rivières et dans les réseaux d'eau souterraine. Résultat : l'eau que boivent les humains est polluée. Comment les agriculteurs peuvent-ils réduire le plus possible ces impacts négatifs ?

### Vérifie ta lecture

1. Qu'est-ce que la désertification ?
2. Nomme trois types de substances nutritives pour les végétaux.
3. Quel est l'effet positif désiré de l'utilisation de fertilisants ?
4. Quel est l'effet négatif indésiré de l'utilisation de fertilisants ?

## L'agriculture aux nouvelles

12-3B

## Réfléchis bien

Dans cette activité, tu cherteras des enjeux actuels reliés à l'agriculture.

### Ce que tu dois faire

1. Cherche des nouvelles récentes reliées aux enjeux de l'agriculture dans ta région. Tu peux chercher dans les journaux locaux, dans les magazines ou dans Internet. Tu peux aussi parler avec des agriculteurs et des jardiniers de ta région.
2. Affiche les nouvelles que tu as trouvées, ou des résumés de tes discussions avec des spécialistes, sur un babillard.



### Qu'as-tu découvert ?

1. Lis les nouvelles que tes camarades de classe ont trouvées, puis réponds aux questions suivantes :
  - a) Quels enjeux semblent être les plus importants dans les médias ?
  - b) Pourquoi sont-ils importants, selon toi ?

## Les pratiques agricoles écologiques

La plupart des agriculteurs tentent d'éviter l'érosion du sol et de réduire le plus possible l'impact de l'agriculture sur l'environnement. On peut résoudre beaucoup de problèmes liés à l'utilisation du sol, y compris la désertification, en ayant recours à des pratiques agricoles écologiques. Une approche *écologique* prend en considération la relation des êtres vivants entre eux et avec l'environnement. Voici quelques pratiques agricoles écologiques.

### Suggestion d'activités

Activité d'exploration 12-3D,  
à la page 439  
Réalise une expérience 12-3E,  
à la page 440

### Réduire la dépendance aux fertilisants chimiques

Les engrais (fertilisants) chimiques peuvent nuire aux micro-organismes du sol, ou même les détruire, alors qu'ils sont nécessaires à une croissance saine des cultures. Une gestion écologique du sol vise à favoriser tous les éléments de son écosystème.

### Réduire le ruissellement

On peut empêcher l'érosion du sol en plantant une couverture végétale à la surface pour ralentir le ruissellement de l'eau. Le sol a alors plus de temps pour absorber l'eau. Quand le sol s'imbibe davantage d'eau, il y a moins d'eau à la surface et, donc, moins d'érosion. Il y aura aussi moins d'eau qui descendra jusqu'aux eaux souterraines, ce qui donne des sols trop salés. Une couverture végétale protège aussi le sol contre le vent. Même couvrir un sol dénudé avec des plantes en décomposition aide à maintenir les particules de sol en place. Dans les régions sèches, au lieu de labourer la végétation naturelle dans le sol pour planter des cultures, les agriculteurs font paître les animaux, qui se nourrissent de la végétation naturelle. Une bonne gestion du pâturage permet de protéger la végétation et de réduire l'érosion.

### Cultiver sans labourer

Certains agriculteurs labourent leurs champs deux ou trois fois par année, ce qui, chaque fois, expose la terre végétale à l'érosion par le vent. Durant les dernières années, beaucoup d'entre eux ont adopté la méthode de la culture sans labour. Avec la **culture sans labour**, les tiges des plantes sont laissées dans les champs (voir la figure 12.23). Lors des plantations suivantes, les agriculteurs utilisent des semoirs à grains pour semer directement dans les restes de la récolte précédente, sans travailler le sol.

**Figure 12.23** Grâce à la culture sans labour, il y a une couverture végétale toute l'année sur le sol. Ainsi, il y a moins d'érosion.



## Planter des arbres coupe-vent

Les agriculteurs plantent des coupe-vent (des rangées d'arbres) aux limites de leurs champs (voir la figure 12.24). Les coupe-vent réduisent les impacts du vent sur les cultures, retiennent la neige pour augmenter l'humidité du sol et servent d'habitat à certains animaux.

**Figure 12.24** Des rangées d'arbres permettent de réduire l'érosion du sol et les dégâts causés par le vent.



## À la rescousse du sol des forêts

La foresterie a aussi un impact sur le sol. Quand on coupe et qu'on enlève des arbres d'une partie de la forêt, le vent et l'eau peuvent éroder le sol. Pour réduire les dégâts, on laisse sur place certains arbres et des débris (par exemple, des bûches et des souches). En se décomposant, les débris ajoutent de la matière organique dans le sol. Aussi, on replante de nouveaux arbres là où il y a eu une coupe (voir la figure 12.25). De plus, on laisse des arbres et des arbustes le long des ruisseaux pour réduire le plus possible la perte de terre.



**Figure 12.25** Les méthodes pour réduire l'érosion provoquée par la foresterie servent à ralentir le ruissellement des eaux et l'érosion du sol.

## Sur le Web

Quelles sont les autres pratiques agricoles qui tentent de réduire l'érosion et de protéger la précieuse terre végétale? Pour le savoir, commence ta recherche à l'adresse indiquée ci-dessous et suis les étapes.

[www.cheneliere.ca](http://www.cheneliere.ca)

## Vérifie ta lecture

1. Que signifie l'adjectif « écologique » ?
2. Nomme quatre pratiques agricoles écologiques ?
3. Pourquoi laisse-t-on des arbres et des arbustes près des ruisseaux dans les pratiques de conservation forestière ?

Dans cette activité, tu découvriras l'effet de la matière organique sur l'humidité.

### Consignes de sécurité



### Matériel

- trois moules à cuisson en métal
- de la terre à jardin ou du terreau
- de la matière organique, comme des copeaux de bois, des débris d'herbe ou des feuilles
- de l'eau
- un ventilateur (facultatif)
- une lampe horticole ou une lampe à rayons infrarouges (facultatif)
- du papier essuie-tout
- un instrument de mesure de l'humidité du sol (facultatif)

### Ce que tu dois faire

1. Verse la même quantité de terre dans chaque moule.

2. Recouvre la terre de l'un des moules avec de la matière organique. Mélange la même quantité de matière organique avec la terre du second moule. N'ajoute pas de matière organique dans le troisième moule.
3. Humecte la terre des trois moules avec la même quantité d'eau. Attention de ne pas saturer la terre.
4. Laisse reposer les moules dans un endroit chaud, sous une lampe horticole ou à rayons infrarouges, ou dépose-les devant un ventilateur.
5. Après quelques heures, presse une feuille de papier essuie-tout sur la terre de chaque moule. Compare la quantité d'humidité sur chaque papier. Tu pourrais aussi utiliser un instrument de mesure de l'humidité du sol.

### Qu'as-tu découvert ?

1. Dans quel moule la terre est-elle le plus humide ?
2. De quelle manière la matière organique, sur ou dans la terre, a-t-elle influencé la quantité d'humidité ?
3. De quelle autre façon pourrais-tu mesurer l'humidité de la terre ?

## La composition des fertilisants

L'étiquette d'un contenant de fertilisant montre habituellement trois nombres qui indiquent le pourcentage de chacune des trois substances nutritives de base : l'azote, le phosphore et le potassium. Par exemple, un sac d'engrais sur lequel on peut lire 12-14-18 contient 12 % d'azote, 14 % de phosphore et 18 % de potassium. Dans cette activité, tu chercheras de quoi sont composés les fertilisants.

### Ce que tu dois faire

Rends-toi dans un magasin où on vend des articles de jardinage ou dans une pépinière, ou parle avec quelqu'un qui connaît bien le jardinage. Trouve les réponses aux questions suivantes :



- Quelle est la composition des fertilisants qui sont offerts dans ta région ?

- À quoi sert chacun d'eux ?
- Quel est le fertilisant le plus utilisé ?
- Quelles formes de fertilisants sont populaires et comment les utilise-t-on ?

### Qu'as-tu découvert ?

1. Organise tes découvertes dans un tableau pour une présentation en classe.
2. a) Quelle quantité de fertilisant doit-on donner à une plante ?  
b) Peut-on donner trop de fertilisant à une plante ?  
c) Récris les questions a) et b) en les formulant comme des hypothèses à vérifier.

# Un dîner en décomposition

## Vérifie tes habiletés

- Examiner – observer
- Classifier
- Contrôler des variables
- Évaluer l'information

## Consignes de sécurité



- Il ne faut rien manger dans le laboratoire.

## Matériel

- quatre pots en plastique identiques avec des trous dans le fond
- des soucoupes à mettre sous les pots
- des morceaux de moustiquaire ou de quelque chose de similaire
- une loupe
- de petites roches
- des étiquettes pour les pots
- de la terre à jardin (non stérilisée)
- de l'eau
- environ 250 mL de 2 articles de la liste A et de 2 articles de la liste B

Liste A : pelures de banane, feuilles de chou, débris d'herbe, pelures de pommes de terre, pelures de carottes, coquilles d'œufs.

Liste B : papier d'aluminium, petits morceaux de plastique, papier ciré déchiqueté, papier déchiqueté.

Imagine que tu fais à manger chez toi. Tu pèles les pommes de terre, tu coupes la laitue et tu casses un œuf. Chacune de ces actions produit des restes à jeter à la poubelle. Ces restes ne sont pas nécessairement des déchets. Dans certains cas, on peut en faire du compost. Quand on fait du compost, les restes de cuisine se décomposent pour libérer les substances nutritives. On peut ensuite récupérer le compost pour en faire de l'engrais pour le jardin. Dans cette activité, tu exploreras le processus du compostage.

## Question

Quels sont les types de produits qui se décomposent ?

## Marche à suivre

### Partie 1

1. Avant de commencer, formule une hypothèse concernant les types de produits qui se décomposent. Choisis quatre produits à tester : deux de la liste A et deux de la liste B. En fonction de ton hypothèse, prédis le résultat du compostage pour chacun des produits.
2. Place une soucoupe sous chaque pot.
  - a) Dépose quelques petites roches sur les trous dans chaque pot.
  - b) Verse de la terre à jardin dans chaque pot (jusqu'à la moitié).
3. Dépose un produit par pot. Colle une étiquette sur chaque pot pour indiquer le produit qu'il contient.
  - a) Recouvre les quatre produits d'une quantité égale de terre.
  - b) Évalue la quantité d'eau que tu pourrais verser dans chaque pot pour qu'il puisse s'en écouler un peu dans les soucoupes. Verse une quantité égale dans chaque pot. Si l'eau ne s'écoule pas, verses-en encore un peu, jusqu'à ce qu'elle commence à s'écouler.
  - c) Pose un morceau de moustiquaire sur chacun des pots.
  - d) Range les pots à l'abri. Arrose un peu après quelques jours. Assure-toi de toujours verser la même quantité d'eau dans chaque pot.



**Partie 2**

- Après une semaine, enlève la moitié de la terre. Assure-toi que le dessous est humide. À l'aide d'une loupe, observe l'état de décomposition du produit. Note tes observations.
- Remplace la terre et continue d'observer l'état de la décomposition de tes produits chaque semaine, jusqu'à ce que tu remarques une différence.
- Nettoie ton espace de travail selon les instructions de ton enseignante ou de ton enseignant. Lave bien tes mains à la fin de chaque partie de l'expérience.

**Analyse**

- Quel produit s'est décomposé le plus rapidement ?
  - Pourquoi, selon toi, ce type de produit se décompose-t-il rapidement ?
- Quel produit s'est décomposé le plus lentement ?
  - Pourquoi, selon toi, ce type de produit se décompose-t-il lentement ?
- Quel produit ne s'est pas décomposé durant l'expérience ?
  - Pourquoi, selon toi, ce type de produit ne s'est-il pas décomposé ?
- Tes résultats concordent-ils avec ton hypothèse ? Explique ta réponse.

**Conclusion et mise en pratique**

- Qu'est-ce qui pourrait accélérer la décomposition des produits qui se sont décomposés lentement ?
  - Conçois une expérience pour le vérifier.



Les vers de terre sont très importants dans le processus de compostage pour créer une terre fertile. En creusant dans la terre, ils créent des canaux qui font circuler l'air et l'eau. Ils déplacent la matière organique dans leurs tunnels, où ils la digèrent en partie et la mélangent à des particules minérales pour former de l'humus.

## Pour en finir avec la désertification

La désertification est un problème mondial qui menace actuellement près de 30 % de la surface terrestre. Les Nations Unies ont déclaré l'année 2006 année internationale des déserts et de la désertification. Ce n'était certainement pas pour célébrer les déserts ! C'était plutôt pour signaler le grave problème que constitue la désertification dans le monde entier, et pour dire qu'on peut faire quelque chose. Il y a plus de 110 pays dans le monde, dont le Canada, qui sont en partie menacés par la désertification.

Le terme « désertification » désigne la transformation des terres par les humains ou par des agents climatiques. Les grands responsables sont la surexploitation agricole, le surpâturage par le bétail, la déforestation et les mauvaises pratiques d'irrigation. Toutes ces activités humaines mènent un jour ou l'autre à l'érosion de la terre végétale, ce qui rend la terre stérile.

Chaque année, la Terre perd 24 milliards de tonnes de terre végétale. Au Canada, dans les années 1930, on a mis sur pied des projets pour contrer la désertification, et ils sont toujours actifs. Il y a notamment la plantation de coupe-vent et la création de pâturages collectifs. Le Canada est actif à l'échelle mondiale en soutenant les pays qui tentent d'assainir la terre et d'empêcher la désertification.

Que font les habitants des autres pays pour lutter contre ce problème ? Dans beaucoup de pays, les agriculteurs utilisent différents produits pour construire des terrasses à plusieurs étages sur la terre afin de la protéger contre l'érosion. Au Burkina Faso, en Afrique, les agriculteurs utilisent des pierres pour construire des terrasses. En Thaïlande et aux Philippines, ils plantent de grandes haies de vétiver. En Amérique du Sud et en Afrique, des méthodes

agricoles comme la culture sans labour permettent de maintenir le sol humide et fertile.

Planter des arbres aide aussi à combattre la désertification. Dans la vallée de Majjia, au Niger, les agriculteurs plantent des arbres pour couper le vent afin d'éviter l'érosion par le vent. Planter des arbres aide aussi à consolider le sol et ses substances nutritives. Dans la région du Sahel, en Afrique du Nord, des arbres sont plantés dans les champs et les pâturages pour fournir de l'ombre, de l'humidité et des substances nutritives au sol.

Parmi les projets pour combattre la désertification, il y en a de petits qui regroupent quelques agriculteurs, et il y en a de grands, comme le Projet de la grande muraille verte, en Chine, qu'on nomme ainsi en référence à la Grande Muraille. Le gouvernement chinois envisage de planter une série d'arbres coupe-vent sur une distance de 4480 km, dans le nord-ouest du pays, à la frontière du désert de Gobi. Une fois terminée, autour de 2074, la « grande muraille verte » sera plus longue encore que la Grande Muraille elle-même !



Au Niger, en Afrique occidentale, une jeune fille aide à repiquer des plantes qui résistent à la sécheresse afin de protéger la terre végétale.

### Questions

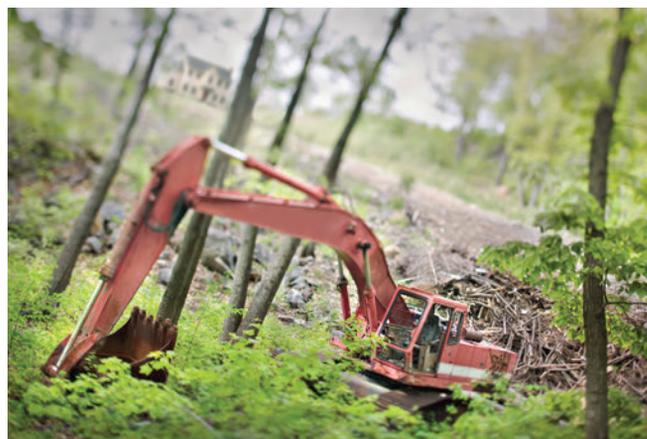
1. Comment les humains causent-ils la désertification ?
2. Pourquoi la désertification est-elle un problème important ?
3. En quoi le fait de planter des arbres aide-t-il à combattre la désertification ?

## Des concepts à retenir

1. Pourquoi la terre végétale est-elle précieuse ?
2. a) Qu'est-ce que la désertification ?  
b) À quel moment survient-elle ?  
c) Où survient-elle ?
3. Nomme cinq pratiques agricoles actuelles qui provoquent l'érosion du sol ou la destruction de l'environnement.
4. a) Qu'est-ce qu'un fertilisant ?  
b) Nomme trois types de fertilisants.
5. Explique le processus du compostage.
6. Dessine un schéma pour illustrer les effets négatifs indésirés des fertilisants.
7. Nomme cinq pratiques agricoles ou forestières qui contribuent à éviter l'érosion du sol et améliorent la santé du sol.

## Des concepts clés à comprendre

8. Quel est l'impact de la perte de sol sur les humains ?
9. Pourquoi choisirais-tu de ne pas utiliser de produits chimiques pour améliorer la pousse de ta pelouse ?
10. Pourquoi est-il important de limiter le ruissellement sur les terres agricoles ?
11. Quels sont les avantages de l'utilisation réduite de fertilisants chimiques ?
12. À l'aide d'un dessin, explique le processus de la culture sans labour. Dessine aussi des coupe-vent. Nomme les éléments de ton dessin.
13. a) On rase parfois des parties de forêts pour construire des habitations. En quoi la situation présentée dans la photo ci-dessous contribue-t-elle à l'érosion du sol ?  
b) Comment pourrait-on réduire cette érosion ?



## Pause réflexion

« Il faut nourrir le sol, pas les arbres. » Voilà une façon d'exprimer une vision écologique de la gestion du sol. Que signifie cet énoncé ? Comment le mettrais-tu en pratique si tu faisais de l'agriculture ou du jardinage ?

### Prépare ton propre résumé

Dans ce chapitre, tu as étudié la météorisation, l'érosion et la formation du sol, et tu as compris l'importance de la terre végétale. 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 météorisation
2. L'érosion
3. La formation du sol
4. La disparition du sol
5. L'enrichissement du sol

### Des concepts à retenir

1. De quelle manière les animaux qui creusent dans le sol contribuent-ils à la désagrégation des roches ?
2. D'où viennent les acides de l'altération chimique ?
3. Quel climat est le plus propice à l'altération chimique ? Pourquoi ?
4. Quel est le principal agent d'érosion sur notre planète ?
5. Explique la différence entre :
  - a) la météorisation et l'érosion,
  - b) l'érosion et le dépôt.
6. a) Nomme trois agents d'érosion.  
b) Décris un effet provoqué par chacun de ces agents.
7. a) Qu'est-ce que l'humus ?  
b) Pourquoi l'humus est-il important à la formation du sol ?
8. Explique ce qui se passe dans chacune des trois couches du profil.

9. a) Qu'est-ce que la porosité ?  
b) Qu'est-ce que la perméabilité ?  
c) Quel est le lien entre la porosité, la perméabilité et les types de sol ?
10. a) Quels sont les trois principaux types de terre ?  
b) Quelle est leur différence sur le plan de la texture ?
11. Nomme deux problèmes que cause la trop grande utilisation de fertilisants chimiques.

### Des concepts clés à comprendre

12. a) En quoi la météorisation et l'érosion sont-elles néfastes à la vie sur Terre ?  
b) En quoi la météorisation et l'érosion sont-elles bénéfiques à la vie sur Terre ?
13. De quelles manières les humains provoquent-ils l'érosion ? Fais une liste des activités humaines qui causent l'érosion du sol et donne des pistes de solution pour la prévenir.
14. La formation rocheuse sur la photo s'appelle un éperon d'érosion marine.
  - a) Qu'est-ce qui a sculpté ainsi l'éperon ?
  - b) Fais un dessin de l'aspect de ce massif rocheux il y a des milliers d'années.
  - c) Fais un dessin de l'aspect de ce massif rocheux dans des milliers d'années.



15. Donne un exemple d'action entreprise dans ta communauté pour combattre l'un des changements environnementaux présentés dans ce chapitre.
16. a) Explique la différence entre un sol qui se forme dans une prairie et un sol qui se forme en pleine forêt.  
b) Pourquoi se forment-ils différemment ?



17. Imagine que tu fais depuis longtemps de l'agriculture de grande production. Tu penses faire l'acquisition d'un lopin de terre et tu veux vérifier l'état du sol. Réponds aux questions suivantes :
- a) Comment pourrais-tu vérifier sa teneur en matière organique ?  
b) Pourquoi te préoccuperais-tu de la matière organique ?  
c) S'il y a peu de matière organique, comment pourrais-tu corriger la situation ?
18. a) Comment les pratiques agricoles peuvent-elles endommager le sol ? Explique ta réponse.  
b) Pourquoi les agriculteurs ont-ils intérêt à entreprendre des démarches pour réduire l'impact des grandes cultures sur l'environnement ? Donne des exemples concrets.
19. Comment peut-on ralentir l'érosion ? Donne des pistes de solution pour chacun des terrains suivants : une pente abrupte, une plaine, le rivage de l'océan.

### ***Pause réflexion***

Les sédiments de roche désagrégée et érodée sont nécessaires à la formation du sol. Peut-il y avoir trop de sédiments dans un lieu donné ? Explique ta réponse en donnant des exemples.

## 10 La croûte terrestre est faite de roches et de minéraux

- Un minéral est une substance solide, inorganique, pure et naturelle, comme le quartz, l'hématite, le mica et la magnétite. (10.1)
- On peut identifier un minéral en examinant ses propriétés, comme sa trace, sa couleur, sa dureté, son éclat, son clivage et sa fracture. L'éclat peut être mat, vitreux ou métallique. On utilise l'échelle de dureté de Mohs pour classer la dureté des minéraux. (10.1)
- Une roche est composée d'au moins deux minéraux. On peut regrouper les roches en trois familles, selon leur formation : les roches ignées, sédimentaires et métamorphiques. (10.2)
- Les roches ignées sont formées par le refroidissement du magma sous la surface de la Terre (intrusives) ou par le refroidissement de la lave à la surface de la Terre (extrusives). (10.2)
- Les roches sédimentaires sont formées de sédiments de roches, de minéraux, de plantes et d'animaux en décomposition. Elles se forment sous l'action de la compaction et de la cimentation. (10.2)
- Les roches métamorphiques sont formées quand une roche change de famille sous l'action de la chaleur, de la pression ou de fluides très chauds. (10.2)
- Dans le cycle incessant des roches, la chaleur, le froid, l'usure et la pression transforment continuellement les roches. (10.3)
- On utilise les roches et les minéraux pour divers usages. On trouve beaucoup de gisements à Terre-Neuve-et-Labrador. (10.3)

## 11 La croûte terrestre est en constant changement

- La Terre est composée de quatre couches : la croûte, le manteau, le noyau externe et le noyau interne. (11.1)
- Il y a des signes, comme la forme des continents, les fossiles, les roches et les changements climatiques, qui indiquent que la croûte terrestre est fragmentée. On peut voir des signes similaires en ce qui concerne le plancher océanique, grâce à des sonars, des magnétomètres et des forages océaniques à grande profondeur. (11.1)
- La théorie de la tectonique des plaques a remplacé la théorie de la dérive des continents. Selon cette théorie, les courants de convection dans le manteau terrestre sont sans doute la cause du déplacement de la croûte terrestre. (11.1)
- Les tremblements de terre surviennent dans les régions où les plaques s'entrechoquent, se séparent ou glissent les unes contre les autres. (11.2)
- La rencontre de plaques à des frontières convergentes peut donner naissance aux montagnes. Quand une plaque s'enfonce sous une autre, il y a fusion, ce qui forme des volcans et des chaînes de montagnes. (11.3)
- L'échelle des temps géologiques divise l'histoire de la Terre en époques, selon l'apparition des formes de vie. (11.3)

## 12 La terre est la composante vivante de la croûte terrestre

- La météorisation, l'érosion et le dépôt participent au morcellement des roches et au déplacement des sédiments. (12.1)
- La combinaison de minéraux érodés, de matière organique comme les plantes et les animaux en décomposition (humus), d'eau et d'air forme le sol, qui fait vivre les végétaux. (12.2)
- La taille des particules de roches détermine si une terre est sableuse, graveleuse, argileuse ou loameuse. Il y a cinq facteurs principaux qui déterminent le type de terre : la nature de la roche mère, le climat, la végétation, le paysage et le temps. (12.2)
- La terre végétale est une ressource précieuse, mais fragile, en raison des mauvaises utilisations du sol. Il existe des pratiques agricoles et forestières écologiques qui contribuent à réduire l'érosion et à améliorer la qualité du sol. (12.3)



## Chapitre 10

- cimentation
- clivage
- compaction
- cycle des roches
- dureté
- éclat
- fracture
- lave
- lit
- magma
- minéral
- ressource
- roche
- roche extrusive
- roche ignée
- roche intrusive
- roche mère
- roche métamorphique
- roche sédimentaire
- sédiment
- trace



## Chapitre 11

- ceinture de feu
- convergence
- courant de convection
- divergence
- échelle de Richter
- échelle des temps géologiques
- écorce (croûte terrestre)
- épïcentre
- faille
- forage à grande profondeur
- fossile
- foyer
- lit rocheux
- magnétomètre
- manteau
- noyau externe
- noyau interne
- onde sismique
- Pangée
- pli
- sismographe
- sonar
- théorie de la dérive des continents
- théorie de la tectonique des plaques
- transcurrence
- tremblement de terre
- volcan
- zone de subduction



## Chapitre 12

- altération chimique
- compostage
- culture sans labour
- dépôt
- désagrégation mécanique
- désertification
- érosion
- fertilisant
- humus
- lessivage
- météorisation
- perméabilité
- porosité
- profil
- prolifération d'algues
- sol
- sol inerte
- terre végétale
- texture

## Simule des phénomènes géologiques dans ta communauté

Il y a beaucoup d'exemples de phénomènes géologiques observables dans ta communauté et dans la province de Terre-Neuve-et-Labrador. Les scientifiques et les chercheurs de partout au monde viennent dans notre province pour mieux connaître l'histoire que nos roches racontent sur l'influence du cycle des roches, le mouvement de la croûte terrestre dans le temps, les traces laissées par les fossiles et le temps géologique, et la formation des sols.

Maintenant, c'est à ton tour de découvrir la géologie de notre province. Tu peux chercher des preuves des phénomènes géologiques observables dans ta communauté, ou ailleurs dans la province, et partager tes découvertes avec tes camarades de classe. Ton enseignante ou ton enseignant pourrait attribuer un sujet à ton équipe ou vous pourriez en choisir un vous-mêmes.

### Problème

Quelles preuves des phénomènes géologiques dans ta communauté ou ailleurs dans la province pourrais-tu reconnaître ou même simuler ?

### Exigences

- Pour réaliser ta recherche, tu devrais visiter les sites et observer directement les phénomènes en question. Tu peux aussi faire des recherches à la bibliothèque et dans Internet, ou parler avec des spécialistes.
- Tu peux représenter visuellement les preuves ou les phénomènes, soit à l'aide de photos, de dessins, d'une murale, d'un modèle en trois dimensions, d'une présentation numérique ou au moyen d'un sketch ou d'une danse.

- Ta présentation devrait s'accompagner d'un résumé qui décrit le site visité, les preuves trouvées et les conclusions que vous en avez tirées.

### Marche à suivre

1. Divisez-vous en équipes. Dès que vous aurez un sujet, discutez des informations que vous avez déjà. Faites une liste de questions à poser sur votre sujet.
2. Partagez-vous les tâches pour la collecte d'informations et la préparation de la présentation. Déterminez la nature de votre présentation.
3. Faites des recherches pour répondre à vos questions et pour produire des illustrations, des photos, des décors, etc., au besoin. Vous pouvez commencer votre recherche à l'adresse indiquée ci-dessous, en suivant les étapes.  
[www.cheneliere.ca](http://www.cheneliere.ca)
4. Dressez les grandes lignes de votre présentation. Discutez des améliorations à apporter. Voyez à ce que tous participent à la discussion.
5. Créez votre présentation et exercez-vous à l'exposer devant la classe.
6. Rédigez un résumé pour accompagner votre présentation.
7. Préparez-vous à répondre aux questions de vos camarades de classe.



### Présentez vos découvertes

Faites votre présentation devant des personnes de votre classe, de votre école et de votre communauté. Répondez aux questions du public.



## Les superstars de la terre

### Introduction

Les superstars de la terre sont des élèves qui savent faire du compost. Partout au Canada, il y a des élèves dans différentes écoles qui ont découvert que composter est facile et agréable. Ils mettent sur



On ajoute des feuilles sèches au compost.

pied des programmes de compostage dans leur école et dans leur communauté, à l'intérieur comme à l'extérieur, et utilisent le compost pour embellir le terrain de l'école ou pour ajouter au potager de l'école. Toi aussi, tu peux mettre sur pied un programme de compostage dans ton école. Tout ce qu'il te faut pour commencer, c'est un peu de recherche, un espace ou un contenant pour composter, des restes de gazon, de fruits et de légumes.

### Mise en situation

Ajouter du compost à la terre est une façon efficace d'améliorer sa fertilité et la santé des plantes qui y poussent. Le compost libère ses substances nutritives graduellement, en petites doses, pendant longtemps. Il améliore la structure et la texture de la terre, ramollit les terres argileuses et aide les terres sableuses à retenir l'eau. Le compost aide aussi le sol à résister à l'érosion et aide à la croissance de racines saines.

### Renseigne-toi

Renseigne-toi pour découvrir comment les autres écoles ont mis sur pied leur programme de compostage. Dresse une liste de questions pour orienter ta recherche. En voici quelques-unes qui pourraient t'aider :



- De quelle façon le compost aide-t-il la terre ?
- Quel type de contenant ont-ils utilisé ?
- Où ont-ils placé leur composteur ?
- À quoi ressemble le compost lorsqu'il est prêt à utiliser ?
- A-t-il une odeur ?
- Combien de temps faut-il pour produire du compost ?
- Quel est le rôle de la teneur en humidité pour la décomposition de la matière organique ?

Si tu optes pour le compostage d'intérieur, voici quelques questions possibles :

- Qu'est-ce que le ver rouge du fumier ? Quelles sont les conditions nécessaires à son habitat ? Comment peut-il aider à recycler les déchets ?
- Commence ta recherche à l'adresse indiquée ci-dessous et suis les étapes.

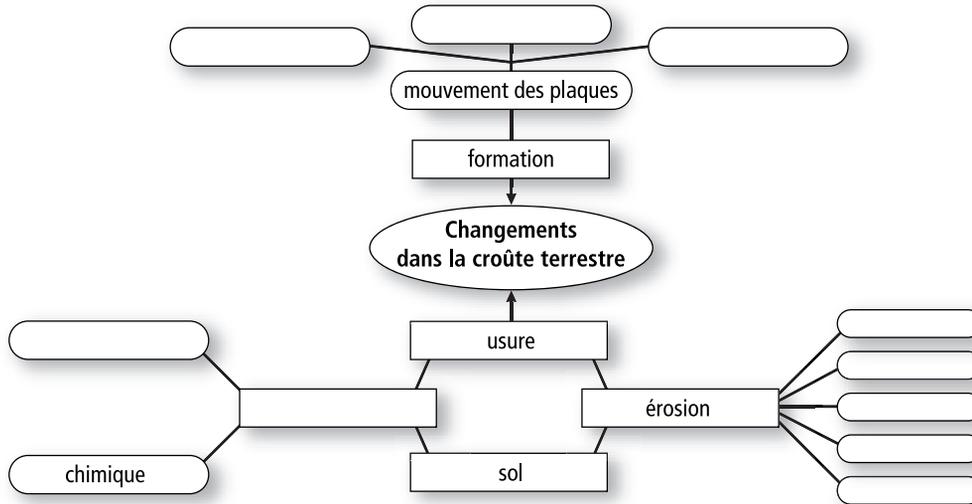
[www.cheneliere.ca](http://www.cheneliere.ca)

### Présente tes découvertes

1. Rédige un article pour un site Web scolaire ou pour une webémission afin d'expliquer la mise sur pied d'un programme de compostage.
2. Dessine un schéma présentant les instructions qui pourraient servir aux autres classes ou aux autres écoles qui désirent mettre sur pied un programme de compostage.

**Les idées du module en bref**

1. Reproduis dans ton cahier de notes la carte conceptuelle suivante sur la croûte terrestre. Complète la carte.



**Des mots clés à employer**

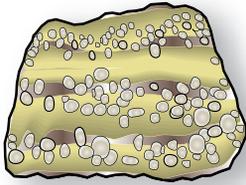
2. Dans ton cahier de notes, indique si les énoncés suivants sont vrais ou faux. Si l'énoncé est faux, réécris-le en le corrigeant.
- Si un minéral a un clivage, c'est qu'il se divise en surfaces planes et régulières.
  - Les roches métamorphiques se forment sous l'action de la compaction et de la cimentation.
  - Le cycle des roches ne suit pas un ordre régulier.
  - Dans une zone de subduction, il y a deux plaques qui se séparent.
  - Les ondes sismiques se propagent comme l'ondulation sur l'eau.
  - On estime que la Terre a 4600 millions d'années.
  - La météorisation n'agit que sur les éléments naturels, comme les roches, les cavernes et les montagnes.
  - Le lessivage enlève le sol, qui se dissout dans l'eau.

**Des concepts à retenir**

10 .....

- Quelles sont les six propriétés qui servent à identifier les minéraux ?
  - Explique de quelle manière tu vérifierais chacune de ces propriétés.
- Quelle est la différence entre une roche et un minéral ?
- D'où viennent les roches ?
- Comment un sédiment peut-il devenir une roche sédimentaire ?
- Si les roches ignées et métamorphiques se forment sous l'action de la chaleur, pourquoi font-elles partie de familles de roches différentes ?

8. a) À quelle famille appartient la roche ci-dessous ?



- b) Comment as-tu pu le déterminer ?
9. Fais un dessin pour illustrer le cycle des roches. Nomme les différents éléments du dessin.

**11** .....

10. Comment deux côtes de deux continents différents séparés par un océan peuvent-elles avoir des formes qui pourraient s'emboîter l'une dans l'autre ?
11. Qu'est-ce qu'une dorsale océanique ?
12. Qu'arrive-t-il à la croûte terrestre dans les dorsales océaniques ?
13. De quelle manière la croûte terrestre se recycle-t-elle dans le manteau ?
14. « Un tremblement de terre commence à l'épicentre ». Cet énoncé est-il vrai ou faux ? Explique ta réponse.
15. Quel est l'effet d'un volcan sur l'environnement ?
16. a) Quel est le lien entre l'emplacement des tremblements de terre, celui des volcans et celui des chaînes de montagnes ?  
b) Dans quelles régions du monde y a-t-il les trois en même temps ?
17. Quelle est la différence entre une montagne qui se forme à cause d'un pli et une montagne qui se forme à cause d'une faille ?
18. On trouve de nombreux fossiles de trilobites sur l'île de Terre-Neuve. Qu'est-ce que cela nous révèle sur le passé géologique de l'île de Terre-Neuve ?

**12** .....

19. Quelle propriété de l'eau rend possible la gélifraction ?
20. a) De quelle façon le vent peut-il changer la surface terrestre ?  
b) De quelle façon la gravité peut-elle changer la surface terrestre ?
21. a) Qu'est-ce que le sol ?  
b) Pourquoi sa formation est-elle différente selon la région ?
22. Quelle est la différence entre la terre végétale et le sol inerte ?
23. Quelle est la principale propriété du sol qui permet de le classer ?
24. a) Quelle est la différence entre le compost et l'humus ?  
b) Explique leur importance dans la formation du sol.
25. De quelles façons des procédés comme les coupes à blanc, le surpâturage et l'agriculture peuvent-ils mener à la désertification ? Explique ta réponse.
26. Imagine que tu fais de l'agriculture. Que pourrais-tu faire pour aider à réduire l'érosion du sol de tes terres ?

**Des concepts clés à comprendre**

27. Imagine que tu fais partie du cycle des roches. Par exemple, tu pourrais être « la femme tolt » ou « l'homme magma ». Rédige l'histoire de ton voyage à travers tout le cycle des roches. Use de créativité!
28. Une roche est-elle une chose permanente? Explique ta réponse.
29. a) Pourquoi, selon toi, certaines roches ignées ont-elles des trous ou des espaces d'air?  
b) Penses-tu que ces roches sont intrusives ou extrusives? Explique ta réponse.
30. Ces couches de roche sédimentaire au parc national du Canada Gros-Morne étaient jadis horizontales. Comment sont-elles devenues inclinées?



31. Crée un poème ou une chanson pour comparer et contraster les volcans et les tremblements de terre.
32. Pourquoi, selon toi, l'époque précambrienne a-t-elle été beaucoup plus longue que les autres époques?
33. Imagine que tu prépares une exposition de dinosaures dans leur environnement. Y aurait-il des modèles d'êtres humains dans l'exposition? Explique ta réponse.
34. De quelle manière l'eau participe-t-elle à :  
a) la désagrégation mécanique?  
b) l'altération chimique?  
c) l'érosion?  
d) la fertilité du sol?
35. À l'aide de schémas, décris le processus qui fait en sorte que de la matière se déplace graduellement d'une montagne jusqu'au fond d'une rivière.
36. Explique l'importance des glaciers pour l'industrie qui exploite les ressources minérales.
37. a) De quelle façon les organismes vivants participent-ils à la formation du sol?  
b) Leur activité est-elle un exemple de désagrégation mécanique ou d'altération chimique? Explique pourquoi.
38. a) Nomme trois processus qui contribuent à la formation de la surface de la Terre.  
b) La croûte terrestre s'épaissit-elle? Explique ta réponse.
39. a) Donne deux exemples de changement graduel de la croûte terrestre.  
b) Explique les causes.
40. a) Donne deux exemples de changements soudains de la croûte terrestre.  
b) Explique les causes.

**Réflexion critique**

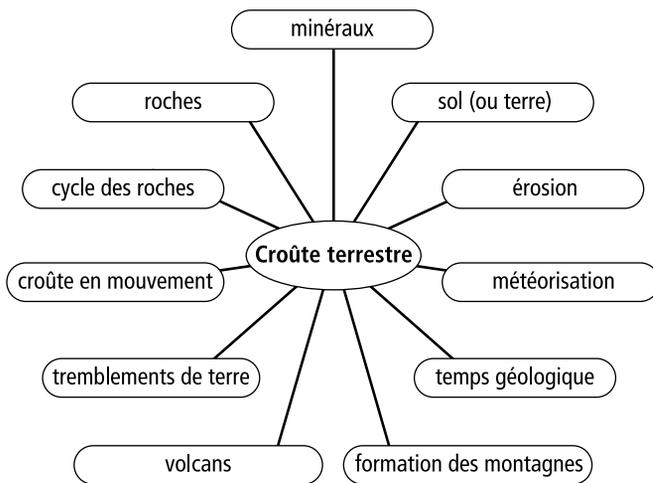
41. On retire une carotte d'échantillon du sol dans le fond d'un lac. L'échantillon comprend d'abord une couche de grès, puis une couche d'argile feuilletée, et finalement une couche de conglomérat sur le dessus.  
a) Pourquoi ces sédiments ne se sont-ils pas déposés en même temps?  
b) Explique ce qui est arrivé, selon toi.

42. Imagine qu'on te donne deux roches à classer. La roche A s'est formée profondément sous la surface terrestre et on l'a trouvée à la surface. On a trouvée la roche B dans une mine souterraine, mais elle s'est formée à la surface. Rédige un paragraphe sur chaque roche, dans lequel tu tenteras de prédire comment chacune s'est formée et déplacée.
43. Imagine que tu reviens dans ta communauté dans 100 ans. De quelle façon la météorisation et l'érosion pourraient-elles avoir transformé le paysage? Donne des exemples concrets.

45. Fais une recherche dans les journaux, les magazines ou Internet afin de trouver un article qui traite des tremblements de terre et des volcans. Rédige un résumé de l'article pour le partager avec tes camarades de classe. Trouve trois questions auxquelles tu n'as pas trouvé de réponse dans l'article.
46. Conçois une expérience scientifique pour vérifier l'efficacité des fertilisants naturels, par rapport aux fertilisants synthétiques.

### Compétences à acquérir

44. Reproduis le graphique suivant dans ton cahier de notes. Pour chaque sujet, choisis une question que tu aimerais approfondir. Écris la question à côté de chaque sujet.



### *Pause réflexion*

Imagine que tu tentes de découvrir les phénomènes géologiques qui ont eu lieu dans ta région. Quels signes chercheras-tu? Où chercheras-tu?