

Objectif • Réviser les concepts du module 4, La croûte terrestre.

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

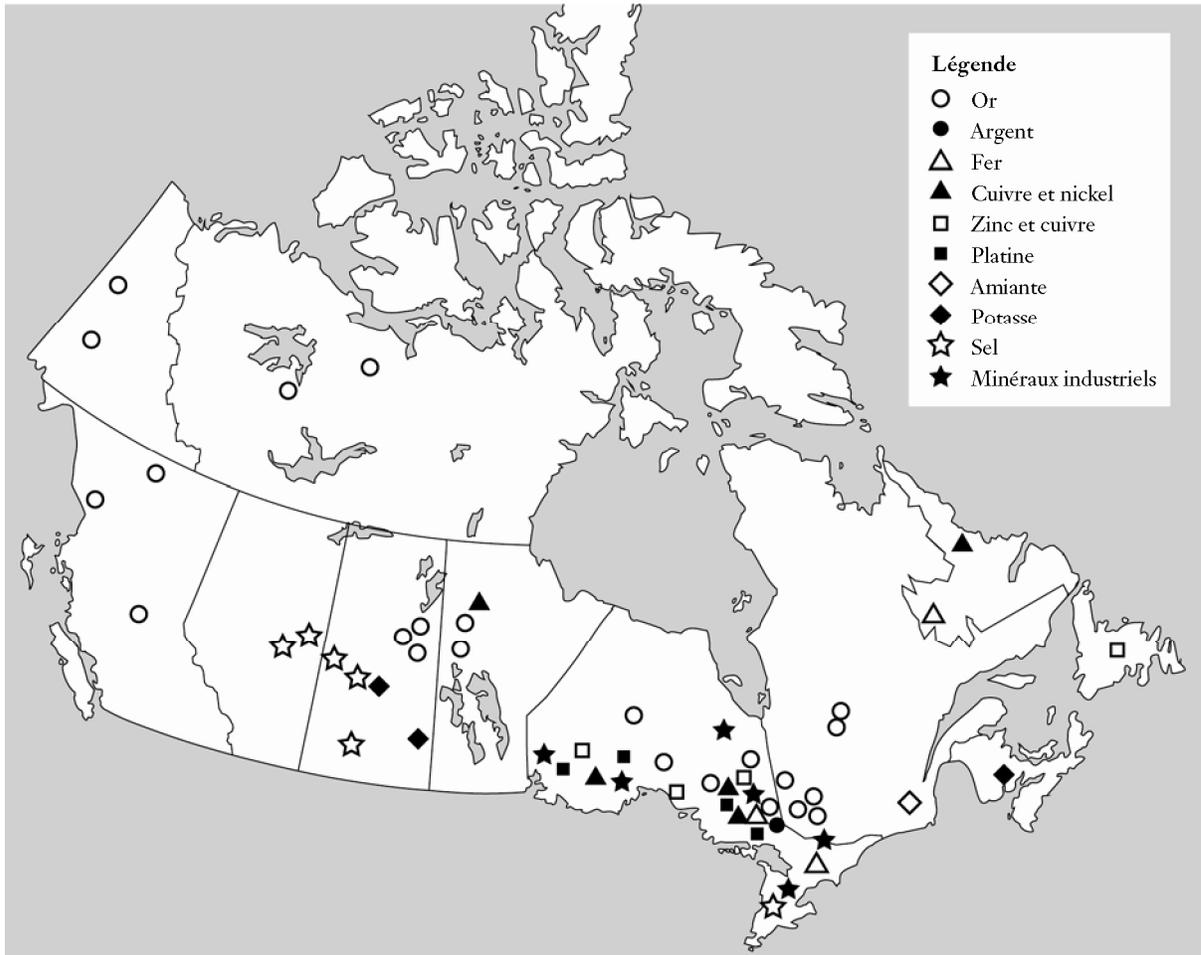
- La météorisation, l'érosion et le dépôt participent au morcellement des roches et au déplacement des sédiments. (12.1)
- La combinaison de minéraux érodés, de matière organique comme les plantes et les animaux en décomposition (humus), d'eau et d'air forme le sol, qui fait vivre les végétaux. (12.2)
- 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)

Objectif • Réviser les mots clés du module 4, La croûte terrestre.

| Mots clés du chapitre 10 | Mots clés du chapitre 11 | Mots clés du chapitre 12 |
|---|--|--|
| 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 | ceinture de feu convergence courant de convection divergence échelle de Richter échelle des temps géologiques écorce (croûte terrestre) épicentre 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 | 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 |

Une cartographie des minéraux et de leurs usages

Objectif • Terminer l'activité 10-1B, Une cartographie des minéraux et de leurs usages en utilisant la carte ci-dessous.



Inscris les renseignements que tu as trouvés dans l'espace ci-dessous ou sur une feuille séparée.

Objectif • Noter les résultats de l'expérience 10-1C, Un mystère minéralogique (*Expérience principale*), et répondre aux questions.

Titre du tableau: _____

| Numéro du minéral | Couleur | Éclat | Trace | Dureté | Autres propriétés | Nom du minéral |
|-------------------|---------|-------|-------|--------|-------------------|----------------|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

DATE:

NOM:

CLASSE:

**FR 4-4
suite**

| Numéro du minéral | Couleur | Éclat | Trace | Dureté | Autres propriétés | Nom du minéral |
|-------------------|---------|-------|-------|--------|-------------------|----------------|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

Analyse

1. Avant l'expérience, quels minéraux se ressemblaient?

2. a) Quel minéral était le moins dur? _____

b) Quel minéral était le plus dur? _____

3. a) Quels minéraux étaient de la même couleur que leur trace ou leur poussière?

b) Quels minéraux avaient une trace d'une couleur surprenante?

4. Quelles autres propriétés ou caractéristiques t'ont été utiles pour identifier les échantillons?

Conclusion et mise en pratique

1. a) As-tu été capable d'identifier tous les échantillons? _____

b) Sinon, quel autre test pourrais-tu faire pour les identifier?

2. a) Quelle propriété a été la plus utile pour identifier les échantillons? Explique.

b) Quelles propriétés n'ont pas été utiles pour identifier un minéral? Explique.

3. Si ton minéral était plus dur que la plaque de porcelaine, tu n'aurais pas pu observer la couleur de sa trace. Dans ce cas, comment pourrais-tu connaître la couleur de sa trace?

Jeu-questionnaire sur les propriétés des minéraux

Objectif • Vérifier ta compréhension des propriétés des minéraux.

Ce que tu dois faire

Associe les termes de la colonne de gauche avec la description la plus appropriée de la colonne de droite. Chaque description sert une seule fois. Tu n'auras pas besoin de toutes les descriptions.

| Terme | Description |
|-------------------|---|
| _____ 1. clivage | A. la résistance d'un minéral aux égratignures |
| _____ 2. diamant | B. la tendance d'un minéral à casser en fragments inégaux et rugueux |
| _____ 3. fracture | C. un des minéraux les moins durs |
| _____ 4. dureté | D. le minéral le plus dur de tous les minéraux connus |
| _____ 5. mica | E. la quantité de lumière réfléchiée par la surface d'un minéral |
| _____ 6. éclat | F. la marque laissée par un minéral sur un carreau de porcelaine non émaillée |
| _____ 7. talc | G. la tendance d'un minéral à se diviser en surfaces planes et lisses |
| _____ 8. trace | H. un minéral courant qui se divise en surfaces planes et lisses |
| | I. la masse d'un minéral |

Questions à réponse courte

9. Ce minéral est noir et mat, et il laisse une trace noire. Consulte le Guide d'identification des minéraux, à la page 323 de ton manuel, pour trouver son nom.

10. La magnétite est aussi un minéral mat. Qu'est-ce qui la distingue du minéral de la question 9?

11. On confond souvent le minéral contenu dans ton crayon avec du plomb. Comment s'appelle ce minéral? Cherche la réponse à la page 319 de ton manuel.

Recherche sur les pierres porte-bonheur

Objectif • Noter les résultats de ta recherche sur les pierres porte-bonheur.

| Mois | Pierre | Couleurs | Symbolisme ou histoire |
|-----------|--------------|----------|------------------------|
| janvier | grenat | | |
| février | améthyste | | |
| mars | aigue-marine | | |
| avril | diamant | | |
| mai | émeraude | | |
| juin | perle | | |
| juillet | rubis | | |
| août | péridot | | |
| septembre | saphir | | |
| octobre | opale | | |
| novembre | topaze | | |
| décembre | turquoise | | |

Tableau des pierres porte-bonheur

Objectif • Mieux connaître les pierres porte-bonheur.

| Mois | Pierre | Couleurs | Symbolisme ou histoire |
|---------|--------------|---|---|
| janvier | grenat | <ul style="list-style-type: none"> – existe dans toutes les couleurs sauf le bleu | <ul style="list-style-type: none"> – guide la personne qui la porte dans l'obscurité et la protège contre les cauchemars – dans l'ancienne Égypte, on croyait que le grenat servait d'antidote aux morsures de serpent et aux empoisonnements alimentaires |
| février | améthyste | <ul style="list-style-type: none"> – les plus belles sont d'un violet moyen avec des éclats de rose | <ul style="list-style-type: none"> – symbolise la paix, la protection et la tranquillité – sorte de quartz |
| mars | aigue-marine | <ul style="list-style-type: none"> – les plus belles sont d'un bleu de mer pâle | <ul style="list-style-type: none"> – jadis, elle avait la réputation de protéger les marins – symbole universel de jeunesse, d'espoir et de santé – type de béryl |
| avril | diamant | <ul style="list-style-type: none"> – la plupart sont incolores, mais certains ont une couleur vive et brillante – vert, rouge, rose, bleu, jaune serin et ambré | <ul style="list-style-type: none"> – le mot «diamant» vient du grec <i>adamas</i> qui signifie «invincible» et suggère l'amour éternel – jadis, on croyait que les diamants étaient des éclats d'étoile, des éclairs cristallisés ou des gouttes de rosée solidifiées – le diamant est le minéral le plus dur, soit 10 sur l'échelle de dureté de Mohs |

| | | | |
|-----------|----------|---|--|
| mai | émeraude | – les plus belles sont d'un vert gazon pur | – selon la légende, porter une émeraude guérit toutes sortes de maux, notamment un quotient intellectuel faible, une mauvaise vision et la stérilité; elle permettrait à la personne qui en porte de prédire l'avenir – type de béryl |
| juin | perle | – couleurs variées | – la perle symbolise une chose rare, belle ou admirable – la perle est fabriquée par l'huître qui entoure tout corps étranger de plusieurs couches d'une substance appelée nacre |
| juillet | rubis | – rouge | – le mot «rubis» vient du latin <i>ruber</i> qui signifie rouge – les rubis sertis dans des bijoux et portés sur le côté gauche sont censés éloigner la malchance – un rubis est une variété de corindon |
| août | péridot | – de jaune à jaune-vert | – apprécié des pirates et considéré comme une puissante protection contre les problèmes – d'origine volcanique; parfois présent dans les sables noirs d'Hawaï |
| septembre | saphir | – de toutes les couleurs sauf rouge, mais populaire dans le ton bleu nuit | – autrefois, selon les prêtres et les sorciers, cette pierre permettait de prédire l'avenir – un saphir est une variété de corindon |

| | | | |
|----------|-----------|--|--|
| octobre | opale | <ul style="list-style-type: none"> – opale blanche: blanche ou de couleur chair avec des éclats multicolores – opale noire: noire, bleu nuit, vert forêt ou gris avec des éclats vifs de rouge, de rose ou de vert | <ul style="list-style-type: none"> – symbolise l'espoir, l'innocence et la pureté – autrefois, on croyait que l'opale rendait invisible, améliorait la vue, chassait les mauvais esprits et favorisait la venue d'enfants, le théâtre, les amitiés et les sentiments – certains natifs du mois d'octobre utilisent la tourmaline (de rouge à violet) comme pierre porte-bonheur |
| novembre | topaze | <ul style="list-style-type: none"> – incolore, jaune orangé, rouge, brun doré, vert pâle, bleu ou rose – les pierres les plus rares et les plus précieuses sont rouge orangé ou roses | <ul style="list-style-type: none"> – le mot «topaze» vient du grec <i>topazos</i> qui signifie «briller» et «feu» – jadis, on croyait que le <i>topaze</i> donnait de la force, apaisait le caractère, restaurait la santé mentale, guérissait l'asthme, soulageait l'insomnie et rendait invisible; on croyait aussi qu'elle changeait de couleur à proximité d'un poison |
| décembre | turquoise | <ul style="list-style-type: none"> – de couleurs variées allant du bleu ciel (la couleur la plus aimée) au bleu-vert et au vert pomme | <ul style="list-style-type: none"> – le mot «turquoise» vient d'un mot qui signifie «pierre turque» (acheminées par les voies commerciales de la Turquie vers diverses parties d'Europe) – selon certains peuples autochtones, la turquoise apporte le bonheur et la chance à tout le monde |

Objectif • Lire l'histoire ci-dessous, répondre aux questions, puis identifier les minéraux de ta collection.

Alexander Murray et James P. Howley, des pionniers de la géologie, ont vécu à Terre-Neuve vers la fin des années 1800 et au début des années 1900. L'histoire suivante est fictive.

Le 15 juillet 1875, Alexander Murray et son assistant James P. Howley sont invités à dîner chez M. Bennett, un important commerçant de St. John's. Les deux géologues doivent remettre dix échantillons de minéraux à Bennett pour qu'il les apporte en Angleterre. S'ils réussissent à convaincre Bennett de la valeur de leurs échantillons, ils obtiendront assez d'argent pour poursuivre leurs explorations.

Murray demande à Howley de choisir leurs dix plus beaux échantillons de minéraux, puis les deux hommes se rendent chez M. Bennett. Après les avoir salués, ce dernier demande à voir les échantillons. Howley étale un morceau de tissu sur la table et y dépose le premier échantillon. Murray tire un petit coffret en cuir de sa poche, l'ouvre et en sort une loupe, une boussole, une pièce d'un cent, un clou de fer et un petit pot en verre contenant de l'acide.

Bennett choisit un minéral jaune mat et note que sa texture est lisse. Il l'égratigne avec son ongle. «Ce minéral a-t-il de la valeur?» demande-t-il. Murray répond oui et ajoute qu'il s'agit de pyrophyllite. À l'époque, le pyrophyllite sert à fabriquer des carreaux en céramique et se trouve en abondance à Long Pond, une localité juste à l'ouest de St. John's.

Ensuite, Bennett prend l'hématite. La pierre lui glisse des mains et atterrit sur ses genoux. Elle laisse une trace brun roux sur son pantalon. Bennett ne sourit pas. Howley l'informe qu'il y a de grandes quantités d'hématite dans l'île Bell et qu'on peut la faire fondre pour en extraire du fer.

Le troisième échantillon est posé à côté de la boussole de Murray. Bennett remarque une chose inhabituelle. Au lieu d'indiquer le nord magnétique, l'aiguille de la boussole pointe vers le troisième échantillon. Ce lourd minéral gris foncé brille d'un éclat métallique. Il vient du Labrador et contient un pourcentage élevé de fer. C'est de la magnétite.

Murray s'excuse auprès de Bennett d'avoir apporté le prochain échantillon. En effet, ce n'est pas un minéral mais plutôt une roche, appelée granite, qui contient trois minéraux: quartz, feldspath et mica. Bennett l'examine à la loupe. Le feldspath est brillant et orange. Le quartz est très dur et facile à égratigner avec le verre de la loupe. Le mica est noir et mou, et il se sépare en minces feuilles. Murray assure Bennett que le granite est un excellent matériau de construction et qu'on en fait des pierres tombales durables.

Les deux échantillons suivants sont si semblables que Bennett a du mal à les distinguer. Leur couleur est brillante et très similaire, et tous deux ont des côtés plats. Bennett décide de vérifier leur dureté. Il découvre que la pièce et le clou égratignent un minéral, mais que seul le clou marque l'autre. Howley lui apprend que le minéral le plus dur est de la fluorite de St. Lawrence, la seule mine de fluorite au Canada. Le minéral plus mou est de la calcite. À ce moment précis, Howley heurte sans le vouloir le coude de Bennett et le morceau de calcite tombe sur le sol. À la grande surprise de Bennett, la calcite se brise en plusieurs morceaux d'une forme identique à

celle de l'échantillon original. Howley lui explique que certains minéraux ont tendance à se séparer en surfaces planes, une propriété appelée clivage. Cet échantillon produit également un bruit de pétilllement quand Murray verse une goutte d'acide dessus.

À la vue de l'échantillon suivant, les yeux de Bennett brillent d'excitation. Le minéral de couleur or étincelle et Bennett est convaincu que c'est de l'or. Howley égratigne l'échantillon avec le clou et demande à Bennett de sentir la forme poudreuse du minéral. Bennett éternue en respirant l'odeur d'œuf pourri de l'échantillon. C'est de la pyrite, aussi appelée «or des fous».

Le dernier échantillon est aussi noir que du goudron et très léger. Bennett le reconnaît aussitôt, car il utilise ce minéral depuis des années pour chauffer sa maison. C'est du charbon, et il vient de la côte ouest de Terre-Neuve.

Ravi de ces échantillons, Bennett assure Murray et Howley qu'ils auront du travail pour de nombreuses années encore s'ils continuent de trouver des minéraux aussi intéressants que ceux-là à Terre-Neuve et au Labrador.

Questions

1. Quels sont les dix minéraux présentés à Bennett par Howley et Murray?

2. Explique comment les personnages ont utilisé les éléments ci-dessous pour identifier les minéraux.

loupe _____

boussole _____

pièce d'un cent _____

clou de fer _____

acide _____

Objectif • Noter les résultats de l'activité 10-2A, À propos des roches.

Titre du tableau: _____

| Numéro d'identification de la roche | Couleur | Grains arrondis: Oui/Non | Couches: Oui/Non | Cristaux: Oui/Non | Autres propriétés |
|-------------------------------------|---------|--------------------------|------------------|-------------------|-------------------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

DATE:

NOM:

CLASSE:

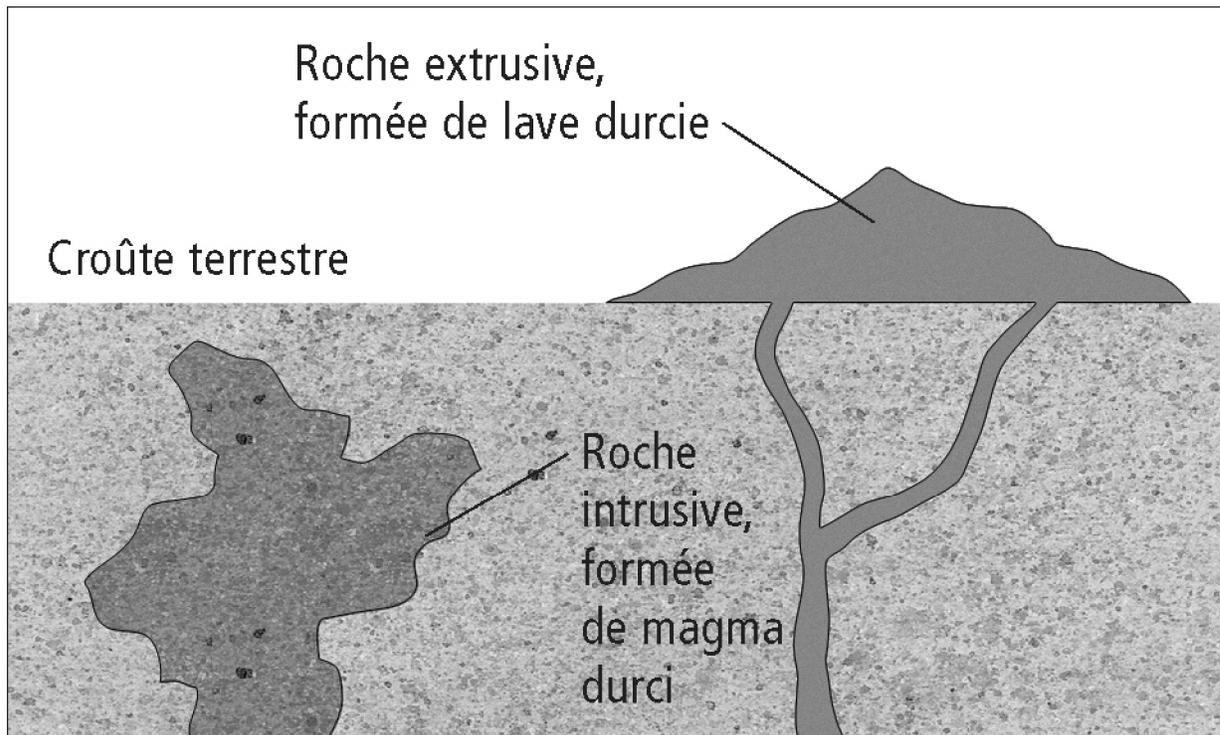
**FR 4-9
suite**

Qu'as-tu découvert?

1. Crois-tu que les roches ont toutes la même histoire? Explique ta réponse en te basant sur tes observations.

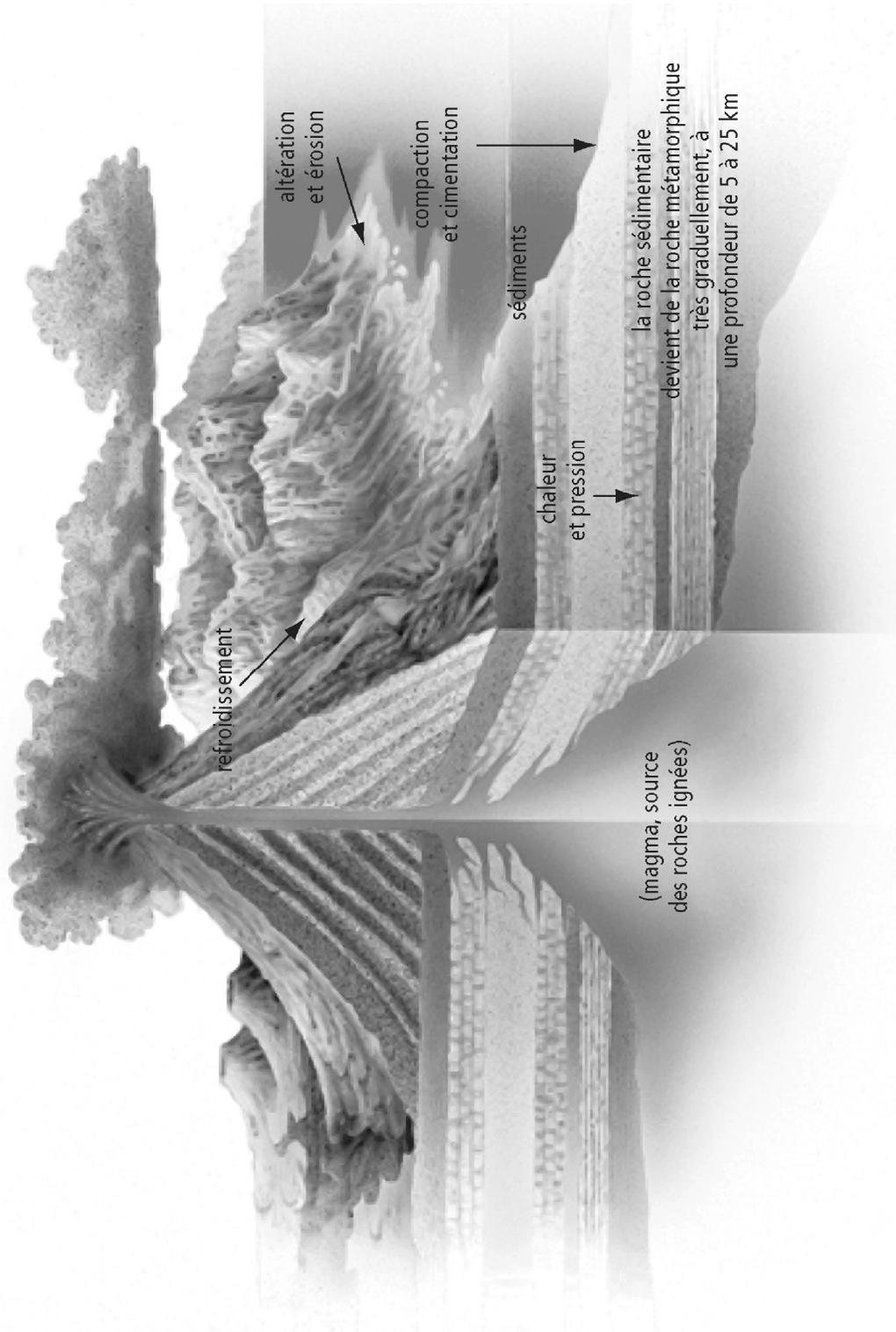
2. Comment pourrais-tu transformer un contenant de sable en roche? Discutes-en avec toute ta classe avant d'essayer.

Objectif • Étudier la formation de deux types de roches ignées.



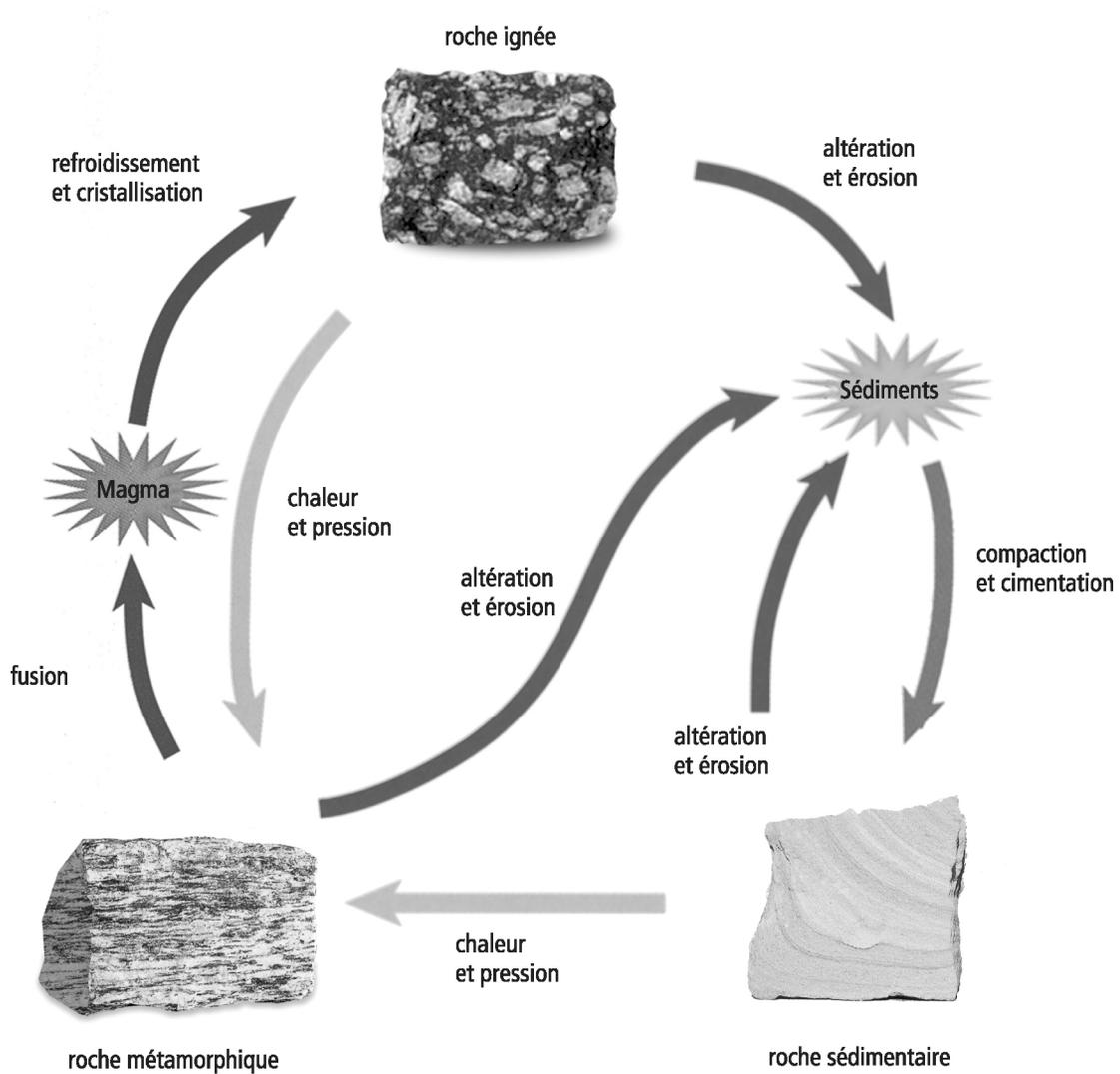
Les processus du cycle des roches

Objectif • Étudier les processus du cycle des roches.



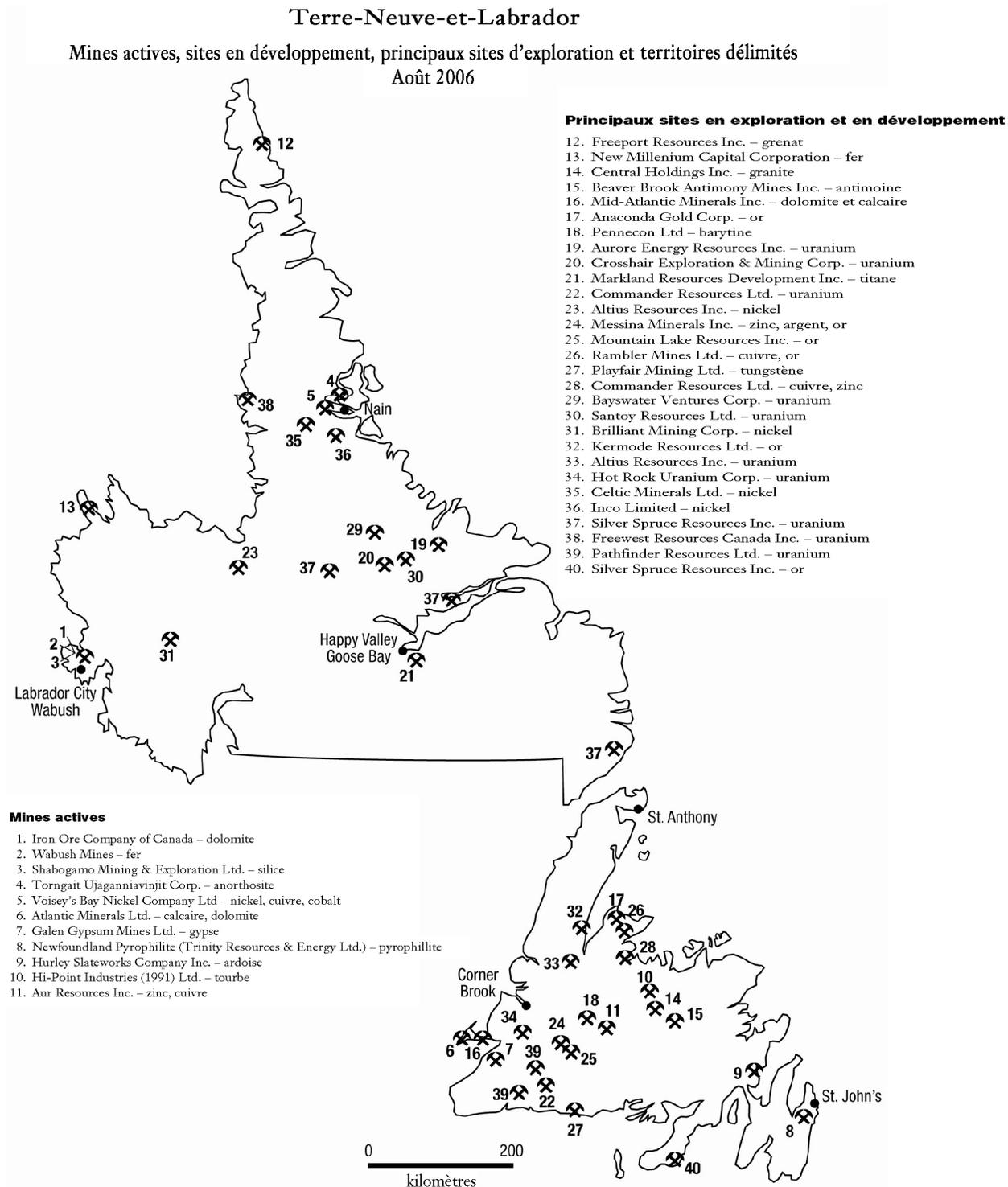
Une représentation du cycle des roches

Objectif • Étudier les stades du cycle des roches.



À la recherche des roches et des minéraux

Objectif • Terminer l'activité 10-3B, À la recherche des roches et des minéraux en utilisant la carte ci-dessous.



Qu'as-tu découvert?

1. a) Quelle mine est la plus proche de chez toi? _____

b) Quelle roche ou minéral y trouve-t-on? _____

c) Nomme un usage que l'on fait de cette roche ou de ce minéral.

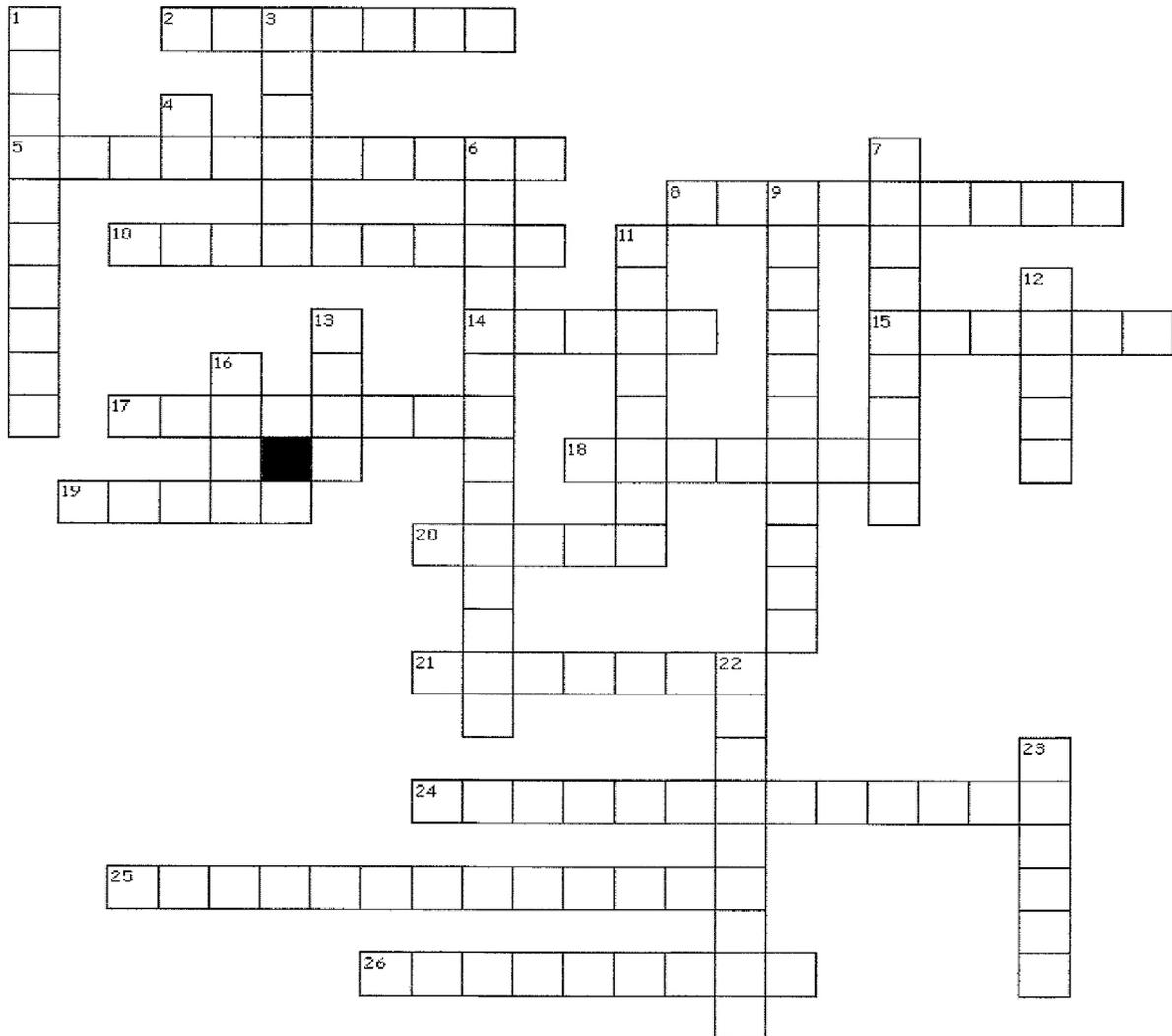
2. a) Nomme cinq minéraux courants de Terre-Neuve-et-Labrador.

b) Nomme un usage que l'on fait de chacun de ces minéraux.

3. Quelles sont les conséquences de l'exploitation minière sur l'environnement?

Mots croisés sur les roches et les minéraux

Objectif • Faire des mots croisés basés sur la terminologie du chapitre 10.



Horizontalement

- 2 Caractéristique d'un minéral qui se sépare selon des plans parallèles définies.
- 5 La seule roche qui flotte.
- 8 Roche qui a donné naissance à la roche métamorphique. (2 mots)
- 10 Une roche ou un minéral que l'on peut extraire de la Terre pour l'utiliser dans un but précis.
- 14 La brillance d'un minéral.
- 15 L'or, l'argent, le cuivre, le fer et le zinc en sont des exemples.
- 17 Cassure d'un minéral en fragments inégaux et rugueux.
- 18 Le plus dur minéral connu.
- 19 La forme poudreuse d'un minéral.
- 20 Une matière composée de deux ou de plusieurs minéraux.
- 21 On le qualifie de «brut» quand il n'est pas encore raffiné.
- 24 Une famille de roche qui englobe le gneiss, l'ardoise et le marbre.
- 25 Une famille de roche qui englobe le grès et l'argile feuilletée.
- 26 Une roche qui s'est refroidie et a durci sous la surface de la Terre.

Verticalement

- 1 Le processus de compression des couches de sédiments.
- 3 Une famille de roche qui englobe l'obsidienne et le granite.
- 4 Un métal précieux dont on fait des bijoux et qui laisse une trace jaune.
- 6 Un processus naturel au cours duquel la roche se transforme. (3 mots)
- 7 Des particules isolées, comme des morceaux de roche ou de minéraux, de plantes et d'animaux en décomposition.
- 9 Le processus par lequel des minéraux se dissolvent et collent les sédiments ensemble.
- 11 Le minéral utilisé dans les crayons.
- 12 De la roche en fusion sous la surface de la Terre.
- 13 Des couches visibles de roches.
- 16 Minéral qui a une valeur de 1 sur l'échelle de dureté de Mohs.
- 22 Roche qui se forme quand la lave se refroidit à la surface de la Terre.
- 23 Des minéraux rares et précieux.

Objectif • Réviser tes connaissances sur les roches ignées.

Ce que tu dois faire

Complète chaque phrase à l'aide du terme approprié.

1. Le mot «igné» vient d'un mot latin qui signifie _____.
2. La roche ignée qui se forme quand la lave se refroidit à la surface de la Terre est appelée _____.
3. La roche qui se forme quand le magma se refroidit lentement sous la surface de la Terre est appelée _____.
4. Le _____ est de la roche fondue présente sous la surface terrestre.
5. Deux facteurs jouent un rôle dans la fusion des minéraux qui deviennent du magma: la _____ et la _____.
6. Le _____ est une roche ignée commune qui s'est formée très lentement et très profondément sous la croûte terrestre.
7. Le _____ est un exemple de roche ignée qui s'est formée assez rapidement à la surface de la Terre.
8. Les cristaux d'une roche ignée qui s'est formée sous la croûte terrestre sont généralement _____ que ceux des roches formées à la surface de la Terre.
9. La roche en fusion qui jaillit d'un volcan s'appelle de la _____.
10. L'_____ est une roche qui se forme quand la lave se refroidit si vite qu'aucun cristal n'apparaît.

Objectif • Réviser tes connaissances sur le cycle des roches en répondant à des questions.

Associations

Associe les termes de la colonne de gauche avec la description appropriée de la colonne de droite. Chaque description sert une seule fois. Tu n'auras pas besoin de toutes les descriptions.

| Terme | Description |
|---------------------|--|
| _____ 1. gneiss | A. donne naissance à des roches ignées |
| _____ 2. granite | B. une roche intrusive |
| _____ 3. obsidienne | C. un type de roche sédimentaire |
| _____ 4. calcaire | D. une roche mère qui peut se transformer en ardoise |
| _____ 5. magma | E. formée par la chaleur et la pression |
| | F. une roche extrusive |

Phrases à compléter

- Lorsque les minéraux d'une roche sédimentaire fondent et se refroidissent, ils peuvent former une roche _____.
- Les roches sédimentaires et les roches ignées peuvent se transformer en roches métamorphiques sous l'action de la _____ et de la _____.
- Si une roche ignée se désagrège et s'érode, ses fragments peuvent former une roche _____.
- La désagrégation et l'érosion sont deux _____ qui transforment les roches.

Classification

- Écris chaque mot dans la colonne appropriée: cimentation, refroidissement, compaction, dépôt, érosion, chaleur, ignée, fusion, métamorphique, sédimentaire, météorisation.

| Les processus du cycle des roches | Les types de roches |
|-----------------------------------|---------------------|
| | |

Un jeu de lettres sur le cycle des roches

Objectif • Trouve et encerle les mots reliés au cycle des roches.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | I | E | A | D | X | N | V | I | S | A | E | R | M | T | C | I | S |
| A | R | P | R | U | P | R | O | E | V | C | B | E | I | A | O | S | A |
| O | R | G | A | I | U | E | D | I | N | K | T | F | H | R | M | E | A |
| I | B | T | I | E | A | I | T | O | S | E | D | R | C | E | P | A | C |
| N | E | S | L | L | M | T | P | R | O | U | G | O | S | M | A | I | E |
| M | O | A | I | E | E | E | N | R | O | R | F | I | S | O | C | E | H |
| M | H | I | N | D | R | F | I | E | A | L | J | D | I | L | T | A | C |
| C | A | T | S | R | I | S | E | N | M | M | E | I | E | G | I | E | O |
| I | S | R | E | S | A | E | I | U | A | I | E | S | N | N | O | E | R |
| G | E | I | B | T | E | T | N | G | I | V | D | S | G | O | N | T | E |
| N | P | S | I | R | E | R | M | N | A | L | V | E | I | C | A | L | R |
| E | C | O | H | I | E | A | P | L | E | A | L | M | S | J | I | A | O |
| E | N | E | R | I | A | C | L | A | C | G | R | E | S | I | D | S | S |
| C | I | M | E | N | T | A | T | I | O | N | V | N | T | P | S | A | I |
| A | R | D | O | I | S | E | M | M | E | G | D | T | J | E | K | B | O |
| E | U | Q | I | H | P | R | O | M | A | T | E | M | L | B | E | A | N |

ardoise
argile feuilletée
basalte
calcaire
chaleur
cimentation
compaction
conglomérat
érosion
fusion

gemmes
gneiss
granite
grès
ignée
lave
magma
marbre
métamorphique
métaux

météorisation
obsidienne
pétrole
pierre ponce
pression
refroidissement
roche
sédimentaire
sédiments

Objectif • Vérifier ta compréhension du chapitre 10.

Ce que tu dois faire

Encerle la lettre correspondant à la meilleure réponse.

1. Quelle est la meilleure définition d'un minéral?
 - A. un mélange de grains de couleur
 - B. un mélange de substances solides
 - C. une substance naturelle, solide et inerte
 - D. une substance solide, pure et organique
2. Quel minéral est plus dur que le quartz?
 - A. la calcite
 - B. le diamant
 - C. le gypse
 - D. le talc
3. Quelles roches sont des roches ignées?
 - A. conglomérat, calcaire
 - B. gneiss, marbre
 - C. granite, basalte
 - D. grès, argile feuilletée
4. Quelles roches sont des roches métamorphiques?
 - A. conglomérat, calcaire
 - B. gneiss, marbre
 - C. granite, basalte
 - D. grès, argile feuilletée
5. Quel énoncé concernant les processus du cycle des roches est vrai?
 - A. Ces processus transforment uniquement les roches métamorphiques.
 - B. Ces processus se déroulent dans un ordre défini.
 - C. Ces processus ont lieu seulement sur les continents.
 - D. Ces processus se déroulent sur des milliers d'années.
6. Quelle roche ou quel minéral extrait-on à Terre-Neuve-et-Labrador?
 - A. diamant
 - B. or
 - C. argent
 - D. étain

Associe chaque terme de la colonne de gauche avec la description appropriée de la colonne de droite. Chaque description sert une seule fois.

| Terme | Description |
|----------------------|--|
| _____ 7. cimentation | A. une roche formée sous l'action de la chaleur et de la pression |
| _____ 8. compaction | B. une roche formée de lave |
| _____ 9. extrusive | C. une roche formée de magma |
| _____ 10. intrusive | D. de la roche en fusion à la surface terrestre |
| _____ 11. lave | E. de la roche en fusion sous la surface terrestre |
| _____ 12. magma | F. les sédiments sont collés ensemble par une autre matière |
| | G. le poids et la pression qui s'exercent sur des couches de sédiments |

Questions à réponse courte

13. Nomme six propriétés permettant d'identifier un minéral.

14. Quel est le lien entre la grosseur des cristaux des roches ignées et la vitesse de refroidissement de ces roches?

15. Pourquoi les roches sédimentaires sont-elles formées de couches?

16. Voici trois roches: le conglomérat, le grès, l'argile feuilletée

a) Laquelle a les particules les plus petites? _____

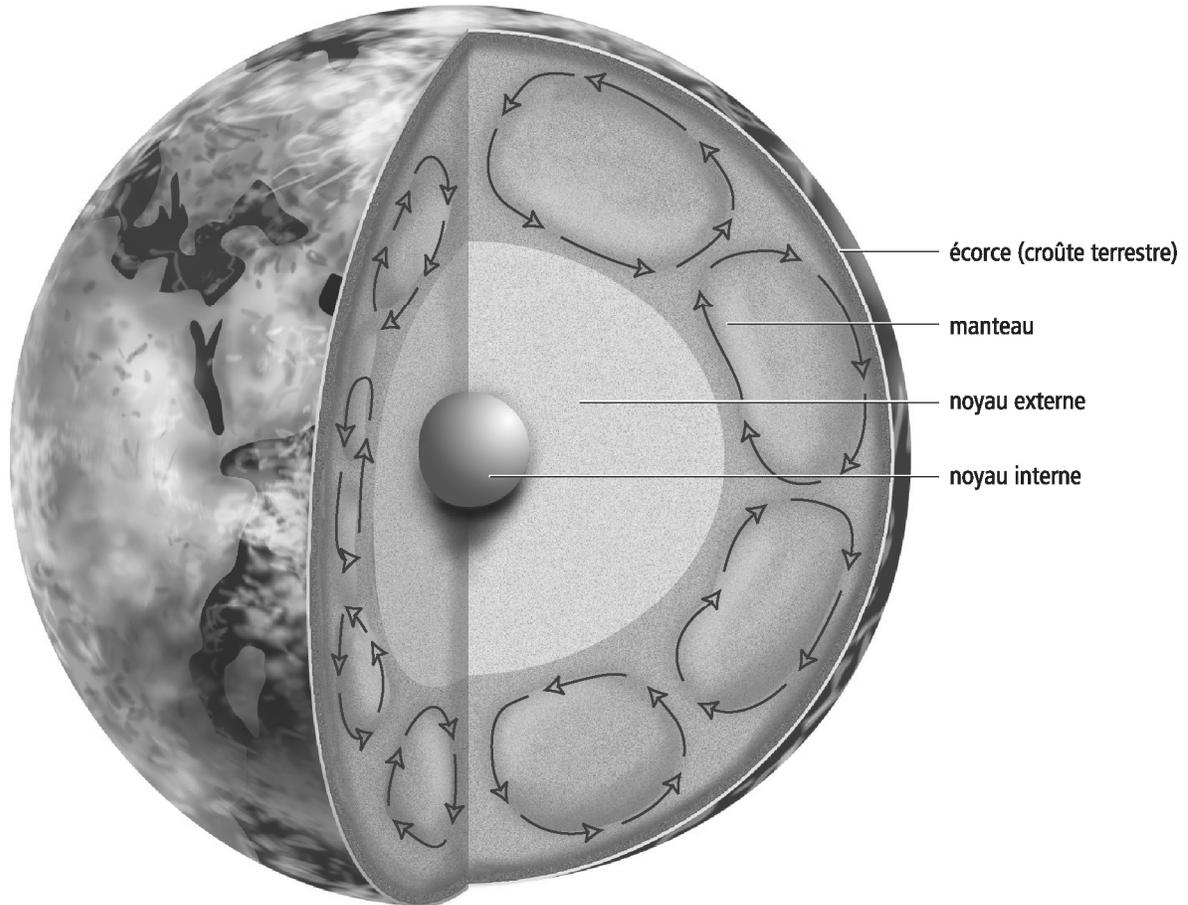
b) Laquelle a les particules les plus grosses? _____

17. Comment une roche mère donne-t-elle naissance à une roche métamorphique? Dans ta réponse, donne un exemple de roche mère et de roche métamorphique.

18. Comment les sédiments se forment-ils au cours du cycle des roches?

19. Imagine que tu as un échantillon d'une roche inconnue. Quelles étapes dois-tu suivre pour déterminer s'il s'agit d'une roche ignée, sédimentaire ou métamorphique?

Objectif • Apprendre le nom des différentes couches de la Terre.



Objectif • Étudier comment était la Terre quand les continents reliés formaient un super-continent: la Pangée.



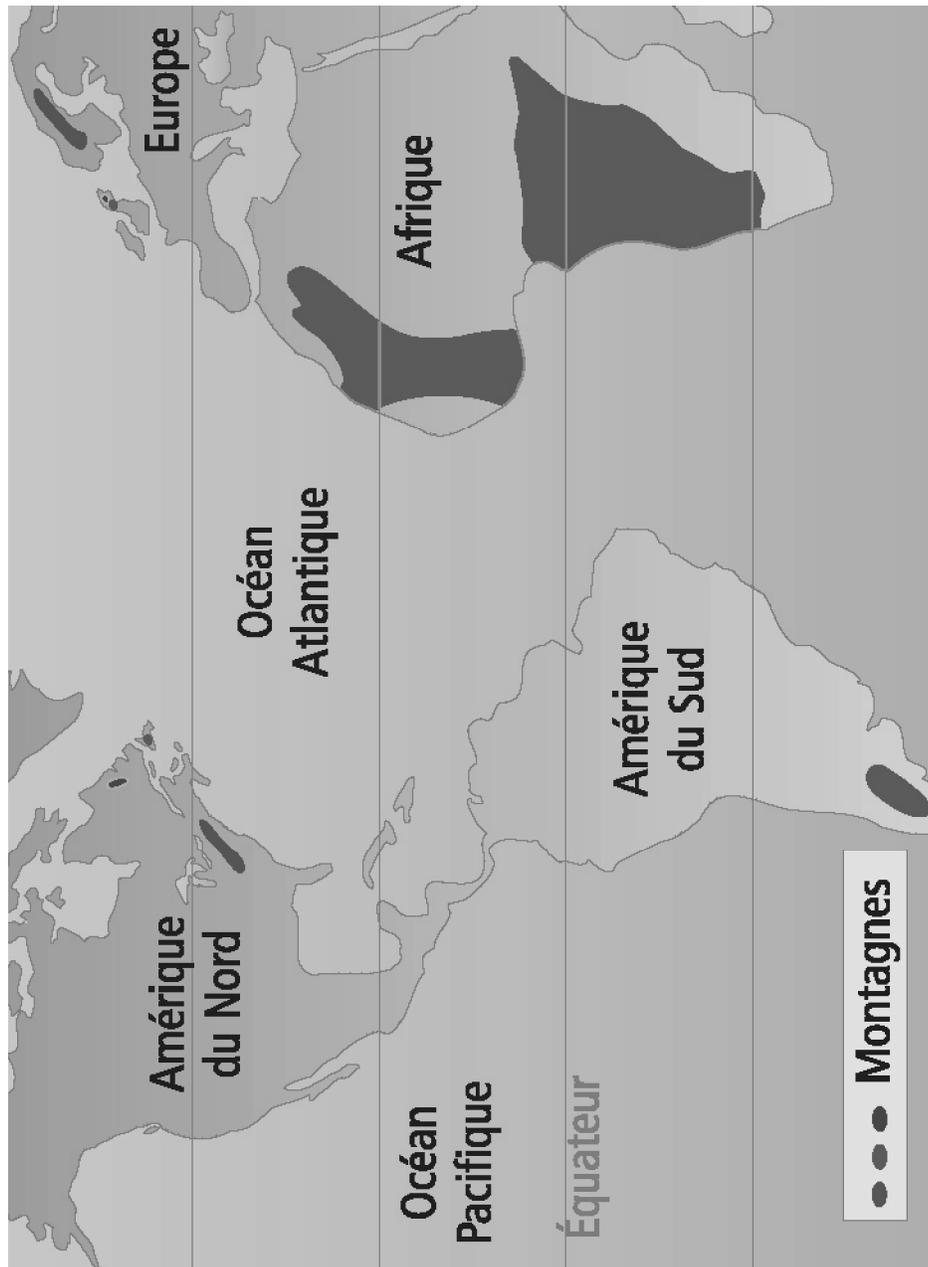
Les preuves biologiques: les fossiles

Objectif • Étudier les types de fossiles présents sur les divers continents.



Les preuves géologiques: les roches et les couches de roche

Objectif • Étudier les types de roches identiques présentes sur différents continents.



Objectif • Effectuer l'activité 11-1C, Le casse-tête de la Pangée, en utilisant la carte ci-dessous.



Qu'as-tu découvert?

1. As-tu rencontré des difficultés lorsque tu as réuni les continents? Si oui, lesquelles?

2. a) Quels morceaux ont été les plus difficiles à placer?

b) À quoi pouvaient bien ressembler ces morceaux, il y a 300 millions d'années?

c) Comment pourrais-tu vérifier ton idée?

3. a) Pourquoi la théorie de la dérive des continents de Wegener est-elle plausible?

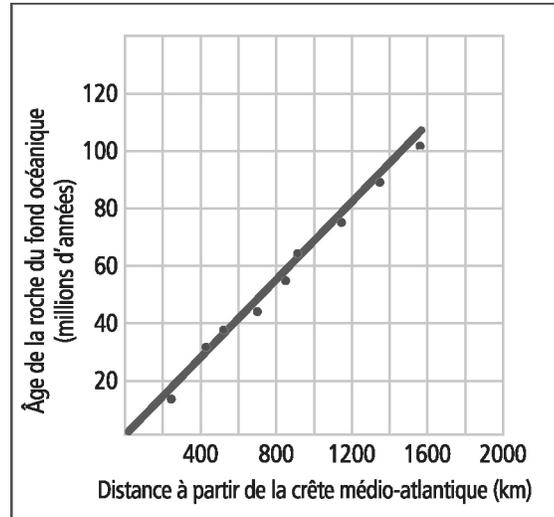
b) Pourquoi semblait-elle ne pas l'être à l'époque?

4. a) Lorsque tu étais plus jeune, y a-t-il des idées que tu as dû rejeter, au fur et à mesure que tes connaissances augmentaient? Lesquelles?

b) As-tu trouvé cela difficile ou facile d'abandonner tes idées? _____

c) En quoi ton expérience personnelle pourrait-elle ressembler à celle des scientifiques?

Objectif • Répondre aux questions de l'activité 11-1D, Des preuves qui font surface.



Âge et provenance des échantillons

Qu'as-tu découvert?

1. Quel est l'âge de la roche la plus jeune et celui de la roche la plus vieille?

la plus jeune: _____ la plus vieille: _____

2. À quelle distance de la crête médio-atlantique, vers l'est ou vers l'ouest, devrais-tu te déplacer pour trouver des roches de 60 millions d'années?

3. Écris une phrase qui explique le lien entre l'âge des roches dans l'océan Atlantique et la distance qui les sépare de la crête médio-atlantique.

4. Qu'est-ce que cela révèle sur le fond océanique? Justifie ta réponse.

Objectif • Élaborer un projet de recherche sous-marine.

Introduction

On a utilisé le submersible *Alvin* pour diverses recherches, dans le but de mieux comprendre le monde. L'*Alvin* a plongé dans les fosses océaniques et découvert de nouvelles formes de vie. Il a aussi permis d'étudier l'expansion du fond et des dorsales océaniques. Toutefois, de nombreuses caractéristiques du fond océanique restent encore à découvrir.

Renseignements de base

L'*Alvin* peut:

- descendre à 4500 m de profondeur, à une vitesse de 0 à 3,4 km/h (de 0 à 2,0 nœuds) et rester submergé environ 10 h (72 h dans les situations exceptionnelles);
- transporter deux ou plusieurs observateurs et divers instruments intérieurs ou extérieurs;
- se déplacer dans les régions au relief accidenté;
- flotter à mi-profondeur ou se poser au fond de la mer pour effectuer des tâches scientifiques et d'ingénierie comprenant la prise de vues vidéo et photo;
- distribuer divers instruments scientifiques et recueillir des échantillons à l'aide de ses bras télémanipulateurs et de son panier de prélèvement.

L'*Alvin* a démontré son efficacité dans le cadre de programmes bien planifiés et coordonnés, où sa capacité d'observer, de photographier et de prélever des échantillons a été associée à d'autres techniques d'exploration. En raison de sa lenteur et de sa puissance limitée, l'*Alvin* ne convient pas à l'exploration et à l'étude de vastes superficies.

Ce que tu dois faire

1. Si tu avais la possibilité de mener un projet de recherche à bord de l'*Alvin*, où irais-tu? Sur quoi porterait ta recherche?

2. Pense à un problème géologique relatif au fond océanique. Avec une ou un camarade, élabore un projet d'expédition à bord de l'*Alvin*. Sers-toi d'une carte des fonds marins ou d'une ressource similaire pour élaborer ton projet.

a) Le nom de ton projet: _____

b) Les membres de ton équipe: _____

c) Les dates du projet: _____ d) La durée de la mission: _____

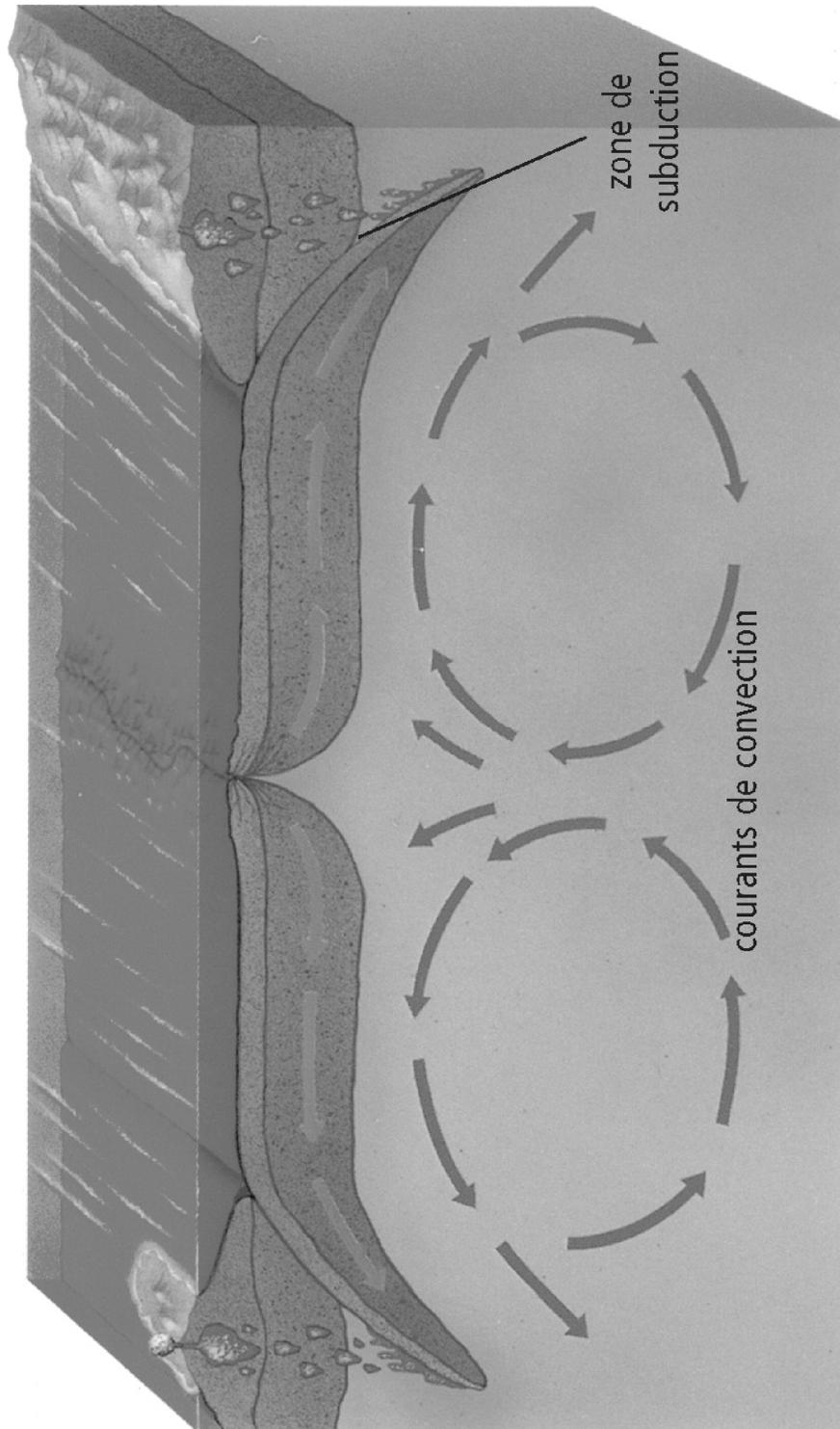
e) Le but de la mission (un paragraphe):

f) Les résultats escomptés (un paragraphe):

g) La carte détaillée de la partie du fond océanique à explorer:

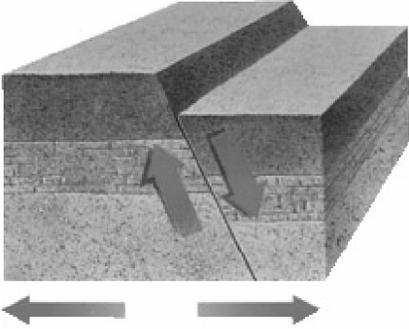
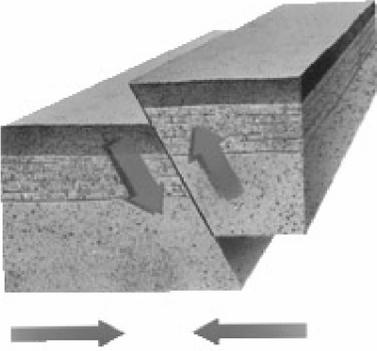
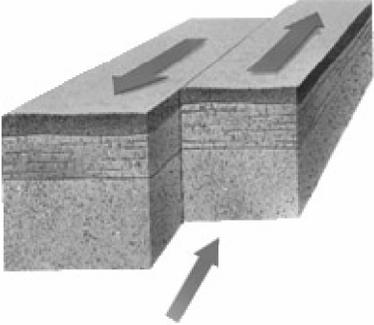
h) Sur une autre feuille, rédige deux extraits de ton journal de bord. Chaque extrait doit compter environ une page. Donne des précisions sur tes découvertes scientifiques.

Objectif • Étudier les courants de convection.



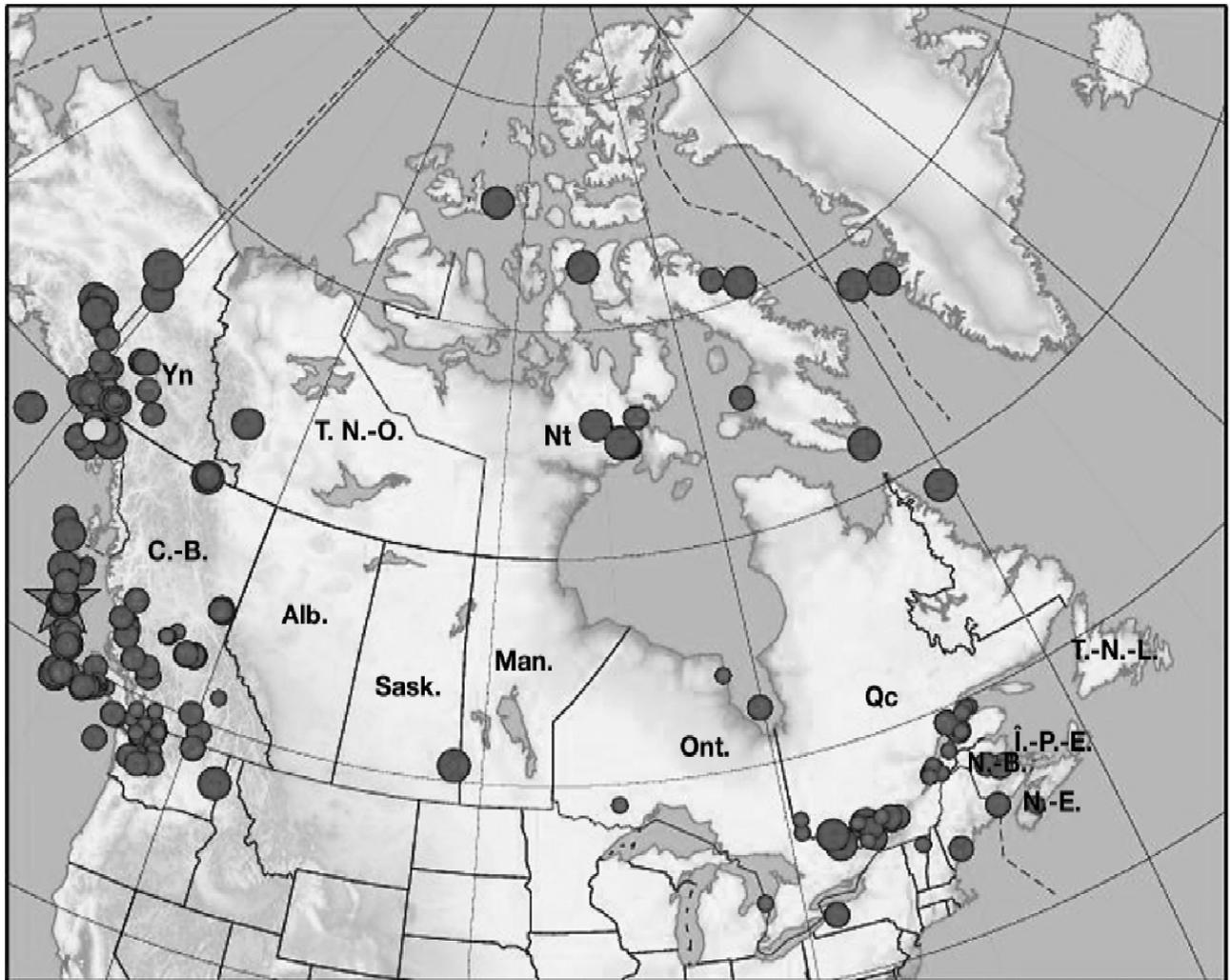
Objectif • Étudier les trois types de failles le long desquelles les couches de roche peuvent bouger.

Trois types de failles

| Faille | Où survient-elle? | Comment survient-elle? | Mouvement de la roche |
|---|-------------------------------|--|--|
|  <p>Faille normale</p> | à la frontière de divergence | les plaques s'éloignent | la roche au-dessus de la faille descend |
|  <p>Faille inverse</p> | à la frontière de convergence | les plaques sont poussées les unes contre les autres | la roche au-dessus de la faille monte et va par-dessus la roche sous la faille |
|  <p>Faille transformante</p> | à la transcurrence | les plaques coulissent l'une à côté de l'autre | la roche se brise lorsque les plaques coulissent |

Les tremblements de terre qui surviennent chaque mois au Canada

Objectif • Étudier la fréquence des tremblements de terre chaque mois au Canada.



2007/12/04 - 2008/01/03

0 km 1000 km 2000 km

Earthquakes Canada

Séismes Canada

Séismes récents (le plus récent est indiqué en jaune)

● M < 2,0

● M ≥ 3,0

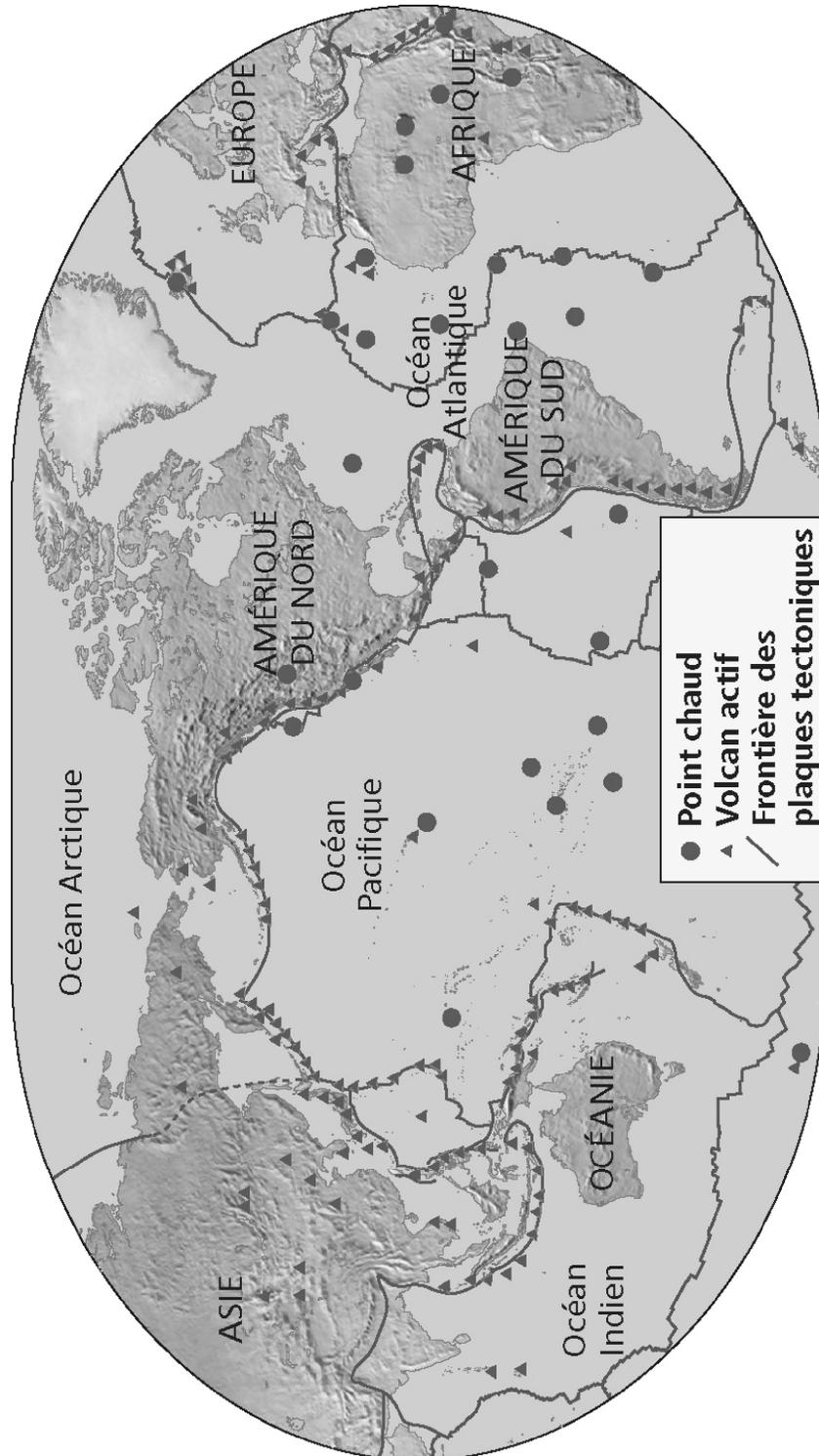
★ M ≥ 5,0

★ M ≥ 6,0

● M ≥ 2,0

● M ≥ 4,0

Objectif • Étudier l'emplacement des volcans de la Terre.



Des histoires de tremblements de terre

Objectif • Découvrir comment les peuples anciens expliquaient l'origine des tremblements de terre et des éruptions volcaniques.

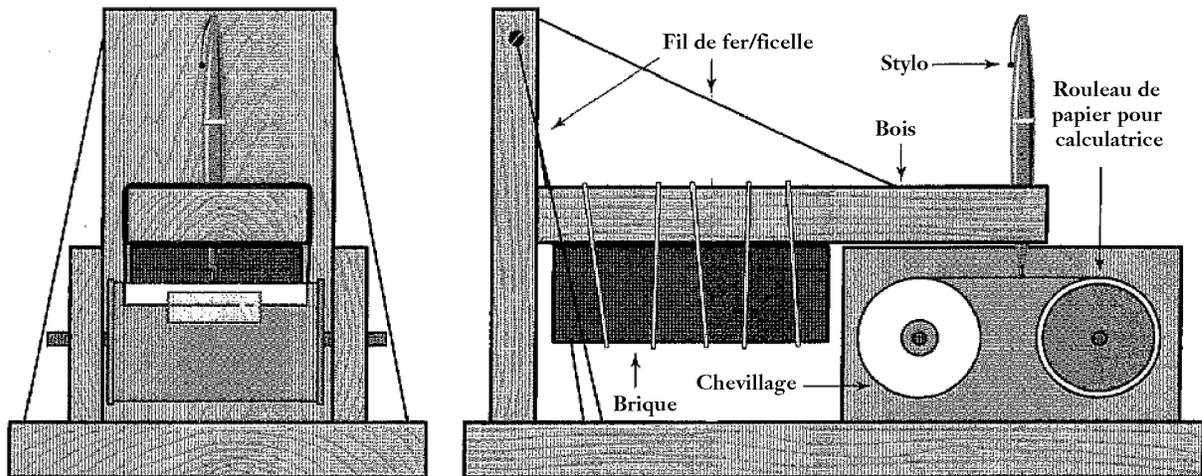
| | |
|---|---|
| <p>En Inde, on croyait qu'une tour constituée d'animaux supportait la Terre. Au bas de la tour se trouvait un cobra. Le cobra portait une tortue. La tortue portait sur son dos quatre éléphants qui soutenaient la Terre. Quand l'un des animaux bougeait, la Terre bougeait aussi, ce qui provoquait un tremblement de terre.</p> | <p>À Hawaï, les gens pensaient que les volcans étaient des foyers creusés par Pélé, la déesse du feu, de la foudre et des volcans. Encore aujourd'hui, on la voit parfois errer près des volcans où elle protège sa maison et maudit quiconque prélève des roches volcaniques.</p> |
| <p>Jadis, en Amérique centrale, on disait que la Terre était carrée. Un dieu soutenait le monde aux quatre coins et surveillait les humains. Quand les humains étaient trop nombreux, les dieux faisaient pencher la Terre d'un côté pour se débarrasser des humains en trop.</p> | <p>Au Mexique, on croyait que le diable (<i>El Diablo</i>) provoquait les tremblements de terre. Il fissurait le sol afin de pouvoir monter à la surface de la Terre avec d'autres créatures de son royaume pour causer des problèmes.</p> |
| <p>Jadis, en Roumanie, on pensait que la Terre reposait sur les trois piliers divins: la foi, l'espérance et la charité. Quand les mauvaises actions des humains affaiblissaient l'un des piliers, le monde tremblait.</p> | <p>Autrefois, les îles du Japon reposaient, soi-disant, sur un énorme poisson-chat enroulé sur lui-même. Un dieu veillait à ce que le poisson ne bouge pas. Les tremblements de terre survenaient quand le dieu était distrait et que le poisson-chat bougeait.</p> |
| <p>Selon Anaxagore, un philosophe grec du V^e siècle av. J.-C., l'air sous la surface terrestre bougeait et restait parfois emprisonné dans les crevasses de la Terre. Quand cet air ne pouvait pas s'échapper, la force de ses mouvements faisait trembler le sol, provoquant un tremblement de terre.</p> | <p>René Descartes est un philosophe, un mathématicien et un scientifique français de la fin des années 1500 et du début des années 1600. Il a avancé l'hypothèse que l'explosion de gaz souterrains causait les tremblements de terre. Selon d'autres scientifiques, comme les tremblements de terre survenaient parfois dans des régions volcaniques, ils étaient provoqués par la transformation de l'eau en gaz sous la Terre.</p> |

Objectif • Apprendre comment on enregistre les ondes sismiques.

Introduction

Un sismographe est un instrument scientifique qui permet d'enregistrer et de mesurer les vibrations de la Terre. Quand un tremblement de terre se produit, le sismographe détecte les vibrations et les enregistre sous la forme d'un sismogramme.

Les sismographes utilisent le principe du pendule ou un système électromagnétique. Le modèle ci-dessous utilise le principe du pendule. C'est un modèle simple que tu peux améliorer ou modifier à ta guise.



Vue de face

Vue de profil

Note: L'une des plaques qui tiennent le rouleau de papier en place n'est pas montrée dans la vue de profil afin de faire voir les deux rouleaux à l'intérieur de la machine.

Matériel nécessaire pour la construction d'un sismographe

- une scie
- un marteau
- un tournevis et des vis
- une règle
- une perceuse (facultatif)
- des morceaux de bois
- des chevilles (l'une d'elles doit entrer au centre du rouleau de papier pour calculatrice)
- une brique ou une autre lourde masse compacte
- du fil de fer ou de la ficelle solide (non élastique)
- un rouleau de papier pour calculatrice
- une boîte de conserve aux parois lisses avec un couvercle, de même diamètre que le rouleau de papier
- un stylo ou un marqueur
- des clous de tailles varies
- du ruban-cache
- du carton

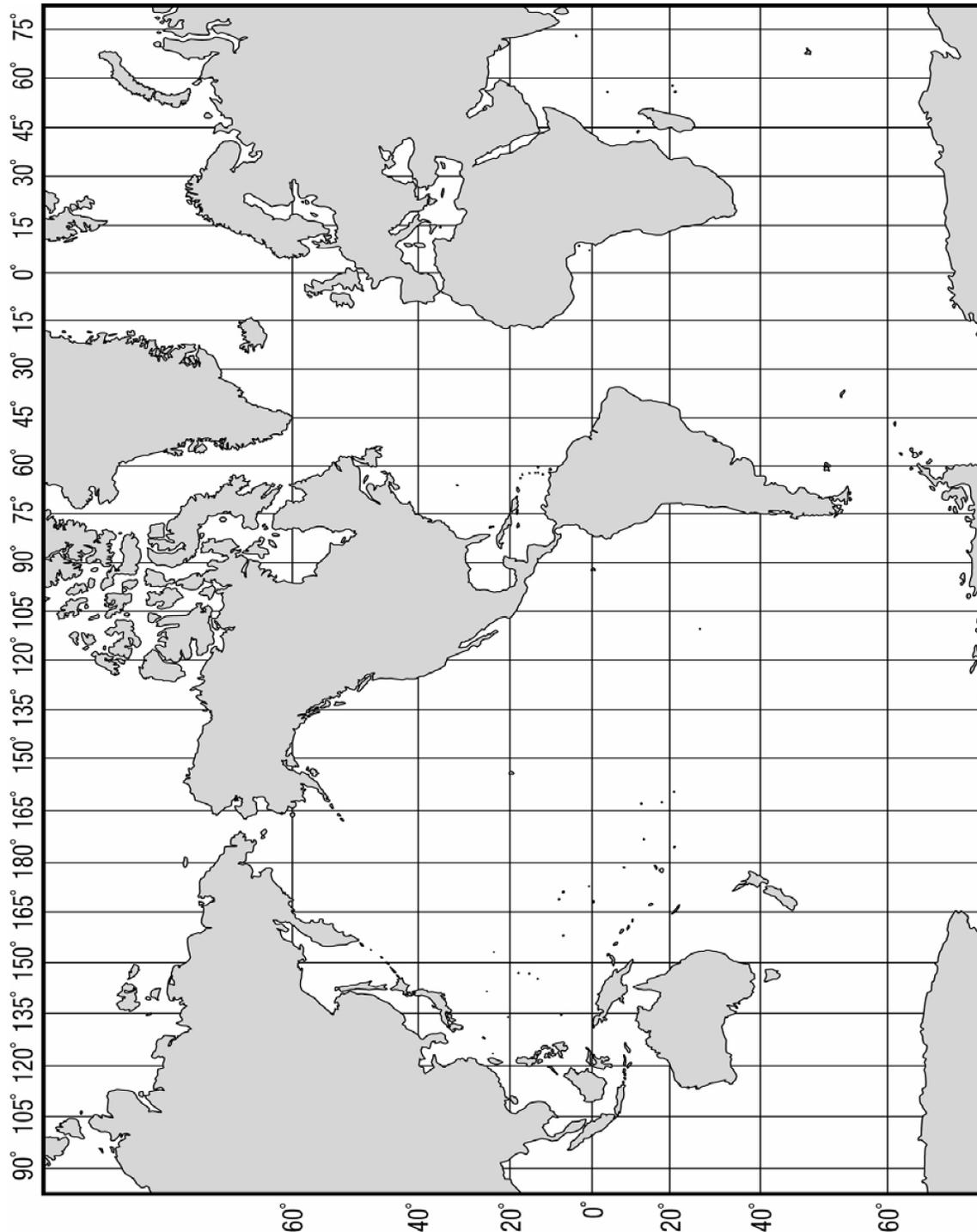
Tu peux aussi utiliser d'autres objets ou matériaux.

Trucs pour construire un sismographe

- Ton stylo ou marqueur doit glisser facilement sur le rouleau de papier.
- Le rouleau de papier et le second rouleau (d'un diamètre similaire) doivent tourner. Le second rouleau doit tourner facilement à l'aide de la cheville placée sur le côté de l'appareil.
- Colle l'extrémité du papier sur le second rouleau.
- Fixe le fil de fer ou la ficelle sur les supports en bois au moyen de vis.
- Simule un tremblement de terre et note tes résultats.

Les tremblements de terre et les volcans

Objectif • Dans le cadre de l'activité 11-2E, Les tremblements de terre et les volcans, noter l'emplacement des tremblements de terre, des volcans et des frontières des plaques.



Analyse

1. La plupart des tremblements de terre se produisent-ils près des volcans? Justifie ta réponse.

2. Décris les caractéristiques des tremblements de terre, des volcans et des frontières des plaques dans l'océan Pacifique ou près de celui-ci.

3. Les caractéristiques qui se dégagent de l'océan Atlantique ressemblent-elles à celles de l'océan Pacifique? Justifie ta réponse.

4. En Amérique du Nord, où surviennent la plupart des tremblements de terre?

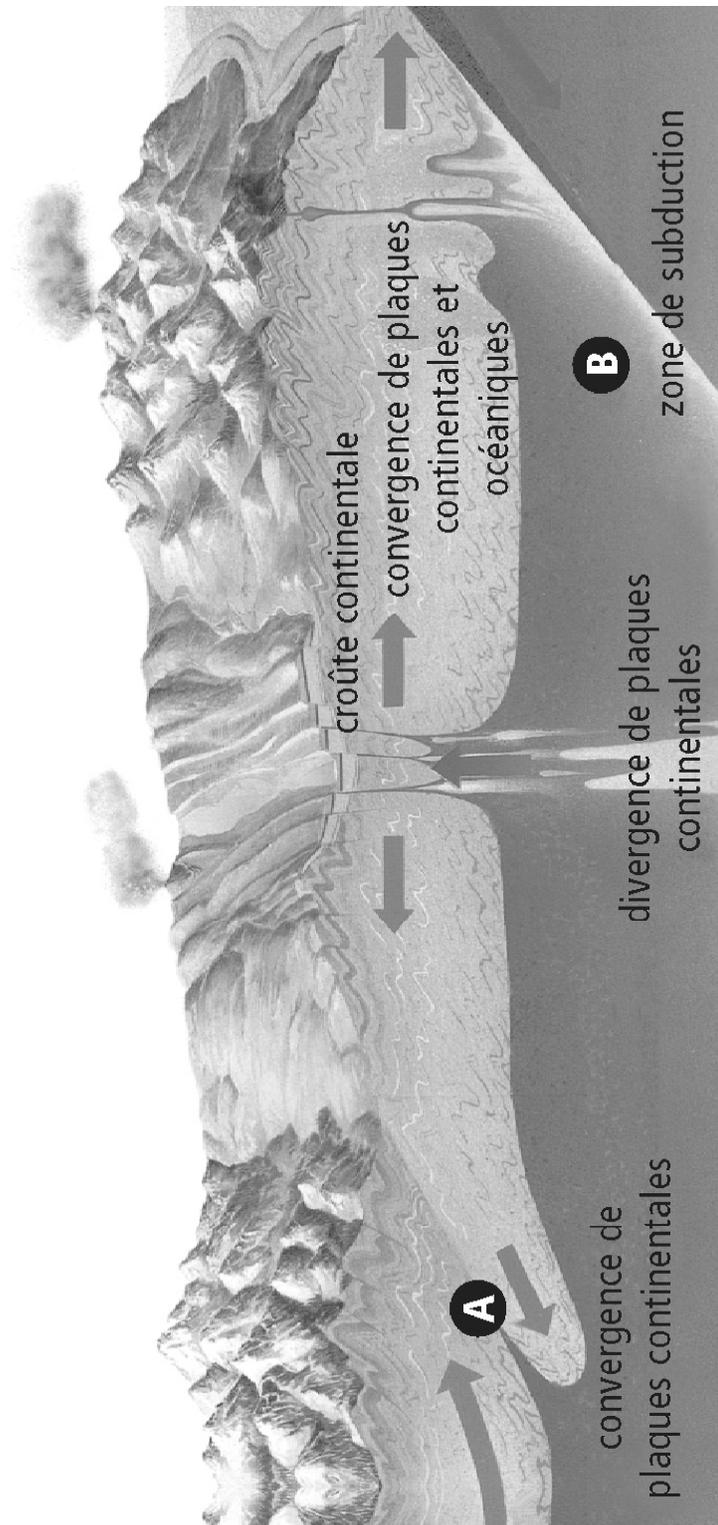
5. Décris les autres endroits où il semble se produire un grand nombre de séismes.

Conclusion et mise en pratique

1. Selon ce que tu as pu observer, quelles conclusions tirerais-tu sur l'emplacement des tremblements de terre et des volcans?

2. Si tu étais une ou un scientifique, quelle hypothèse formulerais-tu à propos de l'emplacement des volcans et des séismes sur la croûte terrestre?

Objectif • Étudier ce qui arrive lors de la convergence des plaques.



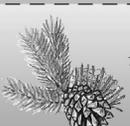
Les principales chaînes de montagnes

Objectif • Découvrir l'emplacement des principales chaînes de montagnes.



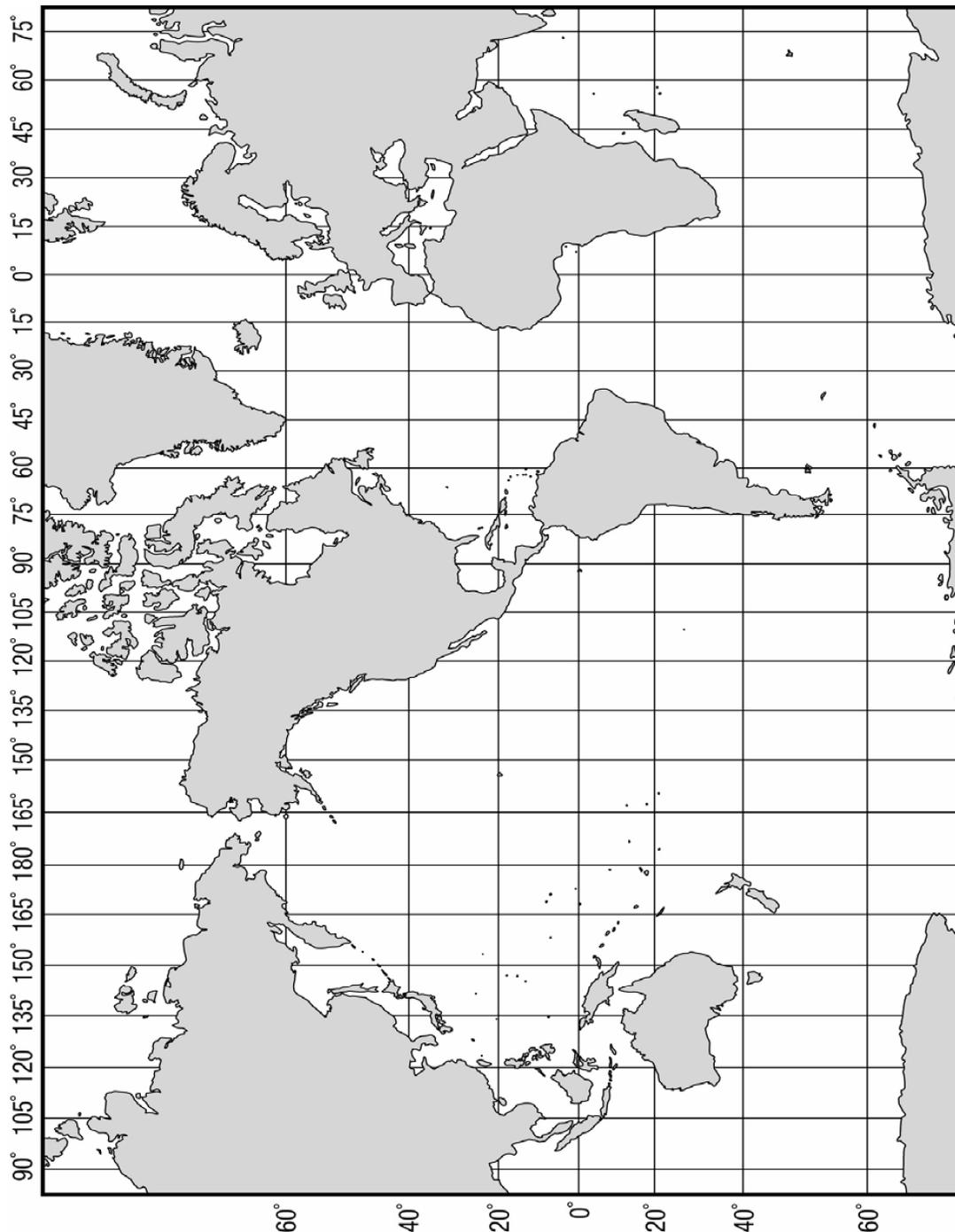
L'échelle des temps géologiques

Objectif • Étudier l'échelle des temps géologiques.

| Échelle des temps géologiques | | | |
|-------------------------------|----------------------------|---|---|
| Ère | Millions d'années écoulées | Événements majeurs | Organismes caractéristiques |
| Cénozoïque | 5 | Premiers organismes d'apparence humaine |  |
| | 65 | Premiers mammifères placentaires |  |
| Mésozoïque | 144 | Premiers oiseaux |  |
| | 213 | Premières plantes à fleurs |  |
| | 213 | Premiers dinosaures |  |
| | 248 | Dominance des conifères |  |
| Paléozoïque | 286 | Premiers reptiles |  |
| | 320 | Abondance de gisements de charbon |  |
| | 360 | Premières plantes à graines |  |
| | 408 | Premiers poissons à mâchoire |  |
| | 438 | Dominance des algues |  |
| | 505 | Premiers animaux à colonne vertébrale |  |
| | 590 | Animaux simples sans colonne vertébrale |  |
| Précambrienne | 4600 | Les formes de vie se diversifient |  |
| | 4600 | Premières formes de vie |  |

Élaborer une théorie sur la formation des montagnes

Objectif • Dans le cadre de l'activité 11-3F, Élaborer une théorie sur la formation des montagnes, noter l'emplacement et les types de chaînes de montagnes sur la carte ci-dessous.



Analyse

1. Pour classer les divers types de montagnes, quel système as-tu utilisé? Pourquoi?

2. Où se trouvent la plupart des chaînes de montagnes?

3. a) Compare ta carte avec celle des volcans de la figure 11.27. Quelles ressemblances remarques-tu entre l'emplacement des chaînes de montagnes et l'emplacement des volcans?

b) En quoi l'activité volcanique contribue-t-elle à la formation des montagnes?

Conclusion et mise en pratique

1. a) Compare l'emplacement des chaînes de montagnes avec les frontières des plaques tectoniques.

b) Y a-t-il des exceptions? Lesquelles?

2. Nomme au moins trois modes de formation des montagnes.

3. a) Essaie de prédire où se formeront les montagnes au cours des 3 ou 4 millions d'années à venir.

b) Sur quoi t'appuies-tu pour faire une telle prédiction?

4. Rédige une définition du mot *montagne*.

Objectif • Vérifier ta compréhension du chapitre 11.

Ce que tu dois faire

Encerle la lettre correspondant à la meilleure réponse.

1. Quel énoncé décrit le mieux le manteau de la Terre?
 - A. C'est la couche la plus profonde et la plus chaude de la Terre.
 - B. C'est la couche la plus grande et la plus complexe de la Terre.
 - C. Il est composé de fer et de nickel liquide.
 - D. C'est un endroit où on trouve des roches et des minéraux.
2. Qui a avancé l'hypothèse que certaines plaques tectoniques glissaient les unes le long des autres?
 - A. Alfred Wegener
 - B. Charlotte E. Keen
 - C. J. Tuzo Wilson
 - D. Joseph Burr Tyrell
3. Quelle définition décrit le mieux l'épicentre d'un tremblement de terre?
 - A. une fissure dans des couches de roche
 - B. un endroit loin sous la croûte terrestre où commence le tremblement de terre
 - C. un endroit situé à la surface de la Terre juste au-dessus du lieu où commence le tremblement de terre
 - D. une mesure sur l'échelle de Richter
4. Quel groupe de montagnes se trouve dans la ceinture de feu?
 - A. le Krakatau, le mont Saint Helens
 - B. la montagne de la Table, les montagnes Long Range
 - C. les Alpes, l'Oural
 - D. les Appalaches, l'Himalaya
5. Indique trois causes de la formation des montagnes.
 - A. la collision des plaques, la séparation des plaques, la minceur des plaques
 - B. la convergence et la divergence des plaques, et le mouvement de transcurrence
 - C. le plissement, le pli par chevauchement, les éruptions volcaniques
 - D. les failles normales, inverses et transformantes
6. Sur l'échelle des temps géologiques, quel est l'âge approximatif de la Terre?
 - A. 4,6 milliards d'années
 - B. 4,6 millions d'années
 - C. 4600 années
 - D. 4,6 billions d'années

Associe chaque terme de la colonne de gauche avec la description appropriée de la colonne de droite. Chaque description sert une seule fois.

| Terme | Description |
|-----------------------|--|
| _____ 7. cénozoïque | A. l'apparition et la disparition des dinosaures |
| _____ 8. édiacariens | B. l'apparition des poissons et des amphibiens |
| _____ 9. mésozoïque | C. l'apparition des premiers humains |
| _____ 10. paléozoïque | D. des fossiles communs dans le monde entier |
| _____ 11. précambrien | E. l'époque de la formation de la Terre |
| _____ 12. trilobite | F. les plus vieux fossiles trouvés à Mistaken Point |
| | G. ceux trouvés à l'ouest de Terre-Neuve sont différents de ceux de la péninsule d'Avalon |
| | H. la plus importante collection au monde se trouve sur les rives de la rivière Red Deer, en Alberta |

Questions à réponse courte

13. Nomme trois preuves qui montrent que la croûte terrestre bouge sous les océans.

14. La répartition des volcans est-elle aléatoire ou suit-elle un modèle? Appuie ta réponse sur des exemples.

15. Au Canada, où se produisent la plupart des tremblements de terre?

16. Qu'est-ce que l'échelle des temps géologiques?

17. Donne un exemple démontrant que Terre-Neuve n'a pas toujours occupé sa place actuelle.

18. a) Nomme quatre types de preuves sur lesquelles Wegener a appuyé sa théorie.

b) À ton avis, quel type de preuve soutient le mieux ses idées?

c) Pourquoi?

Jeu-questionnaire sur la météorisation et l'érosion

Objectif • Vérifier ta compréhension de la météorisation et de l'érosion.

Cause ou effet?

La cause est ce qui fait qu'une chose arrive. L'effet est la chose qui arrive. Pour chaque paire de phrases, indique celle qui représente une cause (C) et celle qui représente un effet (E).

1. a) _____ Un entrepreneur coupe des arbres sur un terrain.
b) _____ Des pluies abondantes érodent la terre végétale.
2. a) _____ Le paysage se transforme.
b) _____ Les sédiments se déplacent constamment d'un endroit à un autre.
3. a) _____ La construction d'une maison sur une colline accentue l'escarpement de celle-ci.
b) _____ Le processus d'érosion s'accélère.
4. a) _____ On a planté des arbres dans une région dénudée.
b) _____ Le processus d'érosion est ralenti dans cette région.

Mécanique ou chimique?

À côté de chaque description, indique s'il s'agit de désagrégation mécanique (M) ou d'altération chimique (C).

5. _____ La mousse qui pousse sur une roche fait des trous dans cette roche.
6. _____ Les racines des arbres s'enfoncent dans les fissures naturelles des affleurements de granite.
7. _____ Le calcaire est dissous par l'acide carbonique.
8. _____ Les minéraux contenant du fer s'oxydent.
9. _____ Les terriers creusés dans la roche laissent entrer l'air et l'eau.
10. _____ Le gel et le dégel répétés brisent la roche.
11. _____ L'eau, le sel et l'air agissent sur les pare-chocs et la carrosserie des voitures.
12. _____ Les fluides acides produits par les racines des plantes brisent les roches.
13. _____ Une petite roche tombe d'une falaise.
14. _____ Des racines d'arbre provoquent des fissures dans le sous-sol en béton d'une maison.

Questions à résolution de problème

Lis les descriptions de situations ci-dessous et écris une recommandation fondée sur ta compréhension de l'érosion et du dépôt.

15. Le conseil municipal de ta ville envisage de vendre l'une des réserves forestières de votre municipalité. Toutes ces réserves sont situées sur un terrain escarpé. Un promoteur immobilier désire acheter la réserve pour y construire un lotissement résidentiel. À ton avis, quelle décision le conseil municipal devrait-il prendre? Explique ta réponse.

16. Les Godin vivent sur un terrain bas au bord d'une rivière. Chaque année ou presque, la rivière déborde et inonde le sous-sol de leur maison. Quelles mesures les Godin devraient-ils prendre pour prévenir les dégâts causés par l'inondation?

Objectif • Noter les résultats de l'expérience 12-1B, Des roches qui pétillent, et répondre aux questions.

Titre du tableau: _____

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

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?

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.

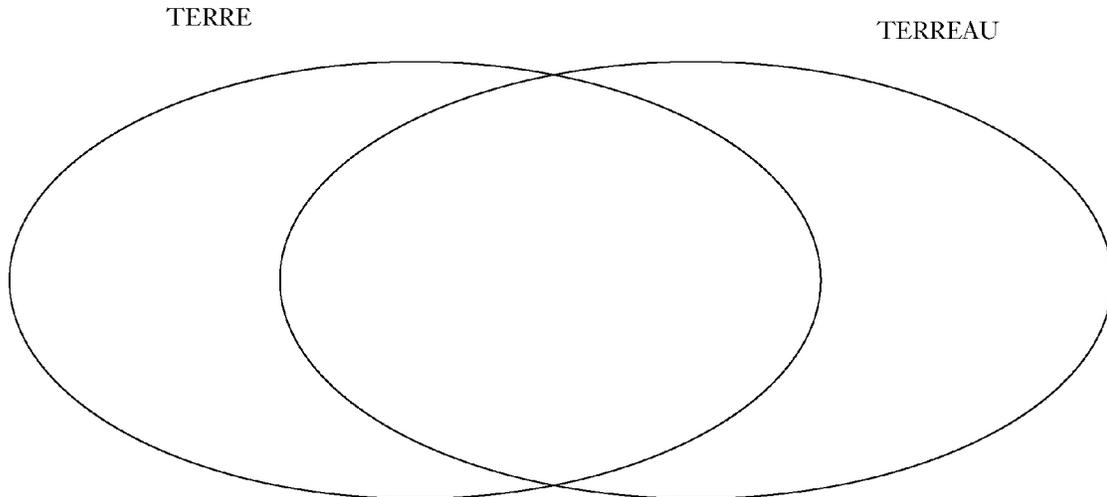
5. Quels facteurs autres que l'âge, le type de roche et l'emplacement peuvent avoir un impact sur le degré de météorisation de la pierre tombale?

6. Les très vieilles pierres tombales sont-elles fabriquées avec le même matériau que les pierres tombales récentes? _____ Pourquoi?

.Objectif • Répondre aux questions de l'activité d'exploration 12-2A, Comparer la terre et le terreau.

Qu'as-tu découvert?

1. Dessine un diagramme de Venn pour comparer et distinguer les deux terres.

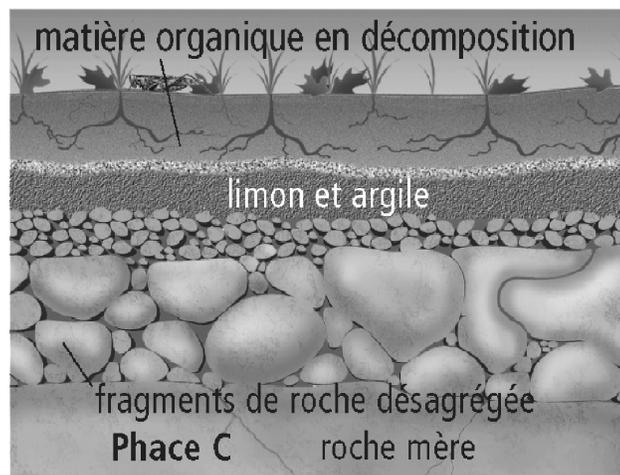
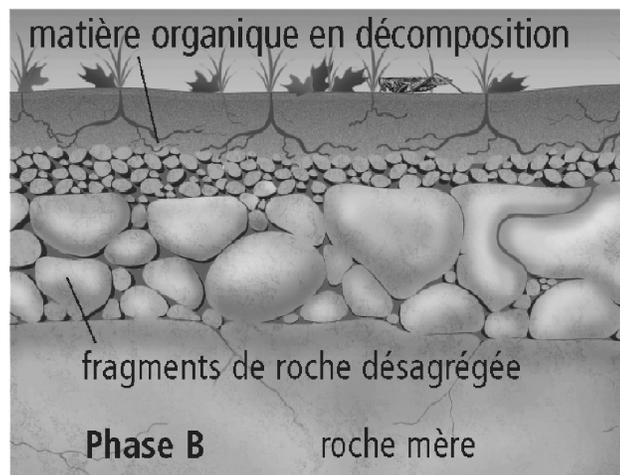
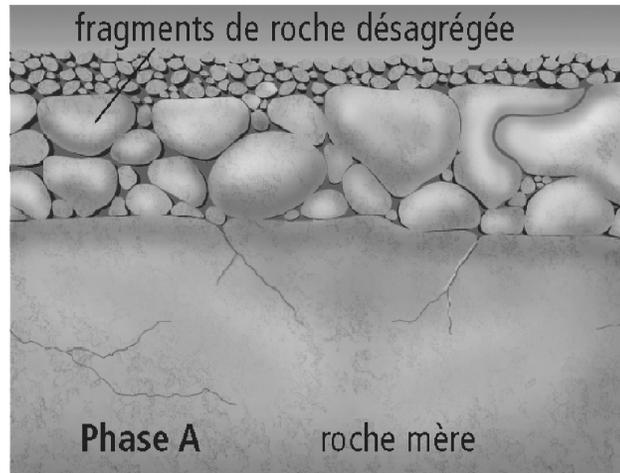


2. Quels éléments du terreau as-tu pu identifier?

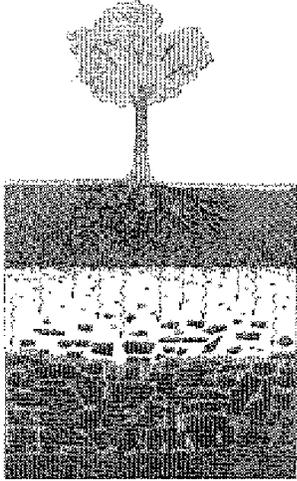
3. Par quels processus, selon toi, le terreau est-il passé, contrairement à la terre pauvre?

4. Pourquoi, selon toi, le terreau est-il meilleur pour faire pousser des plantes?

Objectif • Étudier le processus de formation du sol.



Objectif • Répondre aux questions ci-dessous en utilisant le profil du sol.

| | |
|--|---|
| <p>A Première couche: matière organique, racines, vers de terre, insectes et autres organismes vivants</p> |  |
| <p>B Deuxième couche: minéraux lessivés de la couche supérieure, quelques racines et autres organismes vivants</p> | |
| <p>C Troisième couche: minéraux lessivés de la deuxième couche, roches partiellement désagrégées, fond rocheux</p> | |

1. a) Quelle couche de sol est la plus riche en humus? _____

b) Jusqu'à quelle profondeur les racines des végétaux descendent-elles? _____

c) Dans quelle couche les vers de terre et les insectes décomposent-ils la matière organique?

d) Dans quelle couche la roche se désagrège-t-elle et se transforme-t-elle en terre?

e) Comment s'appelle le processus par lequel l'eau emporte les composantes des couches supérieures vers les couches inférieures?

2. Quels facteurs permettent de déterminer le type de sol d'une région donnée, son épaisseur et sa composition?

3. Choisis un facteur parmi ceux que tu as nommés à la question 2 et explique comment il détermine le type de sol d'une région.

Les principaux facteurs qui déterminent la formation du sol

Objectif • Étudier les principaux facteurs qui influencent la formation du sol.

| Facteur | Action | Exemples |
|-------------------|--|--|
| Roche mère | <ul style="list-style-type: none"> – détermine les propriétés physiques et chimiques du sol | <ul style="list-style-type: none"> – un sol rouge indique que la roche mère est riche en fer – le calcaire comme roche mère produit des sols moins acides |
| Climat | <ul style="list-style-type: none"> – 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 | <ul style="list-style-type: none"> – 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 | <ul style="list-style-type: none"> – détermine la quantité et le type de matière organique dans le sol et à sa surface – protège le sol contre l'érosion | <ul style="list-style-type: none"> – 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 | <ul style="list-style-type: none"> – 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 | <ul style="list-style-type: none"> – 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 | <ul style="list-style-type: none"> – a une influence sur les quantités de minéraux et sur l'étendue de la formation de l'humus | <ul style="list-style-type: none"> – les sols jeunes n'ont pas encore beaucoup d'humus |

Objectif • Noter les résultats de l'expérience 12-2B, *Deviens spécialiste de la terre*, (*expérience principale*) et répondre aux questions.

| 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 | | | | |

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?

Objectif • Résoudre des problèmes concernant l'utilisation et l'érosion du sol en répondant aux questions ci-dessous.

Associations

Associe chaque terme de la colonne de gauche avec la description appropriée de la colonne de droite. Chaque description sert une seule fois. Tu n'auras pas besoin de toutes les descriptions.

| Terme | Description |
|---|---|
| _____ 1. prolifération d'algues | A. technique consistant à laisser les tiges des plantes dans les champs |
| _____ 2. compostage | B. action de retourner le sol avec une machine |
| _____ 3. labourage | C. décomposition des matières végétales |
| _____ 4. culture sans labour | D. planter des cultures différentes dans les champs chaque année |
| _____ 5. stimulation de la croissance des plantes | E. effet négatif de la fertilisation |
| | F. effet positif de la fertilisation |

Vrai ou faux?

Indique si l'énoncé est vrai ou faux. S'il est faux, réécris-le correctement dans l'espace prévu.

6. _____ Un sol récent ne comporte pas encore de couche de sol inerte en dessous.

7. _____ La désertification est un phénomène qui touche actuellement quelques régions du monde.

8. _____ Dans les régions sèches, les agriculteurs minimisent l'érosion du sol en labourant les terres couvertes d'une végétation naturelle.

9. _____ Pour empêcher l'érosion, il faut couper les arbres et les arbustes qui poussent à proximité d'un cours d'eau.

Objectif • Vérifier ta compréhension du chapitre 12.

Ce que tu dois faire

Encerle la lettre qui correspond à la meilleure réponse.

1. Quelle est la forme la plus courante de désagrégation mécanique?
 - A. les animaux qui se déplacent dans le sol
 - B. les réactions chimiques causées par les pluies acides
 - C. l'action du gel et du dégel
 - D. les machines qui cassent les roches
2. Quel est l'agent d'érosion le plus puissant?
 - A. les glaciers
 - B. la gravité
 - C. l'eau en mouvement
 - D. le vent
3. Comment la quantité de roches désagrégées change-t-elle à mesure que l'on descend dans les couches du sol?
 - A. D'abord, elle augmente, puis elle diminue.
 - B. Elle diminue.
 - C. Elle reste stable.
 - D. Elle augmente.
4. Quelle description définit le mieux la désertification?
 - A. la formation d'un sol stérile à la suite de l'érosion de la terre fertile
 - B. l'érosion de sols riches en substances nutritives
 - C. l'action de planter des végétaux du désert
 - D. la transformation d'un sol désertique en sol fertile par l'ajout de matière organique
5. Lequel des éléments suivants est un effet positif de l'emploi de fertilisants?
 - A. une réduction de l'érosion due à la stimulation de la croissance des plantes
 - B. une diminution de la pollution dans les eaux de ruissellement
 - C. une prolifération des algues dans l'eau
 - D. une augmentation des taux de phosphate dans les lacs
6. Lequel des éléments suivants est un effet négatif de l'emploi de fertilisants?
 - A. une diminution des algues dans l'eau
 - B. une réduction de la quantité d'oxygène dissous dans l'eau
 - C. une diminution des taux de phosphate dans les lacs
 - D. une augmentation de l'érosion due à la stimulation de la croissance des plantes

Associe chaque terme de la colonne de gauche avec la description appropriée de la colonne de droite. Chaque description sert une seule fois. Tu n'auras pas besoin de toutes les descriptions.

| Terme | Description |
|------------------------|--|
| _____ 7. sol | A. la quantité d'espace vide dans un sol ou dans une roche |
| _____ 8. humus | B. une combinaison de roches érodées, d'eau, d'air et de matière organique |
| _____ 9. lessivage | C. ce que l'on sent en frottant la terre entre ses doigts |
| _____ 10. perméabilité | D. la propriété d'un sol ou d'une roche de se laisser traverser par un liquide ou un gaz |
| _____ 11. porosité | E. le produit de la décomposition de plantes et d'animaux |
| _____ 12. texture | F. le processus par lequel des parties du sol sont dissoutes, puis emportées par l'eau |
| | G. des minéraux désagrégés pauvres en matière organique |

Questions à réponse courte

13. Quelle est la différence entre la météorisation et l'érosion?

14. Quels sont les cinq facteurs qui déterminent la formation du sol?

15. a) Combien de couches y a-t-il dans un profil de sol? _____

b) Décris brièvement les principales caractéristiques de chaque couche.

16. a) Quels sont les trois types de terre?

b) Comment ces trois types de terre se distinguent-ils?

17. Nomme quatre pratiques agricoles qui réduisent l'érosion du sol.

18. Pourquoi l'érosion de la matière organique du sol est-elle un problème aussi grave?

Objectif • Vérifier ta compréhension du module 4.

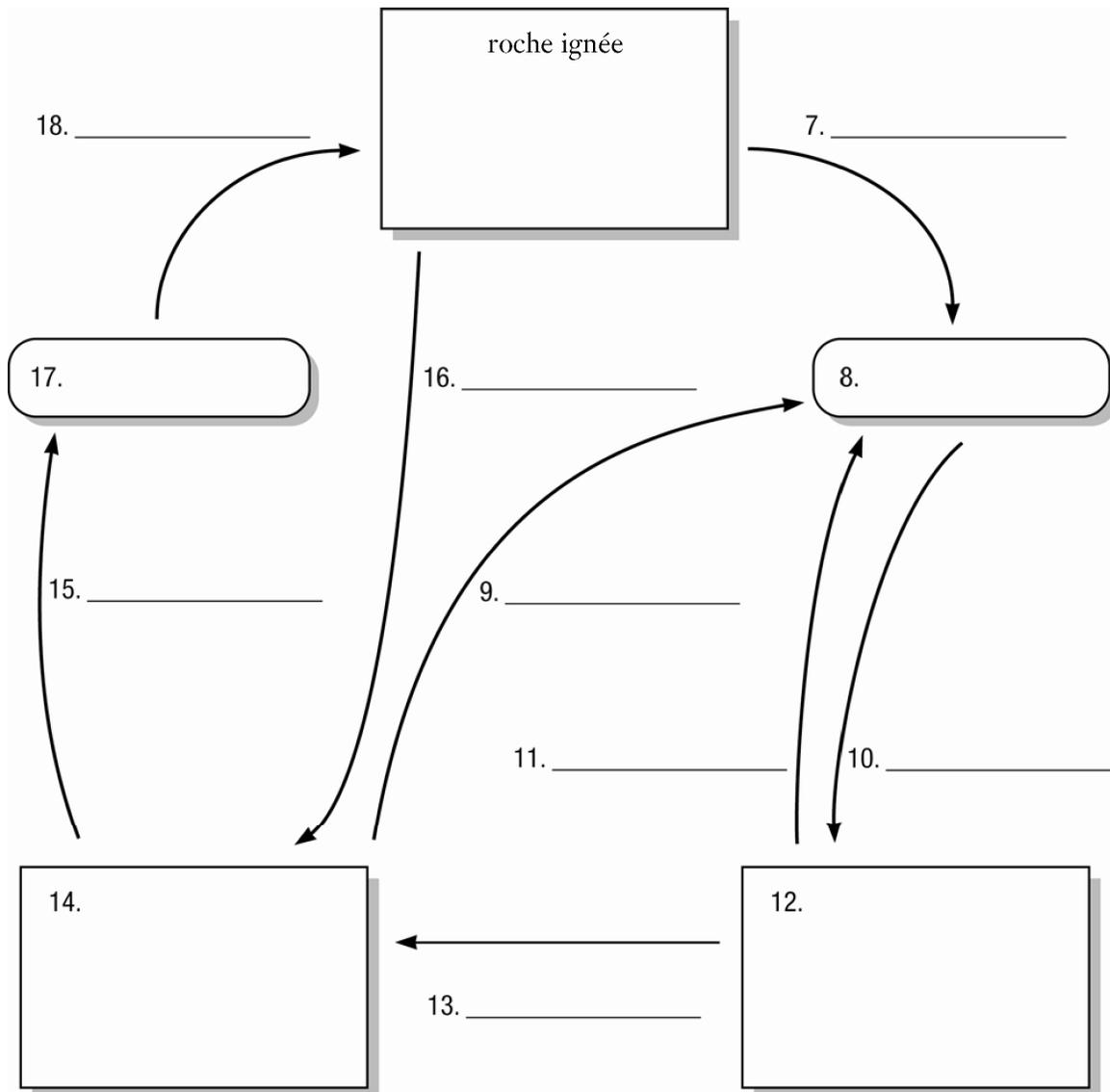
Ce que tu dois faire

Encerle la lettre qui correspond à la meilleure réponse.

1. Quelle roche ou quel minéral provient de la décomposition d'organismes vivants?
 - A. le basalte
 - B. le charbon
 - C. les gemmes
 - D. le gypse
2. Quel énoncé est vrai au sujet des courants de convection?
 - A. Le magma situé dans la partie inférieure du manteau remonte à la surface.
 - B. Le magma descend après avoir été chauffé près de la croûte terrestre.
 - C. La roche en fusion jaillit de la profondeur d'une fosse océanique.
 - D. En refroidissant, les roches s'élèvent dans le manteau.
3. Où se produisent la plupart des tremblements de terre?
 - A. le long des plaques tectoniques actives
 - B. là où il y a des montagnes
 - C. là où il y a des fissures dans la croûte terrestre
 - D. là où il y a des volcans
4. Que se passe-t-il au niveau des crêtes océaniques?
 - A. une fosse océanique profonde se creuse
 - B. une nouvelle croûte se forme
 - C. les plaques océaniques convergent
 - D. une plaque est poussée sous une autre plaque
5. Quelle est la meilleure définition du sol?
 - A. une combinaison de minéraux érodés, d'eau, d'air et de matière organique
 - B. une matière qui fournit des substances nutritives aux plantes
 - C. une matière qui résulte de la décomposition de plantes et d'animaux
 - D. des minéraux désagrégés provenant du fond rocheux
6. Lequel des éléments suivants est un exemple de compost?
 - A. des minéraux broyés
 - B. des feuilles mortes
 - C. de la poussière de roche
 - D. de la cendre volcanique

Montre les stades du cycle des roches en plaçant les mots ou groupes de mots ci-dessous à l'endroit approprié. Tu peux utiliser un mot ou un groupe de mots plus d'une fois.

- compaction et cimentation
- refroidissement et cristallisation
- chaleur et pression
- magma
- fusion
- roche métamorphique
- roche sédimentaire
- sédiments
- météorisation et érosion



Questions à réponse courte

19. a) Nomme deux roches ou deux minéraux extraits à Terre-Neuve-et-Labrador.

b) Quel usage en fait-on?

20. a) La croûte terrestre s'épaissit-elle? _____

b) Explique ta réponse.

21. Comment peut-on empêcher la désertification?

22. Tout au long du module 4, tu as étudié diverses technologies qui ont permis de mieux comprendre la géologie de notre planète. Selon toi, laquelle a eu les répercussions les plus importantes? Explique ta réponse.

FR 4-5 Jeu-questionnaire sur les propriétés des minéraux

1. G
2. D
3. B
4. A
5. H
6. E
7. C
8. F
9. la magnétite
10. le charbon
11. le graphite

FR 4-6 Recherche sur les pierres porte-bonheur

Voir des exemples de résultats de recherche sur la FR 4-7.

FR 4-8 Une histoire de minéraux

1. la pyrophyllite, l'hématite, la magnétite, le quartz, le feldspath, le mica, la fluorite, la calcite, la pyrite, le charbon
2. la loupe: examiner les trois minéraux contenus dans le granite, soit le quartz, le feldspath et le mica;
la boussole: montrer les propriétés magnétiques de la magnétite;
la pièce d'un cent: égratigner la calcite;
le clou en fer: égratigner la calcite et la fluorite;
l'acide: faire réagir avec la fluorite.

FR 4-14 Mots croisés sur les roches et les minéraux

Horizontalement

2. clivage
5. pierre ponce
8. roche mère
10. ressource
14. éclat
15. métaux
17. fracture
18. diamant
19. trace
20. roche
21. pétrole
24. métamorphique
25. sédimentaires
26. intrusive

Verticalement

1. compaction
3. ignées
4. or
6. cycle des roches
7. sédiments
9. cimentation

11. graphite
12. magma
13. lits
16. talc
22. extrusion
23. gemmes

FR-17 Un jeu de lettres sur le cycle des roches

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | + | E | + | + | X | N | + | + | S | + | E | R | M | T | C | + | + |
| + | R | + | R | U | P | R | O | E | + | C | + | E | + | A | O | + | + |
| O | + | G | A | I | U | E | D | I | N | + | T | F | + | R | M | + | + |
| + | B | T | I | E | A | I | T | O | S | E | + | R | + | E | P | + | + |
| N | E | S | L | L | M | T | P | R | O | U | G | O | S | M | A | + | E |
| M | O | A | I | E | E | E | N | R | O | R | F | I | S | O | C | + | H |
| M | H | I | N | D | R | F | I | E | A | L | + | D | I | L | T | + | C |
| C | A | T | S | R | I | S | E | N | M | M | E | I | E | G | I | + | O |
| I | S | R | E | S | A | E | I | U | A | I | E | S | N | N | O | E | R |
| G | + | I | B | T | E | T | N | G | I | V | D | S | G | O | N | T | E |
| N | P | + | I | R | E | R | M | N | A | L | + | E | + | C | + | L | R |
| E | + | O | + | + | E | A | P | L | E | + | L | M | S | + | + | A | O |
| E | N | E | R | I | A | C | L | A | C | G | R | E | S | + | + | S | S |
| C | I | M | E | N | T | A | T | I | O | N | + | N | T | + | + | A | I |
| A | R | D | O | I | S | E | M | M | E | G | + | T | + | E | + | B | O |
| E | U | Q | I | H | P | R | O | M | A | T | E | M | + | + | E | + | N |

FR 4-18 Révision du chapitre 10

1. C
2. B
3. C
4. B
5. B
6. B
7. F
8. G
9. B
10. C
11. D
12. E
13. Dans n'importe quel ordre: la couleur, la trace, la dureté, l'éclat, le clivage, la fracture. D'autres réponses sont acceptables.
14. Plus une roche se refroidit rapidement, plus ses cristaux sont petits. (Plus une roche se refroidit lentement, plus ses cristaux sont gros.)
15. En raison de la compaction et de la cimentation, les sédiments se superposent et forment des couches.
16. a) l'argile feuilletée
b) le conglomérat
17. Une roche mère comme le calcaire (granite, argile feuilletée) devient du marbre (gneiss, ardoise) sous l'action de la chaleur et de la pression, et en présence de fluides chauds.
18. Les sédiments se forment quand les roches se désagrègent et s'érodent.
19. Les élèves peuvent répondre qu'ils vont d'abord déterminer si la roche est composée de sédiments compactés et cimentés (sédimentaire), si des indices montrent qu'elle a été chauffée et s'est refroidie (ignée) ou si elle est formée de couches minces et ondulées (métamorphique).

FR 4-37 Révision du chapitre 11

1. B
 2. C
 3. D
 4. A
 5. C
 6. C
 7. C
 8. F
 9. A
 10. B
 11. E
 12. G
-
13. Le sonar a permis aux scientifiques de trouver des montagnes sur le fond océanique. Grâce au magnétomètre, ils ont découvert, sur les fonds marins, des bandes de roches magnétiques qui se sont formées lors d'une inversion du champ magnétique de la Terre. Les tests de forage à grande profondeur ont révélé que la roche située près des crêtes océaniques était plus jeune que la roche située plus près du continent.
 14. Elle suit un modèle. La plupart des volcans sont situés le long des frontières des plaques tectoniques. Certains sont situés là où les plaques sont minces.
 15. Au Canada, la plupart des tremblements de terre se produisent le long des frontières des plaques tectoniques actives, comme au large des côtes de la Colombie-Britannique, dans les vallées de l'Outaouais et du Saint-Laurent, au Nouveau-Brunswick et au sud de l'île de Terre-Neuve.
 16. L'échelle des temps géologiques est la division de l'histoire en petites unités; elle est basée sur l'apparence des diverses formes de vie dont les fossiles sont les empreintes.
 17. On a trouvé des trilobites provenant d'espèces différentes dans diverses parties de l'île. La roche dans la partie la plus à l'est de l'île ressemble à une roche présente en Afrique et en Europe.
 18. a) les preuves paléogéographiques: la forme des continents;
les preuves biologiques: les fossiles;
les preuves géologiques: les roches et les couches de roche;
les preuves météorologiques: les changements climatiques.
b) et c) Les réponses varieront, mais elles doivent s'appuyer sur des idées sensées.

FR 4-38 Jeu-questionnaire sur la météorisation et l'érosion

1. a) C
b) E
2. a) E
b) C
3. a) C
b) E
4. a) C
b) E
5. C
6. M
7. C
8. C
9. M
10. M
11. C
12. C
13. M
14. M

15. Les réponses varieront, mais les élèves doivent indiquer qu'un lotissement résidentiel peut accélérer le processus d'érosion et qu'il est crucial de préserver la terre végétale.
16. Les réponses varieront, mais elles doivent englober des suggestions sensées comme limiter le ruissellement des eaux et planter des arbres au bord de la rivière pour retenir le sol.

FR 4-43 Le profil du sol

1. a) A
b) B
c) A
d) C
e) le lessivage
2. La nature de la roche mère, le climat, la végétation, le paysage, le temps
3. N'importe lequel des facteurs ci-dessous:

| Facteur | Action |
|------------|--|
| Roche mère | – détermine les propriétés physiques et chimiques du sol |
| 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 |
| Végétation | – détermine la quantité et le type de matière organique dans le sol et à sa surface – protège le sol contre l'érosion |
| 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 |
| Temps | – a une influence sur les quantités de minéraux et sur l'étendue de la formation de l'humus |

FR 4-46 L'utilisation et l'érosion du sol

1. E
2. C
3. B
4. A
5. F
6. Vrai
7. Faux. À l'heure actuelle, la désertification touche de *nombreuses* régions du monde.

8. Faux. Dans les régions sèches, les agriculteurs minimisent l'érosion du sol en *évitant* de labourer les terres couvertes d'une végétation naturelle.
9. Faux. Pour empêcher l'érosion, il faut *préserver* les arbres et les arbustes qui poussent à proximité d'un cours d'eau.

FR 4-47 Révision du chapitre 12

1. C
2. C
3. B
4. A
5. A
6. B
7. G
8. E
9. F
10. D
11. A
12. C
13. La météorisation est le processus de fragmentation des roches, tandis que l'érosion est le déplacement des sédiments provenant de roches désagrégées.
14. Les cinq facteurs qui déterminent la formation du sol sont la nature de la roche mère, le climat, la végétation, le paysage et le temps.
15. a) 3
b) Les réponses varieront, mais elles peuvent englober les points suivants: la terre végétale est la couche la plus fertile du sol et elle abrite des insectes, des vers de terre, des rongeurs et des micro-organismes. La couche de sol inerte contient des minéraux lessivés de la couche supérieure. Elle contient moins d'eau et de substances nutritives que la couche supérieure. Le fond rocheux est le début du long et lent processus de transformation de la roche en terre.
16. a) Dans n'importe quel ordre: la terre sablonneuse ou graveleuse, la terre argileuse, le loam.
b) Les réponses varieront, mais elles peuvent englober les points suivants: la terre sablonneuse est composée de grosses particules et sa texture est graveleuse. La terre argileuse est faite de petites particules et elle est collante et grasse au toucher. Le loam a des particules de taille moyenne et il peut être à la fois graveleux et collant.
17. Dans n'importe quel ordre: cultiver sans labourer, planter des arbres coupe-vent, réduire la dépendance aux fertilisants chimiques, réduire le ruissellement. D'autres réponses sont possibles.
18. Les réponses varieront. Voici un exemple: La santé du sol influence la santé des plantes qui influence à son tour la santé humaine. Un sol pauvre en matière organique ne peut plus soutenir la croissance des végétaux, ce qui peut modifier totalement l'environnement d'une région.

FR 4-48 Révision du module 4

1. B
2. A
3. A
4. B
5. A
6. B
7. météorisation et érosion
8. sédiments
9. météorisation et érosion
10. compaction et cimentation
11. météorisation et érosion
12. roche sédimentaire

13. chaleur et pression
14. roche métamorphique
15. fusion
16. chaleur et pression
17. magma
18. refroidissement et cristallisation
19. a) et b) Acceptez toute réponse sensée. Les élèves se sont peut-être servis du tableau 10.3 de la page 346 de leur manuel.
20. a) non
b) Pendant qu'une nouvelle croûte se forme au niveau des crêtes océaniques, la vieille croûte descend dans les zones de subduction du manteau. La météorisation et l'érosion désagrègent et déplacent constamment les roches.
21. Acceptez toute réponse sensée. Par exemple: planter des arbres coupe-vent, réduire le ruissellement, réduire la dépendance aux fertilisants et cultiver sans labourer.
22. Les réponses varieront, mais les élèves doivent reconnaître que les progrès technologiques et les connaissances accrues sur la géologie de notre planète ont amélioré notre vie.