

NOTIONS DE FOND

Conception : Une mine de renseignements

**Document de référence
et d'évaluation**

**Ce qui importe avant tout est une mise
en œuvre réussie en salle de classe!**

DOCUMENT DE RÉFÉRENCE :

Les notions de fond d'**Une mine de renseignements** sont des activités autonomes, prêtes à l'emploi, qui traduisent diverses notions essentielles en sciences de la Terre. Puisée dans nos archives de ressources pédagogiques adaptées aux programmes d'études, chaque activité évoque une partie intégrante de multiples notions et théories capitales présentées dans les disciplines variées qui composent les géosciences.

Ces activités ont été colligées de manière à servir de support aux enseignants, à leur éviter la nécessité de participer à des ateliers de formation préalables, et à les rendre utiles à l'ensemble de nos enseignants partenaires. Les contenus de l'ensemble des ressources inscrites dans les Notions de fond sont à l'appui des pratiques actuelles d'enseignement, lesquelles prévoient la participation active des élèves à leur apprentissage. Vous pouvez obtenir d'**Une mine de renseignements** les échantillons de roches et de minéraux, ainsi que les ressources documentaires nécessaires à une présentation réussie en salle de classe.

LES NORMES ET ATTENTES EN MATIÈRE DE PROGRAMMES D'ÉTUDES

Les activités ci-jointes correspondent aux *Earth Science Literacy Principles* de la *National Sciences Foundation* et de l'*Earth Science Literacy Initiative (2009)*. Téléchargeable sans frais à partir du site Web (www.earthscienceliteracy.org), ce document présente neuf Grandes idées représentant les plus importantes notions qui soient en sciences de la Terre et il fournit un excellent aperçu des éléments que devraient contenir les programmes d'études en sciences de la Terre.

Voici un résumé des neuf Grandes idées que présente le document intitulé *Earth Science Literacy* :



1. Les experts en sciences de la Terre font appel à des observations reproductibles et à des hypothèses vérifiables pour comprendre et expliquer notre planète.

Les scientifiques apprennent à connaître la Terre au moyen de méthodes et de techniques variées, dont les radars, les sonars, les ondes sismiques et les champs magnétiques, tant en laboratoire que sur place.

2. La Terre existe depuis plus de 4,6 milliards d'années.

Pour en arriver à découvrir l'âge de la Terre, les scientifiques mesurent la décroissance radioactive, ils analysent les roches, les structures et les propriétés des sédiments, ils font appel à leurs connaissances des procédés géologiques et ils observent d'autres éléments du système solaire.

3. La Terre est un système interactif complexe de roches, d'eau, d'air et de vie.

Le globe terrestre est constitué de l'atmosphère, de la biosphère, de la géosphère et de l'hydrosphère. Circulant parmi ces systèmes, l'énergie et la matière sont interreliées d'une manière complexe.

4. La Terre se transforme sans cesse.

Nombre de facteurs et de procédés provoquent des changements dans la géosphère, notamment la tectonique des plaques, l'altération atmosphérique, l'érosion et les organismes vivants.

5. La Terre est composée d'eau.

L'eau est essentielle à la vie et constitue une importante composante des systèmes de la Terre. Moins de trois pour cent des eaux superficielles sont des eaux douces et moins d'un pour cent est potable.

6. La vie évolue sur cette Terre dynamique, la transformant sans cesse.

L'évolution est un procédé permanent au cœur duquel la vie s'adapte aux habitats changeants. Lorsque la rapidité du changement des conditions dépasse la capacité d'adaptation des espèces, l'extinction s'en suit. Les organismes vivants engendrent la modification des conditions terrestres (production d'oxygène et combustibles fossiles, p. ex.).

7. Les humains dépendent de la Terre pour leurs ressources.

Les ressources naturelles sont limitées et inégalement réparties. L'eau, les sols et les minéraux sont essentiels à l'agriculture et à la fabrication, tandis que le pétrole et le gaz constituent une composante importante de la vie moderne. Tout développement d'énergies renouvelables garantira la pérennité de l'espèce.

8. Les catastrophes naturelles présentent des risques pour les humains.

Parce qu'elles provoquent la migration et modifient la taille des populations, les catastrophes naturelles, dont les séismes, les volcans, les inondations, les incendies, les ouragans et les tsunamis, influent sur les sociétés. Les activités des humains peuvent en outre accroître l'incidence de certaines catastrophes naturelles, notamment les glissements de terrain, les inondations et les incendies.

9. Les humains transforment considérablement la Terre.

Les activités des humains ont incidence sur les systèmes terrestres; elles donnent lieu à des changements climatiques, elles modifient la surface de la Terre et la qualité et la disponibilité de l'eau; elles augmentent l'érosion et engendrent la disparition d'habitats et il s'en suit une décroissance de la diversité des espèces.

- *Ces Grandes idées en enseignement se sont avérées un moyen efficace d'approfondir la compréhension des élèves de la maternelle à la 12^e année. Les Grandes idées de l'ESLI ne doivent cependant pas remplacer les résultats d'apprentissage dictés à l'échelle régionale et, bien qu'elles visent un auditoire plus vaste que celui de la maternelle à la 12^e année, ses résultats influenceront grandement l'avenir de l'enseignement des sciences de la Terre de la maternelle à la 12^e année.*

Source : <http://earthscienceliteracy.org/document.html>

MODÈLE ÉDUCATIONNEL SERVANT À PRÉSENTER LES ACTIVITÉS

Le modèle des **5 E** (modèle d'enseignement américain) est basé sur une approche d'apprentissage constructiviste selon laquelle les élèves doivent façonner de nouvelles connaissances à partir d'idées plus anciennes. Ce modèle constitue un cadre idéal pour l'apprentissage fondé sur la recherche.

Selon ce modèle, chacun des **5 E** présente une phase d'apprentissage commençant par la lettre « **E** », soit **Engage, Explore, Explain, Elaborate** et **Evaluate** (**Éveiller, Explorer, Expliquer, Élaborer** et **Évaluer**). Se basant sur les **5 E**, les élèves et les enseignants participent à des activités communes, ils utilisent les connaissances et l'expérience préalablement acquises et misent sur elles, ils conceptualisent et ils évaluent sans cesse leur compréhension d'une notion donnée.

Éveiller : cette phase, la première des **5 E**, lance le processus. Elle doit comprendre une activité qui captera l'attention de l'élève, l'invitant à la réflexion et à faire appel aux connaissances acquises.

Explorer : cette phase des **5 E** offre aux élèves une base d'expériences communes. Ils doivent identifier et élaborer diverses notions et divers procédés et développer diverses compétences. Durant cette phase, les élèves doivent activement explorer leur environnement et manipuler les matières.

Expliquer : cette phase des **5 E** permet aux élèves d'expliquer les notions qu'ils ont explorées. Ici, l'occasion leur est fournie d'exprimer leur compréhension théorique, de démontrer de nouvelles compétences ou d'afficher de nouveaux comportements. Cette phase fournit en outre aux enseignants l'occasion d'introduire des expressions et des définitions officielles et d'enseigner certaines notions, certains procédés, comportements et certaines compétences.

Élaborer : cette phase des **5 E** fait progresser les élèves dans leur compréhension théorique et leur permet d'exercer certaines compétences et de pratiquer certains comportements. Riches de nouvelles expériences, les élèves sont en mesure d'élargir et d'ancrer leur réflexion et/ou de l'appliquer à des situations concrètes.

Évaluer : cette phase des **5 E** invite les élèves à évaluer leur niveau de compréhension et d'aptitudes tout en fournissant aux enseignants l'occasion d'évaluer le rendement et/ou la compréhension théorique, les compétences, les procédés et les applications des élèves.

Source : Eisenkraft, Arther, "Expanding the 5-C Model," "The Science Teacher", Vol.70, 2003, National Science Teacher Association



POUR OBTENIR DES RESSOURCES SUPPLÉMENTAIRES

Veuillez communiquer avec **Une mine de renseignements** pour passer une commande pour l'un ou l'autre des produits présentés dans ce site Web.

Veuillez inscrire « **Commande de Notions de fond** » dans la ligne d'objet de votre courriel ou du bordereau de télécopie.

Téléphone 416-863-6463

Télécopieur 416-863-9900

Courriel schoolprograms@miningmatters.ca



Notion de fond	Activité	Tâche	Contenu d'évaluation *nouveau
1.0 Structure de la Terre	1.1 La tectonique des plaques : Mouvements du fond de la croûte terrestre	<ul style="list-style-type: none"> • Lire Bulletin d'Information (BI) : La dérive continentale et la tectonique des plaques • Examiner une carte du monde, des plaques • Découper des continents, les rassembler en Pangée 	<ul style="list-style-type: none"> • Questions écrites : <ul style="list-style-type: none"> – Décrire la théorie de la tectonique des plaques – Identifier deux limites divergentes – Définitions
	1.2 La chaleur : Une puissante force terrestre	<ul style="list-style-type: none"> • Lire BI : Les couches de la Terre • Examiner la convection et en prendre note à l'aide d'huile et de colorant alimentaire • Questions écrites : <ul style="list-style-type: none"> • Les couches terrestres • Définitions 	<ul style="list-style-type: none"> • Dessiner un schéma illustrant la convection dans la vie quotidienne
	1.3 Les séismes	<ul style="list-style-type: none"> • SV(A) sur les séismes • Expérience de mouvement de clivage • Dresser un plan de 16 événements mondiaux • Lire BI : Les séismes • Regarder l'animation sur la propagation des ondes et les événements mondiaux • Étendre la carte des limites des plaques sur la carte des événements • Dresser un plan des événements sur 2 à 3 semaines 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Fiche signalétique sur la question de départ : Par rapport aux séismes, de quelles informations importantes les habitants du Canada devraient-ils disposer?</i>
	1.4 Les volcans : Des grondements en profondeur	<ul style="list-style-type: none"> • SV(A) sur les volcans • Visionner la vidéo sur Hawaï • Discuter de l'impact des volcans • Dresser une carte des volcans du monde • Lire BI : Les volcans • Représenter des boucliers, des matériaux composites, des cônes de cendres sous forme graphique et les décrire • Visiter le site <i>Volcano Virtual Fieldtrips</i> (visite virtuelle d'un volcan) 	<ul style="list-style-type: none"> • Compléter la lettre « L » du graphique SVA en groupe de deux • Comparer les réponses à celles du graphique sur les volcans; identifier, puis clarifier toutes différences par rapport au sujet du cours • Apporter des modifications au besoin
	1.5 Formation de plis et de failles	<ul style="list-style-type: none"> • Construire des couches et des plis avec de la pâte à modeler • Construire des failles avec des bâtonnets et de la pâte à modeler • Lire BI : Formation de plis et de failles 	<ul style="list-style-type: none"> • Tableau de comparaisons et contrastes sur la formation des plis et des failles • Identification des plis de roches et des montagnes dans les photos
2.0 Les roches et les minéraux	2.1 Identification des minéraux	<ul style="list-style-type: none"> • Apprendre les 8 tests • Identifier le minéral mystère à l'aide de ces tests 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>**Observation des compétences en laboratoire par l'enseignant à l'aide de rubriques</i>



Notion de fond	Activité	Tâche	Contenu d'évaluation *nouveau
	2.2 Les minéraux - Les éléments de base des roches	<ul style="list-style-type: none"> • Examiner le granite et ses composants • Apprendre la définition des roches et des minéraux 	<ul style="list-style-type: none"> • Tableau de comparaisons et de contrastes sur les roches et les minéraux • Le mot de la fin sur les roches et les minéraux
	2.3 Le cycle des roches et les trois groupes de roches	<ul style="list-style-type: none"> • Examiner des échantillons de roches et lancer des idées sur leur formation • Étudier le schéma et le document BI sur les types de roches • Créer des étiquettes sur son propre schéma • Questions écrites sur les types de roches 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Créer une analogie ou un schéma sur les produits, les procédés et les parcours qui caractérisent le cycle des roches et les critères pouvant servir à les évaluer.</i>
	2.4 Les couches rocheuses et les fossiles	<ul style="list-style-type: none"> • Examiner la dolomite • Discuter de la datation • Lire BI • Exercice à trous sur l'évolution géologique • À partir de photos de fossiles, remplir le dessin et inscrire les âges des 8 principaux types • Questions écrites sur l'échelle de temps géologique et les formes de vie 	<p><i>*Discussion en groupe d'une minute : quelles sont les indices de transformation de la Terre au fil du temps?</i></p>
	2.5 Défi de classement des roches	<ul style="list-style-type: none"> • Passer en revue le schéma sur le cycle des roches dans 2.3 • Examiner 13 échantillons de roches • Assortir ses observations aux propriétés des roches et les identifier • Questions écrites sur l'interprétation 	<p><i>*Demander aux élèves de créer une fiche d'instructions leur permettant préciser si une roche est sédimentaire, métamorphique ou ignée</i></p>
3.0 Les sols et l'érosion	3.1 L'altération climatique et l'érosion	<ul style="list-style-type: none"> • 3 Démonstrations : - Gel-dégel à l'aide d'un ballon dans du plâtre - Écrasement de la craie dans de la glace - Oxydation de laine d'acier - Prédiction des résultats • 2 Activités : - Vinaigre et craie - Trait au crayon et efface • Lire BI • Assortir les activités au type d'altération climatique • Répondre aux questions écrites 	<p><i>**Concevoir une expérience afin de tester la hausse et la baisse d'un type quelconque d'altération climatique</i></p>

Notion de fond	Activité	Tâche	Contenu d'évaluation *nouveau
	3.2 La pédogenèse	<ul style="list-style-type: none"> Examiner les résultats de la démonstration dans 3.1 Noter ses observations à côté des prédictions Lire BI Expliquer la manière dont chaque expérience est reliée à la pédogenèse 	<i>*Discuter de la déclaration : « Et si nous pouvions arrêter complètement l'érosion? » en tant que point plus ou moins intéressant.</i>
	3.3 Les caractéristiques des sols	<ul style="list-style-type: none"> Faire enquête : Les composants des sols Leur capacité de rétention d'eau La présence de l'air La diffusion capillaire 	<i>*Dresser un plan de chaque type de sol et les classer selon leur capacité de rétention d'eau, leur teneur en air et la diffusion capillaire</i>
	3.4 Types et conditions d'utilisation des sols	<ul style="list-style-type: none"> Lire BI Faire une recherche de sols dans sa région 	Assortir le type de sol avec sa condition d'utilisation
	3.5 L'importance de la conservation des sols	<ul style="list-style-type: none"> Passer en revue les sols et le procédé d'érosion Regarder une démonstration sur les dépôts de pailis servant à retenir l'eau Regarder une démonstration sur l'érosion par le vent sur du sable sec et mouillé, sur un mélange de mousse de tourbe et sur du sable gazonné 	<i>*Composer un message d'intérêt public visant convaincre les gens de faire le nécessaire pour réduire l'érosion des sols et leur en expliquer l'importance</i>
	3.6 Les glaciers et les formes de relief	<ul style="list-style-type: none"> Passer en revue l'altération climatique et l'érosion Examiner l'abrasion glaciaire Lire BI sur les glaciers et répondre aux questions du test Faire des recherches sur les caractéristiques glaciaires Compléter les mots croisés 	<i>*Tableaux de définition des notions pour deux formes de relief glaciaires</i>
4.0 Le cycle d'exploitation minière	4.1 Les types de mines et la technologie	<ul style="list-style-type: none"> Regarder les affiches Lire BI Discuter des comparaisons et contrastes entre les mines souterraines et à ciel ouvert Voir Command for Underground Voir les règles de base 	<i>**Tableau des pour et des contre de l'exploitation minière à ciel ouvert et souterraine</i>
	4.2 Récupération et remise en état	<ul style="list-style-type: none"> Lancer des idées sur l'impact des mines Regarder des photos avant et après Lire des brochures sur la remise en état Créer un projet de remise en état dans une mine/une carrière locale 	<i>*Autoévaluation par les élèves de leur présentation</i>

Notion de fond	Activité	Tâche	Contenu d'évaluation *nouveau
	4.3 Le procédé de recherche de mines	<ul style="list-style-type: none"> • Démonstration 1 sur 100 • Lire BI • Répondre aux questions écrites sur BI • Regarder la vidéo sur les carrières • Recherches de choix de carrières 	<i>Réponses sur papillons adhésifs : par rapport au procédé de recherche des mines, quelles idées sont les plus importantes?</i>
	4.4 Recycler et réutiliser	<ul style="list-style-type: none"> • Lire BI • Composer une chanson, un poème, une anagramme, etc., sur le recyclage • Questionner les gens de la communauté sur leurs activités de recyclage 	<i>*Concevoir un outil d'évaluation</i>
5.0 Responsabilité sociale et environnementale	5.1 Exploitation d'une mine à ciel ouvert	<ul style="list-style-type: none"> • Lire BI • Regarder l'affiche d'une mine à ciel ouvert • Créer un modèle de mine à ciel ouvert : dessin, extraction, remise en état • Questions sur l'impact de ce modèle d'exploitation minière 	<i>Interprétation de la photo avant et après : écrire trois activités complétées</i>
	5.2 Wakima : Une étude de cas	<ul style="list-style-type: none"> • Regarder la carte de la ville • Lire BI • Questions écrites 	<i>Voter par expression corporelle : Comment vous sentiriez-vous si l'exploitation d'une mine était proposée à côté de chez vous?</i>
	5.3 Wakima : Recherches et rôles	<ul style="list-style-type: none"> • Élaborer une opinion et une stratégie face à la proposition d'une mine à l'aide d'un jeu de rôle • Présenter son point de vue pendant ce jeu • Envisager des solutions aux problèmes soulevés 	<i>(*Renvoi à 5.4)</i>
	5.4 Wakima : Débat et décision	<ul style="list-style-type: none"> • <i>*Projeter la présentation d'un débat en fonction des critères d'évaluation</i> • Débat en salle de classe avec présentation par chacun des groupes de rôle • Chaque personne doit voter pour ou contre la mine 	<ul style="list-style-type: none"> • Évaluation, par l'enseignant, de la performance pendant le débat selon les critères prescrits

Interprétation des données	<ul style="list-style-type: none"> • 1.5 (photo) • 4.1 le pour et le contre de chaque type de mine • 5.1 (photo) remise en état
Conception et expérimentation	<ul style="list-style-type: none"> • 3.1 l'altération climatique et l'érosion
Questions sur l'exécution de travaux en laboratoire	<ul style="list-style-type: none"> • 3.3 les caractéristiques des sols
Processus continu de diagnostic jusqu'au cycle 5E	
Rubrique	<ul style="list-style-type: none"> • 2.1 tests sur les minéraux
Observation des performances par l'enseignant	<ul style="list-style-type: none"> • 2.1 tests sur les minéraux • 5.4 le débat à Wakima
Entretien avec l'élève	
Portefeuille	
Produit d'apprentissage par la résolution de problèmes	<ul style="list-style-type: none"> • 5.1 interprétation de photos de remise en état
Segment vidéo	
Journal	
Dessin	<ul style="list-style-type: none"> • 1.2 la convection dans la vie quotidienne (inscrire) • 2.3 schéma sur le cycle des roches (concevoir)
Activité d'évaluation	<ul style="list-style-type: none"> • 1.5 interprétation de photos, étiquetage de modèle • 3.5 message d'intérêt public
Que pensez-vous de...	
Pourquoi pensez-vous ... ?	
Quelles preuves détenez-vous...?	<ul style="list-style-type: none"> • 2.4 que la Terre s'est transformée au fil du temps
Que connaissez-vous du problème...?	
Quelles sont les plus importantes ...	<ul style="list-style-type: none"> • 4.3... idées par rapport à la recherche d'une mine?
Comment en arriveriez-vous à décider de...	
Quels critères utiliseriez-vous pour évaluer...?	
Pourquoi ... est-il un bon modèle pour cette notion?	
Rédaction	
Test	
Questions de départ (rapides)	<ul style="list-style-type: none"> • 1.3 renseignements sur les séismes
Réponse à l'analogie	
Explication dans ses propres mots	
Explication des similarités et des différences entre l'analogie et la cible	
Exposition en détail des limites de telles analogies et de tels modèles	
Création d'une analogie ou un modèle selon la rubrique prescrite	<ul style="list-style-type: none"> • 2.3 le cycle des roches : analogie ou schéma
Débat	<ul style="list-style-type: none"> • 3.2 la formation des sols : débat sur la possibilité d'arrêter toute altération climatique • 5.4 la mine de Wakima
Création d'un livret servant à convaincre	<ul style="list-style-type: none"> • 2.5 directives sur les types de roches
Rédaction d'une lettre	<ul style="list-style-type: none"> • 3.5 message d'intérêt public
Recherche d'autres exemples de...	



Que diriez-vous à... à ce sujet?	• 1.3 les séismes
Expliquez-vous...	
Discussion en groupe	• 2.4 preuve que la Terre s'est transformée au fil du temps
Présentation de ses opinions	• 5.2 carte de la ville de Wakima
Affiche	
Inscrire les points les plus déconcertants	
Fiche signalétique	
Évaluation instantanée	• 2.4 preuve de la transformation de la croûte terrestre
Question CSR (Système d'intervention en classe)	
Lancement de nouvelles enquêtes	
Comparaison de ses propres idées avec les théories données/les articles donnés	
Évaluation de ses propres progrès et de ceux de ses pairs	• 1.4 graphique sur les volcans
Élaboration d'un outil d'attribution de notes ou d'une rubrique	• 4.4 évaluation du poème/de la chanson sur le recyclage (exécuté avant la rédaction)
Conception d'une question exigeant une phase d'évaluation	
Autoévaluation	• 4.2 projet de réexploitation
Évaluation par ses pairs	• 1.4 tableau sur les volcans
Présentation	• 4.2 projet de réexploitation
Discussions sur les conclusions avec preuves à l'appui	
Repère graphique des comparaisons et contrastes	• 1.5 Formation de plis et de failles • 2.2 Les roches et les minéraux
Organisateur graphique sur la définition des notions	• 3.6 les caractéristiques glaciaires

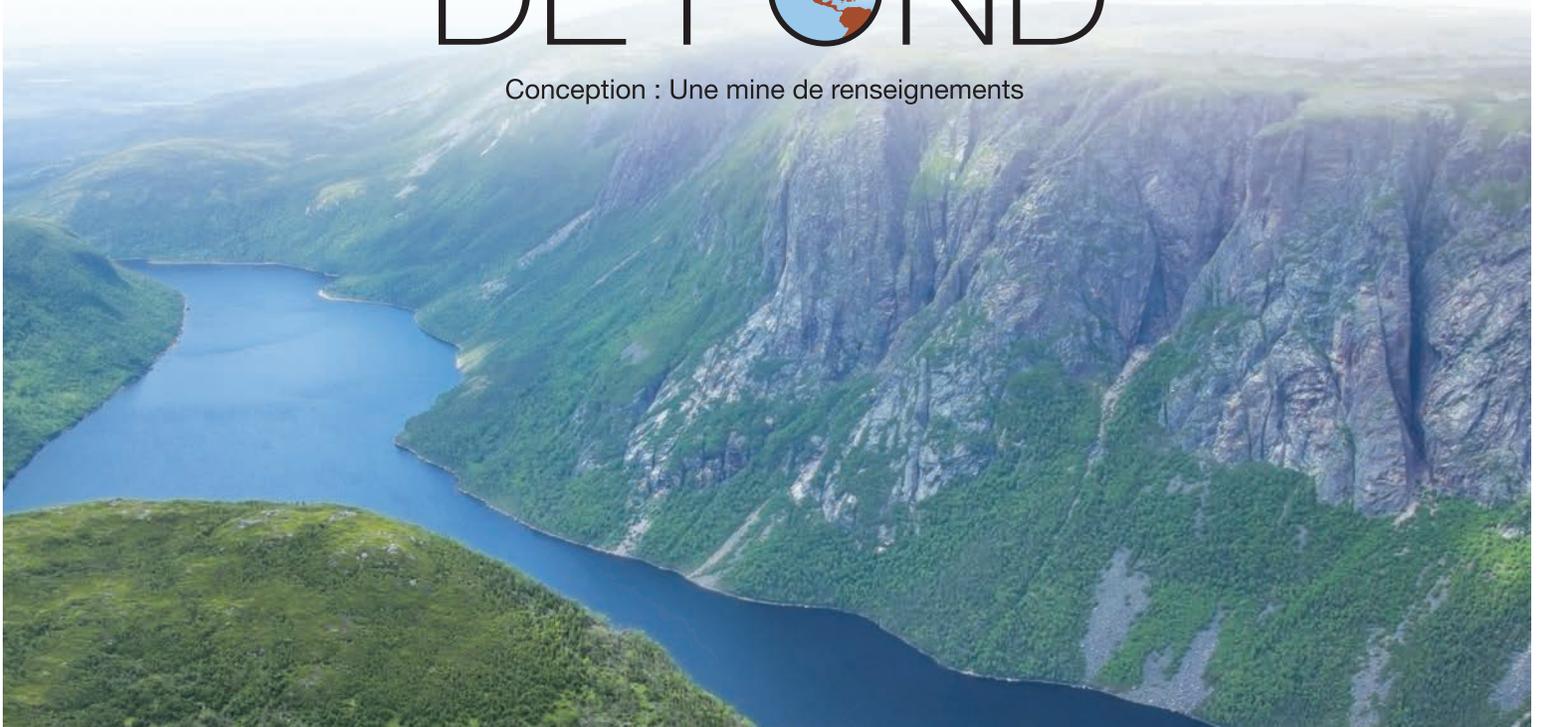


Une mine de renseignements est un organisme de bienfaisance ayant pour mission de renseigner et de conscientiser les élèves, les éducateurs et le grand public sur la géologie et les ressources minières du Canada.

N^o d'enregistrement : 88775 6435 RR0001

NOTIONS DE FOND

Conception : Une mine de renseignements



La structure de la Terre



Saviez-vous qu'il existe des ressources accessoires pour faciliter la présentation du présent sujet? Veuillez communiquer avec Une mine de renseignements et nous nous ferons un plaisir de vous venir en aide. Il suffit d'inscrire « Notions de fond » dans la ligne d'objet du courriel et/ou du bordereau de télécopie.

Une mine de renseignements

Tél. : 416.863.6463

Télec. : 416.863.9900

Courriel : schoolprograms@miningmatters.ca

TABLE DES MATIÈRES

1 Les plaques tectoniques	
- Mouvements du fond de la croûte terrestre	4
Bulletin d'information	6
Les plaques tectoniques	7
Mouvements du fond de la croûte terrestre	8
Questions au titre des activités	9
2 La chaleur : Une puissante force terrestre	11
Bulletin d'information	13
Questions au titre des activités	14
3 Les séismes	16
Graphique SVA : ce que je sais, ce que je veux savoir, ce que j'ai appris	18
Bulletin d'information 3a	19
Bulletin d'information 3b	20
Activités	22
Tableau de données : Les séismes les plus violents	23
Carte du monde	24
Calque : Zone de séismes	25
Les plaques tectoniques	26
4 Les volcans : Des grondements en profondeur	27
Graphique SVA	29
Bulletin d'information	30
Carte du monde	31
Calque : Les zones d'activités volcaniques	32
Les plaques tectoniques	33
Activités	34
5 Formation de plis et de failles	36
Bulletin d'information	38
Activités	39
Tableau de comparaisons et de contrastes	43

MATÉRIAUX REQUIS

- Une carte du monde
- Un couteau à lame rétractable
- Des stylos et des crayons
- Figure : *Les plaques tectoniques* (affiche à projeter à l'aide des technologies de projection en salle de classe]
- Documentation : *Schémas de plaques tectoniques*
- Documentation : *Schémas de plaques tectoniques : Les mouvements du fond de la croûte terrestre*
- Documentation : *Bulletin d'information sur les plaques tectoniques : Les mouvements du fond de la croûte terrestre*
- Documentation : *Activité - Les plaques tectoniques : Les mouvements du fond de la croûte terrestre*
- Option de livre en ligne : *ROC Ontario*

Disponibles ici!

<http://www.geologyontario.mndmf.gov.on.ca/mndmfiles/pub/data/imaging/POP002//pop002.pdf>

Fournitures

- Du carton épais (la partie latérale d'une vieille boîte en carton)
- Du papier calque

**RÉSUMÉ DES TÂCHES**

Les élèves :

- Comprendre les procédés de formation des montagnes, des plis et de failles sur la surface de la Terre et pouvoir les décrire.

LES PRINCIPES DE LITTÉRACIE EN SCIENCES DE LA TERRE

GRANDE IDÉE 1 Les experts en sciences de la Terre font appel à des observations reproductibles et à des hypothèses vérifiables pour comprendre et expliquer notre planète.

GRANDE IDÉE 3 La Terre est un système interactif complexe de roches, d'eau, d'air et de vie.

GRANDE IDÉE 4 La Terre se transforme sans cesse.

LES OBJECTIFS

1. Participer à une discussion sur la tectonique des plaques, animée par l'enseignant, à partir du bulletin d'information.
2. Répondre aux questions selon un passage perçu de façon globale.

DIRECTIVES**Éveiller**

1. Distribuez le bulletin d'information *Les plaques tectoniques : Mouvements du fond de la croûte terrestre* et passez-le en revue.

Explorer

2. Demandez aux élèves d'examiner la carte du monde et de songer à la manière dont les continents auraient pu jadis être assemblés.

Expliquer

3. Distribuez la documentation *Schéma de plaques tectoniques : Les mouvements du fond de la croûte terrestre* et le schéma *Les plaques tectoniques* et discutez des observations des élèves.
4. Affichez la figure intitulée : *Schéma de plaques tectoniques*.

Élaborer

5. Demandez aux élèves de reproduire une carte du monde sur du papier calque à l'aide d'un stylo rouge. Retournez ensuite la feuille, puis, d'un mouvement de gauche à droite, frottez fort avec le crayon sur l'envers du trait rouge.
6. Retournez de nouveau le papier calque, face vers le haut, puis fixez-le sur le carton épais.
7. Tracez de nouveau le contour de la carte du monde en pesant fort de sorte que le trait de crayon à l'endos de la face du papier calque se transfère sur le carton.
8. À l'aide du couteau à lame rétractable, découpez SOIGNEUSEMENT le contour des continents.
9. Disposez ces continents de manière à les rassembler en une seule masse terrestre (créer une Pangée, p. ex.).

Évaluer

10. Demandez aux élèves de répondre aux questions posées dans la documentation intitulée *Activité - Les mouvements du fond de la croûte terrestre*.

Pour stimuler l'intérêt des élèves à en apprendre davantage et à faire des recherches, invitez-les à visiter le site *The Dynamic Earth : The story of plate tectonics* au <http://pubs.usgs.gov/gip/dynamic/dynamic.html>.

RENSEIGNEMENTS À L'APPUI

Mots clés :

Expressions principales : Pangée, dérive des continents, convection, tectonique des plaques, point chaud, dorsale médio-atlantique, divergent, hypothèse, convergent.

Expressions secondaires : paléontologue, météorologue, géologue, zone de subduction.



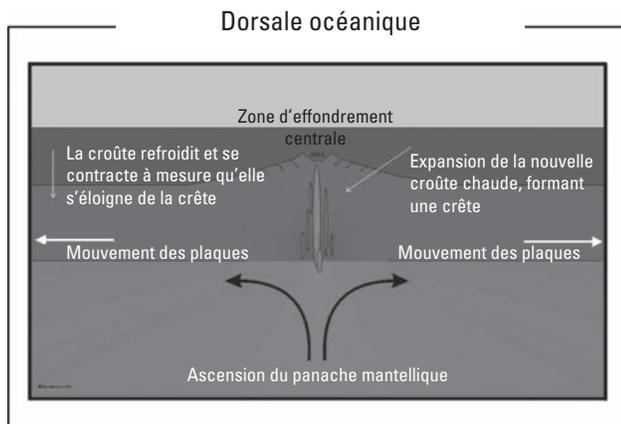
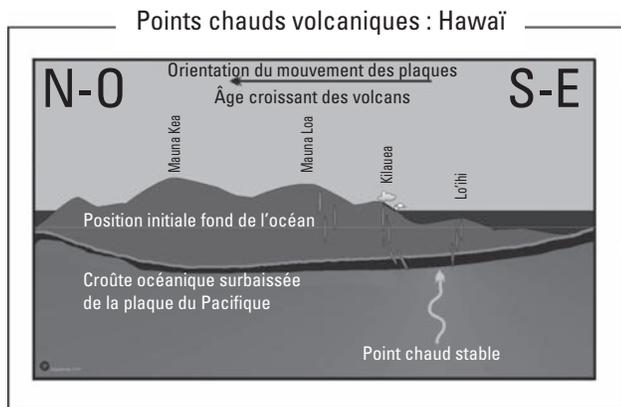
LA SÉCURITÉ

- Lorsque vous utilisez un couteau à lame rétractable, éloignez la lame du corps en découpant et prenez soin de tenir le carton fermement. Assurez-vous également d'utiliser une lame bien aiguisée.

Source : <http://pubs.usgs.gov/publications/text/dynamic.html> - US Geological Survey. Ce site se veut une source d'information exhaustive et il présente d'excellents schémas sur la théorie de la tectonique des plaques.

LES MOUVEMENTS DU FOND DE LA CROÛTE TERRESTRE

En regardant une carte du monde ou un globe terrestre, nous constatons que la Terre compte sept continents. En l'examinant de plus près, nous nous rendons compte que – si on enlevait l'océan Atlantique et que les continents étaient rassemblés – le littoral est de l'Amérique du Sud et celui de l'ouest de l'Afrique s'emboîteraient comme des morceaux de casse-tête. D'autres littoraux, dont le Canada et le Groenland, pourraient être ainsi assortis si l'océan Atlantique ne les séparait pas. Est-il possible que les continents aient autrefois été réunis en une seule masse terrestre sans être séparés par des océans?



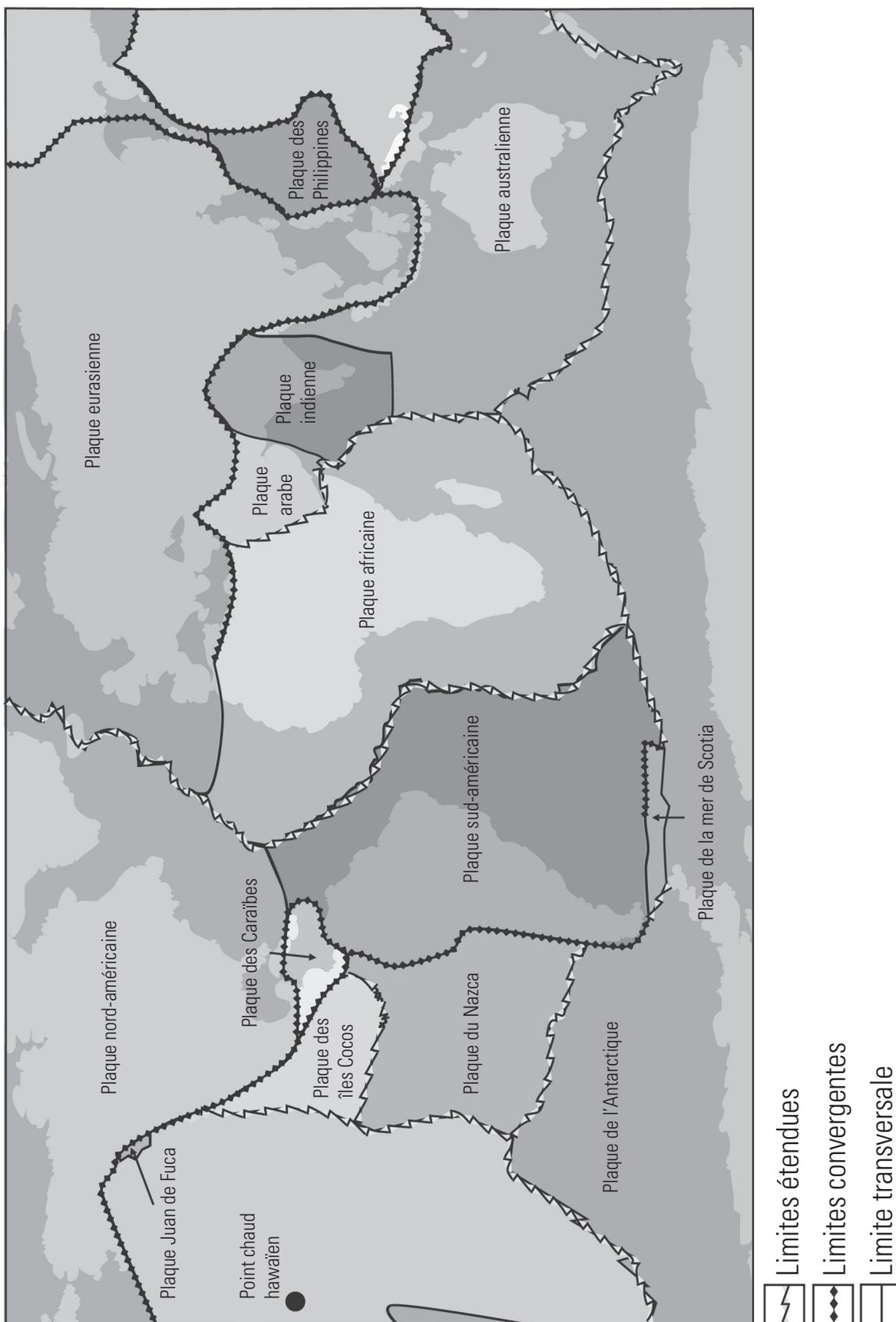
Le météorologue allemand, Alfred Wegener, croyait que les continents étaient autrefois rassemblés. Les *paléontologues* ont découvert les mêmes types de fossiles en Amérique du Sud et en Afrique et ils ont conclu que ces continents avaient autrefois été fusionnés. Wegener s'était toujours questionné sur l'assortiment en casse-tête de ces continents et, suite aux découvertes des paléontologues, il a formulé une **hypothèse** ou une idée scientifique nommée **dérive des continents**. Selon la théorie de Wegener, tous les continents auraient jadis été fusionnés en – un même supercontinent qu'il a baptisé **Pangée** – et qui, il y a de cela environ 200 millions d'années, aurait commencé à se séparer en fragments individuels, ou continents, pour en arriver à leur position actuelle. Les océans naissants auraient ensuite rempli l'espace entre ces continents.

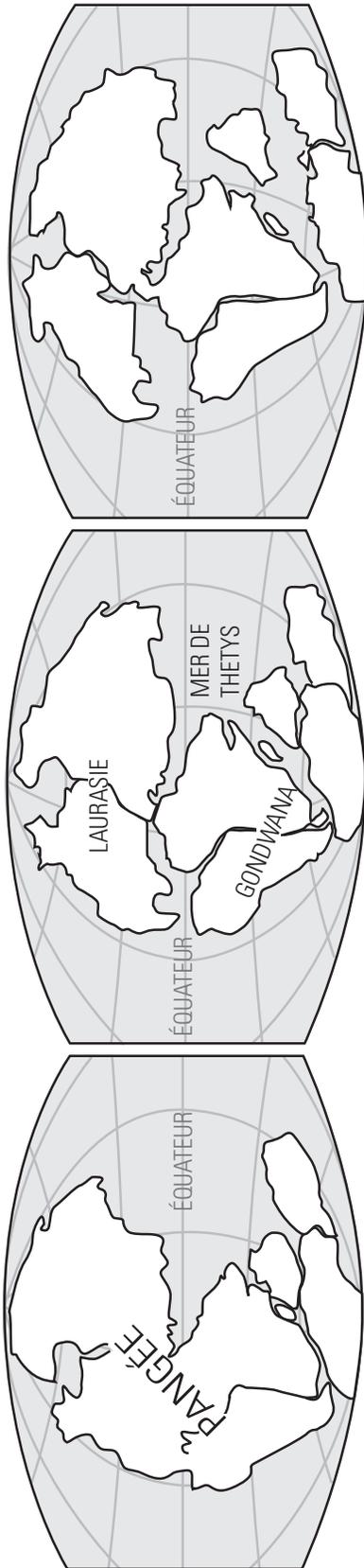
Le géologue britannique Arthur Holmes a publié en 1928 un article traitant d'une force qui pourrait expliquer la manière dont les continents se sont séparés. Dans cet article, Holmes proposait la présence de courants magmatiques de **convection**, ou courants de chaleur à l'intérieur de la Terre. Selon Holmes, ces courants partaient du centre de la Terre, allant jusqu'à la base des continents, allongeant et séparant ces masses continentales.

Le scientifique canadien Tuzo Wilson, enseignant à l'Université de Toronto et directeur du Centre des sciences de l'Ontario jusqu'à sa mort en 1963, fit évoluer l'idée de la dérive continentale en un concept nommé **tectonique des plaques**. Sa principale contribution à la théorie de la tectonique des plaques fut sa découverte des points chauds dans le manteau terrestre. Ainsi,

la chaîne d'îles hawaïennes forme un **point chaud** dans l'océan pacifique. Le concept de Wilson est considéré comme l'une des principales percées en termes de réflexion sur les processus terrestres.

La surface de la Terre est répartie en 10 parties solides environ, nommées **plaques tectoniques**. Les mouvements de convection déplacent ces plaques entre elles. Le mouvement de ces plaques provoque, d'une part, la **divergence** (l'extension) et d'autre part, la **convergence** (la collision). Au fur et à mesure de la séparation de ces plaques, de nouvelles roches se forment à la limite de la plaque divergente. À titre d'exemple : la **dorsale médio-atlantique** au fond de l'océan Atlantique, dont l'action rappelle celle de deux tapis roulants géants circulant en direction opposée, éloigne la plaque océanique nouvellement créée de la crête de dorsale à une distance d'environ 3 cm par an. Le fait que la taille de la Terre n'ait pas changé indique que la plaque tectonique doit se détruire aussi rapidement qu'elle se crée. Une destruction (recyclage) semblable des roches se produit le long des limites convergentes, alors que les plaques avancent les unes vers les autres et qu'à l'occasion, l'une s'enfouit sous l'autre. On nomme *zone de subduction* l'endroit où ces plaques s'enfoncent. Il arrive souvent que les volcans sur la surface de la Terre soient situés juste au-dessus d'une telle zone de subduction. En d'autres temps, lorsque les plaques se heurtent, leurs pourtours se désagrègent, créant ainsi des montagnes. La côte ouest du Canada, où la plaque du Pacifique glisse sous la plaque nord-américaine, présente un parfait exemple d'une limite convergente.

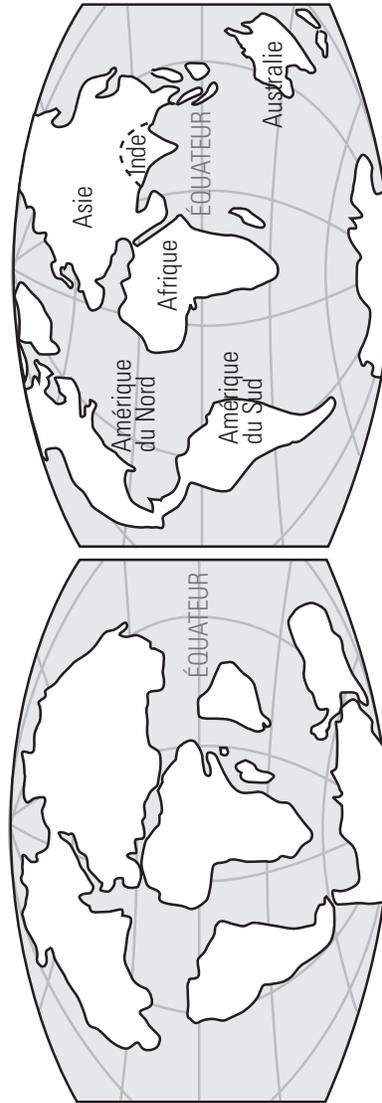




Il y a 225 millions d'années

Il y a 200 millions d'années

Il y a 135 millions d'années



Il y a 65 millions d'années

Aujourd'hui

MATÉRIAUX REQUIS

- Une nacelle en verre peu profonde, résistant à la chaleur, mesurant environ 23 cm x 23 cm (9 po x 9 po)
- Deux blocs en bois de 20 cm de long, mesurant 5 cm x 10 cm (8 po de long, mesurant 2 po x 4 po)
- Un compte-gouttes oculaire
- Un globe terrestre ou une carte du monde
- Documentation : *Bulletin d'information La chaleur : une puissante force terrestre*
- Documentation : *Activité - La chaleur : une puissante force terrestre*

Fournitures

- De l'huile de cuisson
- Du colorant alimentaire
- Une chandelle décorative

**RÉSUMÉ DES TÂCHES**

Les élèves :

- Comprendre les procédés auxquels font appel les courants de convection et pouvoir les décrire.

LES PRINCIPES DE LITTÉRACIE EN SCIENCES DE LA TERRE

GRANDE IDÉE 4 La Terre se transforme sans cesse.

LES OBJECTIFS

1. Participer à une discussion sur la manière dont la Terre s'est formée, animée par l'enseignant.
2. Participer à une expérience sur la convection et l'expliquer.

DIRECTIVES**Éveiller**

1. En regardant le globe terrestre, invitez les élèves à participer à une discussion sur la tectonique des plaques et sur la manière dont les continents semblent être « assortis ». Demandez aux élèves de songer à ce qui aurait pu produire de tels mouvements.
2. Réalisez l'expérience de convection et demandez aux élèves de prendre des notes.
 - a. Mettez deux blocs en bois sur une surface plane à une distance légèrement inférieure à celle de la nacelle. Posez une chandelle décorative entre les deux blocs, puis allumez-la.
 - b. Remplissez à moitié la nacelle résistante à la chaleur d'huile de cuisson. Posez-la solidement sur les blocs. Remplissez le compte-gouttes de colorant alimentaire et plongez-le dans l'huile, presque au fond de la nacelle. Pressez le compte-gouttes pour qu'un peu de colorant s'échappe au fond de la nacelle.
 - c. À mesure que l'huile du fond de la nacelle se réchauffe, elle monte à la surface en emportant le colorant alimentaire. Dès qu'elle atteint la surface, le colorant alimentaire est forcé de se répandre à cause de la poussée constante du courant vers le haut. Au fur et à mesure que les gouttes refroidissent, elles s'alourdissent et coulent au fond pour se mêler à la flaque de colorant alimentaire. *Source : How the Earth Works de John Farndon (1992).*

Explorer

3. Distribuez le bulletin d'information : *La chaleur : une puissante force terrestre.*

Expliquer

4. Discutez en groupe des observations des élèves et des connaissances qu'ils ont puisées dans le bulletin d'information.

Élaborer

5. Une fois les observations notées, demandez aux élèves de compléter l'activité : *La chaleur : une puissante force terrestre.*

Évaluer

6. Demandez aux élèves de se renseigner sur le phénomène de convection observé dans leurs vies quotidiennes et de dessiner un schéma catalogué.

RENSEIGNEMENTS À L'APPUI

Mots clés :

Expressions principales : noyau interne, noyau externe, manteau, manteau inférieur, manteau supérieur, zone de transition, lithosphère, asthénosphère, convection, lave, magma, plaques tectoniques, faille, croûte

Expressions secondaires : courant de convection, conduction, géothermique, inclinaison



LA SÉCURITÉ

- La démonstration sur la convection à l'aide des blocs en bois et de la nacelle à l'épreuve de la chaleur doit être exécutée sur une surface stable et de niveau. Souvenez-vous également que cette démonstration comprend de l'huile chauffée et une chandelle allumée, et qu'il faut faire preuve de PRUDENCE. SOUVENEZ-VOUS que l'huile doit être chauffée seulement et qu'elle ne doit en aucun cas bouillir. C'est pour cela que la source de chaleur utilisée doit être faible et qu'il ne faut en aucun temps y substituer d'autre source.

LA CHALEUR : UNE PUISSANTE FORCE TERRESTRE

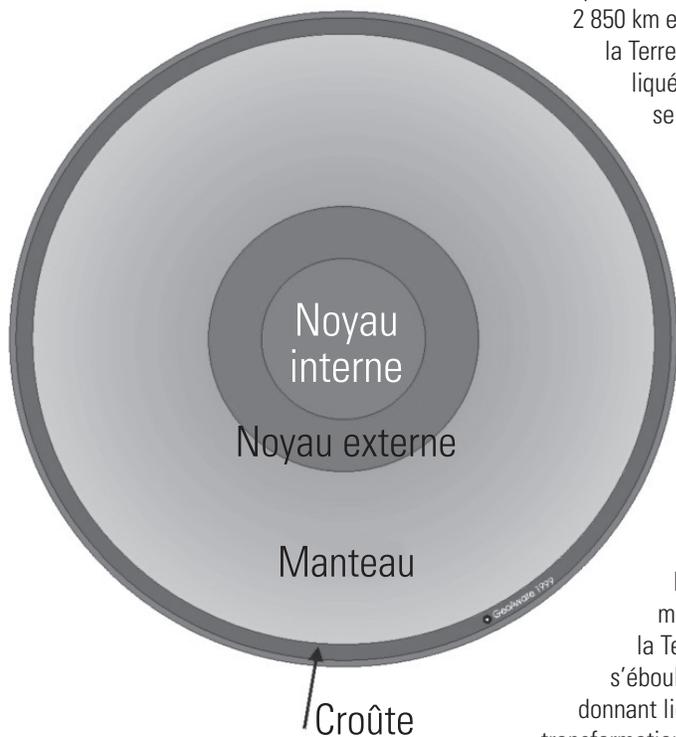
Plus vous vous déplacez vers le centre de la Terre, plus la chaleur y est by est intense. Les vidéos d'éruptions volcaniques à travers le monde notamment à Hawaï ou en Sicile, en Italie (le volcan Etna), vous permettent de constater à quel point le centre de la Terre est chaud. De la roche fondue brulante provenant de l'intérieur de la Terre est projetée du volcan. La chaleur intense au centre de la Terre fait fondre la roche. Cette roche fondue se nomme **magma**. On nomme **lave** le magma qui se répand sur la surface de la Terre (la croûte terrestre) pendant une éruption volcanique.

Vous croyez sans doute que le sol que vous foulez sous vos pieds est solide et statique. En fait, il est constamment en mouvement. Tout comme l'eau et l'air montent lorsque soumis à de la chaleur, le magma monte aussi. La température extrême du centre de la Terre fait fondre le magma, le mélangeant et le poussant vers le haut. Pendant son parcours vers la surface de la Terre, le magma refroidit, devenant plus dense, pour ensuite sombrer de nouveau au plus profond de la Terre. On nomme **convection** le flux circulaire du magma. On peut d'ailleurs observer ce mouvement de convection chaque fois que l'on chauffe un liquide quelconque. Toutefois, contrairement à l'échauffement de l'eau, l'échauffement par convection au centre de la Terre est très lent en raison de la forte densité de la roche et du magma.

La Terre est composée de deux couches distinctes, chaque couche jouant un rôle différent pendant l'échauffement par convection. La distance du centre de la Terre par rapport à sa surface est d'environ 6 400 km. On trouve au centre de la Terre le **noyau interne**, lequel est constitué d'une masse de fer dont la température atteint les 3 870°C. Bien que de telles températures fassent normalement fondre le fer, il conserve son état solide en raison de l'immense pression exercée sur lui. Le diamètre du noyau interne est d'environ 2 400 km.

Vient ensuite le **noyau externe**, une couche entourant le noyau interne solide, dont l'épaisseur mesure environ 2 200 km. Légèrement plus froid que le noyau interne, il est quand même assez chaud pour maintenir en fusion le fer dont il est constitué.

Le noyau est entouré du **manteau**, une couche dont l'épaisseur atteint les 2 850 km environ, soit presque la moitié de la distance vers le centre de la Terre. Certaines parties de cette couche se réchauffent au point de se liquéfier, se transformant en roche fondue nommée magma, laquelle se déplace lentement.



La couche externe de la Terre, ou la **croûte** terrestre est constituée de roches dont l'épaisseur varie entre 12 km environ sous les océans et 100 km sous les montagnes. Les roches et les minéraux de la surface, que nous connaissons déjà, sont le propre de cette croûte, dont la composition chimique diffère de celle du manteau.

Lorsque les scientifiques examinent l'échauffement par convection dans la Terre, ils se rendent compte de la rigidité de la couche externe. Cette couche rigide, ou la croûte située par-dessus le manteau mesure environ 100 km d'épaisseur. Nommée **lithosphère**, cette couche brisée et crevassée est à l'origine des plaques tectoniques. L'échauffement par convection dans le manteau donne lieu au mouvement latéral de ces plaques tectoniques sur la surface de la Terre. Il arrive que les plaques tectoniques entrent en collision, s'éboulent et se replient pour former des montagnes et des volcans, donnant lieu à des séismes et témoignant ainsi de l'activité et de la transformation constantes de la Terre.

1. Formule, par écrit, tes observations de l'expérience du réchauffement par convection. Dessine un schéma catalogué du mouvement du colorant alimentaire lorsque celui-ci est chauffé.

Titre :

2. Quel est le nom du mouvement du liquide chauffé? Décris-en le procédé.

3. Dans un court paragraphe, explique la manière dont le mouvement de convection a incidence sur les plaques tectoniques de la Terre.

4. Dresse une liste des couches de la Terre à partir du centre.



5. Qu'est-ce qui cause le mouvement constant du manteau de la Terre? Pourquoi ne ressentons-nous pas ce mouvement?

6. Fournis, par écrit, la définition des termes suivants :

noyau interne

noyau externe

manteau

lithosphère

magma

lave

convection



MATÉRIAUX REQUIS

- Figure : *Les plaques tectoniques avec séisme sur calque* (à projeter à l'aide des technologies de projection en salle de classe)
- Photos de plissements de roches issues du CD
- Documentation : *Graphique SVA*
- Documentation : *Bulletin d'information 3A : Les séismes*
- Documentation : *Activité – Les séismes*
- Documentation : *Une carte du monde*
- Du papier sablé à grain 80 de 28 cm x 23 cm (11 po x 9 po (2 par groupe))
- Un bloc en bois de 28 cm x 5 cm x 11 cm (11 po x 2 po x 4 po (1 par groupe))
- Des élastiques (2 par groupe)
- Des punaises (1 par groupe)
- Une règle ou un ruban à mesurer

Fournitures

- Du ruban-cache
- Des crayons de couleur



RÉSUMÉ DES TÂCHES

Les élèves :

- Expliquer les causes d'événements naturels se produisant sur ou près de la surface de la Terre (les séismes, p. ex.).

LES PRINCIPES DE LITTÉRACIE EN SCIENCES DE LA TERRE

GRANDE IDÉE 3 La Terre est un système d'interaction complexe de roches, d'eau, d'air et de vie.

GRANDE IDÉE 4 La Terre se transforme sans cesse.

GRANDE IDÉE 5 La Terre est composée d'eau.

LES OBJECTIFS

1. À l'aide des techniques de cartographie, démontrer que les séismes se produisent le long des limites des plaques tectoniques de la Terre.
2. Examiner les rapports entre les séismes et les plaques tectoniques.
3. Décrire le procédé qui cause les déplacements dans la Terre et les séismes.
4. Participer à une expérience/une démonstration sur la libération d'énergie.

DIRECTIVES

Éveiller

1. À l'aide d'un graphique SVA (ce que je sais, ce que je veux savoir, ce que j'ai appris), présentez le sujet des séismes.
2. Demandez aux élèves ce qu'ils connaissent déjà sur les séismes, puis écrivez des questions sur ce qu'ils se demandent ou ce qu'ils désirent apprendre sur les séismes.

Explorer

3. Les élèves doivent ici faire l'activité A sur les séismes : Modèle de séisme, une expérience, leur démontrant visuellement la notion que le **déplacement**, **l'activité sismique**, la **friction** et l'échange **d'énergie** s'unissent pour causer des séismes.
4. À l'aide des méthodes scientifiques prescrites, les élèves doivent prendre des notes en inscrivant les fournitures et les procédés employés, et les résultats atteints.
5. Les élèves doivent exécuter l'activité B sur les séismes : Dresser la carte des séismes.

Expliquer

6. En se basant sur la documentation *Bulletin d'information 1.3A et 1.3B : Les séismes*, les élèves doivent remplir la dernière colonne du *Graphique SVA* en y décrivant le mouvement du bloc de bois pendant l'expérience et en faisant le lien avec ce mouvement et celui qui cause les séismes le long des plaques.

Élaborer

7. Les élèves doivent répondre aux questions de la documentation *Activité : Les séismes* en consultant l'information qu'ils ont tracée sur la carte géographique et la carte des limites des plaques tectoniques.

8. Revoir, avec la classe, les renseignements que contient le premier paragraphe de la documentation : *Bulletin d'information : Les séismes*.
9. Visiter le site d'animation en ligne *Global Volcanism* du Smithsonian Institute Program intitulé « This Dynamic Planet »
<http://nmng-arctgis01.si.edu/thisdynamicplanet/>
10. En consultant la figure : *Les plaques tectoniques*, résumer la manière dont la plupart des activités sismiques de la Terre se déroulent le long des limites des plaques.
11. Demandez aux élèves de surveiller les rapports de nouveaux séismes dans le monde pendant 2 à 3 semaines. Mettez ensuite les incidents relevés sur la carte du monde (selon la magnitude et la date). Sinon, les élèves pourraient obtenir les données de la même période sur le site Web Seismology in Schools de l'institut IRIS au <http://www.iris.edu/hq/sis>

Évaluer

12. Au terme de cette session, fournir à chaque élève une fiche signalétique et demandez-leur de répondre à la question de départ : Par rapport aux séismes, de quelles informations importantes les habitants du Canada devraient-ils disposer? Utilisez les réponses fournies pour évaluer la compréhension des élèves des concepts présentés.

RENSEIGNEMENTS À L'APPUI

Cette activité présente un modèle de compression des deux côtés d'une faille en présence d'une force de compression. L'énergie emmagasinée s'accumule le long de la faille jusqu'à ce que cette force de compression dépasse la force de friction entre ces deux fragments de roches. Il s'en suit une libération soudaine d'énergie, donnant lieu au mouvement de clivage entre les deux plaques

Mots clés :

Expressions principales : zones de subduction, activité sismique, déplacement, ligne de faille, séisme, friction, élastique, concentration, épicentre, ondes de volume, onde primaire, onde secondaire, magnitude

Expressions secondaires : collision, friable, échelle de Richter, sismique, sismographe, onde sismique



LA SÉCURITÉ

- Demandez aux élèves de tenir compte des punaises fournies et de vous les remettre une fois cette leçon terminée.
- Les élastiques doivent être utilisés uniquement de la manière décrite dans les directives relatives aux activités.

Sujet : _____

Ce que je sais	Ce que je veux savoir	Ce que j'ai appris

LES SÉISMES

Imaginez une journée comme les autres à la maison. Vous regardez la télé, vous lisez un livre ou vous prenez le déjeuner. Tout à coup, tout se met à trembler, la vaisselle est projetée des armoires, les meubles se renversent les uns sur les autres, l'éclairage au plafond s'écroule par terre. C'est un séisme! Le bruit est épouvantable. Puis, soudain, c'est terminé. En constatant les dommages, vous vous demandez ce qui a bien pu arriver?

La surface de la Terre est constituée de plaques tectoniques. Ces plaques glissent entre elles, le long de leurs limites. Elles circulent lentement, sans s'arrêter, à une distance d'environ deux centimètres par année. Il arrive parfois que des sections de ces plaques se coincent à certains endroits, les empêchant de circuler. Lorsque la résistance entre deux sections de plaques coincées augmente, l'énergie s'accumule.



Bien que les roches semblent solides et incassables, elles sont en fait très souples et peuvent stocker de l'énergie tout comme un élastique, et il suffit d'un mouvement soudain pour libérer cette énergie. Avec le temps, l'énergie ainsi libérée engendre un **déplacement**, signalant un mouvement dans la Terre. La conséquence directe d'un tel déplacement est un séisme. Un **séisme** est un tremblement soudain causé par un mouvement ou une activité volcanique au centre de la Terre.

L'énergie libérée pendant un séisme peut être considérable. L'envergure et la force destructrice des séismes varient. Certains se manifestent sans être ressentis, tandis que d'autres se poursuivent pendant plusieurs secondes et sont suivis de répliques sismiques ayant incidence dans de vastes régions. Les séismes surviennent un peu partout dans le monde, y compris dans des endroits situés au-dessus des limites tectoniques. Dans plusieurs cas, ces endroits comptent des populations nombreuses. Il importe donc à ceux qui étudient les séismes et qui tentent de réduire les dommages causés par ces événements, ainsi qu'à ceux qui doivent y faire face de comprendre la manière dont ils se manifestent. Les séismes peuvent s'avérer des événements naturels dramatiques. De tels événements constituent d'excellents exemples de la nature énergique et puissante de la croûte terrestre.

Sources :

<http://www.seismescanada.rncan.gc.ca/index-fra.php>

Un excellent site d'information en ligne sur les séismes au Canada avec liens vers d'autres sites.

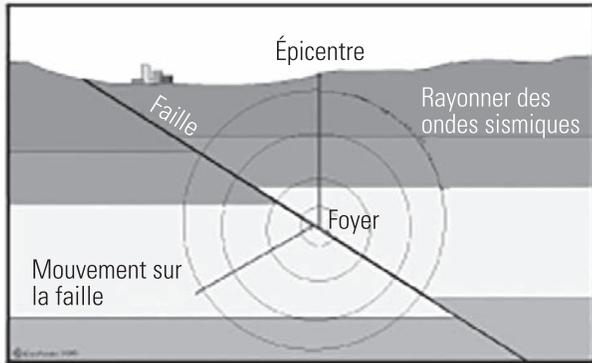
www.discovery.education.com/teachers

Plans de leçon sur les séismes et les sujets connexes.

(Nous vous prions de noter qu'il vous faudra peut-être créer un compte sur le site Discovery Education pour en obtenir l'accès intégral.)

LES SÉISMES : TERMINOLOGIE ET TECHNOLOGIE

Les séismes ont lieu lorsque l'énergie stockée dans la croûte terrestre est libérée. Ils entrent en éruption le long des lignes des failles, et dans ces cas-là, ils peuvent déclencher de nombreux événements. Pour comprendre de tels événements et les conséquences qu'ils engendrent, il faut connaître certaines expressions.

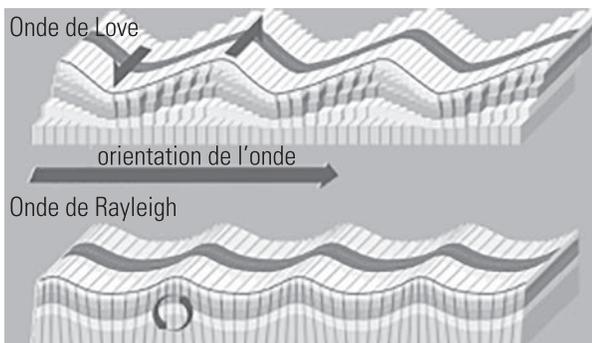


Avant que le séisme ne se produise, une rupture, nommée **foyer** de séisme, se produit au creux de la Terre. Dès que l'énergie stockée le long de la ligne de faille est libérée, elle déferle, comme une vague, à partir du foyer. Le passage de telles vagues qui déferlent dans la Terre à partir du foyer engendre le tremblement ressenti pendant un séisme.

Ces vagues qui se déplacent au fond de la Terre sont nommées **ondes de volume**. Le premier type d'ondes, nommée onde P ou **onde primaire**, se déplace rapidement. On nomme habituellement de telles ondes - ondes de distension. Imaginez un Slinky distendu au sol. En tenant une de ses extrémités, tirez, puis poussez sur l'autre extrémité du Slinky comme si vous jouiez de l'accordéon. Les ondes

qui circulent dans le Slinky agissent comme des ondes P. Le deuxième type d'ondes, les ondes S ou **ondes secondaires**, se déplacent plus lentement, mais elles sont beaucoup plus puissantes et destructives. Ces ondes secouent le sol d'un mouvement de va-et-vient, perpendiculaire à l'orientation du mouvement de l'onde. Imaginez-vous dans les côtes et les dépressions des montagnes russes.

Deux types d'ondes se produisent également sur la surface de la Terre. Le premier type d'onde, nommé onde de Rayleigh, se déplace sur la surface de la Terre en tournant d'abord en rond, puis en plongeant dans la Terre pour ensuite remonter à la surface. Ce mouvement est identique à celui des vagues de la mer. Le deuxième type d'onde se nomme onde de Love. Elle exécute un mouvement circulaire, semblable au mouvement que vous faites lorsque vous vous mettez de la lotion sur la peau. Il en résulte un mouvement de roulis sur la surface de la Terre. Bien que ces ondes se déplacent plus lentement que les ondes P ou S, elles sont plus destructives, notamment l'onde de Love qui souvent occasionne l'écroulement de bâtiments pendant un séisme.



Pour mieux comprendre la manière dont les volcans se manifestent, certains instruments de mesure des séismes, comme les *sismographes*, ont été mis au point. Ces instruments servent à mesurer les secousses causées par les séismes en enregistrant les mouvements du sol. *L'échelle de Richter*, développé par le docteur Charles Richter, sert à comparer la magnitude des séismes. Il faut plusieurs sismographes pour calculer la magnitude du séisme, évaluer l'amplitude maximale des ondes et appliquer les corrections à la distance vers l'**épicentre** ou l'endroit sur la surface de la Terre situé juste au-dessus du foyer du séisme. Bien que l'échelle de Richter soit évolutive et qu'elle présente des valeurs communes variant entre 1 et 9, cette échelle n'est pas égale. Chacun de ces

numéros est 10 fois plus puissant que le précédent. À titre d'exemple, un séisme de magnitude 6 est 10 fois plus puissant qu'un séisme de magnitude 5. Il faut donc comprendre que l'échelle de Richter calcule la magnitude des secousses plutôt que l'énergie totale libérée. Une augmentation d'un point à l'échelle de Richter équivaut à 32 fois sa valeur en énergie sismique.



MAGNITUDE À L'ÉCHELLE DE RICHTER ET TYPE DE DOMMAGES

Valeur : Type de dommages

1 à 2 : Secousses enregistrées sur des sismographes locaux sans toutefois avoir été ressenties.

3 à 4 : Secousses ressenties sans toutefois causer de dommages.

5 : Secousses ressenties d'emblée et dommages enregistrés à proximité de l'épicentre.

6 : Dommages aux bâtiments et aux structures de construction médiocre, situés à une distance de 10 km de l'épicentre.

7 : Séisme très violent; dommages sérieux à une distance maximale de 100 km de l'épicentre.

8 : Séisme violent; destruction massive et nombreuses pertes de vies sur plusieurs centaines de km.

9 : Séisme d'une violence extrême; dommages sérieux sur une étendue de 1 000 km.

Sources :

<http://www.earthquakescanada.nrcan.gc.ca/index-fr.php>

Renseignements de l'heure sur les séismes et les événements connexes au Canada

MATÉRIAUX REQUIS

- Deux feuilles de papier sablé à grain 80 de 28 cm x 23 cm (11 po x 9 po)
- Un bloc en bois d'environ 28 cm de long (5 cm x 10 cm) (11 po x 2 po x 4 po)
- Deux élastiques (un élastique épais et un mince)
- Une punaise
- Du ruban-cache
- Une règle ou un ruban à mesurer
- Bulletin d'information : Les séismes
- Le graphique SVA

A. Modèle de séisme**MARCHE À SUIVRE :**

1. Pose une feuille de papier sablé à grain 80 sur la surface d'un pupitre, la face rugueuse vers le haut. Fixe-la au pupitre en collant les bords avec du ruban-cache. Pose la règle ou le ruban à mesurer à côté de la feuille de papier sablé.
2. Enroule l'autre feuille de papier sablé à grain 80 autour du bloc, la face rugueuse vers le bas. Fixe-la à l'aide de l'élastique.
3. Enfonce la punaise dans l'une des extrémités du bloc en bois (ne pas la fixer dans la partie supérieure ou inférieure du bloc), puis enroule l'élastique mince autour de la punaise.
4. Place le bloc en bois recouvert de papier sablé à l'une des extrémités de la feuille de papier sablé fixée au pupitre.
5. Tire lentement sur le bloc en bois à l'aide de l'élastique en mesurant la longueur de l'élastique à intervalles de 1 cm.

Tu remarqueras que la pression exercée sur l'élastique augmente à mesure que tu tires dessus. L'élastique est forcé de s'étirer alors que le bloc en bois ne bouge pas. L'élastique continue de s'étirer jusqu'à ce que la force exercée soit supérieure à la friction entre les deux feuilles de papier sablé, occasionnant un mouvement brusque du bloc en bois.

6. Inscris la longueur de l'élastique au moment où le bloc en bois s'est déplacé et mesure la distance du déplacement entre le bloc en bois et le papier sablé.
7. Refais cet exercice plusieurs fois et rédige les données.
8. Lis le bulletin d'information : Les séismes, 3a et 3b. Inscris ce que tu as appris sur la manière dont le mouvement des plaques tectoniques contribue à déclencher les séismes dans la troisième colonne du graphique SVA.

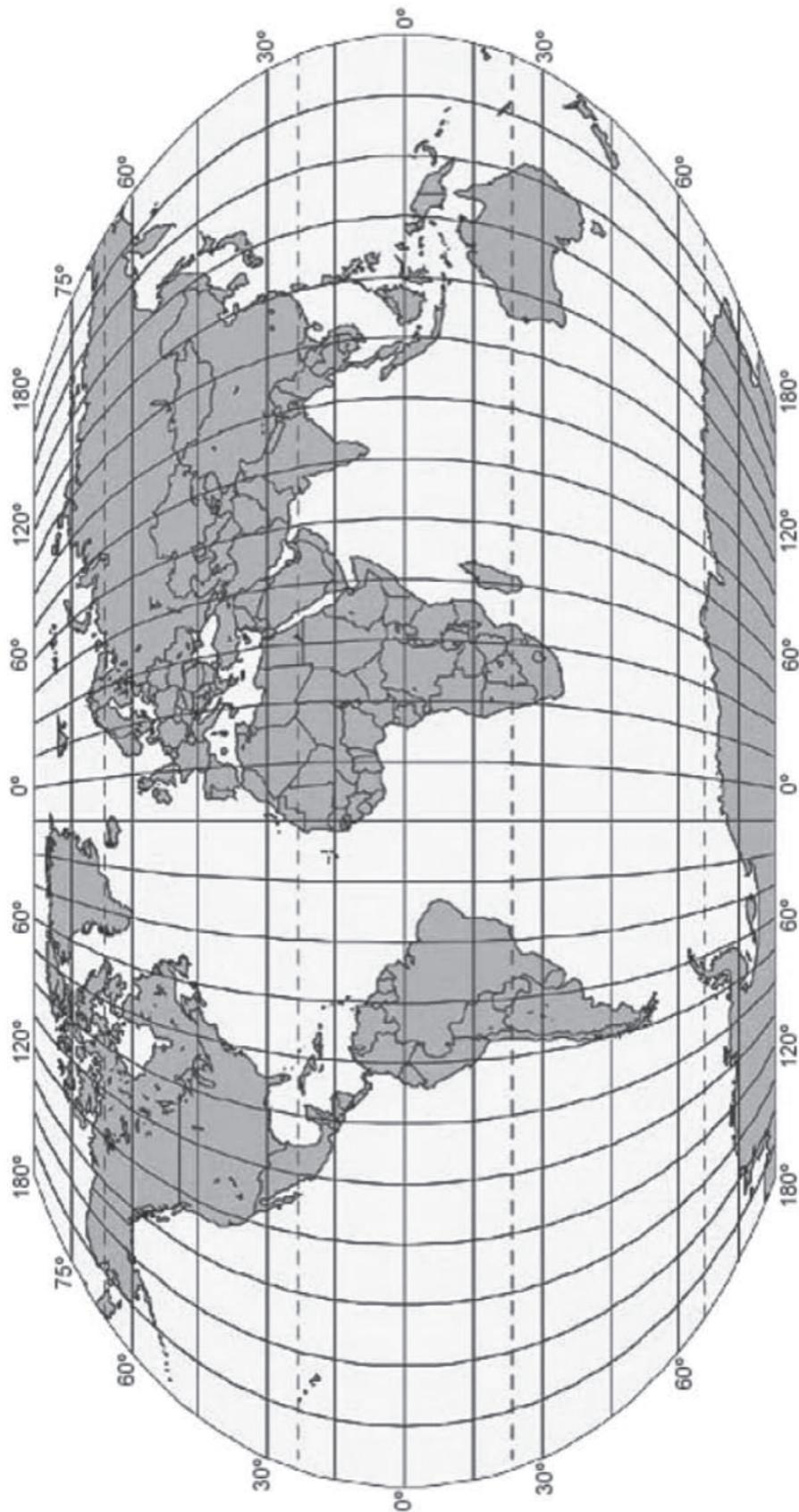
MATÉRIAUX REQUIS

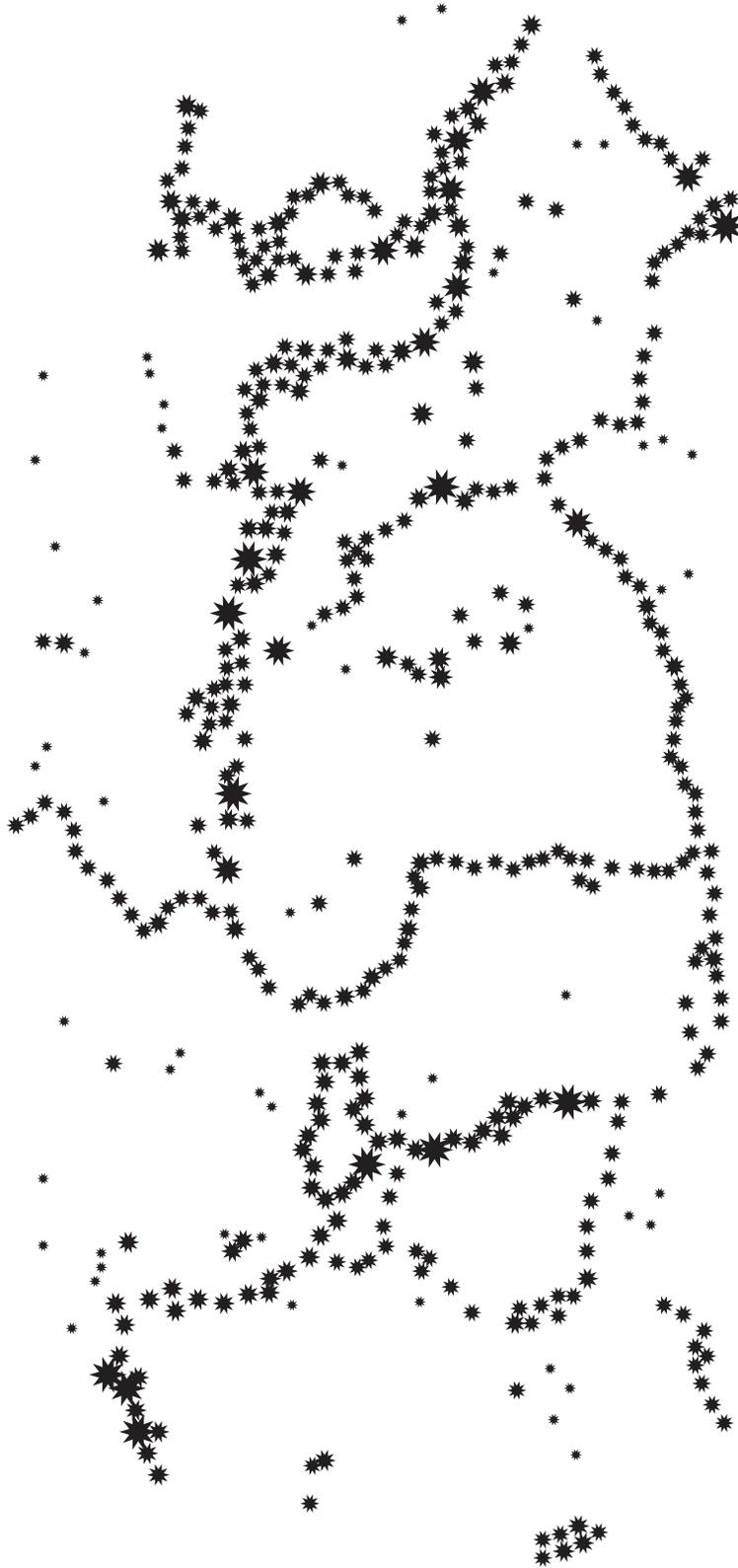
- Une carte du monde
- Un tableau des séismes les plus violents
- Des crayons de couleur
- Une carte des plaques tectoniques (puisée dans la leçon sur les plaques tectoniques)

B. Dresser une carte de séismes**MARCHE À SUIVRE :**

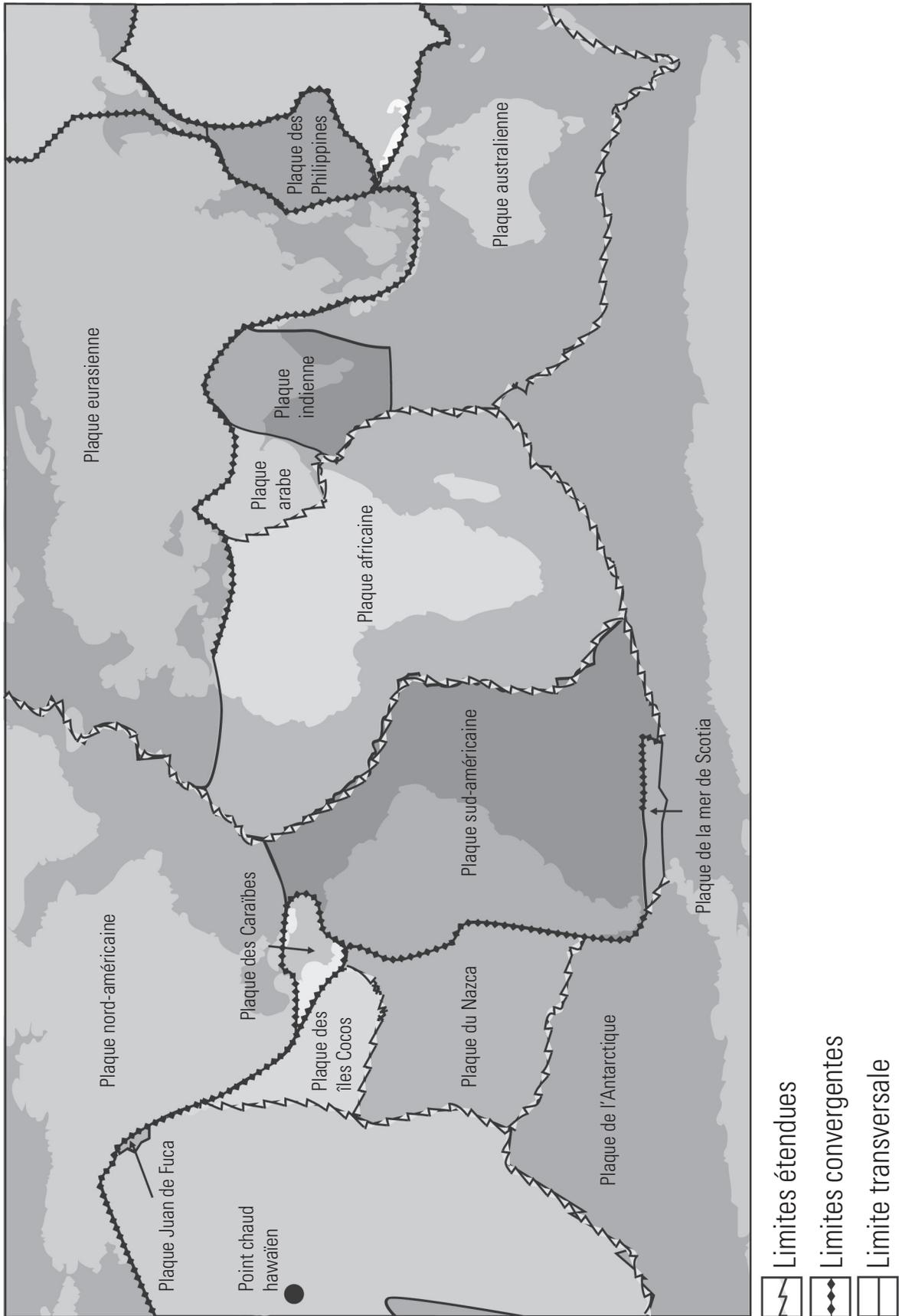
1. À l'aide du tableau de données fourni, repère les lieux des séismes sur la carte du monde.
2. Avec un crayon de couleur, marque d'un astérisque sur la carte du monde 16 endroits où des séismes se sont produits. Souviens-toi que la longitude est inscrite dans la partie supérieure de la carte et la latitude dans la partie latérale de la carte.
3. En te basant sur ta carte de séismes et sur la carte des plaques tectoniques, réponds aux questions suivantes :
 - a) Par rapport aux plaques tectoniques, où la plupart des séismes violents se produisent-ils?
 - b) Détecte-t-on des séismes violents ailleurs que le long des plaques tectoniques?

SÉISMES	ENDROIT	LONGITUDE	LATITUDE
1	Chine	110E	35N
2	Inde	88E	22N
3	Pakistan	65E	25N
4	Syrie	36E	34N
5	Italie	16E	38N
6	Portugal	90	38N
7	Chili	720	33S
8	Chili	750	50S
9	Équateur	780	0
10	Nicaragua	850	13N
11	Guatemala	910	15N
12	Californie	1180	34N
13	Californie	1220	37N
14	Alaska	1500	61N
15	Japon	139E	36N
16	Japon	143E	43N





Imprimer ce calque sur acétate (sur du film transparent)



MATÉRIAUX REQUIS

- Figure : *Les plaques tectoniques avec calque des Zones d'activités volcaniques (à projeter à l'aide des technologies de projection en salle de classe)*
- Le segment intitulé : *Violent Hawaii Full Documentary*
Offerte sur le site
https://www.youtube.com/watch?v=n_IUIW8--Ak
- Documentation : *Graphique SVA*
- Documentation : *Bulletin d'information Des grondements en profondeur*
- Documentation : *Activité A – Des grondements en profondeur*
- Documentation : *Activité B – Des grondements en profondeur*

**RÉSUMÉ DES TÂCHES**

Les élèves :

- Expliquer les causes d'événements naturels se produisant sur ou près de la surface de la Terre (les éruptions volcaniques, p. ex.).

LES PRINCIPES DE LITTÉRACIE EN SCIENCES DE LA TERRE

GRANDE IDÉE 3 La Terre est un système interactif complexe de roches, d'eau, d'air et de vie.

GRANDE IDÉE 4 La Terre se transforme sans cesse.

GRANDE IDÉE 5 La Terre est composée d'eau.

LES OBJECTIFS

1. Regarder la vidéo, puis présenter des commentaires sur le segment intitulé : *Violent Hawaii Full Documentary*.
2. Lire le bulletin d'information et répondre aux questions.

DIRECTIVES**Éveiller**

1. À l'aide du Graphique SVA, présentez le sujet des volcans.
2. Demandez aux élèves de remplir les deux premières colonnes : ce que je sais et ce que je veux savoir sur les volcans.

Explorer

3. Regarder en classe le segment vidéo d'une durée de 15 minutes intitulé : *Violent Hawaii Full Documentary*, lequel contient une séquence d'activités volcaniques et d'écoulement de lave à Hawaï.
4. Après avoir visionné cette séquence, demandez aux élèves de songer à des mots descriptifs sur le film qu'ils viennent de regarder. Ils pourront écrire leurs réponses au tableau ou sur l'acétate. Demandez aux élèves de citer les effets qu'ont les volcans, tant sur l'environnement que sur les peuplements humains et fauniques.

Expliquer

5. Distribuez la documentation *Activité A : Des grondements en profondeur*. Cette activité fait suite à l'activité B sur les séismes : *Dresser la carte des séismes de l'activité 3*. Il leur faudra la carte remplie sur les séismes pour dresser la carte des volcans et répondre aux questions qui seront posées une fois cette activité terminée.
6. Partagez la figure *Les plaques tectoniques avec calque des zones d'activités volcaniques*. Réexaminer le calque Zone de séismes à l'activité 3. Passez en revue les réponses des élèves aux questions de l'activité A : *Des grondements en profondeur*.
7. Distribuez le bulletin d'information et l'activité B : *Les volcans : Des grondements en profondeur*.
8. Les élèves devront achever le tableau sur les types de volcans de l'activité B : *Des grondements en profondeur* à l'aide du bulletin d'information.

Élaborer

9. Expliquez aux élèves que même si le procédé de base selon lequel les volcans entrent en éruption est le même pour tous les volcans, les volcans ne se ressemblent pas tous. Divisez la classe en groupes de deux ou plusieurs personnes, chaque paire ou groupe d'élèves ayant accès à son propre ordinateur.

Demandez aux paires/groupes d'élèves de visiter le site *Web Virtual Volcano Fieldtrips*, (<http://volcano.oregonstate.edu/fieldtrips>) où ils pourront se joindre à une équipe de volcanologues pour explorer et photographier les régions volcaniques du monde.

Évaluer

10. Répartissez les élèves en petits groupes et demandez-leur de comparer leurs réponses à l'activité B : *Des grondements en profondeur*. Identifiez les différences et éclaircissez les réponses d'après les données de la leçon. Les élèves pourront apporter les modifications nécessaires à leurs tableaux.
11. Demandez aux élèves de collaborer en vue d'achever l'inscription des leçons qu'ils ont apprises sur les volcans dans la dernière colonne du Graphique SVA.

RENSEIGNEMENTS À L'APPUI

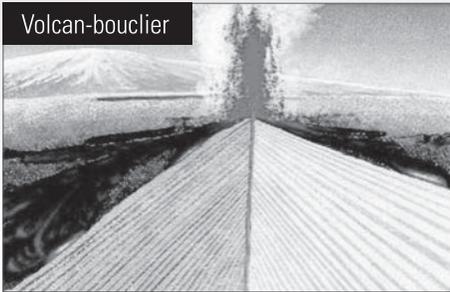
Mots clés :

Expressions principales : lave, magma, volcan-bouclier, cône de cendres, stratovolcan, cratère, cheminées, volcan, volcanisme, système de conduits

Expressions secondaires : caldeira, fumerolles, volcanologue, montagne volcanique, stratovolcans, téphra

Sujet : _____

Ce que je sais	Ce que je me demande	Ce que j'ai appris



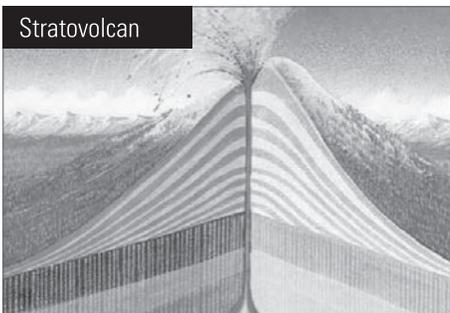
Volcan-bouclier

DES GRONDEMENTS EN PROFONDEUR

Parmi forces de la nature qui façonnent notre Terre dynamique, les volcans sont les plus puissants au monde. Un **volcan** est constitué d'une cheminée ou fissure par laquelle les matières fondues et solides et les gaz chauds sont projetés vers la surface de la Terre. On compte trois types distincts de volcans. Les volcans de plus grande taille, nommés **volcans-bouclier**, sont constitués presque entièrement de coulées de **lave** solidifiée. Cette lave ou roche fondue qui coule le long des côtes du volcan, entre en éruption par l'entremise de **fumerolles** ou d'ouvertures qui se forment le long des côtes et de la base du volcan. Des milliers de coulées de lave liquides s'étendent sur de grandes distances, formant de minces étendues en se refroidissant. L'accumulation de ces couches crée un cône aux pentes douces. Certains le comparent à un bouclier de guerrier, d'où le nom de volcan-bouclier. Les volcans d'Hawaï sont des exemples de volcans-bouclier.



Le deuxième type de volcan se nomme **cône de cendres** (ou de scories). Ce volcan de petite taille est assez répandu. Il prend forme au moment où la lave jaillit brusquement de la cheminée principale du volcan. Les gaz fusionnés dans la lave sont projetés en l'air et la lave se solidifie en petits morceaux de téphra vitreux retombant en pluie cendres/de scories autour de la cheminée pour former un cône. Le sommet de la plupart des cônes de cendres présente un **cratère** en forme d'un bol bien défini. La taille de ces cônes de cendres peut aller de 10 à plusieurs centaines de mètres de hauteur. La côte ouest de l'Amérique du Nord compte de nombreux exemples de volcans en forme de cônes de cendres, dont le mont Shasta en Californie et le cratère Sunset en Arizona.



Stratovolcan

Le troisième type de volcan se nomme **stratovolcan**. Ces volcans ont habituellement la forme d'un grand cône symétrique aux pentes escarpées et sont formés de couches successives de coulées de lave, de cendres et d'autres matières volcaniques. Le cratère en haut du volcan comporte une cheminée centrale. Parmi les caractéristiques essentielles des stratovolcans, on compte un **système de conduits** qui transporte le **magma** provenant d'un réservoir situé au fond de la croûte terrestre jusqu'au sommet du volcan. Le cône prend de l'ampleur après chaque éruption. Ainsi, certains stratovolcans peuvent atteindre jusqu'à 2 800 mètres de hauteur. Le mont St Helens est un exemple de stratovolcan.

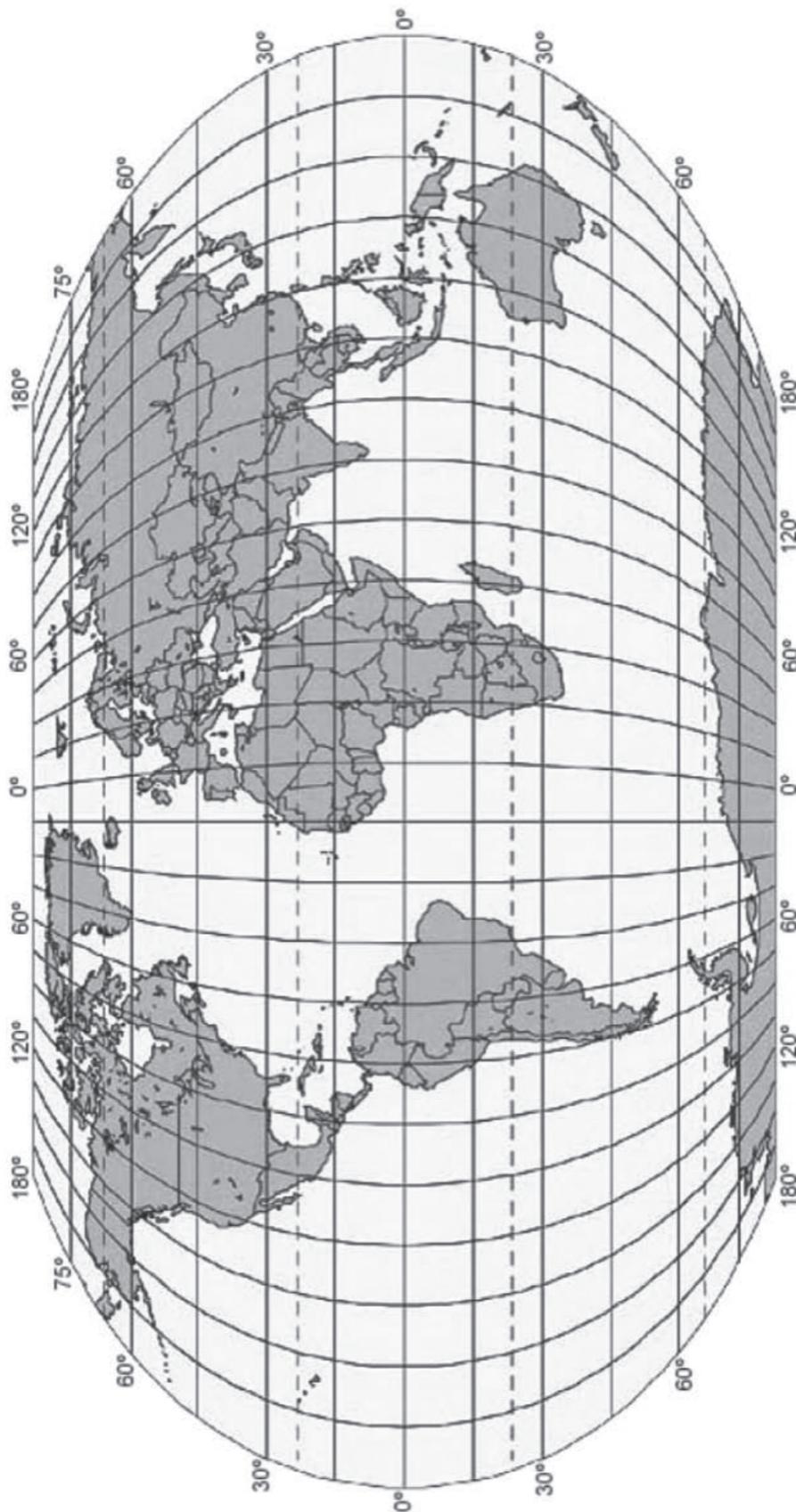


Le fond des océans compte plusieurs autres volcans visibles sur Terre. Les volcans du fond des mers forment des cônes par éjection de lave et de morceaux de *téphra* tout comme les volcans sur Terre. Les éruptions sous-marines diffèrent cependant de deux façons : la composition de la lave n'est pas la même et la pression des eaux de mer donne lieu à la création de produits que l'on ne retrouve pas sur Terre. Le **volcanisme** sous-marin engendre de nouvelles îles, dont la plus récente nommée Surtsey, formée en 1963 dans l'océan Atlantique, près de la côte sud de l'île d'Islande.

Sources :

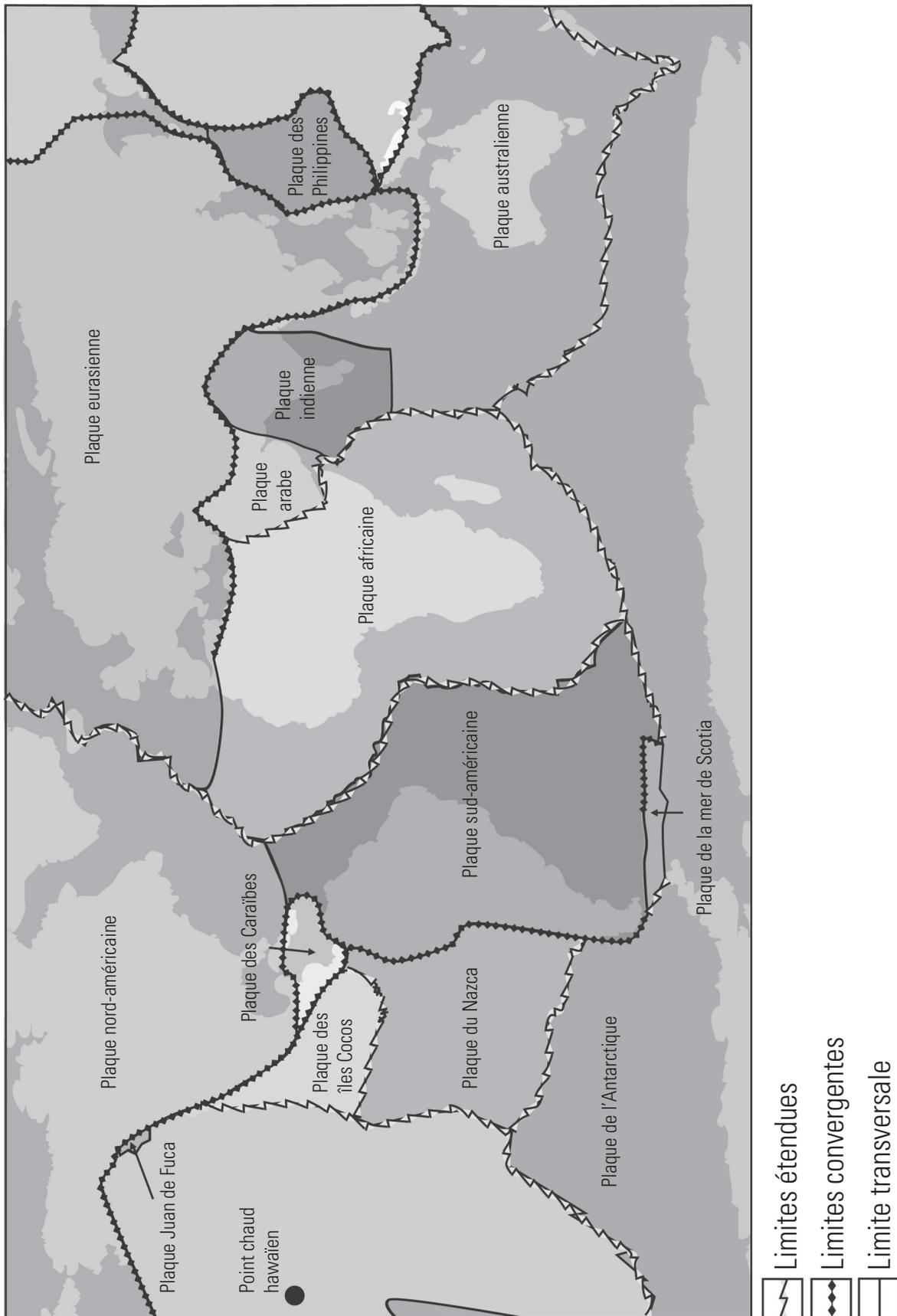
<http://www2.ggl.ulaval.ca/personnel/bourque/s1/volcans.html>
Site offrant d'excellentes descriptions de divers types de volcans.

<http://www.learner.org/interactives/dynamicearth/index.html>
Renseignements généraux à l'appui des leçons sur les volcans.





Imprimer ce calque sur acétate (sur du film transparent)



MATÉRIAUX REQUIS

- Une carte du monde
- Le tableau des super-volcans
- Des crayons de couleur
- La carte de plaques tectoniques (de la leçon 1 : *Les plaques tectoniques*)

A. Des grondements en profondeur

Au cours de cette activité, tu devras repérer les endroits où les activités volcaniques ont été les plus violentes. Tu devras ensuite établir les rapports entre l'endroit où se trouvent ces volcans et les plaques lithosphériques.

MARCHE À SUIVRE :

1. À l'aide du tableau de données fourni, trouve l'emplacement des volcans sur la carte.
2. Marque d'un triangle sur la carte l'emplacement de chacun des 17 volcans avec un crayon de couleur différente de celle de la carte. Souviens-toi que la *longitude* est indiquée dans la partie supérieure de la carte, tandis que la *latitude* est inscrite dans la partie latérale de la carte.
3. Fais le lien entre les lieux où se trouvent les volcans et les lieux des séismes que tu as relevés sur ta carte.
4. Copie les questions ci-dessous sur une feuille de calepin et réponds-y :
 - a. Quel océan est entouré d'un anneau volcanique?
 - b. Par rapport aux plaques tectoniques, où la plupart des volcans sont-ils situés?
 - c. Quels volcans ne sont pas situés en bordure d'une plaque tectonique? À quoi doit-on l'emplacement de tels volcans?
 - d. Quel est le rapport entre l'emplacement des volcans violents et celui des séismes violents?

VOLCANS	NOM	LONGITUDE	LATITUDE
A	Aconcagua	700	35S
B	Tungurahua	800	0N
C	Pelee	610	15N
D	Tajumulco	900	15N
E	Popocatepetl	1000	20N
F	Lassen	1220	40N
G	Mont Rainier	1220	47N
H	Katmai	1550	60N
I	Fuji-Yama	139E	35N
J	Tambora	120E	10S
K	Krakatoa	108E	5S
L	Mauna Loa	1550	20N
M	Kilimandjaro	37E	3S
N	Etna	15E	38N
O	Vésuve	14E	41N
P	Teide	160	28N
Q	Laki	200	65N



B. Des grondements en profondeur

Remplis le tableau suivant en utilisant les données du bulletin d'information.

	Volcan-bouclier	Volcan à cône de cendres	Stratovolcan
Taille			
Composition			
Processus de formation			
Faits intéressants			
Dessin			

MATÉRIAUX REQUIS

- Figure : *Formation de plis et de failles* (à projeter à l'aide des technologies de projection en salle de classe)
- Des photos de plis de roches du site www.sciencephotos.com ou consultez la toile mondiale pour obtenir gratuitement des images à utiliser en exemple
- Documentation : *Tableau de comparaisons et de contrastes*
- Documentation : *Bulletin d'information - Formation de plis et de failles*
- Documentation : *Activités A1 et A2 – Formation de plis et de failles*
- Une ligne à pêche avec des rondelles en métal (outil de coupe) fixées à chaque extrémité
- Une petite boîte en plastique transparent
- Un morceau de carton parfaitement ajusté à la boîte

Fournitures

- De la pâte à modeler
 - De 4 à 6 couleurs différentes
- Des bâtonnets de bois
- Du sable
- De la farine
- De la poudre de cacao



RÉSUMÉ DES TÂCHES

Les élèves :

- Expliquer les procédés et événements géologiques en se basant sur la théorie de la tectonique des plaques.

LES PRINCIPES DE LITTÉRACIE EN SCIENCES DE LA TERRE

GRANDE IDÉE 3 La Terre est un système interactif complexe de roches, d'eau, d'air et de vie.

GRANDE IDÉE 4 La Terre se transforme sans cesse.

LES OBJECTIFS

1. Façonner des plis et des failles avec de la pâte à modeler, du sable, de la farine et des bâtonnets de bois.
2. Remplir le tableau de comparaisons et de contrastes

DIRECTIVES

Éveiller

1. Montrez aux élèves des images de plis bien définis et demandez-leur de songer à la manière dont ces plis auraient pu se former. Rappelez leurs caractéristiques des roches (dures, cassantes, rigides, etc.).
2. Demandez-leur de songer à quelques-unes de leurs suggestions et de prédire les formations envisagées.

Explorer

3. Distribuez la documentation *Activités A1 et A2 – Formation de plis et de failles*. Il est préférable d'adopter une approche interactive et de regrouper les élèves pour réaliser ces activités, bien qu'elles puissent être également présentées à titre de démonstration.
4. Demandez aux élèves de compléter l'activité A1 en soulignant le fait que la pâte à modeler est flexible tandis que les bâtonnets de bois se brisent.
5. Lisez, en entier, la documentation *Bulletin d'information – Formation de plis et de failles* avec la classe et demandez aux élèves de souligner les renseignements essentiels.
6. Demandez aux élèves de compléter l'activité A2 : Des failles en pâte à modeler, en façonnant et en dessinant les trois types de failles.

Expliquer

7. Présentez la figure : *Formation de plis et de failles* et entamez une discussion avec la classe sur les nouvelles expressions qui ont trait à la formation de plis et de failles.

Élaborer

8. Demandez aux élèves de compléter l'activité A3 : Accordéon géologique – Des plis et des failles, de faire un dessin et de répondre aux questions du formulaire d'activités.
9. Regardez de nouveau les photos de roches plissées et demandez aux élèves d'expliquer la manière dont de tels plis auraient pu se former.

Évaluer

10. Demandez aux élèves de remplir le Tableau de comparaisons et de contrastes relié à la formation de plis et de failles.
11. Regardez l'archive de photos sur les montagnes sur le site <http://www.teachingboxes.org/mountainBuilding/lessons/mountainSlides/MountainPhotoArchive.pdf> et dites quelles montagnes semblent être composées de couches plissées.

RENSEIGNEMENTS À L'APPUI

Les montagnes plissées sont issues de la compression ou du resserrement de la surface de la Terre. Ces pressions forcent les roches à se replier (les plis) et à se fracasser (les failles). Lorsqu'une telle force de compression est supérieure à la capacité de résistance de la roche, celle-ci ne peut plus résister à une telle tension et elle se fracasse. D'immenses blocs de croûte terrestre s'entrechoquent alors, s'entassant sur les blocs avoisinants au cours d'un procédé nommé *chevauchement de faille*.

Mots clés :

Expressions principales : strate, sédimentaire, pli, faille, anticlinal, synclinal, faille normale, faille inverse

Expressions secondaires : compression, cisaillement, faille d'effondrement, compartiment supérieur, compartiment inférieur, faille par direction et pendage, montagnes plissées, montagne fracturée.



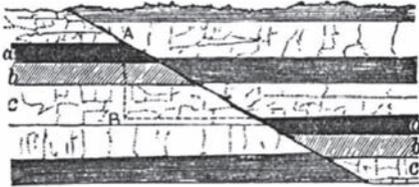
LA SÉCURITÉ

- Lorsque les élèves utilisent l'outil de coupe de la ligne de pêche, ils doivent prendre garde de ne pas exercer de pression sur des objets autres que les matières prescrites. Cet outil est tranchant.
- Si le bâtonnet de bois se brise, il risque de présenter des arêtes vives. Le manipuler uniquement par son extrémité intacte.
- Les élèves devront se laver soigneusement les mains après avoir manipulé le sable et la farine.

LA FORMATION DE PLIS ET DE FAILLES

La Terre étant une planète dynamique, les forces puissantes qu'elle renferme jouent un rôle prédominant dans la formation du paysage dans lequel nous vivons. Le Canada présente des formations terrestres spectaculaires, dont les montagnes Rocheuses et le Bouclier canadien. La leçon précédente nous a fait voir que les activités tectoniques (le mouvement des plaques tectoniques) peuvent déclencher des surrections, donnant naissance à des montagnes. De plus, nous avons appris que les forces tectoniques déforment les roches dans la croûte terrestre. Des couches de roches plissées et fracturées visibles sur des milliers de kilomètres en sont la preuve. Les plus importantes chaînes de montagnes sur Terre contiennent des fossiles d'animaux marins répartis sur des milliers de mètres au-dessus du niveau de la mer. Des formations massives de roches sont plissées comme si elles étaient faites de pâte à modeler. Ces découvertes témoignent des activités tectoniques qui créent le paysage de la Terre. Au moment de sélectionner des emplacements pour la construction de ponts, de barrages hydroélectriques, d'usines nucléaires et, bien sûr de maisons et de communautés, il faut étudier la structure des roches. En connaissant la formation géologique d'une région géographique donnée et les procédés de formation de plis et des failles, entre autres, nous sommes en mesure d'évaluer les dangers que peuvent présenter certaines formes terrestres.

La plupart des roches prennent forme dans des couches uniformes nommées **strates**. Parmi celles-ci, certaines sont **sédimentaires**, c'est-à-dire qu'elles sont issues de particules de roches (du sable et de la boue) qui se sont cimentées. D'autres sont des roches volcaniques, c'est-à-dire qu'elles sont nées de procédés volcaniques. Lorsque ces couches sont pressées (écrasées), il s'en suit un plissement. Les **plis** sont des couches ou des séries de couches de roches plissées qui, autrefois unies, sont maintenant déformées. Ces plis se présentent sous diverses formes et dans des dimensions variées, de quelques millimètres à des dizaines de kilomètres. Ils peuvent être faibles ou amples, selon la force exercée. On qualifie d'**anticlinaux** les plis en forme d'arche et de **synclinaux** les plis affaissés. Le plissement raccourcit et épaissit les roches.



Les **failles** sont des fissures dont chacun des côtés a été soumis à des mouvements. Ces failles peuvent être le fruit de forces variées, dont la *compression* (refoulement), l'*extension* (traction) ou le *cisaillement* (fissuration). Les petites failles sont constituées d'une fissure unique. Les grandes failles, comme celles de San Andreas en Californie, sont le produit de la convergence de plusieurs failles. Les mouvements brusques le long de telles failles provoquent la plupart des séismes.

Lorsque les failles se déplacent principalement en sens vertical, elles se nomment **failles d'effondrement**, l'effondrement ou le déplacement étant parallèle à l'inclinaison du plan de faille. La surface rocheuse qui recouvre la faille se nomme *compartiment supérieur*, tandis que la surface rocheuse en dessous de la faille se nomme *compartiment inférieur*. L'origine de ces noms est intéressante, car ils ont été attribués par certains mineurs en creusant des tunnels le long de failles contenant des minéraux précieux comme de l'or. Ces mineurs se promenaient sur les roches situées en dessous de la faille (*compartiment inférieur*), accrochant leurs lampes aux roches du dessus (*compartiment supérieur*)! On classe de *failles normales* les failles d'effondrement nées des forces de traction, selon lesquelles le compartiment supérieur s'incline par rapport au compartiment inférieur, ou de failles inverses celles qui résultent des forces de compression selon lesquelles le compartiment supérieur monte par rapport au compartiment inférieur.

Les *failles par direction et pendage* sont des failles dont les mouvements le long de la fissure vont en sens horizontal, en parallèle avec l'orientation de la surface de la faille. Les failles par direction et pendage sont issues des forces de cisaillement et sont habituellement constituées d'une zone de fractures en parallèle. Les failles par direction et pendage ont été enregistrées la première fois en 1906, suite à un examen de la surface des fissures produites par un séisme d'une grande violence, comme le célèbre séisme de San Francisco.

La formation de plis et de failles continue de modifier la configuration de la surface terrestre et il importe d'en connaître les conséquences sur nos vies quotidiennes. De telles connaissances nous permettent de mieux comprendre les forces dynamiques des profondeurs de la Terre et de les appliquer en prenant des décisions sur la manière de construire nos demeures, nos communautés, nos ponts et nos barrages. Elles nous aident également à savoir où chercher les ressources minérales et pétrolières qui soutiennent notre économie.



A1: LA FORMATION DE PLIS ET DE FAILLES**Plis en pâte à modeler**

1. Avec de la pâte à modeler, crée des rondelles en forme de crêpes (de 15 cm de diamètre et 1 cm d'épaisseur) de chaque couleur. Plus le diamètre de la crêpe est large, plus la crêpe (la couche) sera mince et plus le modèle sera facile à plier.
2. Empile les crêpes en couleur dans n'importe quel ordre pour former un bloc.
3. Avec des crayons dont la couleur se rapproche de celle de la pâte à modeler, dessine la vue de profil du bloc dans l'espace nommé **Schéma A**.
4. **Pour simuler l'effet de compression** : mets le bloc en pâte à modeler entre tes mains et serre-les doucement l'une contre l'autre de manière à exercer de la pression le long de l'axe le plus long du bloc. Le bloc en pâte à modeler se pliera et se déformera. Essaie de créer au moins un pli en forme d'arche (anticlinal) et un pli affaissé (synclinal).
5. Avec des crayons dont la couleur se rapproche de celle de la pâte à modeler, dessine la vue de profil de ce bloc dans l'espace nommé **Schéma B**.
6. **Pour simuler l'érosion en surface** : tranche la partie supérieure du modèle plissé à l'aide de l'outil de coupe (la ligne à pêche et les rondelles en métal).
7. Avec des crayons dont la couleur se rapproche de celle de la pâte à modeler, dessine la vue de profil de ce modèle dans l'espace nommé **Schéma C**.
8. Parle de tes découvertes aux membres de ton groupe. Les couches superposées de roches sédimentaires semblables à celles de tes modèles indiquent aux géologues qui les découvrent sur la surface de la Terre qu'ils ont découvert un pli synclinal.

Failles en bâtonnets de bois

1. Prends un bâtonnet de bois, tiens-le des deux mains, puis plie-le. Qu'est-ce qui se produit? Au lieu de s'incliner, le bâtonnet de bois se brise parce qu'il est cassant. C'est comme cela que les failles naissent dans les roches.

A2 : FAILLES EN PÂTE À MODELER

1. Tranche verticalement ton modèle en pâte à modeler. Tu peux former en angle si tu le veux.
2. Utilise ce modèle pour démontrer une faille normale, une faille d'effondrement et une faille par direction et pendage.
3. Avec un crayon dont la couleur se rapproche de celle de la pâte à modeler, dessine la vue de profil de ce modèle dans l'espace nommé **Schéma D**.



Schéma A	Schéma B	Schéma C

Schéma D		
Faille normale	Faille d'effondrement	Faille par direction et pendage

MATÉRIAUX REQUIS

- Une boîte en plastique transparent*
- Du carton épais

Fournitures

Des substances variées de couleurs diverses aux particules de taille semblable

- Du sable
- De la farine
- De la poudre de cacao

A3: ACCORDÉON GÉOLOGIQUE – DES PLIS ET DES FAILLES

1. Découpe un morceau de carton de sorte qu'il s'ajuste parfaitement, en position verticale, à l'une des extrémités de la boîte en plastique.
2. Dépose une fine couche de sable (quelques millimètres) au fond de la boîte. Saupoudre-la d'une couche fine de farine. Continue ce procédé en alternant des couches de sable, de farine et de poudre de cacao jusqu'à ce que la boîte soit remplie au tiers.
3. Tiens le carton fermement et pousse-le lentement et doucement vers le côté opposé de la boîte. Essaie de tenir le carton en position verticale.
4. Au fur et à mesure que le carton se déplace, regarde attentivement ce qui arrive aux couches de sable et de farine.
5. Cesse de pousser le carton à mi-chemin de la longueur de la boîte.
6. Dessine la partie latérale (profil de côté) de la boîte en identifiant les plis et les failles qui se sont formés dans les couches de sable et de farine.

*Références visuelles : www.earthlearningidea.com, « Himalayas in 30 seconds »

Les sites suivants présentent des directives sur la manière de construire des modèles plus sophistiqués :

<http://www.di-mac.com/Peg1.JPG>

https://www.boreal.com/store/catalog/product.jsp?catalog_number=800302

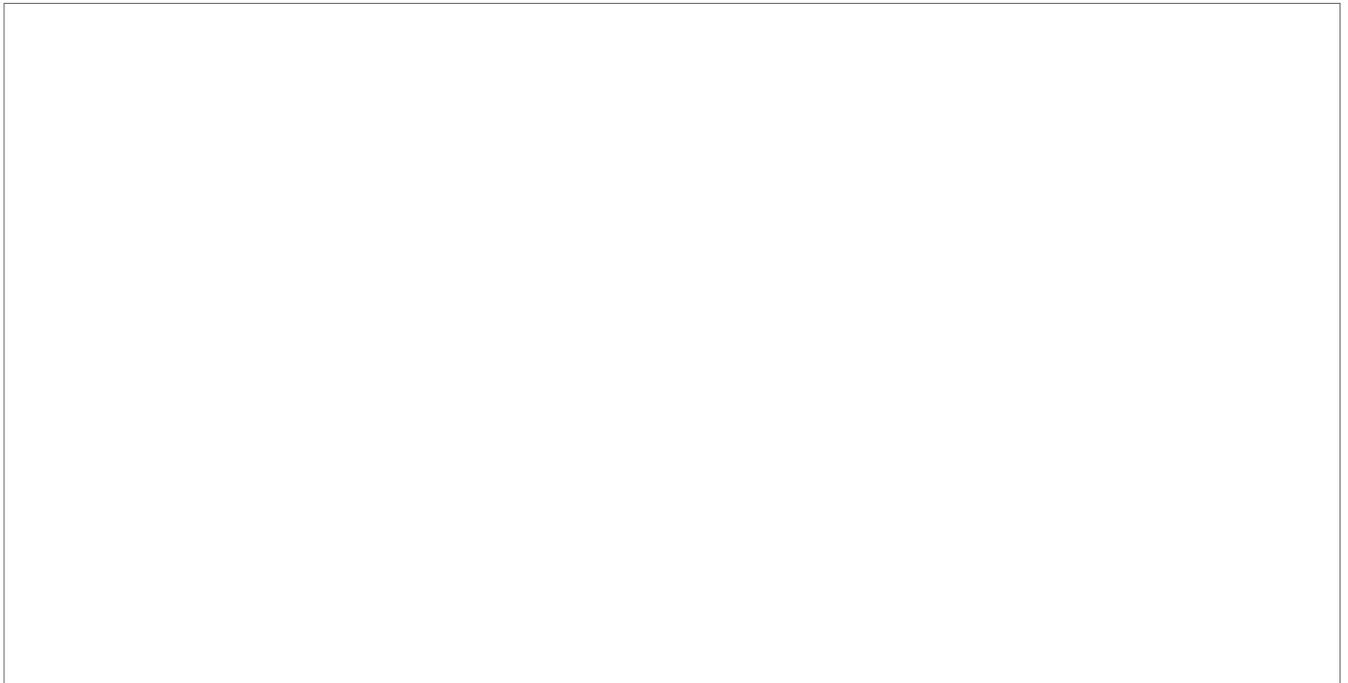
À visionner :

<https://www.youtube.com/watch?v=t3T69vMK80I>

Conseils de fabrication :

http://www.exo.net/~emuller/activities/The_Squeeze_Box.pdf

Dessin

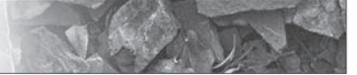




1. Quelles sont les causes de compressions semblables dans la croûte terrestre?

2. Où cela se produit-il sur la surface de la Terre?

3. Comment le modèle que tu as créé simule-t-il les procédés à l'œuvre dans la Terre?



Thème : _____ Sujet : _____

COMPARAISONS

Comment les _____ et les _____ sont-ils (sont-elles) semblables?

CONTRAST

Comment les _____ et les _____ sont-ils (sont-elles) différents (différentes)?

Rédige une phrase dans laquelle tu compares deux expressions, deux concepts et deux événements.

NOTIONS DE FOND

Conception : Une mine de renseignements



Les roches et les minéraux



Saviez-vous qu'il existe des ressources accessoires pour faciliter la présentation du présent sujet? Veuillez communiquer avec Une mine de renseignements et nous nous ferons un plaisir de vous venir en aide. Il suffit d'inscrire « Notions de fond » dans la ligne d'objet du courriel et/ou du bordereau de télécopie.

Une mine de renseignements

Tél. : 416.863.6463

Télec. : 416.863.9900

Courriel : schoolprograms@miningmatters.ca

TABLE DES MATIÈRES

1	Les caractéristiques des minéraux _____	4
	Tableau de référence :	
	Les caractéristiques des minéraux _____	8
	Activité : Identification des minéraux _____	10
2	Les minéraux : Les éléments de base des roches ____	14
	Tableau : Les éléments de base des roches _____	16
	Tableau de comparaisons et de contrastes _____	17
3	Le cycle des roches et les trois groupes de roches __	18
	Le cycle des roches _____	20
	Bulletin d'information _____	21
	Questions au titre des activités _____	23
4	Les couches rocheuses et les fossiles _____	24
	Activité : Les antécédents tropicaux du Canada _____	26
	Activité : Les fossiles du Canada _____	27
	Figure : Échelle géochronologique _____	28
	Les clés de nos antécédents géologiques _____	29
	Bulletin d'information _____	30
5	Défi de classification des roches _____	31
	Feuillet de descriptions des roches _____	34
	Activité A : Observations _____	36
	Activité B : Analyse des observations _____	39
	Le cycle des roches _____	41

MATÉRIAUX REQUIS

- Des échantillons de minéraux :
du quartz, de la magnétite, de la baryte, du gypse, de la calcite, de l'hématite, de l'améthyste, de la chalcopryrite
- Documentation : *Tableau de références : Les caractéristiques des minéraux*
- Documentation : *Activité : Les caractéristiques des minéraux*
- L'échelle de dureté de Mohs
- Un aimant
- De la monnaie en cuivre
- Un clou
- Une plaque en porcelaine non vernie
- Une loupe
- Un compte-gouttes
- Une éprouvette graduée ou un bécher gradué
- Des lunettes de sécurité
- Des gants en caoutchouc
- Une blouse de laboratoire

Fournitures

- Acide chlorhydrique dilué (10%)

**RÉSUMÉ DES TÂCHES**

Les élèves :

- Classer les minéraux selon leurs caractéristiques et les observations qu'ils en ont faites.
- Appliquer les tests scientifiques au moyen des méthodes standard.

LES PRINCIPES DE LITTÉRACIE EN SCIENCES DE LA TERRE

GRANDE IDÉE 1 Les experts en sciences de la Terre font appel à des observations reproductibles et à des hypothèses vérifiables pour comprendre et expliquer notre planète.

LES OBJECTIFS

1. Maîtriser la notion que tous les minéraux possèdent des propriétés distinctives.
2. Entreprendre 8 tests géologiques et faire appel à ses observations pour identifier les minéraux.
3. S'habilitier à utiliser des équipements scientifiques et des tests pour faire des observations et tirer des conclusions.

DIRECTIVES**Éveiller**

1. Passez en revue les notions de propriétés physiques et chimiques.
2. Lancez des idées sur la manière de tester ces propriétés à l'aide d'équipements scientifiques.

Explorer

3. Distribuez la documentation *Activité : Les caractéristiques des minéraux*. Avec les élèves, lisez les directives pour chacun des tests en démontrant les techniques au besoin. Demandez aux élèves d'utiliser les 8 méthodes d'essai scientifique (densité, dureté, veine, clivage, conductivité, magnétisme, éclat, couleur, réaction chimique) en prenant soin d'inscrire leurs observations sur la feuille d'activités. En raison des exigences de sécurité relatives à la manipulation de l'acide chlorhydrique, il serait plus pratique pour l'enseignant d'exécuter le test 8 : Les propriétés chimiques des minéraux en tant que démonstration.

Expliquer

4. Discutez des caractéristiques des minéraux et la manière dont on s'en sert pour définir le type de minéral.

Élaborer

5. Distribuez la documentation *Tableau de références : Les caractéristiques des minéraux*. Demandez aux élèves (répartis en petits groupes ou individuellement) de choisir un spécimen. Demandez-leur d'identifier le nom des minéraux à l'aide des 8 tests scientifiques, de leurs observations et du tableau de référence.

Évaluer

6. Après avoir observé ou consulté chacun des élèves, évaluez-en le degré de maîtrise en termes d'application des tests, de leur capacité de faire des observations et d'identifier les minéraux.

Rubrique

L'élève :	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4
a su utiliser les équipements de façon sécuritaire et appropriée :	rarement	à l'occasion	fréquemment	de manière constante
a su identifier les propriétés physiques de l'échantillon :	en commettant plusieurs erreurs	en commettant certaines erreurs	correctement la plupart du temps	correctement
a su, selon ses observations, identifier le nom du minéral à l'aide du tableau de référence :	en raisonnant très peu	en raisonnant quelque peu	en raisonnant abondamment	en raisonnant sensément

PRÉPARATION ET MISE EN PLACE

Les directives suivantes ont pour but de vous aider à préparer les échantillons avant de procéder à cette activité

1. Faites une copie du Tableau de référence : Les caractéristiques des minéraux pour l'enseignant. Il servira de « clé de réponse ».
2. Avec du liquide correcteur et un marqueur à pointe fine, numérotez les échantillons de minéraux. Recouvrez ces numéros d'une couche de vernis transparent pour les fixer. Assurez-vous de répartir les numéros au hasard de sorte que la séquence ne corresponde pas à celle du tableau de référence (ne pas étiqueter l'améthyste 1, la baryte 2, etc., p. ex.).
3. Inscrivez le numéro de chacun des échantillons à côté du minéral correspondant dans la clé de réponse.
4. Préparez les étiquettes correspondant à chacun des noms des minéraux en vue de l'Activité : Les caractéristiques des minéraux. Recueillez les équipements nécessaires à chacune des stations d'essai de la manière décrite ci-après.

RENSEIGNEMENTS À L'APPUI

Mots clés :

Expressions principales : densité, densité relative, échelle de dureté de Mohs, veine, clivage, conductivité, éclat, minéraux, magnétisme, magnétique

Expressions secondaires : corps pur, mélange



LA SÉCURITÉ

- Pendant le premier test, manipuler les articles de verrerie avec soin. Ne pas utiliser ces articles s'ils sont brisés. Le cas échéant, mettez-les au rebut de la manière prescrite.
- Le test 8 demande l'utilisation d'acide dilué (10 % d'acide chlorhydrique). Les enseignants et les élèves doivent manipuler cet acide avec grand soin. Porter des gants en caoutchouc, des lunettes de sécurité et une blouse de laboratoire.

Test un : La densité et la masse relative



Notes de l'enseignant : certains minéraux étant plus lourds que d'autres, les géologues peuvent les distinguer entre eux à l'aide de tests de Densité relative (D.r.). Parce que le test de densité relative est compliqué et difficile à réaliser, on lui a substitué celui de la masse relative en guise de test comparable. La **densité relative** est le rapport entre la masse (le poids) d'une substance donnée et la masse (le poids) d'un volume équivalent d'eau à 4 °C. La densité relative moyenne de la plupart des minéraux se situe entre 2,65 et 2,75. Le quartz se situe à 2,65, le feldspath à 2,65, la magnétite à 5,18 et l'or à 19,3.

Équipements requis : une balance, une éprouvette graduée ou un bécher gradué, de l'eau, des échantillons de minéraux (magnétite, baryte, quartz).

Observations :

La D.r. la plus faible --- le quartz	D.r. 2,65
La D.r. moyenne --- la baryte	D.r. 4,5
La D.r. la plus forte --- la magnétite	D.r. 5,18

Test deux : Les propriétés physiques de la dureté

Notes de l'enseignant : grâce aux essais de dureté par rayage, les géologues peuvent tester la dureté des minéraux. **L'échelle de dureté de Mohs** a été mise au point à titre de norme servant à identifier les minéraux entre eux. La dureté d'un minéral est démontrée par le degré de résistance que présente toute surface lisse aux essais de dureté par rayage, soit la facilité ou la difficulté observée lors du rayage d'un minéral contre un autre ou à l'aide d'une pièce de monnaie en cuivre, d'un couteau ou d'une lime.

Équipements requis : une échelle de dureté de Mohs, une pièce de monnaie en cuivre, un clou, des échantillons de minéraux (quartz, talc, calcite).

Observations : le talc étant le minéral le plus tendre, on peut facilement le rayer avec l'ongle du doigt. La calcite de dureté moyenne peut être rayée à l'aide d'une pièce de monnaie en cuivre. Le quartz est le minéral le plus dur de la trousse.

Test trois : Les propriétés physiques de la veine

Notes de l'enseignant : la **veine** d'un minéral est sa couleur lorsque celui-ci a été réduit en une fine poudre. Pour broyer un minéral en une fine poudre, il suffit de le frotter contre une plaque en porcelaine non vernie. Bien que la couleur des minéraux puisse varier, la couleur de la veine est habituellement homogène et s'avère utile à l'identification d'un minéral.

Équipements requis : du papier, une plaque en porcelaine non vernie, des échantillons de minéraux (magnétite, calcite, hématite).

Test quatre : Les propriétés physiques du clivage

Notes de l'enseignant : le **clivage** se veut la tendance qu'ont les minéraux de se briser à angle parallèle à leur plan cristallographique (ou atomique). Les minéraux n'affichent pas tous du clivage. Certains se cassent le long de leurs plans cristallographiques, prenant la forme de rayures ou de surface plane sur ces minéraux. Ils se cassent habituellement facilement de long de ces rayures. La surface de clivage brille abondamment comme celle d'un diamant. On coupe les diamants le long de leur surface de clivage afin de leur procurer cet aspect étincelant. Le clivage est parfois bien développé, comme dans le mica, plutôt obscur comme dans l'apatite ou inexistant comme dans le quartz.

Équipements requis : une loupe, des échantillons de minéraux (mica, halite).

Observations : l'halite se présente en forme de cube et il est doté de trois traits de clivage à angles droits. Le mica se présente en couches et compte un seul trait de clivage en parallèle.

Test cinq : Les propriétés physiques de la conductivité

Notes de l'enseignant : la **conductivité** détermine la manière dont un minéral quelconque peut transporter l'électricité. Alors que certains minéraux sont plus conductibles que d'autres, d'autres ne sont nullement conductibles.

Équipements requis : un conductimètre, des échantillons de minéraux (quartz, chalcopryrite).

Observations : la chalcopryrite étant conductible, elle déclenchera la sonnerie. Le quartz n'étant pas conductible, il ne déclenchera pas la sonnerie.

Test six : Les propriétés physiques du magnétisme

Notes de l'enseignant : on détermine le degré de **magnétisme** d'un minéral par la manière dont celui-ci attire un aimant. Certains minéraux sont très **magnétiques**, tandis que d'autres ne le sont pas du tout. La connaissance du degré de magnétisme facilite aux géologues la tâche d'identifier les échantillons de minéraux.

Équipements requis : un aimant, des échantillons de minéraux (quartz, hématite, magnétite).

Observations : le quartz n'étant pas magnétique, il n'attirera pas l'aimant. En revanche, la magnétite est magnétique et attirera l'aimant. Le degré de magnétisme de l'hématite est faible.

Test sept : Les propriétés physiques de la couleur et de l'éclat

Notes de l'enseignant : la couleur et l'éclat sont deux propriétés physiques importantes auxquelles les géologues font appel. La couleur se classe en effet parmi les premiers éléments des minéraux à être remarquables. L'**éclat** est la manière dont la lumière est réfléchiée et dispersée sur la surface des minéraux. Les expressions telles que vitreux, mat, cireux, terreux, métallique, gras, soyeux et nacré servent à décrire l'éclat des minéraux.

Équipements requis : des échantillons de minéraux (améthystes, quartz, talc, chalcopryrite).

Observations : l'améthyste de couleur pourpre possède un éclat vitreux. Le quartz allant du clair au blanc est aussi doté d'un éclat vitreux. L'éclat du talc, dont la couleur varie du gris au blanc, est nacré ou soyeux. La chalcopryrite de couleur or jaune possède un éclat métallique.

Test huit : Les propriétés physiques des minéraux

Notes de l'enseignant : les géologues utilisent de l'acide chlorhydrique dilué (HCl) pour déterminer si oui ou non un minéral quelconque peut entrer en effervescence (pétiller) au contact de l'acide. Les bulles servent à signaler l'émission d'oxyde de carbone (CO₂) au moment de la réaction chimique :



Remarque : une fois les tests terminés, rincer les échantillons avec de l'eau et les sécher sans tarder. Consulter la section sur la *sécurité* pour des renseignements sur les précautions à prendre et les premiers soins conseillés en manipulant de l'acide chlorhydrique.

Équipements requis : de l'acide chlorhydrique dilué, des gants en caoutchouc, des lunettes de sécurité, des échantillons de minéraux (calcite, chalcopryrite, quartz).

Observations : la calcite est très effervescente, tandis que la chalcopryrite et le quartz ne le sont nullement.



<p>L'améthyste ($[Mn]SiO_2$) Manganèse (Mn) + Silicium (Si) + Oxygène (O)</p> <p>Couleur : pourpre Dureté : 7 Veine : blanche/incolore Éclat : vitreux Clivage : aucun Cassure : conchoïdale Divers quarts Utilisation : les pierres précieuses, les échantillons de minéraux</p>	<p>Le feldspath ($KAlSi_3O_8$) Potassium (K), Aluminium (Al) + Silicium (Si) + Oxygène (O)</p> <p>Couleur : rosée Dureté : 6 Veine : blanche/incolore Éclat : vitreux Clivage : 90° Cassure : conchoïdale, inégale Utilisation : la porcelaine, les échantillons de minéraux</p>
<p>La baryte ($BaSO_4$) Baryum (Ba) + Soufre (S) + Oxygène (O)</p> <p>Couleur : blanche Dureté : 3 à 3,5 Veine : blanche Éclat : vitreux, nacré Clivage : en cristaux de forme tubulaire parfaite Cassure : conchoïdale Propriété particulière : densité relative élevée (très dense) Utilisation : les tapis, minerai de baryum</p>	<p>L'halite ($NaCl$) Sodium (Na) + Chlore (Cl)</p> <p>Couleur : incolore/blanche, parfois bleue, grise, rouge ou brune Dureté : 2 Veine : blanche Éclat : vitreux Clivage : cubique Cassure : conchoïdale Propriété particulière : salée au goût Utilisation : le sel de déneigement, le verre, les échantillons de minéraux</p>
<p>La calcite ($CaCO_3$) Calcium (Ca) + Carbone (C) + Oxygène (O)</p> <p>Couleur : incolore/blanche, orangée, bleue, jaune, etc. Dureté : 3 Veine : blanche Éclat : vitreux, nacré Clivage : rhomboédrique Cassure : conchoïdale Utilisation : le ciment, le mortier, la production de chaux, les produits chimiques</p>	<p>L'hématite (Fe_2O_3) Fer (Fe) + Oxygène (O)</p> <p>Couleur : noire grisâtre, brune rougeâtre Dureté : 6 à 6,5 Veine : rouge brique Éclat : métallique ou mat Clivage : aucun Cassure : conchoïdale Utilisation : le minerai de fer, les pigments, les échantillons de minéraux</p>
<p>La chalcopryrite ($CuFeS_2$) Cuivre (Cu) + Fer (Fe) + Soufre (S)</p> <p>Couleur : jaune/verte cuivrée Dureté : 3,5 à 4 Veine : noire verdâtre Éclat : métallique Clivage : rare Cassure : conchoïdale Propriété particulière : conductible Utilisation : le minerai de cuivre, les fils électriques</p>	<p>La magnétite (Fe_3O_4) Fer (Fe) + Oxygène (O)</p> <p>Couleur : noire Dureté : 5,5 Veine : noire Éclat : métallique, mat Clivage : cubes imparfaits (rare) Cassure : conchoïdale Propriété particulière : magnétique Utilisation : le minerai de fer, les échantillons de minéraux</p>

Le mica ($KAl_3Si_3O_{10}[OH]_8$)

Potassium (K) + Aluminium (Al) + Silicium (Si) + Oxygène (O) + Hydrogène (H)

Couleur : brun foncé (biotite), incolore (muscovite)

Dureté : 2,5 à 3

Veine : blanche

Éclat : nacré, vitreux

Clivage : hexagonal

Cassure : laminaire

Utilisation : calorifuge industriel, échantillons de minéraux

Le quartz (SiO_2)

Silicium (Si) + Oxygène (O)

Couleur : transparente, blanche ou grise

Dureté : 7

Veine : blanche/transparente

Éclat : vitreux

Clivage : aucun

Cassure : conchoïdale

Utilisation : le verre, les composants électriques, le verre optique, les abrasifs

Le talc ($Mg_3Si_4O_{10}[OH]_2$)

Magnésium (Mg) + Silicium (Si) + Oxygène (O) + Hydrogène (H)

Couleur : incolore, blanche, verdâtre, jaunâtre

Dureté : 1

Veine : blanche

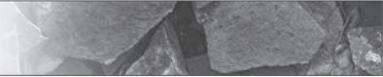
Éclat : nacré, gras

Clivage : monoclinique

Cassure : écailleuse, inégale

Utilisation : la poudre de talc, les comptoirs, les gravures, la chaleur, les acides et les pierres électriquement neutres (la saponite), composant de peinture, le caoutchouc, les matériaux de couverture, la céramique et les insecticides



**Test un : la densité et la densité relative*****La magnétite, la baryte, le quartz*****Procédure :**

- Évalue le poids de chacun des minéraux en le soulevant.
- Établis-en la masse exacte en grammes à l'aide de la balance.
- Remplis partiellement le bécher gradué d'eau. Inscris-en le niveau.
- Mets chaque échantillon dans le bécher gradué, un à la fois.
- Inscris le nouveau niveau d'eau et calcule la différence en ml (cm³).
- Sèche les échantillons et calcule la densité de chaque échantillon (masse/volume).

Observations / Descriptions :

Le plus dense

Le moins dense

Remarques :

Test deux : les propriétés physiques de la dureté***Le quartz, le talc, la calcite*****Procédure :**

- Raye chacun des minéraux avec l'ongle du doigt.
- Raye chacun des minéraux avec une pièce d'un cent.
- Raye chacun des minéraux avec un clou.
- Inscris tes observations.

Observations / Descriptions : Numéro à l'échelle de Mohs

L'ongle du doigt

La pièce d'un cent

Le clou

Remarques :

Test trois : les propriétés physiques de la veine***La magnétite, la calcite, l'hématite*****Procédure :**

- Frotte chacun des minéraux le long de la plaque en porcelaine
- Inscris tes observations.

Observations / Descriptions : La couleur du minéral réduit en poudre

La magnétite

La calcite

L'hématite

Remarques :

Test quatre : les propriétés physiques du clivage *Le mica, l'halite*

Procédure :

- En soulevant un minéral, observe la manière dont la lumière est réfléchiée sur sa surface.
- Détermine le nombre de traits de clivage dans chacun des échantillons.
- Inscris tes observations.

Observations / Descriptions : Les traits du clivage

Le mica

L'halite

Remarques :

Test cinq : les propriétés physiques de la conductivité *Le quartz, la chalcopryrite*

Procédure :

- Assure-toi que le conductimètre fonctionne.
- Vérifie le degré de conductivité de chaque échantillon.
- Inscris tes observations.

Observations :

Non conductible

Conductible

Remarques :

Test six : les propriétés physiques du magnétisme *Le quartz, l'hématite, la magnétite*

Procédure :

- Vérifie chaque échantillon à l'aide d'un aimant.
- Inscris tes observations.

Observations :

Non magnétique

Légèrement magnétique

Magnétique

Remarques :

Test sept : les propriétés physiques de la couleur et de l'éclat

L'améthyste, le quartz, le talc, la chalcopryrite

Procédure :

- Examine la couleur et l'éclat de chaque échantillon.
- Inscris tes observations.

Observations :

L'améthyste

Le quartz

Le talc

La chalcopryrite

Remarques :

Test huit : les propriétés physiques des minéraux

La calcite, la chalcopryrite, le quartz

Procédure :

- En pesant doucement, raye la surface de chacun des minéraux à l'aide d'une pièce d'un cent.
- Avec un compte-gouttes, dépose une goutte d'acide dilué (10 % d'acide chlorhydrique) sur chaque surface rayée.
- Rince les échantillons et sèche-les immédiatement.
- Inscris tes observations.

Observations : réactions en présence d'acide dilué (10 % d'acide chlorhydrique)

La calcite

La chalcopryrite

Le quartz

Remarques :



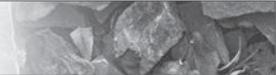
Question :

En te basant sur ce que tu as appris sur les propriétés/les caractéristiques physiques et chimiques des minéraux, réponds aux questions suivantes :

Qu'est-ce que l'échelle de dureté de Mohs? Quand a-t-elle été développée et par qui? (Indice : regarde les renseignements inscrits sur l'échelle).

Pourquoi la couleur n'est-elle pas un identificateur de minéral fiable?

Nomme quatre expressions utilisées pour décrire l'éclat des minéraux et décris-les.



MATÉRIAUX REQUIS

- Des échantillons de roches : le granite
- Des échantillons de minéraux : du mica (variété : *biotite*), du quartz, du feldspath (variété : *orthose*)
- Figure : *Les minéraux : Les éléments de base des roches* (affiche à projeter à l'aide des technologies de projection en salle de classe)
- Figure : *Tableau de comparaisons et de contrastes* (une copie par élève)



RÉSUMÉ DES TÂCHES

Les élèves :

- Savoir faire la différence entre les roches et les minéraux et décrire ces différences dans leurs compositions (les minéraux comme la calcite sont des composants de roches. À titre d'exemple : la roche sédimentaire nommée calcaire).

LES PRINCIPES DE LITTÉRACIE EN SCIENCES DE LA TERRE

GRANDE IDÉE 3 La Terre est un système interactif complexe de roches, d'eau, d'air et de vie.

GRANDE IDÉE 7 Les humains dépendent des ressources de la Terre.

LES OBJECTIFS

1. Comprendre le fait que les roches sont faites d'un ensemble de minéraux différents.
2. Comprendre le fait que les minéraux sont des substances naturelles.
3. Comprendre le fait que les minéraux sont des substances naturelles, cristallines et solides.
4. Formuler des observations sur les roches et les minéraux.

DIRECTIVES

Éveiller

1. Montrez aux élèves un échantillon de granite et lancez des mots sur les roches et les minéraux.

Explorer

2. Demandez aux élèves de dessiner une marge de 2,5 cm autour d'une page blanche et d'inscrire « Les roches et les minéraux : le granite et ses composants » en guise de titre en haut de la page.
3. Distribuez des échantillons de granite, de mica, de feldspath et de quartz. Demandez aux élèves de reproduire chacun de ces échantillons sur leur page et de décrire, par écrit, ce qu'ils remarquent.

Expliquer

4. Montrez aux élèves la figure *Les minéraux : Les éléments de base des roches*, laquelle présente une image du granite et des trois minéraux qui le composent (le mica – noir, le quartz – blanc et le feldspath – rose). Demandez-leur d'étiqueter leurs propres schémas en se basant sur ces illustrations en vue d'identifier quelques-uns des minéraux qui composent le granite.
5. Demandez aux élèves d'offrir une opinion sur la différence entre les roches et les minéraux. Dressez une liste des réponses qu'ils pourront ensuite lire et passez-les en revue. Corrigez toute opinion erronée.

Élaborer

6. Le granite est une roche très dure. Lancez des idées sur l'utilisation du granite (les pierres tombales, les planchers d'édifices commerciaux, les comptoirs de cuisine).

Évaluer

7. Distribuez le *Tableau de comparaisons et de contrastes*. Guidez les élèves pendant qu'ils exécutent l'exercice de comparaison et de contrastes en leur expliquant les distinctions entre les roches et les minéraux.
8. En vous inspirant des suggestions des élèves, composez ensemble un mot de la fin sur les roches et les minéraux.

RENSEIGNEMENTS À L'APPUI

La différence entre les roches et les minéraux

Les **minéraux** sont des substances naturelles et inorganiques (inertes), dont la structure **cristalline** est habituellement bien définie. Cette structure cristalline est le fruit de la forme géométrique symétrique de leurs atomes. Alors que certains minéraux sont entièrement composés du même **élément**, dont l'or – Au ou l'argent – Ag, d'autres sont constitués d'un mélange d'éléments. À titre d'exemple : le quartz contient un tiers de silicium [Si] et deux tiers d'oxygène [O] = SiO₂. La composition chimique des minéraux est habituellement précise, c'est-à-dire qu'ils sont toujours constitués des mêmes éléments (SiO₂, p. ex.), et leur structure atomique est très ordonnée.

Les roches sont généralement constituées d'un mélange de deux minéraux ou plus. On les distingue par la différence de leur composition minérale et par la manière dont elles sont formées. À titre d'exemple : le granite est composé de quartz à 20 %, de feldspath à 75 % et de mica à 5 %. Ces quantités peuvent toutefois varier et un petit nombre d'autres minéraux peuvent parfois s'ajouter.

Renseignements supplémentaires

Les minéraux possèdent quatre caractéristiques :

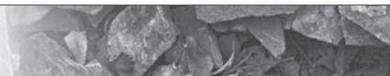
1. **Ils se manifestent naturellement** : ils se manifestent naturellement sur Terre et ne sont pas fabriqués par les humains. La Terre contient plus de 3 000 minéraux, dont 100 sont considérés comme étant répandus.
2. **Ils sont inertes, homogènes et solides** : ils ne sont pas nés des plantes ni des animaux et sont composés entièrement des mêmes molécules.
3. **Leur composition chimique est précise** : chaque minéral comporte sa propre formule chimique.
4. **Leur structure atomique est très ordonnée** : les atomes et les molécules qui les composent sont disposés et reproduits selon un ordre déterminé.

Il existe plus de 100 éléments chimiques et ces éléments s'unissent pour former toutes les matières.

La plupart des minéraux répandus sont composés d'environ huit de ces éléments. Parmi ceux-ci, on compte : l'oxygène, le silicium, l'aluminium, le fer, le calcium, le magnésium, le sodium et le potassium.

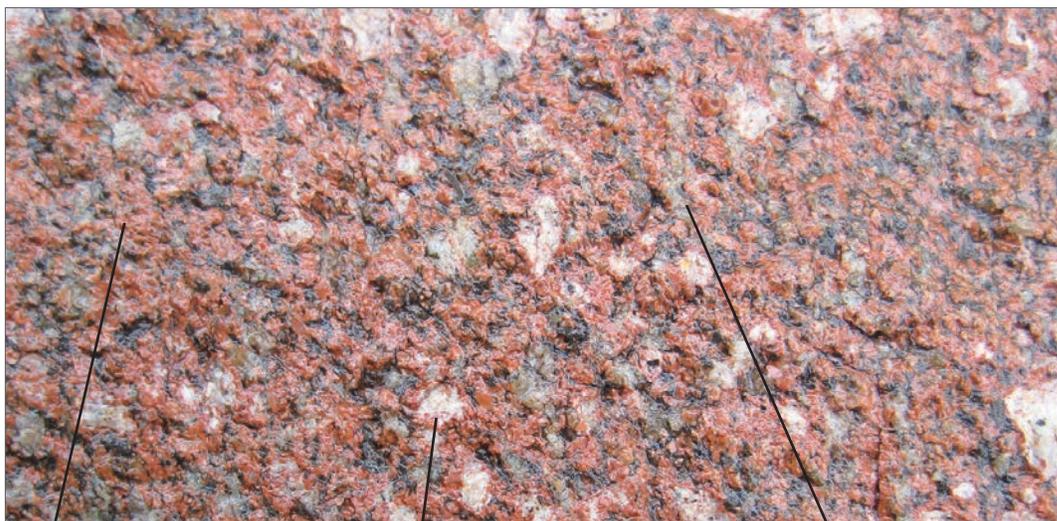
Mots clés :

Expressions principales : minéral, cristal, élément, roche



Le granite

Une roche ignée intrusive, à gros grains, composée de minéraux primaires, dont :
le feldspath (rose), le quartz et le mica



Le feldspath (rose)

Minéral rose et dur à l'éclat vitreux.



Le quartz

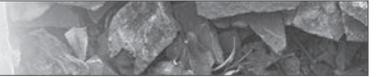
Minéral dur transparent, blanc ou gris à l'éclat vitreux



Le mica

Minéral tendre, pailleté, allant du brun foncé au noir (parfois incolore) à l'éclat vitreux.





Thème : _____ Sujet : _____

COMPARAISONS

Comment les _____ et les _____ sont-ils (sont-elles) semblables?

Comment les _____ et les _____ sont-ils (sont-elles) différents (différentes)?

Rédige une phrase dans laquelle tu compares deux expressions, deux concepts et deux événements.



MATÉRIAUX REQUIS

- Des échantillons de granite, de rhyolite, de gabbro, de basalte, de calcaire, de schiste argileux, de grès, de dolomite, de conglomérat, de quartzite, de gneiss, de marbre et d'ardoise
- Figure : *Le cycle des roches* (affiche à projeter à l'aide des technologies de projection en salle de classe)
- Documentation : Le schéma sur *le cycle des roches*
- Documentation : Bulletin d'information *Le cycle des roches et les trois groupes de roches*
- Documentation : *Activité : Le cycle des roches et les trois groupes de roches*

RÉSUMÉ DES TÂCHES

Les élèves :

- Expliquer le cycle des roches : la formation, l'altération atmosphérique et l'érosion, le transport, la sédimentation et la reformation.
- Utiliser le bon vocabulaire et une terminologie scientifique et technologique exacte pour transmettre des idées, des processus et des résultats (utiliser des expressions comme magma, cristallisation, roche ignée, temps, transport, sédiments et roches secondaires en décrivant le cycle des roches, p. ex.).

LES PRINCIPES DE LITTÉRACIE EN SCIENCES DE LA TERRE

- GRANDE IDÉE 1** Les experts en sciences de la Terre font appel à des observations reproductibles et à des hypothèses vérifiables pour comprendre et expliquer notre planète.
- GRANDE IDÉE 3** La Terre est un système interactif complexe de roches, d'eau, d'air et de vie.
- GRANDE IDÉE 4** La Terre se transforme sans cesse.

LES OBJECTIFS

1. Compléter le schéma sur le cycle des roches et décrire les principaux procédés de formation des roches.
2. À l'aide du schéma et des questions d'analyse, étudier les caractéristiques des trois groupes de roches et ce qui les relie entre eux.

DIRECTIVES

Éveiller

3. Passez d'autres cycles naturels en revue (le cycle de l'eau, les cycles biogéochimiques, p. ex.), et dites aux élèves que le cycle des roches est une notion ou un modèle élaboré par le scientifique James Hutton (1727-1797) afin d'aider les gens à comprendre le procédé de formation des roches.
4. Demandez aux élèves d'examiner les échantillons de roches et de proposer des procédés par lesquels ces roches auraient pu être formées. Prenez note de leurs hypothèses.

Explorer

5. Affichez la figure : *Le cycle des roches* et demandez aux élèves de continuer à proposer des procédés de formation des roches.

Expliquer

6. Distribuez le bulletin d'information : *Le cycle des roches et les trois groupes de roches*, ainsi qu'une version en blanc de l'élève du schéma *Le cycle des roches*.
7. Dites aux élèves que le cycle des roches se compare à un système de recyclage géant. Rien ne se crée et rien ne se perd. Avec le temps, les mêmes matières passent d'un type de roche à un autre grâce à des procédés superficiels, à la fonte, à la chaleur et à la pression. Dites-leur que vous procéderez à l'examen de ce système à l'aide du schéma.



Élaborer

8. Pendant que vous passez en revue les différents procédés de formation des roches, demandez aux élèves de remplir les espaces vides du schéma.
9. Demandez aux élèves de lire le bulletin d'information et de répondre aux questions de l'activité : *Le cycle des roches et les trois groupes de roches.*

Évaluer

10. Demandez aux élèves de confirmer leur compréhension du cycle des roches en exécutant l'une ou l'autre des démarches suivantes :
 - a) rédiger la manière dont chaque type de roche se forme en tirant des exemples de leur vie quotidienne
 - b) dessiner un schéma représentant le cycle des roches
Avant de terminer cette tâche, informez les élèves des critères de réussites suivants :
 - inclure les trois groupes de roches
 - identifier chacun des produits du cycle de formation des roches
 - identifier les procédés de formation de chacun de ces produits
 - inclure plus d'un cheminement vers l'achèvement de ce cycle

RENSEIGNEMENTS À L'APPUI

Explication du cycle des roches

Commencez par expliquer aux élèves que les roches **ignées**, aussi nommées **intrusives** ou *plutoniques* (parce qu'elles se forment dans la Terre), sont le fruit du refroidissement du magma à l'intérieur de la Terre. Enseignez-leur ensuite que lorsque le magma atteint la surface de la Terre (par l'entremise d'un volcan, p. ex.), on le nomme *lave*. Les roches ignées sont également issues de cette lave. On les qualifie toutefois d'**extrusives** ou *volcaniques* parce qu'elles ont été formées sur la surface de la Terre. Étant exposée à l'air, la lave extrusive refroidit plus rapidement que le magma intrusif et il en résulte une roche aux cristaux à grains plus fins.

Avec le temps, tous les types de roches subissent une transformation. La pluie, le vent et la neige (le temps) sur la surface terrestre brisent les roches, et les particules (ou **sédiments**) sont transportées dans les rivières, les lacs ou au fond de l'océan. Ces sédiments forment des couches qui se transforment éventuellement en roches sous le poids des sédiments qui les recouvrent. Ce procédé se nomme **lithification**, donnant lieu à des roches **sédimentaires**.

Après avoir été enterrées au fond de la Terre pendant des millions d'années, les roches ignées ou sédimentaires exposées à des températures et à des pressions extrêmes se transforment en un nouveau type de roche nommée **métamorphique**. Ces températures et ces pressions extrêmes transforment l'apparence de la roche d'origine.

Mots clés :

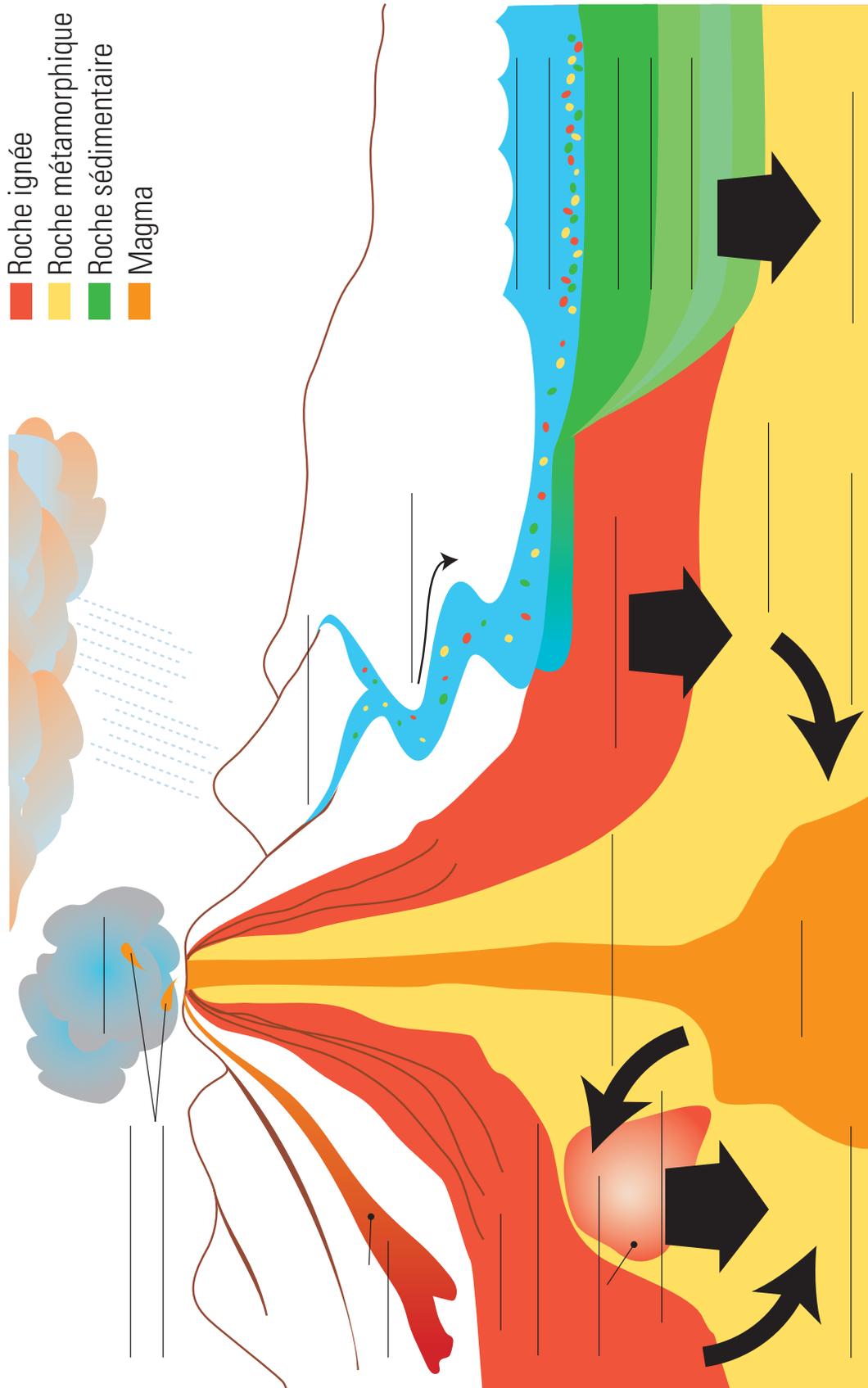
Expressions principales : ignée, cycle des roches, intrusif, extrusif, érodé, sédiments, lithification, sédimentaire, fossiles, métamorphique, métamorphisme.

Expressions secondaires : plutonique, volcanique, granite, basalte, schiste argileux, grès, calcaire, marbre, ardoise, quartzite, gneiss.



LA SÉCURITÉ

- Insistez sur le besoin de manipuler les roches avec soin, car certaines d'entre elles ont des angles vifs, tandis que d'autres sont fragiles.



LE CYCLE DES ROCHES ET LES TROIS GROUPES DE ROCHES

Les géologues classent les roches en trois groupes, en fonction des grands procédés terrestres qui les ont formés. Ces trois groupes se nomment : **ignée**, **sédimentaire** et **métamorphique**.

Les roches ignées

Les roches ignées sont issues d'une matière fondue nommée magma ou lave qui se solidifie en refroidissant pour former de nouvelles roches. L'expression « ignée » est née du latin signifiant « feu ». Les roches ignées sont issues du refroidissement du magma au fond de la Terre ou de l'écoulement du magma des volcans sur la surface terrestre. Parce que le magma refroidit très lentement dans la Terre, il forme de gros cristaux et la roche ignée qui en résulte est nommée **intrusive**. Le *granite* est une roche intrusive très répandue. Le magma qui atteint la surface de la Terre se nomme lave. Lorsque la lave est soudainement exposée à des températures froides sur la surface de la Terre ou dans l'eau des océans, elle se refroidit très rapidement. Ainsi, n'ayant pas le temps de grossir, ses cristaux demeurent très petits, formant une roche ignée dite **extrusive** ou volcanique. Le *basalte* est le type de roche ignée extrusive le plus répandu.

Les roches ignées contiennent souvent des minerais métalliques précieux, dont du nickel, du cuivre, de l'or et de l'argent. Parce que le Bouclier canadien est composé en partie de roches ignées, il renferme de grandes quantités de ces minéraux. En fait, le Bouclier canadien est souvent nommé « entrepôt canadien de minerais métalliques ».



Les roches sédimentaires

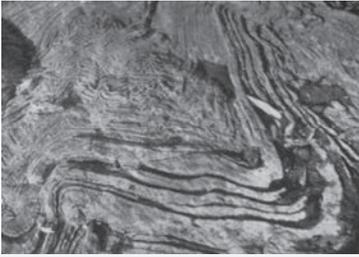
Les roches sédimentaires se forment à partir de roches existantes que le vent, l'eau et la glace ont **érodées**. Ces petits morceaux de roches et de minéraux érodés (**sédiments**) sont transportés par les eaux courantes, la glace et le vent pour être déposés dans les océans, les lacs et les rivières. Au cours de millions d'années, ces sédiments sont déposés en couches horizontales pouvant atteindre plusieurs milliers de mètres d'épaisseur. Le poids de ces sédiments comprime ces couches, formant des roches. Les sédiments d'argile ou de boue donnent lieu à une roche sédimentaire nommée *schiste argileux*, tandis que les sédiments de sable créent une roche nommée *grès*.

Dans certains cas, le charbon, le pétrole, le gaz naturel, le sel et la potasse peuvent se trouver coincés dans des couches de roches sédimentaires. Pendant des millions d'années, des plantes et des animaux marins morts ont été déposés, puis entassés entre des couches de sédiments. Le pétrole et le gaz naturel sont issus de la décomposition et de la compression subséquente des corps de certains animaux marins, tandis que le charbon provient de l'aplanissement de la végétation des zones humides. Le type de particules rocheuses que l'on retrouve de nos jours dans les roches sédimentaires dépend du type de sédiment déposé il y a de cela des millions d'années. Dans d'autres cas, la carapace d'animaux marins forme du calcaire ou de la craie. Les roches sédimentaires peuvent également contenir des **fossiles** ou des restes et empreintes de vie des temps anciens.



Les roches métamorphiques

Au moment d'être enfouies dans les profondeurs de la Terre, les roches ignées sont parfois soumises à des pressions et des températures telles qu'elles se transforment complètement en roches métamorphiques. L'expression métamorphique provient d'un mot grec signifiant « transformation ». Le procédé de **métamorphisme** ne fond pas la roche, mais il la transforme plutôt en roche plus dense, plus compacte et plus dure. Avec la chaleur, les composants chimiques de la roche s'unissent pour former de nouveaux minéraux. La pression produit les mêmes résultats, mais à des profondeurs extrêmes, dépassant habituellement les 10 kilomètres. Le métamorphisme survient souvent lorsque le magma chaud s'infiltré dans les fissures des roches ignées ou sédimentaires avoisinantes. Ces roches avoisinantes se transforment en roches métamorphiques en raison de la chaleur et de la pression intenses. Ainsi, le *marbre* est du calcaire métamorphosé, l'*ardoise* est formée de schiste argileux métamorphosé, tandis que le *quartzite* provient du grès métamorphosé. Certaines roches métamorphiques sont fortement rubanées, créant une roche nommée *gneiss* (prononcée « kneiss »). Le granite métamorphosé est habituellement rubané.



En plus des roches ignées, le Bouclier canadien contient des roches métamorphiques. Ces roches renferment divers dépôts de minéraux métalliques, dont le nickel, le cuivre, le zinc, l'or et certains métaux rares comme le tantale et le niobium.

Ces trois types de roches peuvent passer d'un type à l'autre au moyen d'un procédé nommé **cycle rocheux**. À titre d'exemple, lorsque le magma refroidit, il forme des roches ignées. Lorsque les roches ignées, sédimentaires et métamorphiques sont exposées à l'eau, au vent et à d'autres procédés d'érosion sur la surface de la Terre, elles se décomposent et forment des sédiments. Ces sédiments sont ensuite transportés, déposés puis enfouis, formant des roches sédimentaires. Lorsque la température atteint des degrés extrêmes, les roches métamorphiques peuvent fondre et se transformer de nouveau en magma.

Sources :

<http://pubs.usgs.gov/gip/collect1/collectgip.html>

Définitions simplifiées des trois types de roches.

<http://www.cotf.edu/ETE/MODULES/MSESE/earthsysflr/rock.html>

Schéma du cycle rocheux accompagné d'explications faciles à comprendre.



Réponds aux questions suivantes en te basant sur le bulletin d'information :

1. Pourquoi le cycle rocheux est-il appelé « cycle »?

2. Quels sont les trois groupes de roches?

3. Comment les roches ignées se transforment-elles en roches sédimentaires?

4. Quelles forces contribuent à la création des roches métamorphiques?

5. En quoi la lave diffère-t-elle du magma?

MATÉRIAUX REQUIS

- Des échantillons de dolomite
- Une loupe
- Des fiches de fossiles répandus
- Figure : *Les couches rocheuses et les fossiles : Échelle géochronologique* (affiche à projeter à l'aide des technologies de projection en salle de classe)
- Documentation : Bulletin d'information *Les couches rocheuses et les fossiles*
- Documentation : Activité A : *Les antécédents tropicaux du Canada*
- Documentation : Activité B : *Les fossiles du Canada*
- Documentation : Schéma *Les couches rocheuses et les fossiles : la clé de nos antécédents géologiques*

RÉSUMÉ DES TÂCHES

Les élèves :

- Après les avoir étudiés, analyser les indices de transformation géologique (les fossiles, les strates, p. ex.).

LES PRINCIPES DE LITTÉRACIE EN SCIENCES DE LA TERRE

- GRANDE IDÉE 1** Les experts en sciences de la Terre font appel à des observations reproductibles et à des hypothèses vérifiables pour comprendre et expliquer notre planète.
- GRANDE IDÉE 2** La Terre existe depuis 4,6 milliards d'années.
- GRANDE IDÉE 3** La Terre est un système interactif complexe de roches, d'eau, d'air et de vie.
- GRANDE IDÉE 6** La vie évolue sur notre Terre dynamique, la transformant sans cesse.

LES OBJECTIFS

1. Comprendre comment, où et pourquoi les fossiles sont préservés et leur valeur.
2. Bien connaître les expressions âge absolu et âge relatif.

DIRECTIVES**Éveiller**

1. Passez en revue la formation des roches sédimentaires et la manière dont les fossiles sont habituellement préservés entre les couches de roches.
2. Disposez la dolomite et la loupe de manière à ce que toute la classe puisse examiner les échantillons et observer la présence de fossiles.

Explorer

3. Animez une discussion avec toute la classe en vue de répondre à la question : « Comment les géologues arrivent-ils à préciser l'âge relatif et l'âge absolu des roches sédimentaires? » En guise d'explication de l'âge absolu, comparez les méthodes de datation à celles de l'utilisation de piles (on peut préciser la durée du fonctionnement d'une lampe de poche en comptant le nombre de piles usées, p. ex.).

Expliquer

4. Demandez aux élèves de lire le bulletin d'information intitulé *Les couches rocheuses et les fossiles*.
5. Distribuez l'activité A : *Les antécédents tropicaux du Canada*, puis demandez aux élèves de lire le passage et de remplir les espaces vides. Ils pourront le faire de façon autonome.

Élaborer

6. Répartissez les élèves en groupes de 2 ou 3. Utilisant la fiche de fossiles répandus et le schéma *Les couches rocheuses et les fossiles : la clé de nos antécédents géologiques*, demandez-leur de dessiner chaque fossile dans la case appropriée et d'inscrire les renseignements pertinents et l'âge relatif du fossile dans l'échelle des temps géologiques.
7. Demandez aux élèves de répondre aux questions de l'activité B : *Les fossiles du Canada* en se basant sur le schéma *Échelle des temps géologiques*.



Évaluer

8. Répartissez les élèves en petits groupes et demandez à chacun d'eux de rédiger un rapport d'une minute en vue de discuter des indices de transformation de la Terre au fil du temps.

RENSEIGNEMENTS À L'APPUI

Que sont les fossiles?

Les **fossiles** sont les restes, les traces (les indices) ou les empreintes de plantes ou d'animaux préservés dans la croûte terrestre pendant une période géologique ou préhistorique donnée.

La taille des fossiles varie de squelettes de dinosaures géants aux plantes et animaux minuscules que l'on peut uniquement observer sous un microscope. La plupart des fossiles sont constitués des parties dures d'animaux et de plantes (carapaces, ossements, dents, bois, p. ex.). Bien que leur état naturel puisse parfois demeurer presque inchangé, ils se manifestent habituellement sous forme de substitution minérale (fossile) ou de simple impression dans la roche avoisinante. De telles impressions se nomment *ichnofossiles*.

Nommée *paléontologie*, l'étude des fossiles nous démontre que la vie sur Terre a pris naissance il y a de cela au moins 3 600 millions d'années. Les espèces animales et végétales se sont depuis succédé. La plupart d'entre elles sont toutefois disparues et seul un petit nombre a survécu sous forme de fossiles, et ce, en raison de l'absence de conditions environnementales propices à leur préservation. En étudiant ces fossiles, nous pouvons obtenir un aperçu fascinant de ce qu'était anciennement la vie sur Terre.

Les fossiles les plus anciens se veulent des organismes microscopiques monocellulaires à l'aspect de bactéries. Les preuves de la diversité et de l'abondance de la vie regorgent dans les archives de fossiles que l'on retrouve dans des roches datant de 545 millions d'années.

Mots clés :

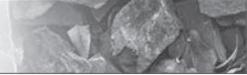
Expressions principales : fossiles, mammoth, ambre, trilobites

Expressions secondaires : paléontologie, ichnofossiles, archives de fossiles, paléontologue



LA SÉCURITÉ

- Insistez sur le besoin de manipuler les roches avec soin, car certaines d'entre elles ont des angles vifs, tandis que d'autres sont fragiles.



Lis le passage ci-dessous. À partir de la liste à la fin du passage, inscris le mot approprié dans chacun des espaces vides du passage.

Imagine-toi quittant ta maison par la porte arrière et étant transporté à une époque datant de 570 millions d'années... soit quelque 200 à 400 millions d'années AVANT QUE _____ parcourant la Terre! Tu visiterais un Canada récent, où le sud (l'Ontario, le Manitoba, p. ex.) comprendrait des _____ peu profondes et chaudes, à la manière des Caraïbes d'aujourd'hui. À cette époque, la terre entre les villes de Windsor, Goderich et Winnipeg était en fait enfouie sous des lagunes peu profondes, remplies d'organismes tropicaux, dont du corail et diverses créatures à carapace. Comment savons-nous que ces régions étaient recouvertes d'eau il y a si longtemps de cela? Parce que les roches et les fossiles nous le disent et, avec le temps, les géologues ont appris à interpréter leur histoire.

Dans bien des cas, les réponses aux questions concernant les antécédents géologiques de la Terre résident dans _____. Comme nous l'avons constaté en étudiant _____, les roches sédimentaires se forment dans des masses d'eau, alors que les terres avoisinantes sont érodées par la pluie, le vent et les glaciers. Ces _____ se déposent au fond des lacs ou des mers, formant des couches de roches sédimentaires. Le sud du Canada est composé en grande partie de roches sédimentaires, nous indiquant qu'il était sous l'eau lorsque ces couches ont été déposées. Les formes de vie et les dépôts de sel que l'on retrouve dans les roches sédimentaires nous indiquent que le Canada était autrefois un lieu tropical chaud, recouvert d'eau de mer salée.

Les géologues peuvent préciser l'âge relatif (approximatif) des roches en examinant les formations de sédiments. Comme nous l'avons vu dans les sections étudiées précédemment, chaque couche de roches sédimentaires est _____ que la couche qu'elle recouvre. Les diverses couches de roches sédimentaires (nommées strates) peuvent abriter plusieurs variétés de _____ (les restes d'organismes ayant vécu dans les temps anciens et désormais cimentés et préservés dans ces couches de roches). Les géologues étudient minutieusement les fossiles des différentes _____ afin de déterminer l'âge relatif des roches.

Grâce aux technologies modernes, les _____ peuvent aujourd'hui préciser l'âge absolu des roches. Ils font appel à des tests scientifiques sophistiqués qui _____ les éléments radioactifs dans les roches. De tels éléments radioactifs exigent une certaine période temps pour disperser de la radioactivité. En sachant combien de temps il faut aux éléments radioactifs pour disperser de la radioactivité et en étudiant minutieusement les éléments radioactifs des roches, les géologues peuvent en déterminer l'âge _____.

Banque d'expressions : utiliser chaque expression une seule fois

absolu

couches

cycle des roches

dinosaures

fossiles

géologues

mers tropicales

mesures

plus jeune

roches sédimentaires

sédiments



Réponds aux questions suivantes en consultant la figure sur *les couches rocheuses et les fossiles* intitulée : *Échelle des temps géologiques*.

1. Comment appelle-t-on l'époque géologique au cours de laquelle des reptiles volants parcouraient la Terre?

2. Les insectes sont souvent considérés comme étant « les organismes les plus tenaces sur Terre ». Selon l'échelle des temps géologiques, depuis combien de temps les insectes vivent-ils sur Terre?

3. Selon toi, quelle période géologique a vu apparaître les chevaux sur Terre?

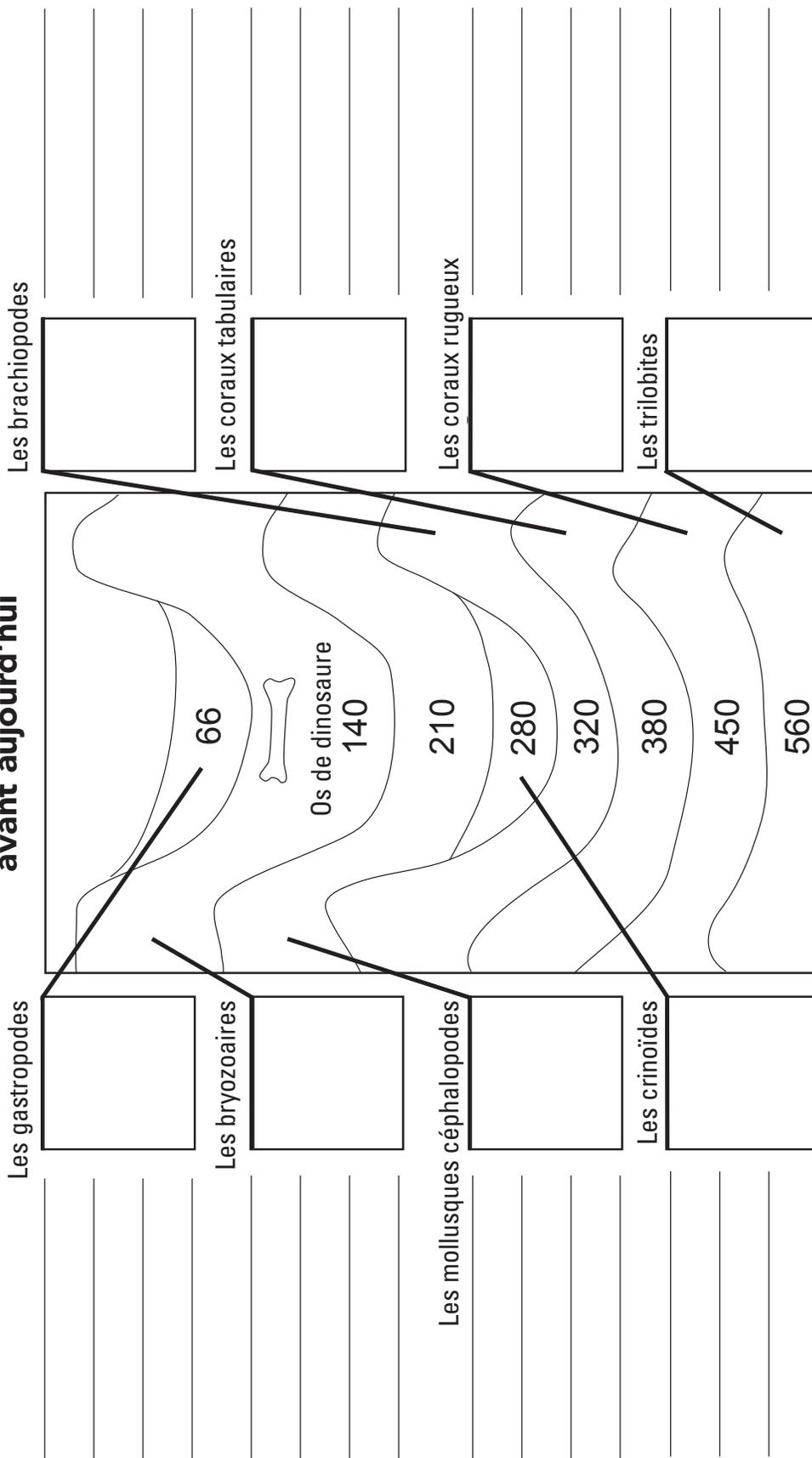
4. En consultant l'échelle des temps géologiques, quel est l'âge de la roche la plus ancienne sur Terre?

PÉRIODE	DATATION EN ANNÉES	SUCCESION DE FORMES DE VIE DOMINANTES
QUARTENAIRE	1,8	
TERTIAIRE	MILLIONS	
	65	
CRÉTACÉE	MILLIONS	
	135	
JURASSIQUE	MILLIONS	
	195	
TRIASIQUE	MILLIONS	
	245	
PERMIENNE	MILLIONS	
	280	
PENNSYLVANIENNE	MILLIONS	
	310	
MISSISSIPIENNE	MILLIONS	
	360	
DÉVONIENNE	MILLIONS	
	400	
SILURIENNE	MILLIONS	
	440	
ORDOVICIENNE	MILLIONS	
	500	
CAMBRIENNE	MILLIONS	
	DE 545	
	à	
	4 500	
PRÉCAMBRIENNE	MILLIONS	LES DÉBUTS DE LA VIE À LA FIN DE LA PÉRIODE DES MERS PRÉCAMBRIENNES



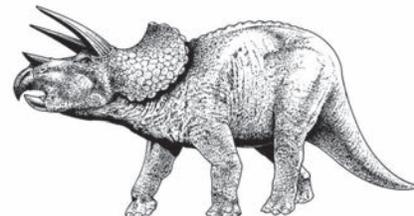
L'ÂGE DES ROCHES

Des millions d'années avant aujourd'hui

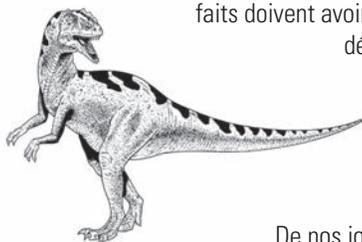


APERÇU DE L'HISTOIRE DE NOTRE TERRE

Les **fossiles** sont constitués des restes ou de traces d'animaux et de plantes préservés dans les roches sédimentaires. On nomme **paléontologues** les géologues qui étudient les fossiles pour arriver à déterminer la biologie, le milieu et l'époque de ces organismes. Ces géologues spécialisés étudient les fossiles et les restes de fossiles pouvant dater de milliards d'années. Leur taille peut varier de microscopique (comme les organismes monocellulaires) à énorme (les os des dinosaures). La plupart des fossiles émanent des parties dures des animaux et des plantes, comme les carapaces, les os ou les dents, tandis que la partie tendre de l'organisme est habituellement dévorée par les charognards ou décomposée.



Où trouve-t-on les fossiles? La plupart du temps, les fossiles se trouvent dans des roches sédimentaires comme le schiste argileux, le grès et le calcaire. Ils sont difficilement reconnaissables dans les roches métamorphiques et n'existent pas dans les roches ignées (ils fondraient à la température élevée qui forme le magma). Toute personne qui trouve des couches de roches sédimentaires inchangées peut y découvrir des fossiles datant de plusieurs centaines de millions d'années. Pour que de tels fossiles soient préservés, les organismes dont ils sont



faits doivent avoir été rapidement enfouis sous des couches de sédiments sans que leurs squelettes n'aient été dérangés au fil du temps, et ce, jusqu'à les humains les découvrent ou suite à l'action de l'érosion par la pluie, le vent ou la glace. Certains fossiles demeurent relativement inchangés de l'époque où les organismes qu'ils contiennent étaient en vie (les **mammouths** congelés dans la glace, les insectes préservés dans l'**ambre**, comme les moustiques que l'on peut apercevoir dans le film **Jurassic Park** (parc jurassique)).

De nos jours, les fossiles sont importants, car ils nous aident à expliquer l'évolution de nombreux types d'espèces ayant vécu au fil du temps. Les fossiles les plus anciens sont des organismes monocellulaires microscopiques semblables à des bactéries. Ils se retrouvent dans des roches datant d'environ 545 millions d'années et ils marquent les débuts de la vie sur Terre. À partir de cette époque, le nombre d'organismes fossilisés s'est vu augmenter à mesure que ces organismes évoluaient pour adopter des formes plus complexes. Certains organismes ont développé des carapaces pour se protéger, vivre plus longtemps et s'adapter à leur milieu.



Bon nombre de fossiles ont une forme d'animaux et de plantes modernes. Les colimaçons fossilisés (gastropodes) ressemblent beaucoup aux colimaçons modernes, sauf que seule la carapace de l'animal a été conservée (et non les tissus tendres à l'intérieur). Plusieurs groupes de fossiles, dont les **trilobites** et les dinosaures n'existent plus et sont uniquement connus en tant que fossiles.



Après de nombreuses années d'études, les *paléontologues* en sont arrivés à préciser exactement quand certains organismes ont vécu sur Terre. Ces renseignements sont précieux pour nous, car ils nous permettent d'identifier l'âge relatif des couches de roches en identifiant les fossiles qui s'y trouvent enfouis. Ces renseignements s'avèrent particulièrement utiles pendant la recherche de combustibles fossiles comme le pétrole et le gaz. Grâce aux fossiles découverts dans les roches sédimentaires, les paléontologues peuvent dater les roches qui contiennent ces fossiles, préciser la nature de leurs milieux anciens et savoir si du pétrole ou du gaz est enfoui dans ces régions.

MATÉRIAUX REQUIS

- Des échantillons de granite, de rhyolite, de gabbro, de basalte, de calcaire, de schiste argileux, de grès, de dolomite, de conglomérat, de quartzite, de gneiss, de marbre, d'ardoise (utiliser le document de préparation et de mise en place pour étiqueter les échantillons)
- Figure : *Le cycle des roches* (à projeter à l'aide des technologies de projection en salle de classe)
- Documentation : Activité A : Tableau intitulé *Observations*
- Documentation : Activité B : *Le défi de classification des roches, Analyse et observations*
- Documentation : *Feuille de description des roches*
- Une loupe
- Du liquide correcteur
- Un marqueur à pointe fine

Fournitures

- Acide chlorhydrique dilué (10%)

Références en ligne

- *Rocks: Igneous, Metamorphic and Sedimentary*
www.geology.com/rocks

**RÉSUMÉ DES TÂCHES**

Les élèves :

- Après les avoir étudiées, classer les roches selon leurs caractéristiques et leur méthode de formation.

LES PRINCIPES DE LITTÉRACIE EN SCIENCES DE LA TERRE

- GRANDE IDÉE 1** Les experts en sciences de la Terre font appel à des observations reproductibles et à des hypothèses vérifiables pour comprendre et expliquer notre planète.
- GRANDE IDÉE 3** La Terre est un système interactif complexe de roches, d'eau, d'air et de vie.
- GRANDE IDÉE 4** La Terre se transforme sans cesse.

LES OBJECTIFS

1. À l'aide d'un tableau d'observations, formuler des observations sur les caractéristiques de 13 échantillons de roches non identifiées.
2. Répondre aux questions en se basant sur leurs observations.

DIRECTIVES**Éveiller**

1. Passez brièvement en revue le cycle des roches et les caractéristiques des trois groupes de roches à l'aide de la figure intitulée : *Le cycle des roches* (à projeter à l'aide de technologies de projection en salle de classe).

Explorer

2. Dites aux élèves qu'ils pourront observer les caractéristiques des 13 échantillons de roches disposés à cet effet.
3. Distribuez l'activité A *Observations*. Lire l'en-tête avec les élèves et insistez sur l'importance de formuler des observations complètes, d'être concis et d'utiliser un vocabulaire scientifique, lorsque requis. Les mots appropriés sont compris dans l'en-tête de chaque colonne du tableau. À cette étape, dites-leur de laisser la colonne *Type de roche* vide. Faites-leur comprendre que les numéros des échantillons correspondent à ceux du tableau (si l'échantillon qu'ils observent porte le numéro 5, ils doivent formuler leurs observations dans la rangée 5, p. ex.).
4. Pour appuyer l'utilisation de la bonne rangée et présenter le type d'observation requise et la terminologie à utiliser, démontrez l'étude d'un échantillon de roche.
5. Exécutez le test à l'acide chlorhydrique sur du calcaire. Révélez aux élèves le numéro de l'échantillon que vous testez puis, pendant que les élèves vous observent, mettez une ou deux gouttes d'acide chlorhydrique dilué (10 %) sur le calcaire. Demandez aux élèves d'inscrire les résultats obtenus dans la rangée appropriée de leur tableau. Refaites le test avec de la dolomite et du marbre. Les élèves devraient pouvoir remarquer et noter le fait que la réaction n'est pas aussi prononcée.
6. Divisez la classe en 3 groupes afin que les élèves puissent travailler avec les échantillons de roches. Distribuez un jeu de 13 roches à chaque groupe (une roche par élève). Les élèves devront formuler rapidement des observations sur leur échantillon de roche, puis le remettre avec précaution à l'élève

suivant du groupe, le faisant circuler d'un élève à l'autre jusqu'à ce que tous les échantillons aient circulé dans le groupe. Accordez leur environ 2 minutes par échantillon.

Expliquer

7. Une fois les observations notées, demandez aux élèves de compléter l'activité B, *Analyse des observations*.
8. Une fois l'activité B terminée, les élèves devront remplir la colonne Type de roche du tableau *Observations* de l'activité A.

Élaborer

9. Dès que les élèves auront réussi à identifier le type de roche (sédimentaires, ignées ou métamorphiques) de chaque échantillon, fournissez-leur le *Feuille de description des roches*. Demandez-leur de tenter de nommer chaque échantillon de roche en se basant sur leur classification des types de roches, leurs observations et les caractéristiques de référence.

Évaluer

10. Demandez aux élèves de concevoir une fiche d'instructions qu'une autre personne pourrait utiliser pour préciser si une roche quelconque est de type sédimentaire, métamorphique ou ignée.

PRÉPARATION ET MISE EN PLACE

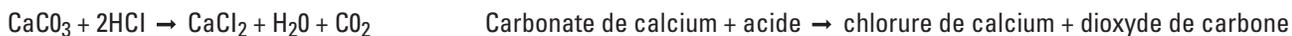
Les directives suivantes vous aideront à préparer des échantillons avant d'animer cette activité.

1. Faites-vous une copie de l'enseignant du Feuille de description des roches que vous utiliserez en guise de « clé de réponse ».
2. Numérotez les échantillons de roches de 1 à 13. Assurez-vous de répartir les numéros au hasard de sorte que la séquence ne corresponde pas à celle du Feuille de description des roches (ne pas étiqueter le granite 1, la rhyolite 2, etc., p. ex.). Faites en sorte que les roches de type identique portent les mêmes numéros.
3. Pour étiqueter les roches, tamponnez chaque échantillon dans du liquide correcteur, puis inscrivez-en le numéro avec un marqueur par-dessus le liquide correcteur (assurez-vous que le liquide correcteur soit entièrement sec). Recouvrez les numéros bien secs d'une couche de vernis transparent pour les fixer.
4. En numérotant les échantillons, inscrivez chaque numéro à côté du nom de la roche correspondante dans la 'clé de réponse'.

RENSEIGNEMENTS À L'APPUI

Test à l'acide chlorhydrique dilué (10 %)

L'acide entrera fortement en effervescence (pétillera) au contact du calcium du calcaire. Les bulles indiquent l'échappement du dioxyde de carbone (CO₂) engendré pendant cette réaction chimique :



En l'absence d'une réaction, rayez la surface de la roche avec une punaise ou un trombone, puis déposez-y une goutte ou deux d'acide. Ceci devrait engendrer un léger pétilllement. Rincez tout de suite l'échantillon, séchez-le, puis remettez-le à sa place.



Mots clés :

Expressions principales : échantillon, à gros grains, à grains fins, ignée, sédimentaire, métamorphique, roche plutonique, roche volcanique, vésicules

Expressions secondaires : claste, entrer en effervescence, feuilleté



LA SÉCURITÉ

- Pendant le premier test, manipuler les articles de verrerie avec soin. Ne pas utiliser ces articles s'ils sont brisés. Le cas échéant, mettez-les au rebut de la manière prescrite.
- Cette activité demande que l'enseignant utilise de l'acide chlorhydrique dilué (10 %) et qu'il porte des gants en caoutchouc, des lunettes de sécurité et une blouse de laboratoire.

Roches ignées	Proviennent du refroidissement du magma sous la surface de la Terre (roche plutonique) ou de la lave sur la surface de la Terre (roche volcanique)
Le granite	<ul style="list-style-type: none"> • Roche à gros grains entrecroisés (1 à 10 mm) signalant une roche plutonique. • Ses trois principaux minéraux sont l'orthoclase (feldspath rose), le quartz (transparent, blanc ou gris, vitreux) et le mica (noir et feuilleté). • Il peut parfois contenir le minéral hornblende (noir et dur, non inclus dans cette trousse).
La rhyolite	<ul style="list-style-type: none"> • Roche à grains fins (moins de 1 mm) signalant une roche volcanique. • Elle est l'équivalent extrusif du granite en raison de sa composition minérale. • Les échantillons fournis sont ternes, rouges, très durs et leurs angles sont vifs.
Le gabbro	<ul style="list-style-type: none"> • Roche à gros grains entrecroisés (1 à 10 mm) signalant une roche plutonique. • Elle contient des minéraux foncés comme le plagioclase (du feldspath blanc, riche en calcium), du pyroxène, de l'olivine et de l'amphibole.
Le basalte	<ul style="list-style-type: none"> • Roche à grains fins (moins de 1 mm) ornée de vésicules signalant une roche volcanique. • Ses cristaux (verts ou beige) se sont formés dans certaines de ces vésicules. • Le basalte est l'équivalent extrusif du gabbro. • Les échantillons de la trousse sont de couleur brun-rougeâtre.
Roches sédimentaires	Proviennent de l'érosion de roches existantes par l'eau, le vent et la glace et le transport, le dépôt et la lithification de particules rocheuses.
Le calcaire	<ul style="list-style-type: none"> • Constitué principalement de carbonate de calcium (la calcite). • De couleur habituellement grise ou beige terne. • Le calcaire peut comporter des grains fins ou de gros grains. • <i>L'effet d'effervescence</i> (pétilllement) est très prononcé au contact de l'acide chlorhydrique dilué.
Le schiste argileux	<ul style="list-style-type: none"> • Constitué de particules de la grosseur de l'argile, lui donnant cet aspect d'argile durci. • La couleur des échantillons varie du rouge brique au vert grisâtre. • Les couches dans certains échantillons sont visibles.
Le grès	<ul style="list-style-type: none"> • Constitué de particule de quartz, de feldspath et de fragments de roches de la grosseur de grains de sable. • La couleur des échantillons de la trousse est beige et certains d'entre eux contiennent des strates (couches) visibles.
La dolomite	<ul style="list-style-type: none"> • Constituée de carbonate de calcium et de magnésium (dolomite). • Les échantillons de calcaire se transforment en dolomite lorsque la pluie ou la nappe souterraine y ajoute du magnésium. • L'effet d'effervescence (pétilllement) se fait légèrement sentir au contact de l'acide chlorhydrique dilué (assurez-vous que l'échantillon soit propre, car la poussière de carbonate réagira au contact de l'acide chlorhydrique dilué). • Les échantillons sont ternes, de couleur parfois beige ou grise. Ils peuvent ressembler de près au calcaire.
Le conglomérat	<ul style="list-style-type: none"> • Fragments de roches arrondies, de tailles variées (clastes), unies par un ciment (liant) de silice ou de carbonate de calcium. • La taille des <i>clastes</i> varie de 1 mm à plusieurs cm. • Ses grains sont fins. Il faut une loupe pour observer chacun de ses grains. • On peut observer le feldspath, le quartz ou le granite dans certains clastes. Attention aux indentations, là où le claste aurait été « arraché ».



Roches métamorphiques	Roches anciennes transformées par la chaleur et/ou la pression.
Le quartzite	<ul style="list-style-type: none">• Du grès métamorphosé.• La plupart des échantillons de la trousse sont gris, bien que certains pourraient être rouge rosé.• Texture granulaire fine, d'apparence mouillée.
Le gneiss	<ul style="list-style-type: none">• Du granite métamorphosé.• Le rubanement est une particularité du fusionnement de l'orthoclase (feldspath rose) et du quartz et du fusionnement du mica et de la hornblende.• Certains échantillons contiennent des cristaux fins tandis que d'autres possèdent de gros cristaux.
Le marbre	<ul style="list-style-type: none">• Du calcaire métamorphosé exposé à une métamorphose de faible intensité possède des cristaux de petite taille (calcite). Ces cristaux prennent de l'ampleur à mesure que le degré de métamorphose augmente.• Les échantillons de la trousse sont blancs ou rose, à gros grains.• Étincelant.• L'effet d'effervescence (pétilllement) se fait sentir au contact de l'acide chlorhydrique dilué.
L'ardoise	<ul style="list-style-type: none">• La transformation du schiste argileux suite à une métamorphose régionale de faible intensité.• D'aspect <i>feuilleté</i> à grains fins.• La quantité et le type de fer et de matières organiques dans la roche en déterminent souvent la couleur (noire terne, grise, rouge et/ou verte).• Certains morceaux peuvent facilement se briser.



TABLEAU DES DÉFIS DE CLASSIFICATION DES ROCHES

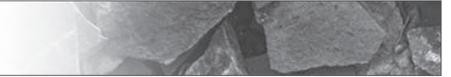
Échantillon n°	1	2	3	4
Forme Massive, graveleuse, mince, feuilletée, rubanée, etc.)				
Texture de la surface (lisse, rugueuse, granulaire, écaillée, etc.)				
Taille du grain (grain très fin, comme de la poudre, fin, moyen comme du sable, gros comme du gravier)				
Essai de dureté par rayage (peux-tu rayer la surface avec ton ongle?)				
Dessin (dessine l'échantillon avec un crayon de couleur)				
Tests à l'acide chlorhydrique (effervescence O/N – faible/forte)				
Type de roches (ignées, sédimentaires, métamorphiques)				

Échantillon n°	Forme	Texture de la surface	Taille du grain	Essai de rayure	Dessin	Test HCl	Type de roche
5							
6							
7							
8							
9							

TABLEAU DES DÉFIS DE CLASSIFICATION DES ROCHES

Échantillon n°	Forme	Texture de la surface	Taille du grain	Essai de rayure	Dessin	Test HCl	Type de roche
10							
11							
12							
13							

Remarques :



Les questions suivantes ont pour but de t'aider à analyser tes observations. En y répondant, essaie de prédire le type de roche de chacun des échantillons de ton tableau. Inscris tes réponses au crayon dans la colonne Type de roche du Tableau des observations. Efforce-toi de fournir une réponse pour chacun des 13 échantillons.

1. En te basant sur les caractéristiques de chacun des trois groupes de roches, quel type est composé de strates de sable ou d'argile comprimé?

2. Quels échantillons du tableau des observations possèdent une structure stratifiée?

3. Parmi les trois groupes de roches, les roches sédimentaires sont les roches les plus tendres. Quels échantillons du tableau as-tu pu rayer (égratigner) avec ton ongle?

4. Dans les deux dernières réponses que tu as fournies, quels numéros d'échantillons ont été répétés (tendre ou stratifiée)?

5. Les roches ignées sont intrusives ou plutoniques (formées alors que le magma refroidit sous la surface de la Terre); elles se distinguent par leurs gros grains entrecroisés et sont très dures. Quels numéros d'échantillons correspondent à cette description?

6. Les roches ignées extrusives ou volcaniques (formées alors que la lave atteint la surface de la Terre, se refroidissant et se solidifiant) se distinguent souvent par leurs cristaux aux grains très fins, difficiles à voir à l'œil nu. Des 13 roches que tu as identifiées, deux sont des roches extrusives. Saurais-tu les nommer?

7. Comme tu le sais, la chaleur et la pression à l'intérieur de la Terre peuvent transformer les roches ignées et sédimentaires en roches métamorphiques. À titre d'exemple, il arrive que les roches qui ont à la fois une structure feuilletée et sont plus dures soient des roches métamorphiques. Les roches ignées qui ont subi les effets de la chaleur et/ou de la pression affichent souvent des bandes ou des rayures. Parmi les échantillons, lesquels, selon toi, sont des roches métamorphiques?

8. Quels types de roches sont les plus faciles à identifier selon toi? Pourquoi?

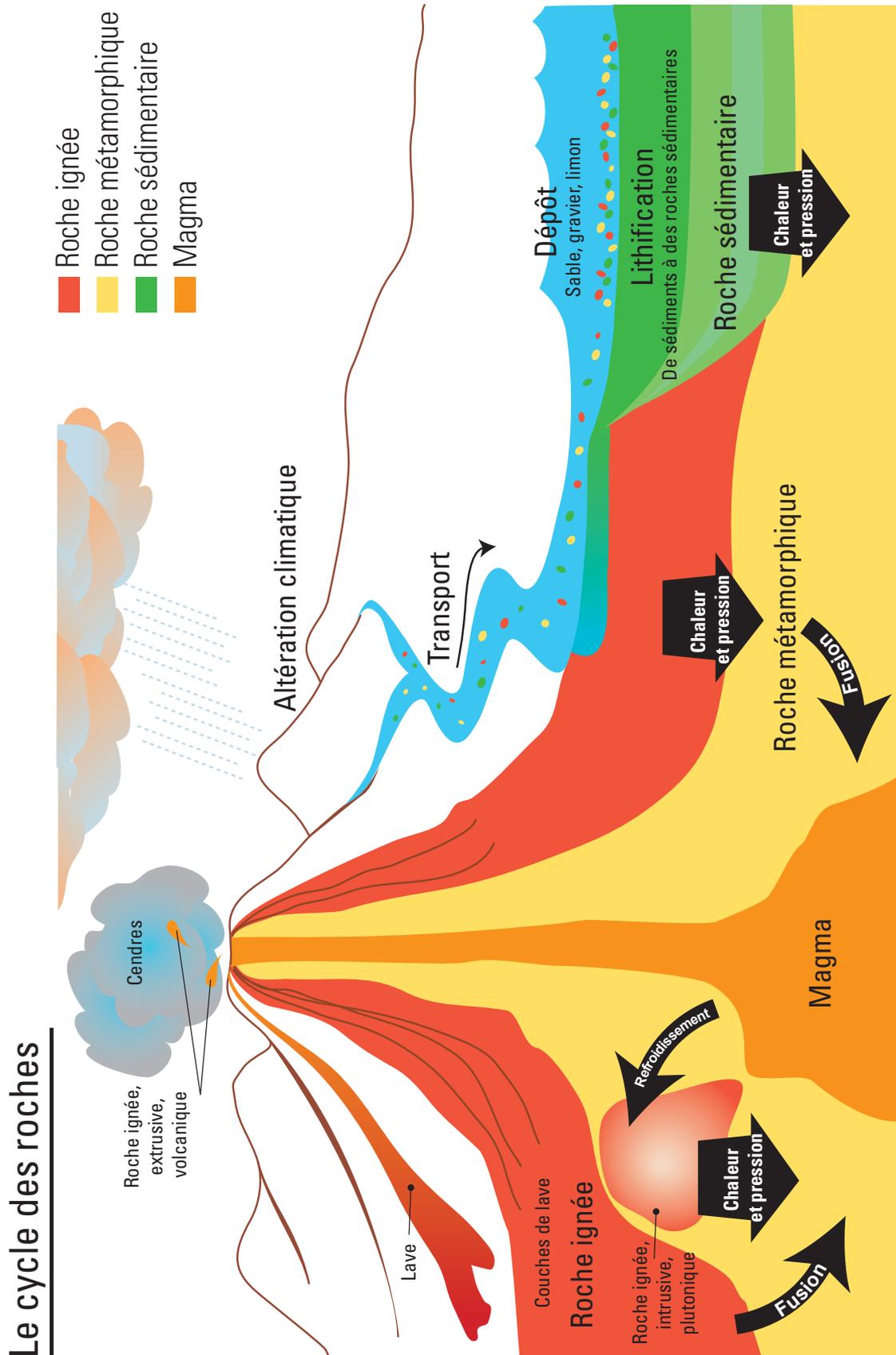


9. Quels numéros d'échantillons ont été les plus difficiles à identifier?

10. Choisis une roche parmi les échantillons qui, selon toi, est une roche ignée. À partir de la description de ton tableau d'observations, fournis les raisons pour lesquelles tu crois qu'il s'agit d'une roche ignée.

11. Choisis une roche parmi les échantillons qui, selon toi, est une roche sédimentaire. À partir de la description de ton tableau d'observations, fournis les raisons pour lesquelles tu crois qu'il s'agit d'une roche sédimentaire.

12. Enfin, choisis une roche parmi les échantillons qui, selon toi, est une roche métamorphique. À partir de la description de ton tableau d'observations, fournis les raisons pour lesquelles tu crois qu'il s'agit d'une roche métamorphique?



NOTIONS DE FOND

Conception : Une mine de renseignements



**Le cycle
de l'exploitation minière**



Saviez-vous qu'il existe des ressources accessoires pour faciliter la présentation du présent sujet? Veuillez communiquer avec Une mine de renseignements et nous nous ferons un plaisir de vous venir en aide. Il suffit d'inscrire « Notions de fond » dans la ligne d'objet du courriel et/ou du bordereau de télécopie.

Une mine de renseignements

Tél. : 416.863.6463

Télec. : 416.863.9900

Courriel : schoolprograms@miningmatters.ca

TABLE DES MATIÈRES

1	Les types de mines et la technologie _____	4
	Bulletin d'information _____	6
2	La remise en état et la réexploitation _____	7
	Bulletin d'information _____	9
	La remise en état et la réexploitation - Avant et après _____	10
	Activité : La remise en état et la réexploitation _____	11
	Activité : Autoévaluation _____	12
3	Le procédé de découverte des mines _____	13
	Bulletin d'information _____	15
	Recherche d'une carrière dans l'industrie minière _____	16
	Questions _____	17
4	Le recyclage et la réutilisation _____	19
	Bulletin d'information _____	20
	Activité A : Célébrons le recyclage _____	21
	Activité B : Une enquête communautaire _____	22

MATÉRIAUX REQUIS

- Documentation : Bulletin d'information *Les types de mines et la technologie*
- *Command for Underground* par Caterpillar Global Mining
<https://www.youtube.com/watch?v=8c9IGP1SmSs>
- « Règles de base: Une exploitation minière juste pour un avenir durable » par Caterpillar
<http://tinyurl.com/Regles-de-Base>
- Affiches sur l'Industrie Minière :
Le Secteur des minéraux et des métaux Ressources naturelles Canada (RNCAN) produit quatre affiches bilingues sur l'industrie minière.

Pour obtenir ces affiches, visiter <http://www.pdac.ca/mining-matters/resources/education/additional-posters>

**RÉSUMÉ DES TÂCHES**

Les élèves :

- Analyser les techniques d'exploitation minière modernes et comparer l'extraction de ressources à ciel ouvert et souterraine.

LES PRINCIPES DE LITTÉRACIE EN SCIENCES DE LA TERRE

GRANDE IDÉE 7 Les humains dépendent des ressources de la Terre.

GRANDE IDÉE 9 Les humains transforment considérablement la Terre.

LES OBJECTIFS

1. Bien connaître les étapes élémentaires de la découverte et de la mise sur pied d'une mine.
2. Utiliser la terminologie reliée au procédé minier.
3. Comprendre que l'exploration minière dépend de la technologie.

DIRECTIVES**Éveiller**

1. Demandez aux élèves d'examiner les affiches : *Mine souterraine et Mine à ciel ouvert*.
2. Passez la matière en revue en expliquant que l'industrie minière est vaste.

Explorer

3. Distribuez le bulletin d'information *Les types de mines et la technologie*. Lisez-en le contenu avec la classe. Les élèves devront souligner au marqueur les points, les expressions et les définitions d'intérêt prédominant. Pendant la lecture, arrêtez-vous pour donner des détails si nécessaire ou si vous jugez propice de préciser le contenu.
4. Utilisez les affiches *Mine souterraine et Mine à ciel ouvert* de RNCAN, pour présenter des exemples de la manière dont chaque mine est construite ou sinon, en dessiner une version simplifiée au tableau.

Expliquer

5. Précisez la différence entre les deux types de mines à ciel ouvert, soit les mines à ciel ouvert pour l'extraction de minéraux comme le cuivre, dont la superficie s'étend sur des kilomètres et sont habituellement situées dans des régions éloignées; et les carrières à ciel ouvert servant à extraire les roches concassées, plus petites et à proximité des populations locales. Soulignez le contraste entre l'exploitation minière souterraine et à ciel ouvert et demandez aux élèves de dire laquelle, selon eux, est la plus facile à mettre sur pied et à exploiter et les raisons de leurs choix.

Élaborer

6. Regardez sur YouTube la vidéo *Command for Underground*. Cette vidéo de courte durée présente un exemple de technologie dont l'utilisation facilite et sécurise l'exploitation minière souterraine. Grâce à cette technologie, les exploitants peuvent charger, déplacer et décharger les matières par contrôle à distance. Les ordinateurs, les caméras, les lasers et le logiciel qu'utilise cette technologie facilitent même la conduite automatique des camions pour éviter les obstacles.



7. Regardez la vidéo : « *Règles de base: Une exploitation minière juste pour un avenir durable* » de Caterpillar, notamment le segment se rapportant à « *L'exploitation minière* » ('Mining'). Ce thème enseigne aux élèves l'exploitation minière à ciel ouvert ou souterraine, ainsi que la sécurité et les préoccupations environnementales. Elle présente de plus aux élèves une vaste gamme de perspectives de carrière dans l'industrie minière.

Évaluer

8. Demandez à tous les élèves de créer une grille contenant des déclarations en format abrégé sur les aspects positifs et négatifs de l'exploitation minière à ciel ouvert et souterraine. Laissez les élèves y ajouter leurs opinions personnelles à condition que les faits proviennent de la matière présentée pendant cette activité.

Mots clés :

Expressions principales : exploitation minière, gisements, extraction minière de surface, creusé, mine à ciel ouvert, carrière, agrégat, mine/carrière, exploitation minière souterraine, puits, fonderie

Expressions secondaires : chargeuses frontales, cage, skip, puits d'aérage, galerie d'accès, benne, remise en état, réutilisation

LES TYPES DE MINES ET LA TECHNOLOGIE

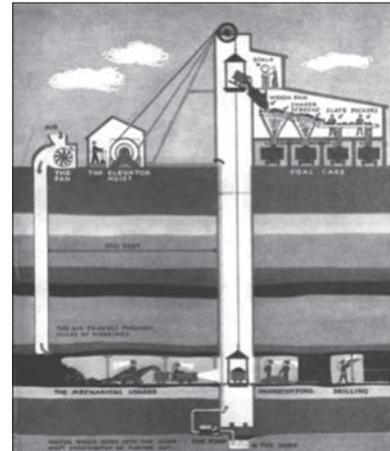
L'**exploitation minière** est un procédé par lequel des roches précieuses sont enlevées (extraites) de la Terre. Les roches qui contiennent une abondance de métaux ou de minéraux précieux se nomment **gisements**. Dans certains cas, la valeur de certaines roches réside dans leur utilisation directe en tant que matériau de construction.



On fait appel à l'**exploitation minière à ciel ouvert** lorsque les gisements sont situés à proximité de la surface de la Terre et qu'ils peuvent être **extraits** en créant un trou nommé **mine à ciel ouvert**. Les roches sont alors brisées à l'aide d'explosifs, pour être ensuite chargées sur de très gros camions à l'aide de *chargeuses frontales*, puis être transportées ailleurs aux fins de traitement. Les mines à ciel ouvert d'où l'on extrait et l'on broie le substrat rocheux pour en faire de l'**agrégat** servant à la construction de bâtiments, de ponts, de monuments et de routes se nomment **carrière**. L'agrégat est ainsi nommé parce qu'il est souvent mélangé à du ciment pour en faire du béton et du goudron pour l'asphalte. Les dépôts de sable et de gravier présentent également d'autres sources d'agrégats. Ces sédiments peuvent être extraits sans explosifs. Les machines servent alors uniquement à enlever la matière du sol. On nomme **mine** les opérations où le sable et le gravier sont la source de l'agrégat.

Une fois l'extraction minière terminée, le trou qui en découle peut être rempli d'eau pour en faire un lac ou paysagé avec de la roche et du sol. On peut y planter du gazon et des arbres pour en faire une aire de loisirs. Dans les cas où la mine à ciel ouvert est située dans une zone agricole, le terrain peut de nouveau servir à l'agriculture. Ces procédés se nomment *remise en état* et *réexploitation*.

L'**exploitation minière souterraine** sert à l'extraction de gisements enfouis profondément dans la Terre. Dans de tels cas, les mineurs doivent creuser des tunnels pour les atteindre. Les tunnels verticaux servant à atteindre les gisements se nomment **puits**. Ces puits sont munis d'un **ascenseur** ou d'une **cage** servant au transport des mineurs et des équipements de la surface vers le chantier d'exploitation souterrain, tandis que le **skip** sert à soulever la roche broyée et le minerai du dessous de la Terre. D'autres tunnels verticaux nommés **puits d'aération** transportent de l'air frais dans la mine. Des tunnels horizontaux nommés *galeries d'accès* permettent d'accéder aux gisements à partir des puits. Là encore, il faut faire appel à des explosifs pour casser les roches. Les roches ainsi concassées sont chargées sur une benne ou une combinaison de *chargeuse frontale* et de camion. Ces véhicules sont de nouveau menés au puits où l'on décharge le minerai sur le skip pour le monter à la surface.



Une fois la roche séparée du minerai, il faut la traiter afin d'en extraire les minéraux ou les métaux précieux (le cuivre, le zinc, l'or, l'argent, le nickel, etc.). On broie d'abord la roche en une fine poudre pour ensuite la mélanger à de l'eau et à divers produits chimiques en vue de libérer les matières précieuses des débris de roche. Avant de les traiter davantage, on doit recueillir, puis concentrer ces minéraux précieux dans une **fonderie** ou une raffinerie afin d'obtenir le produit fini en métal.

Après l'extraction minière souterraine, le procédé de remise en état prévoit le remplissage des aires ouvertes avec du sable, du béton ou des débris de roches. Les tunnels sont couverts d'une capsule (bouchés) et les bâtiments en surface sont enlevés. Les petites superficies ayant servi à abriter ces bâtiments sont recouvertes de gazon et d'arbres, laissant très peu de traces de l'existence d'une mine.



MATÉRIAUX REQUIS

- Figure : *Avant et Après la Remise en État et la Réexploitation : Mine souterraine et Carrière de sable et de gravier* (affiche à projeter à l'aide des technologies de projection en salle de classe)
- Documentation : Activité *La remise en état et la réutilisation*
- Brochures de l'*Aggregate Producers' Association of Ontario*



RÉSUMÉ DES TÂCHES

Les élèves :

- Identifier les conséquences de l'extraction de ressources géologiques sur l'environnement et décrire les techniques employées pour les prévenir.
- Identifier les facteurs environnementaux, sociaux et économiques auxquels il faut songer pour prendre des décisions éclairées quant à l'affectation des sols.

LES PRINCIPES DE LITTÉRACIE EN SCIENCES DE LA TERRE

GRANDE IDÉE 7 Les humains dépendent des ressources de la Terre.

GRANDE IDÉE 9 Les humains transforment considérablement la Terre.

LES OBJECTIFS

1. Examiner les problèmes environnementaux pouvant découler de l'exploitation minière.
2. Discuter de l'importance des agrégats et de la notion de remise en état des carrières.
3. Disposer les élèves en groupe de deux afin de concevoir un plan de remise en état/de réutilisation d'un site quelconque.
4. Afficher leurs plans de manière inventive.

DIRECTIVES

Éveiller

1. Demandez aux élèves de lancer des idées sur les questions suivantes :
 - Nommez les façons dont une mine peut avoir incidence sur le milieu environnant.
 - Comment peut-on en minimiser les effets?
2. Parmi les problèmes reliés à la mise sur pied d'un site minier, lesquels pourraient entraîner des conséquences sur l'environnement?

Explorer

3. Discutez des problèmes de réutilisation de mines et de carrières. La réutilisation se veut la remise à l'état initial ou la mise en état convenable d'un terrain ayant servi à l'exploitation d'une carrière ou d'une mine. Il faut créer de nouvelles formes de terrain, remplacer les sols et planter de la nouvelle végétation. Une fois le sol préparé, il peut servir à la conservation ou aux loisirs, de terrain de golf ou d'endroit où construire des écoles et des maisons.
4. Affichez la figure *Avant et Après la Remise en État et la Réexploitation : Mine souterraine et Carrière de sable et de gravier*. Demandez aux élèves de présenter des idées sur ces projets et de profiter de l'occasion pour discuter de toute information pertinente.

Expliquer et Élaborer

5. Expliquez aux élèves que les mines et carrières d'agrégats sont les plus faciles à réutiliser. Servez-vous des brochures intitulées *What is Aggregate?* et *The Importance of Aggregate* pour expliquer le fait que les agrégats sont essentiels au procédé de construction et qu'ils sont habituellement extraits à proximité des endroits peuplés. En considérant ce fait, demandez aux élèves pourquoi il importe de réadapter les carrières et les mines.



À quelles fins pourrions-nous utiliser ces grandes superficies exploitées? À l'aide de la brochure intitulée *Environment and Rehabilitation*, fournissez des renseignements et des exemples de projets de réutilisation de mines et de carrières d'agrégats (des parcs, des lacs et des terres humides, p. ex.).

Évaluer

6. Remettez aux élèves l'activité *La remise en état et la réutilisation*. Leur devoir consiste à concevoir un plan de remise en état ou de réutilisation à la fois inventif et raisonnable en termes d'attentes. Pour que leur plan reflète les besoins de la collectivité et du milieu environnant, les élèves doivent bien comprendre les objectifs de la remise en état.
7. Fournissez aux élèves les feuilles d'autoévaluation pour qu'ils puissent réfléchir à leur présentation avant d'achever ce travail.

RENSEIGNEMENTS À L'APPUI

Le temps nécessaire à l'exécution d'un projet suite à l'épuisement des ressources, les précautions nécessaires à prendre pour assurer la sécurité du chantier en éliminant les dangers possibles une fois la mine fermée et la prise de bonnes décisions quant à la manière de réutiliser le sol peuvent s'inscrire parmi les préoccupations reliées à la réexploitation.

Mots clés :

Expressions principales : exploitation minière, remise en état, réexploitation, reboisement, résidus, ressource minérale

Expressions secondaires : biologiste, spécialiste de l'environnement

LA REMISE EN ÉTAT ET LA RÉEXPLOITATION

L'**exploitation minière** est essentiellement l'utilisation temporaire du sol, car aucune mine ne peut durer éternellement. La remise d'un chantier à un état naturel, stable et prêt à être utilisé à d'autres fins s'inscrit parmi les principaux objectifs de l'industrie minière. Au moment de fermer une mine ou une carrière, il faut rendre le site réutilisable, le modifier de manière à ce qu'il serve à d'autres fins ou qu'il complète le paysage environnant.

La fermeture de mines au Canada

Avant même le début de la mise sur pied d'une mine, les entreprises minières doivent s'assurer que leurs pratiques d'extraction minière n'endommageront pas le milieu environnant. L'exploitation responsable de leurs mines sur le plan environnemental est la priorité des entreprises minières. Bien avant la mise sur pied d'une mine, le concassement des premières roches et l'extraction des ressources qu'elle contient, les *biologistes* et les *spécialistes de l'environnement* étudient tous les aspects du milieu, recueillant d'énormes quantités de données contre lesquelles comparer les résultats de tests futurs. Ces spécialistes étudient le sol, l'eau, la flore et la faune, la qualité de l'air et le climat. Les entreprises minières estiment très important de faire en sorte que le milieu où est située la mine soit remis à l'état où il était avant le début de leurs activités.

Au Canada, les gouvernements provinciaux et territoriaux réglementent l'industrie minière. Tous ont mis au point et adopté des lois et règlements visant l'administration des activités minière et la fermeture des mines. Le gouvernement fédéral a également formulé des politiques de fermeture des mines et il est responsable de la remise en état et de la fermeture des mines au Nunavut, dans les Territoires du Nord-est et sur les réserves des Premières Nations. Il faut que les plans de fermeture des mines de chacune de ces juridictions soient archivés et que les entreprises minières versent les fonds nécessaires au nettoyage et à la remise en état avant même le début des opérations minières. La remise en état du chantier doit être effectuée conformément au plan de fermeture et de remise en état autorisé, lequel doit être périodiquement mis à jour par l'entreprise minière et approuvé par l'agence gouvernementale qui en est responsable.

Les plans de fermeture des mines

Chaque mine possède un plan de fermeture spécifique qui précise les détails de la fermeture d'un chantier minier par l'entreprise minière. Ce plan doit stipuler les moyens employés pour protéger l'environnement et pour remettre le site dans un état acceptable en vue d'une réexploitation préalablement établie. Les expressions *remise en état*, *réexploitation*, *réhabilitation* et *restauration* servent toutes à décrire les activités de fermeture des mines. Bien que ces expressions soient étroitement liées, elles décrivent des étapes distinctes de la préparation des sites à d'autres usages :

- **La remise en état** : le procédé de stabilisation physique des terrains (les barrages, les amas de roches stériles), l'aménagement paysager, la restauration des couches arables et la restitution des terres à des fins utiles. C'est au nord du Manitoba, où les mines de zinc, de cuivre et de nickel sont répandues que ce procédé est le plus courant. Comme dans le cas du procédé de réexploitation, ce procédé comprend l'enlèvement de tous les bâtiments et propriétés physiques, en plus du traitement des résidus d'extraction minière ou des eaux résiduaires, de la stabilisation des chantiers souterrains et de la fermeture des puits et tunnels des mines.
- **La réexploitation** : le procédé de mise en place d'un écosystème stable, même s'il n'est pas identique à celui qui existait avant que commence l'exploitation minière. Le procédé de remise en état comprend l'enlèvement, le déménagement ou la démolition de bâtiments et de toutes propriétés physiques (broyeurs, tapis roulants, etc.), la stabilisation du sol ou des pentes par le rétablissement des reliefs des lieux ou par le remplissage des carrières, le reverdissement et le **reboisement** des terrains. Bien que souvent, la restauration intégrale s'avère impossible, une réhabilitation, une remise en état et une réexploitation réussies peuvent, en temps opportun, donner lieu à la mise en place d'un écosystème fonctionnel. Il existe un grand nombre d'excellents exemples réexploitation, dont la plus célèbre est Butchart Gardens à Victoria, en Colombie-Britannique. Butchart Gardens est né en 1904 d'efforts déployés pour embellir une ancienne carrière de calcaire. De nos jours, ces jardins ont acquis le statut de jardin botanique et sont réputés dans le monde entier.
- **Réhabilitation** : le procédé d'assainissement des lieux contaminés à des niveaux sûrs par l'enlèvement ou l'isolement de contaminants. Sur les chantiers miniers, l'assainissement consiste souvent à l'isolation des matières contaminées dans des installations préexistantes de stockage de résidus, le recouvrement des résidus et de roches stériles avec des sols arables non contaminés et la cueillette et le traitement des eaux d'exhaure au besoin.
- **La restauration** : le procédé de restauration de l'écosystème avant la mise en place des chantiers miniers (le cas échéant). La science de remise en état des mines est passée de simples activités de reverdissement à une discipline qui prévoit l'utilisation de plantes indigènes pour imiter le développement d'écosystèmes naturels au fil des ans.

Pour plus d'informations sur les pratiques de fermeture des mines dans votre région, visitez le site Web gouvernemental de votre province ou territoire (Ontario Mining Association, Ontario Sand Stone and Gravel Association, Ministère de l'Énergie et Ressources naturelles Québec, Saskatchewan Mining Association, Yukon Government Energy, Mines and Resources, etc.).

AVANT ET APRÈS LA REMISE EN ÉTAT**Mine souterraine**

Photo de la mine Quirke II, Rio Algom Limited Elliot Lake, Ontario avant la remise en état.



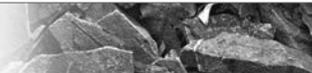
Photo de la mine Quirke II après l'enlèvement des bâtiments et avant le réensemencement et la plantation.

AVANT ET APRÈS LA RÉEXPLOITATION**Carrière de sable et de gravier**

Photo de la carrière de Fonhill, Steel and Evans Limited, pendant la remise en état à Fonhill, Ontario.



Photo de la carrière de Fonhill affichant la réutilisation définitive.



ÉTUDIE LES DOCUMENTS SUIVANTS FOURNIS DANS TA CLASSE

Consulte les brochures de l'Aggregate Producers Association of Ontario, y compris la brochure intitulée « What is Aggregate? », et « Environment and Rehabilitation ». Ton enseignant possède également des acétates de chantiers remis en état ou réutilisés. Regarde les photos de l'avant et l'après de ces chantiers et comment ces régions ont été transformées une fois les opérations terminées.

Trouve la mine, la carrière ou la carrière de sable ou de gravier la plus près de chez toi. Quand tu auras repéré cette opération, songe à la manière dont tu voudrais remettre ce chantier et la région avoisinante en état ou les réutiliser une fois les ressources épuisées et le chantier fermé. Prépare une présentation dans laquelle tu fournis les explications suivantes :

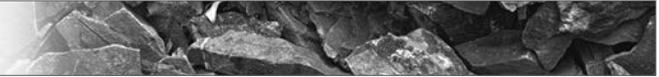
1. Quelle utilisation prévois-tu pour ce chantier (terrain de golf, parc communautaire, réserve ornithologique, jardin botanique, p. ex.)?
2. Quelles démarches comptes-tu entreprendre dans le cadre de ton projet de remise en état ou de réexploitation (remplir le chantier de sol afin de créer des collines sur un terrain de golf ou redresser le lieu en vue de construire une école ou un centre commercial, p. ex.)?
3. De quelles ressources auras-tu besoin (terreau, arbres, plantes, sable et gravier pour les routes, p. ex.) et comment seront-elles utilisées?

Ajoute deux schémas, dont l'un illustre l'aspect de l'endroit avant la remise en état et l'autre ce à quoi cet endroit ressemblera après la remise en état.

Ta présentation peut prendre la forme d'un rapport, d'une affiche, d'un diaporama ou d'un discours avec aides visuelles.

Sers-toi de ton imagination, fais preuve de créativité et amuse-toi!

Ressources d'information supplémentaires au <http://www.mineralseducationcoalition.org/reclamation-stories>



Réfléchis à ta présentation et évalue la manière dont tu as rempli les critères requis ci-dessous.

Contenu : J'ai inclus	Oui	Non
Un schéma de l'avant avec étiquettes et/ou description		
Utilisation future		
Liste des étapes à remplir		
Liste de ressources requises		
L'utilisation prévue pour chaque ressource		
Schéma de l'après avec étiquettes et/ou description		

Compréhension : J'ai	Pas vraiment	Partiellement	Très bien
Conçu un projet d'affectation du sol approprié			
Identifié les dangers reliés à la mine et les ai enlevés			
Tenu compte des besoins du milieu naturel (les animaux et les plantes)			
Tenu compte des besoins de la collectivité locale			
Émis des idées innovantes			
Conçu une solution raisonnable			

Présentation : J'ai	Pas vraiment	Partiellement	Très bien
Vérifié l'orthographe			
Vérifié la grammaire			
Joint des aides visuelles			

MATÉRIAUX REQUIS

- Documentation : Bulletin d'information *Le procédé de découverte des mines*
- Documentation : *Questions sur le procédé de découverte des mines*
- Documentation : *Recherche d'une carrière dans l'industrie minière*
- Vidéo *Les carrières dans l'industrie minière*
<http://mihr.ca/fr/carrieres/video-ressources>
- Un sac opaque
- 99 Bâtonnets en bois ordinaires
- 1 Bâtonnet en bois rouge
- Le document intitulé « Mining Explained » des éditions The Northern Miner

**RÉSUMÉ DES TÂCHES**

Les élèves :

- Identifier les applications traditionnelles et modernes de technologies ayant contribué à l'étude de la géologie (observation de surface, échantillonnage, carottes, sismologie, magnétométrie, technologies techniques des satellites, p. ex.).

LES PRINCIPES DE LITTÉRACIE EN SCIENCES DE LA TERRE

GRANDE IDÉE 7 Les humains dépendent des ressources de la Terre.

GRANDE IDÉE 9 Les humains transforment considérablement la Terre.

LES OBJECTIFS

1. Bien connaître les étapes élémentaires de la découverte et de la mise sur pied d'une mine.
2. Savoir utiliser la terminologie reliée aux procédés miniers.
3. Comprendre que l'exploration dépend de la technologie.
4. Découvrir les perspectives de carrière dans l'industrie minière moderne.

DIRECTIVES**Éveiller**

1. Initiez les élèves au fait que l'exploitation minière est une industrie aux multiples facettes et que pour s'adapter aux attitudes sociétales, elle doit sans cesse se transformer et intégrer davantage de technologies et de pratiques d'excellence environnementale et tenir compte des besoins de la collectivité.

Explorer

2. Faites la démonstration de probabilité 1 sur 100 :
 - a. Présentez un sac opaque dans lequel vous aurez déposé 100 bâtonnets en bois, y compris le bâtonnet rouge.
 - b. Expliquez aux élèves que les probabilités de découverte d'un gisement rentable sont très faibles (environ 1 sur 100) et que les bâtonnets en bois ordinaires représentent les zones minérales d'intérêt, tandis que le bâtonnet rouge représente les gisements rentables.
 - c. Demandez à chaque élève de mettre la main dans le sac, de prendre un bâtonnet et voir si l'un d'eux saisira le gisement rentable, soit le bâtonnet rouge.

Expliquer

3. Lisez le bulletin d'information *Le procédé de découverte des mines* et demandez aux élèves de répondre aux *questions sur le procédé de découverte des mines* du bulletin d'information. Vous pouvez ajouter des données au bulletin d'information à l'aide des chapitres 3, 4 et 5 du manuel intitulé *Mining Explained*.
4. Expliquez aux élèves que le procédé de découverte d'un site minier commence par l'exploration et l'évaluation. Faites-en le lien avec la démonstration.
5. Présentez aux élèves la vidéo intitulée « *Les carrières dans l'industrie minière* ».

Élaborer

6. Demandez aux élèves de faire le devoir *Recherche d'une carrière dans l'industrie minière*.

Évaluer

7. Distribuez un feuillet autoadhésif aux élèves et demandez-leur d'y inscrire leur réponse à la question : « Par rapport au procédé de découverte des mines, quelles notions sont les plus importantes? » Affichez leurs réponses et discutez-en. Tentez de trouver des similarités, des cas particuliers et des thèmes apparentés. Corrigez toute erreur d'information.

RENSEIGNEMENTS À L'APPUI

Démonstration de probabilité 1 sur 100

Bien que quelqu'un puisse à tout moment saisir le bâtonnet rouge, le caractère aléatoire de cet exercice démontre que même en présence de technologies de pointe, les chances de découvrir une zone prometteuse pouvant être transformée en gisement rentable sont très minces. Ce sont là les risques que les entreprises minières doivent prendre en allant à la découverte de mines.

Bulletin d'information

Mettre l'accent sur la technologie servant à rendre l'exploration plus productive. Il importe également de mentionner que le procédé de découverte, de mise sur pied et de fermeture d'une mine peut prendre plusieurs années. Par conséquent, la décision de construire une mine doit être fondée sur des données sûres et un jugement éclairé, en toute connaissance du procédé d'exploitation minière.

Mots clés :

Expressions principales : gisement, photos aériennes, gravité, magnétisme, radioactivité, conductivité, anomalies, géochimie, géophysique, prospection, noyau, analyse, dosé

Expressions secondaires : géologue, sciences de la Terre

LE PROCÉDÉ DE DÉCOUVERTE DES MINES

Les concentrations de métaux et de minéraux pouvant donner lieu à la construction d'une mine sont rares et difficiles à trouver. Il faut que ces concentrations soient suffisamment fortes et riches pour qu'une entreprise puisse réaliser des profits de la vente des métaux ou des minéraux qu'elles contiennent après avoir investi de l'argent pour construire et exploiter une mine. On nomme **gisement** toute concentration de métaux et de minéraux pouvant être extraits à profit. Les *géologues* sont des personnes formées en *sciences de la Terre* et elles ont mis au point plusieurs techniques pouvant les aider à découvrir des gisements. Quelques-unes de ces techniques sont présentées ci-dessous :

1. À la découverte d'une zone minière prometteuse

Les géologues ont appris à connaître les milieux géologiques et les types de roches pouvant contenir des dépôts de minéraux précieux. La première étape du procédé de découverte d'une mine consiste à identifier les endroits pouvant vraisemblablement contenir des dépôts de minéraux précieux. Pour les aider à découvrir les endroits pouvant contenir des gisements, les géologues étudient des photos aériennes, les photos prises par des satellites, les cartes publiées par les gouvernements et les travaux préalablement exécutés par d'autres entreprises minières. Les résultats de ces recherches leur permettent ensuite de sélectionner un endroit où poursuivre leurs travaux.



2. Les levés aériens

Il arrive parfois que certaines régions atteignent un degré inhabituel de **gravité**, de **magnétisme**, de **radioactivité** ou de **conductivité** en raison des concentrations de métaux et de minéraux qu'elles contiennent. Ces régions insolites se nomment **anomalies** et on les découvre à l'aide d'appareils de mesure que l'on installe sur des avions ou des hélicoptères. Lorsqu'ils découvrent des anomalies intéressantes, les géologues passent à l'étape suivante.

3. Les levés au sol

Avant de poursuivre des travaux, il faut faire l'acquisition du terrain qui recouvre l'anomalie auprès du gouvernement ou du propriétaire du terrain. Une fois le terrain acquis, il faut créer une grille d'aménagement sur le terrain. La **cartographie géologique**, la prospection et l'échantillonnage, les **levés géochimiques** et **géophysiques** doivent être exécutés au sol, sur cette grille. On utilise souvent des appareils identiques à ceux des levés aériens pour exécuter les levés géophysiques. La cartographie géologique et la **prospection** servent à identifier les diverses roches de l'endroit. Pendant les levés géochimiques, on effectue la cueillette d'échantillons de roches et de sol afin d'en analyser le contenu en minéraux. Lorsque les résultats de ces levés s'avèrent prometteurs, il faut ensuite prévoir le forage.

4. Le forage

Des petits trous sont percés dans le sol à l'aide de foreuses. Le diamètre de ces trous n'est que de quelques centimètres, bien que ces trous puissent atteindre des profondeurs d'un ou de deux kilomètres.

En perçant le trou, la foreuse crée un cylindre de roche étroit et continu nommé **noyau**. Les géologues examinent le noyau, puis ils en choisissent les parties intéressantes aux fins d'**analyse**. Le noyau est **dosé** (analysé) à l'aide de procédés chimiques pour en déceler la quantité de métal ou de minéral précieux.

Lorsque les résultats de l'analyse du trou de forage sont encourageants, un grand nombre d'autres trous sont requis pour découvrir la taille et la forme des gisements contenant les métaux et les minéraux. Lorsque le gisement est suffisamment riche, on peut construire une mine.



5. La mise sur pied d'une mine

La construction d'une mine peut exiger plusieurs millions de dollars. La mine est toujours conçue pour minimiser les effets sur le milieu environnant. Une fois construite, la mine crée des emplois et génère les métaux et les minéraux nécessaires à la fabrication d'une foule de produits utiles à nos vies quotidiennes.

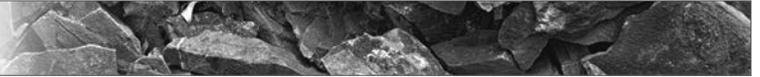
**Recherches par les élèves :**

- Décidez si vous utiliserez une copie papier du document *Une carrière dans les mines* ou si vous permettrez aux élèves d'y accéder par Internet au <http://www.acareerinmining.ca/fr/careers/index.asp>
- Bien que les collectivités ne disposent pas toutes d'une mine dans leur territoire, nombre de leurs membres œuvrent dans des carrières reliées d'une façon ou d'une autre à l'industrie minière.
- Le supplément « Careers in the Minerals Industry » présente PLUSIEURS carrières reliées à l'industrie minière. Demandez aux élèves de consulter ce supplément pour choisir une carrière à enquêter. Ils peuvent choisir parmi les carrières offertes dans l'exploration minière, l'extraction minière, le traitement minier, le transport vers les marchés, la fusion, la gestion et la remise en état des chantiers miniers, les fournisseurs, les sous-traitants et les experts ou les sièges sociaux d'industries minières.

Les élèves devront :

- Faire des recherches sur la carrière qui les intéresse, y compris sur l'éducation et la formation nécessaires pour décrocher un tel emploi.
- Inclure le secteur minier relié à leur choix de carrière. Décrire la nature de ce secteur de l'industrie minière... l'extraction ou sortir les minéraux du sol, p. ex.
- Repérer au moins 3 photos de personnes employées à un tel poste.
- Inclure d'autres personnes avec lesquelles il leur faudra travailler : un géologue pourrait travailler avec un pilote, un expert minier et ainsi de suite.
- Se renseigner sur le salaire annuel d'emplois de ce genre.
- Colliger leurs informations dans une brochure traitant de l'emploi de leur choix :
 - Des brochures créées à la main ou à l'aide d'outils électroniques
 - Les brochures ainsi produites peuvent être affichées dans la classe
- **EN PRIME** : Il se pourrait que certains élèves se disent vraiment intéressés par l'une ou l'autre de ces carrières. Le cas échéant, ils pourraient profiter de l'occasion pour interviewer une personne occupant un poste dans le domaine qui les intéresse.
- Si ces élèves décident d'interviewer un adulte, faites en sorte qu'ils préparent d'abord une liste de questions et passez-les en revue pour vous assurer que ces questions soient convenables.
- Ces élèves devront prendre rendez-vous avec la personne devant être interviewée pendant leurs temps libres.

Profils de carrière supplémentaires : <http://earthsciencescanada.com/careers/fr>



Répondez aux questions suivantes en vous basant sur le bulletin d'information intitulé Le procédé de découverte des mines.

1. Quelle est la première étape du procédé de découverte des mines?

2. Nomme deux méthodes qu'emploient d'abord les géologues pour identifier les régions favorables sur le plan géologique.

a.

b.

3. _____ sont des régions où l'on fait des découvertes inusitées en raison de fortes concentrations de métaux et de minéraux.

4. Nomme trois techniques de levé au sol servant à examiner les anomalies identifiées par voie aérienne.

a.

b.

c.

5. Pourquoi procède-t-on à la cartographie géologique et à la prospection?

6. Qu'arrive-t-il pendant un levé géochimique?



7. _____ est un cylindre étroit en roche, créé pendant le forage.

8. Le forage fournit aux géologues une foule de renseignements importants. Explique cet énoncé à l'aide d'exemples puisés dans le texte.

9. Quels sont les avantages de la mise sur pied d'une mine?

MATÉRIAUX REQUIS

- Documentation : Bulletin d'information *Le recyclage et la réutilisation*
- Documentation : Activité A – *Le recyclage et la réutilisation : célébrons le recyclage*
- Document : Activité B – *Le recyclage et la réutilisation : une enquête communautaire*

**Mots clés :**

Expressions principales : ressource renouvelable, ressource non renouvelable, recyclage, durable, compostage

RÉSUMÉ DES TÂCHES

Les élèves :

- Identifier les ressources terrestres qu'utilisent les humains pour fabriquer des produits, puis discutez de ce qui arrive à ces produits lorsqu'ils ont atteint leur durée de vie utile.

LES PRINCIPES DE LITTÉRACIE EN SCIENCES DE LA TERRE

GRANDE IDÉE 7 Les humains dépendent des ressources de la Terre.

GRANDE IDÉE 9 Les humains transforment considérablement la Terre

LES OBJECTIFS

1. Comprendre la différence entre les ressources renouvelables et non renouvelables.
2. Identifier à quelles fins les produits et matières dont la durée de vie utile a été atteinte peuvent souvent servir (à la réutilisation, au recyclage, à la mise au rebut, p. ex.).
3. Transmettre aux autres les notions de recyclage et de réutilisation afin de minimiser nos effets sur les ressources naturelles.

DIRECTIVES**Éveiller**

1. Demandez aux élèves ce que signifient les mots « recyclage » et « réutilisation » pour eux.

Explorer

2. Lisez et commentez le bulletin d'information *Le recyclage et la réutilisation*.

Expliquer

3. Demandez aux élèves faire l'activité A - *Le recyclage et la réutilisation : célébrons le recyclage*. Faites appel à des stratégies comme le lancement d'idées, les discussions ou la consultation d'exemples de chansons et de poésie pour favoriser leur créativité. Consultez la section **Évaluer** ci-après et créez un outil d'évaluation avant qu'ils ne produisent leurs travaux.

Élaborer

4. Demandez aux élèves de faire l'activité B – *Le recyclage et la réutilisation : une enquête communautaire*. Ils pourront interroger leurs compagnons d'école, les membres de leur famille ou des amis en dehors de l'école.
5. Vous pourriez insérer les entrevues de l'activité B dans un album, car ceci peut s'avérer un excellent moyen de souligner les points de vue et les connaissances de la collectivité en matière de recyclage.
6. Demandez aux élèves de ramasser des articles de journaux sur le recyclage et la réutilisation et de les afficher en classe afin d'approfondir davantage ce sujet.

Évaluer

7. En groupe, concevez un outil d'évaluation pour le produit « Célébrons le recyclage ». Une fois l'accord général obtenu, utiliser cet outil pour inspirer la créativité et évaluer les travaux du groupe.

LE RECYCLAGE ET LA RÉUTILISATION

La pérennité du monde dans lequel nous vivons dépend de notre utilisation responsable de nos ressources naturelles. Certaines ressources existent en quantité limitée et ne peuvent se renouveler une fois épuisées. Ce type de ressources naturelles se nomme **ressources non renouvelables** et parmi celles-ci, on compte les combustibles fossiles (le pétrole, le gaz), les métaux (l'or, l'argent et le plomb), ainsi que les minéraux comme le gypse et la calcite. Une fois ces ressources épuisées, elles sont à tout jamais disparues, à moins d'être recyclées ou réutilisées. Ces ressources diffèrent des **ressources renouvelables** qui se reproduisent couramment grâce à des procédés naturels. Parmi les ressources renouvelables, on compte : les forêts, les poissons et les eaux souterraines. Les arbres des forêts coupés pour leur bois peuvent être replantés et produire, avec le temps, d'autres arbres. Parce que ces arbres poussent très lentement, il faut limiter notre utilisation des produits en papier afin d'empêcher la surexploitation des peuplements mûrs dont nous disposons maintenant. On nomme **mode de vie durable** le mode de vie qui prévoit utiliser et extraire uniquement les ressources de la Terre dont nous avons besoin à un rythme permettant à ces ressources de se renouveler et aux ressources non renouvelables de durer pendant des années.

Le gaspillage de nos ressources naturelles est devenu problématique. Les humains génèrent naturellement des déchets et ils le font depuis des millénaires. À l'aube des civilisations, les humains trouvaient facilement des endroits où se débarrasser de leurs déchets. En se multipliant, les peuples sont devenus plus sophistiqués et le traitement des déchets est désormais un problème important. L'incinération (le brûlement) ou l'enfouissement des déchets dans des dépotoirs ou des sites de décharge locaux ont été adoptés en guise de solutions pour se débarrasser de quantités toujours croissantes de déchets. Certaines villes et municipalités ont récemment tenté d'expédier leurs déchets dans d'autres collectivités en vue de les enterrer ou de les brûler. Cette méthode s'est toutefois avérée un échec presque complet. La solution n'est pas de transporter nos déchets dans d'autres endroits, mais plutôt de limiter la quantité de déchets que nous produisons.

Un nombre croissant de personnes, de collectivités et d'entreprises du monde entier pratiquent le **recyclage** ou la réutilisation d'articles afin de conserver nos ressources non renouvelables. La clé de la signification du recyclage réside dans le mot même. L'expression *recyclage* contient le préfixe « re », signifiant « répétition » et le mot cycle, du mot grec « kyklos » ou « cercle », selon lequel les événements reviennent toujours à leur point de départ. Recyclage veut donc dire que les produits et articles sont réduits encore et encore à leur état initial. Lorsque vous avez fini de lire le journal ou de boire une boisson gazeuse et que vous recyclez le papier et la cannette, ces produits sont ensuite rendus à leur état naturel (du papier et de l'aluminium), puis retransformés en journaux ou en cannettes.

Le recyclage se divise en trois catégories générales, selon la matière à recycler. La première consiste à réintroduire les déchets dans le cycle de la nature. À titre d'exemple : le **compost**. En remettant au sol les déchets alimentaires (les pelures de banane, les coquilles d'œufs p. ex.), les résidus de tonte (le gazon et les feuilles) pour qu'ils puissent se décomposer, les matières nutritives qu'ils contiennent contribuent à la croissance des plantes qui poussent dans votre jardin.

La deuxième catégorie de recyclage consiste à réutiliser les matières, après leur retraitement, à des fins identiques ou semblables. C'est ce qui se produit lorsque vous jetez votre cannette de boisson gazeuse, votre bouteille en verre ou votre journal dans le bac de recyclage à la maison ou à l'école. Votre municipalité vient cueillir les articles à recycler et les transporte dans des usines où le papier, l'aluminium (des cannettes) ou le verre sont retransformés pour en faire de nouveau des journaux, des cannettes et des bouteilles.

La troisième catégorie de recyclage consiste à réutiliser plusieurs fois les mêmes objets plutôt que de les jeter aux poubelles. Vos contenants de yaourt peuvent servir à mettre les restes des repas, les bouteilles en verre peuvent être lavées et réutilisées pour stocker des clous ou autres menus articles de maison et vous pourriez aussi mettre vos crayons et vos stylos dans une tasse en plastique brisée près du téléphone. Ces démarches empêcheront les objets en plastique et autres matières de finir dans nos déchets et dans nos sites d'enfouissement et elles peuvent être entreprises à la maison pour réduire la quantité de déchets allant dans les sites de décharge et les incinérateurs.

Les ressources de la Terre nous ont déjà semblé illimitées. Les populations toujours grandissantes et l'utilisation accrue de nos ressources naturelles risquent toutefois d'épuiser nos ressources non renouvelables et de mettre nos ressources naturelles en péril. Grâce à une gestion prudente de nos ressources et à des techniques comme la réduction des quantités de déchets que nous produisons, la réutilisation et le recyclage, il nous sera possible d'entrevoir un avenir où notre génération et les générations futures pourront profiter des ressources nécessaires.

CÉLÉBRONS LE RECYCLAGE

Écris une chanson, un poème, une nouvelle, compose une anagramme ou un limerick sur le recyclage et la réutilisation. Tu pourrais également dessiner une image ou créer une bande dessinée servant à nous motiver à recycler et à réutiliser.

Fais preuve de créativité! Les créations des élèves pourront être affichées ou exécutées en classe.

Certains mots auxquels songer, voir même inclure :

- ressources renouvelables et non renouvelables
- recycler et réutiliser
- durable
- compost

Il existe encore d'autres mots. Ceux-ci ne sont que quelques exemples du type de mots que tu pourrais inscrire dans ta célébration.

Rédige quelques idées ici :



UNE ENQUÊTE COMMUNAUTAIRE

Les besoins de recyclage de chaque collectivité diffèrent selon le type et la quantité de déchets qu'elle génère et selon sa taille. Enquête les installations de recyclage et d'élimination des déchets dans ta propre collectivité et tente de savoir où vont les choses que tu les mets en bordure du trottoir devant ta maison.

Questionne tes parents et utilise l'Internet si nécessaire (le site Web de ta municipalité locale) pour découvrir les installations de recyclage et d'élimination des déchets (site d'enfouissement, dépotoirs, etc.) près de chez toi. Inscris les réponses à tes questions sur le formulaire d'interview ci-dessous.

Formulaire de réponses à l'interview « Où mes déchets vont-ils? »

Nom :

Adresse :

Quels articles ta collectivité recycle-t-elle maintenant? (journaux, aluminium, etc.).

Où se trouve le site d'enfouissement communautaire local? Quels articles ne peut-on pas jeter dans un site d'enfouissement?

Dans ta collectivité, où peut-on jeter les batteries, les contenants de peinture, l'huile à moteur et les appareils électroniques?

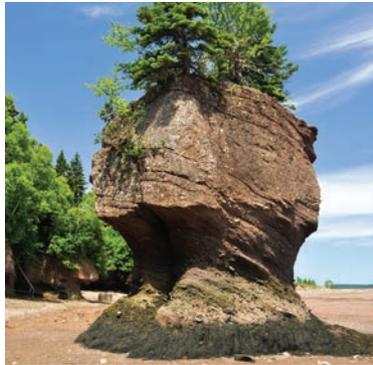
Comment ta famille dispose-t-elle de ses vieux vêtements?

Comment ta famille dispose-t-elle des déchets de jardin (feuilles, tontes de gazon, etc.)?

Ta famille composte-t-elle les déchets de cuisine? Si oui, pourquoi? Sinon, pourquoi pas?

NOTIONS DE FOND

Conception : Une mine de renseignements



**Responsabilités sociale
et environnementale**



Saviez-vous qu'il existe des ressources accessoires pour faciliter la présentation du présent sujet? Veuillez communiquer avec Une mine de renseignements et nous nous ferons un plaisir de vous venir en aide. Il suffit d'inscrire « Notions de fond » dans la ligne d'objet du courriel et/ou du bordereau de télécopie.

Une mine de renseignements

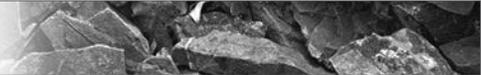
Tél. : 416.863.6463

Télec. : 416.863.9900

Courriel : schoolprograms@miningmatters.ca

TABLE DES MATIÈRES

1	L'exploitation d'une mine à ciel ouvert _____	4
	Bulletin d'information _____	6
	La remise en état et la réexploitation - Avant et après _____	8
	Création d'un modèle de mine à ciel ouvert _____	9
2	Wakima : Une étude de cas _____	10
	Bulletin d'information _____	11
	Carte de la municipalité de Wakima _____	12
	Questions et activité _____	13
3	Wakima : Recherche et rôles _____	14
	Le rôle des élèves _____	15
	Carte de la municipalité de Wakima _____	18
4	Wakima : Débats et décisions _____	19



MATÉRIAUX REQUIS

- Documentation : Bulletin d'information *Le cycle de développement des ressources minérales*
- Affiches d'une mine à ciel ouvert de RNCan
Le secteur d'exploitation des minéraux et des métaux présente quatre affiches bilingues sur l'industrie minière. Pour obtenir ces affiches, visiter <http://www.pdac.ca/mining-matters/resources/education/additional-posters>
- Cartes photo sur la remise en état et la réexploitation
- Récits de remise en état de l'Association canadienne de réhabilitation des sites dégradés (en anglais seulement) : <http://www.clra.ca/default.aspx?page=29> Photos incluses
- Directives de l'enseignant sur la « Création d'un modèle de mine à ciel ouvert »
- 1 Contenant en plastique de 250 ml par groupe
- Environ 4 litres de roches des alentours (*obtenir des suggestions sous « Création d'un modèle de mine à ciel ouvert »*)
- Environ 300 ml de minéral cible/ de matières rocheuses (*obtenir des suggestions sous « Création d'un modèle de mine à ciel ouvert »*)
- 6 Carrés de papier de bricolage ou de tissu brun
- Recoupes d'arbre ou de gazon ou 6 photos d'habitats naturels
- 6 Cuillers en plastique
- 6 Gobelets en papier



RÉSUMÉ DES TÂCHES

Les élèves :

- Étudier les conséquences sur le terrain de l'extraction des ressources, ainsi que les procédés de remise en état et de réexploitation.

LES PRINCIPES DE LITTÉRACIE EN SCIENCES DE LA TERRE

GRANDE IDÉE 7 Les humains dépendent des ressources de la Terre.

GRANDE IDÉE 9 Les humains transforment considérablement la Terre.

LES OBJECTIFS

1. Exploiter le modèle de la mine à ciel ouvert exemplaire fourni par l'enseignant.
2. Enquêter la manière dont les entreprises minières extraient les minéraux précieux situés à proximité de la surface de la Terre, puis remettent le chantier en état une fois l'extraction terminée.

DIRECTIVES

Éveiller

1. Distribuez le bulletin d'information : *Le cycle de développement des ressources minérales*. Discutez des étapes du cycle d'exploitation minière et expliquez-les.
2. Passez en revue les affiches de RNCan sur les mines à ciel ouvert. Expliquez la manière dont les morts-terrains (le sol de surface et les roches détachées) sont enlevés et dont le forage et le dynamitage brisent les roches. De gros camions et des tarières transportent les roches aux concasseurs et à l'usine de traitement où les matières précieuses sont extraites des roches encaissantes.

Explorer

3. Expliquez aux élèves qu'ils devront creuser leur modèle de mine à ciel ouvert pour en extraire une roche ou un minéral précieux.
4. Demandez-leur de dessiner une image de leur modèle et de dresser une liste de groupe des étapes à suivre pour creuser leur modèle de mine et le remettre ensuite en état.
5. Une fois le plan approuvé, demandez aux élèves de lancer le procédé d'extraction :
 - a. Extraire le mélange de roche et de minéral et le déposer sur la table.
 - b. Séparer le minéral cible de la roche encaissante. Selon les matières que vous aurez choisies en guise de modèle, vous devrez fournir aux élèves la méthode à employer. Conservez le minéral dans un gobelet en papier.
 - c. Dessiner une image de l'aspect de leur mine à ciel ouvert pendant l'extraction minière et ne pas oublier d'y ajouter l'amas de roches extrait de la mine.

Expliquer

6. Demandez aux élèves de répondre aux questions suivantes :
 - a. Dans le modèle de mine à ciel ouvert, comment le procédé d'extraction minière a-t-il modifié le paysage?
 - b. À quelles fins pourrions-nous utiliser l'amas de roches extraites de la mine à ciel ouvert?

Mots clés :

Expressions principales :

séparation en milieu dense, séparation magnétique, roche, minéral, cycle de développement des ressources minérales, cycle d'exploitation minière, exploration minière, jalonnement de concession, évaluation des minéraux, mine à ciel ouvert, résidus, procédé de séparation, affiné, traitement

Expressions secondaires :

géologues, mine souterraine, spécialistes de l'environnement

Élaborer

7. Demandez aux élèves de remettre la surface en état pendant et après l'extraction minière de sorte que le terrain puisse de nouveau être utilisé. Insistez sur le fait qu'en dépit des meilleures technologies, il se peut que les terrains remis en état ne soient jamais plus tels qu'ils étaient avant l'exploitation minière.
8. Demandez aux élèves de dessiner une image du chantier une fois l'exploitation terminée.
9. Demandez à chacun des groupes de partager avec la classe les roches/ les minéraux précieux qu'ils ont extraits. Expliquez-leur les étapes de leurs opérations d'exploitation minière et de remise en état et soulignez les différences entre leur modèle initial et celui qui suit la remise en état. Il faut leur faire remarquer que la mine remise en état et celle du modèle initial pourraient présenter des différences. À titre d'exemple : les élèves pourraient remarquer la présence d'une dépression dans le sol en raison de l'absence des minéraux qui ont été extraits. Dites-leur si les animaux, les arbres et les plantes peuvent déjà réintégrer l'endroit et expliquez les délais requis pour la restauration du paysage.

Évaluer

10. Montrez aux élèves les photos de remise en état et de réexploitation de chantiers miniers avant et après la remise en état.
11. Les élèves devront rédiger trois opérations effectuées en vue de remettre le chantier minier en état.

RENSEIGNEMENTS À L'APPUI

L'affiche de la mine à ciel ouvert illustre les caractéristiques et les étapes d'exploitation qui caractérisent ce type de mine.

Il existe deux procédés communs servant à extraire les minéraux des roches et profiter des propriétés physiques des matières visées. Les minéraux plus lourds et plus denses coulent lorsqu'on y ajoute de l'eau et on peut alors les séparer des minéraux plus légers. Ce procédé se nomme **séparation en milieu dense**. Il peut servir à séparer la chalcopryrite lourde du quartz plus léger pendant l'extraction du cuivre et du nickel. Lorsque les minéraux précieux sont magnétiques, on peut les séparer des autres matières rocheuses et minérales en soumettant le minerai broyé à de fortes puissances magnétiques. On nomme ce procédé **séparation magnétique**.

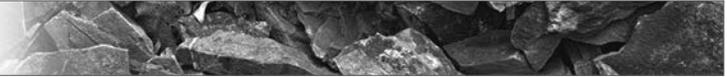
Même si l'on remplissait une mine à ciel ouvert remise en état de toutes les roches restantes (nommées « roches stériles » ou dépourvues de tout minéral précieux), le creux laissé par l'extraction minière ne serait pas entièrement rempli. On peut toutefois profiler le mur entourant ce creux en pentes douces, recouvrir la surface de terre arable et planter du gazon et des arbres pour créer un paysage ou un environnement subspontané. Certaines mines à ciel ouvert et carrières de roches épuisées ont parfois été transformées en lacs de loisirs, en parcs publics, en rocailles et en terres agricoles.

Les entreprises minières utilisent du gazon pour stabiliser les pentes et réduire l'érosion des sols. Elles plantent des graines et des semis pour favoriser le peuplement de plantes et d'arbres. La diversité des espèces animales croît à ces endroits une fois les pentes et les arbres arrivés à l'âge adulte. Les experts en sciences dans plusieurs disciplines surveillent étroitement le procédé de remise en état de ces habitats.



LA SÉCURITÉ

- Si vous utilisez des aliments en guise de roches cibles/de minéraux ou de roches des alentours/stériles, vérifiez si les élèves souffrent d'allergies. Encouragez-les à se laver les mains après avoir manipulé les modèles.



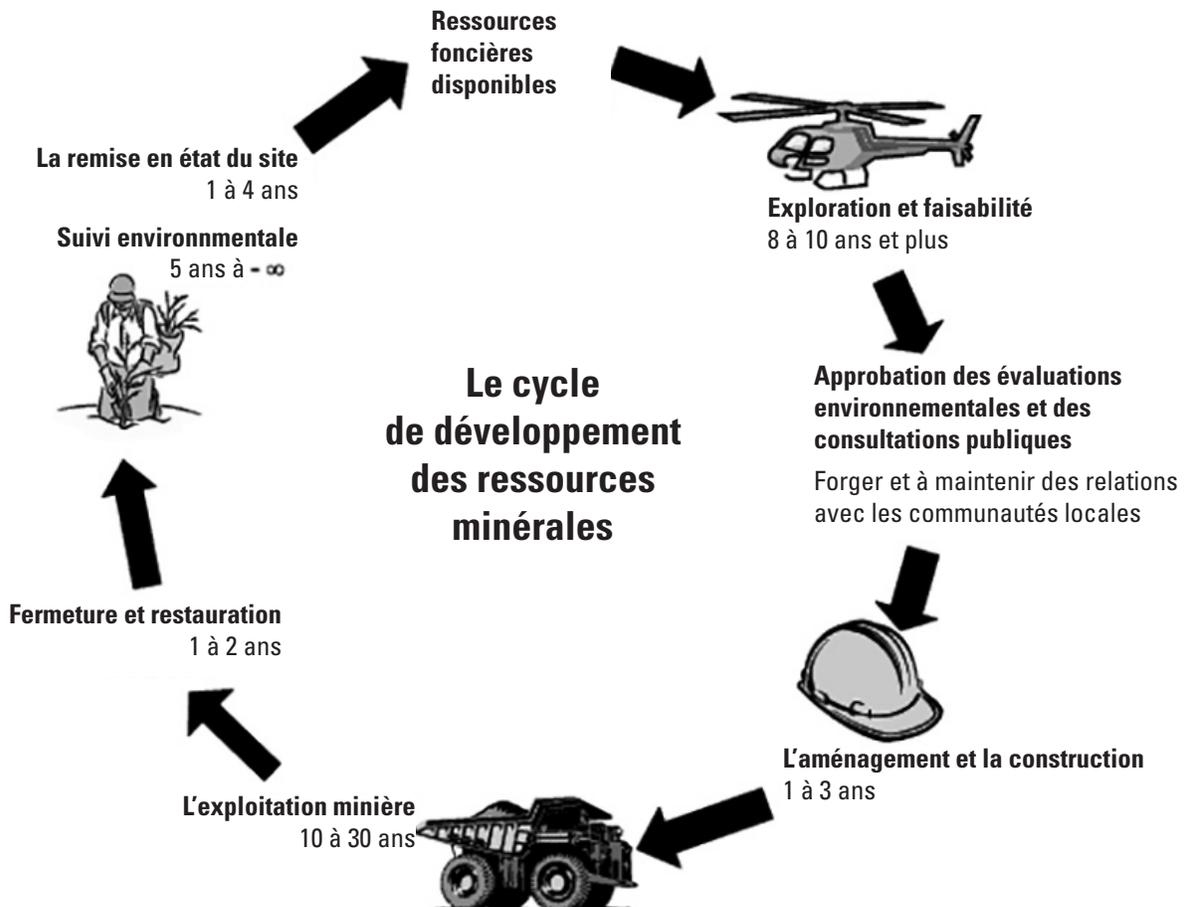
LE CYCLE DE DÉVELOPPEMENT DES RESSOURCES MINÉRALES

L'**exploitation minière** consiste à extraire des **roches** de la croûte terrestre, puis à les traiter en vue d'en retirer les **minéraux** précieux pour que nous puissions les utiliser. Pour fabriquer les objets que nous utilisons tous les jours (de la pâte dentifrice aux bâtiments, des ordinateurs aux voitures, p. ex.), il nous faut des ressources minérales.

Le **cycle de développement des ressources minérales (le cycle minier)** est très compliqué et il comporte cinq étapes :

- la recherche de minéraux;
- l'évaluation de la découverte de minéraux;
- la construction d'une mine;
- l'extraction et le traitement des minéraux;
- la fermeture de la mine et la remise en état du site.

Du début à la fin, les entreprises minières doivent songer aux conséquences de leurs activités sur l'environnement et les collectivités avoisinantes. Le procédé d'exploitation minière peut exiger beaucoup de temps et coûter plusieurs millions de dollars.





La recherche de minéraux

La recherche de minéraux se nomme **exploration de minéraux**. Les géologues emploient diverses méthodes de recherche de minéraux précieux. Ils étudient des images de la Terre transmises par satellite et ils mesurent les éléments comme le magnétisme à l'aide d'avions et d'hélicoptères. Les cartes géographiques leur sont également utiles pour choisir des régions à exploiter.

Avant même de pouvoir prospecter de plus près, les entreprises minières doivent obtenir les droits exclusifs aux étendues de terrain. Cette pratique se nomme **jalonement d'une concession**. Elles peuvent ensuite examiner les dépôts de minéraux de plus près au moyen d'équipements spéciaux. Sur le terrain, les géologues identifient et cueillent des échantillons de roches et de sol aux fins d'analyse en laboratoire. Lorsque les résultats s'avèrent prometteurs, les entreprises percent des trous dans la terre pour en soutirer de longs cylindres minces de roches nommés noyaux. Ces noyaux peuvent être ensuite analysés pour discerner la quantité de minéraux précieux qu'ils contiennent.

L'évaluation de la découverte de minéraux

L'étape qui suit la découverte de minéraux consiste à décider si les millions de dollars requis pour construire une mine en valent la peine. Pendant **l'évaluation des minéraux**, on examine ce qu'il en coûtera pour construire et exploiter la mine, vendre les minéraux, protéger l'environnement et si oui ou non l'entreprise peut réaliser des profits. Il est rare de découvrir des dépôts riches en minéraux. Très peu de concessions se rendent à l'étape d'évaluation des minéraux du procédé d'exploitation minière.

La construction d'une mine

On peut extraire les dépôts de minéraux situés à proximité de la surface de la Terre en creusant une **mine à ciel ouvert**. Dans de tels cas, il faut utiliser d'immenses tarières pour gratter les matières en surface et des explosifs pour dynamiter la roche solide et accéder aux minéraux précieux. Les dépôts de minéraux profondément enfouis dans la Terre doivent être extraits dans une mine souterraine. Dans ce cas-là, l'accès aux minéraux précieux exige que l'on creuse des tunnels dans la Terre.

L'extraction et le traitement des minéraux

Une fois la mine construite, on peut passer à l'extraction minière. Les mineurs brisent les roches à l'aide de perceuses et d'explosifs et ils utilisent des bennes et des machines immenses pour les transporter à l'usine de traitement.

Les roches extraites contiennent à la fois des minéraux précieux et sans valeur. Le procédé de **traitement** sert à séparer les minéraux précieux des roches stériles. La roche est d'abord broyée en une fine poudre, puis le **procédé de séparation** sépare la petite quantité de minéraux précieux de la grande quantité de poudre de roche stérile. Certains minéraux sont ensuite affinés pour en faire du métal pur dans le cadre d'un procédé nommé fusion. Les entreprises minières doivent traiter les déchets miniers ou **résidus** composés de fragments de roches, de poussière et de produits chimiques. Ces matières doivent être entreposées dans des lieux sûrs afin d'éviter la pollution de l'air et de l'eau.

La fermeture de la mine et la remise en état du site

Aucune mine ne dure éternellement. Au moment de fermer une mine, les entreprises minières doivent remettre le terrain en état de sorte qu'il ne présente aucun danger, qu'il soit utilisable et qu'il se fonde naturellement dans le milieu environnant. Il faut enlever les bâtiments, faire en sorte que les résidus de la mine n'endommagent pas l'environnement, sécuriser les fosses et les tunnels, puis planter du gazon et des arbres.

Protection de l'environnement et communication avec les collectivités

Les spécialistes de l'environnement étudient le sol, l'eau, la flore et la faune, la qualité de l'air et du climat à chacune des étapes du procédé d'exploitation minière. Cette démarche assure la sécurité de l'endroit et la réutilisation du terrain une fois l'exploitation minière terminée. Les entreprises minières visitent les collectivités locales pour se renseigner sur la région, présenter leurs projets d'exploitation minière, répondre aux questions et discuter des perspectives de carrière.

AVANT ET APRÈS LA REMISE EN ÉTAT

Mine souterraine



Photo de la mine Quirke II, Rio Algom Limited à Elliot Lake, en Ontario avant la remise en état



Photo de la mine Quirke II après l'enlèvement des bâtiments et avant le réensemencement et la plantation.

AVANT ET APRÈS LA RÉEXPLOITATION

Carrière de sable et de gravier



Photo de la carrière de Fonthill, Steel and Evans Limited, pendant la remise en état à Fonthill, Ontario



Photo de la carrière de Fonthill affichant la réexploitation définitive.

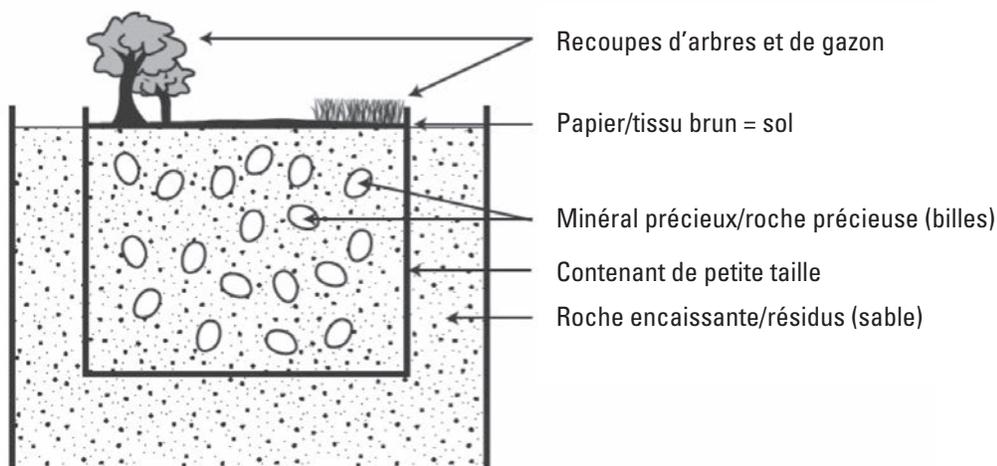


1. Créez un modèle de mine à ciel ouvert pour chaque groupe d'élèves. Vous pouvez faire preuve de souplesse en choisissant les matières à cette fin, le principe étant essentiellement d'obtenir un minéral précieux ou une roche précieuse qu'il faudra séparer de son composant de résidu ou de roche encaissante. Consultez les suggestions au tableau ci-dessous. Vous pouvez remplacer certains minéraux précieux/roches précieuses cibles par des roches encaissantes.

Roches/minéraux précieux cible	Procédé de séparation	Roches encaissantes/résidus
Des billes magnétiques	Utilisation d'un aimant	Du sable ou du gravier
Des trombones	Utilisation d'un aimant	Terre à rempoter
Des fèves séchées	Tamissage, cueillette avec les doigts ou des pinces à sourcils	Des pâtes
Des grosses graines de tournesol	Tamissage, cueillette avec les doigts ou des pinces à sourcils	Nourriture à petits grains pour oiseaux
Des billes de couleur	Tamissage, cueillette avec les doigts ou des pinces à sourcils	Du riz
Des arachides en écaille	Broyage et tamissage	Des écailles d'arachides



2. Construisez le corps de la roche ou le minéral.
- Dans un petit contenant de 250 ml, mélangez 200 ml de roche encaissante/matière résiduelle et 50 ml de roche précieuse/minéral précieux cible (dans une proportion de 4 contre 1).
 - Étendez du papier à bricolage ou du tissu brun sur la roche en guise de sol.
 - Mettez les recoupes d'arbres et de gazon ou les photos d'habitats naturels par-dessus le sol.
3. *(Facultatif)* Mettez le corps de la roche ou le minéral cible dans un milieu plus vaste.
- Déposez le petit contenant dans un contenant de plus grande taille (750 ml ou 1 litre). Remplissez l'espace libre entre le petit contenant et le contenant de plus grande taille de roche encaissante identique à celle du petit contenant et faites en sorte que l'on puisse en voir le bord après le remplissage.
- OU
- Plongez le petit contenant dans une boîte à sable et faites en sorte que les bords soient visibles.



MATÉRIAUX REQUIS

- Figure : *Discussion sur le développement – Municipalité de Wakima* (à projeter à l'aide des technologies de projection en salle de classe)
- Documentation : Bulletin d'information *Wakima – Une étude de cas*
- Documentation : Activité *Questions au titre de l'étude de cas*

Le secteur d'exploitation des minéraux et des métaux distribue plusieurs produits d'information sur la participation des Autochtones à l'exploration et à l'exploitation minière

<http://www.rncan.gc.ca/mines-materiaux/autochtones/bulletins/7818>

L'initiative Vers le développement minier durable (VDMD) représente l'engagement de l'AMC envers des pratiques minières responsables. Elle est constituée d'un ensemble d'outils et d'indicateurs visant à stimuler le rendement, tout en veillant à ce que les principaux risques liés aux activités minières soient gérés de façon responsable dans les installations de ses membres.

<http://mining.ca/fr/vers-le-developpement-minier-durable>



RÉSUMÉ DES TÂCHES

Les élèves :

- Identifier les facteurs devant être pris en considération pour prendre une décision éclairée sur l'utilisation des sols (conséquences environnementales, emplois, valeur actuelle et future des ressources naturelles, p. ex.).

LES PRINCIPES DE LITTÉRACIE EN SCIENCES DE LA TERRE

GRANDE IDÉE 7 Les humains dépendent des ressources de la Terre.

GRANDE IDÉE 9 Les humains transforment considérablement la Terre.

LES OBJECTIFS

1. Se familiariser avec la carte de la municipalité de Wakima.
2. Se servir des données de cette carte pour participer, de manière éclairée, au débat en classe.

DIRECTIVES

Éveiller

1. Passez en revue les compétences en lecture de cartes géographiques des élèves (utilisation de légendes, d'échelle cartographique, etc.).

Explorer

2. Demandez aux élèves d'examiner la figure *Discussion sur le développement – Municipalité de Wakima*.

Expliquer

3. Distribuez le bulletin d'information *Wakima – Une étude de cas*.

Élaborer

4. Demandez aux élèves de répondre aux questions de l'activité *Questions au titre de l'étude de cas*.

Évaluer

5. Demandez aux élèves de formuler leurs points de vue en utilisant la stratégie du *vote par expression corporelle*. Installez des enseignes aux quatre coins de la classe : Pour, Contre, Incertain ou Je ne sais pas, Ça ne m'intéresse pas ou Je m'en fous. Posez la question suivante aux élèves : « Comment vous sentiriez-vous si l'exploitation d'une mine était proposée à côté de chez vous? » Accordez-leur une minute pour se faire une idée, puis dites-leur de se tenir à côté l'enseigne qui correspond à leur point de vue. Demandez à quelques-uns des élèves de chaque groupe d'en dire davantage sur leur point de vue. Toutes les réponses sont valables, à condition que les données soient factuelles. Utilisez la manière dont les élèves sont répartis à chaque point de vue en guise de base sur laquelle vous appuyer pour changer les opinions au fur et à mesure de l'exécution des activités suivantes. La tâche d'évaluation peut être répétée lorsque pertinent.

RENSEIGNEMENTS À L'APPUI

Réponses aux questions de l'activité

- | | |
|----------------------------------|--|
| 1. 750 m (0,75 km) au nord-ouest | 2. 425 m |
| 1 500 m (1,5 km) au nord-ouest | 3. Dignes de castor |
| 1 200 m (1,2 km) au nord | 4. Aéroport, voies ferrées et grandes autoroutes |
| 700 m (0,7 km) à l'ouest | |



WAKIMA : UNE ÉTUDE DE CAS

Wakima est une ville fictive située au nord de ta province ou de ton territoire. Suite à la découverte d'importants gisements à proximité de ta ville, l'entreprise Trillium Mines propose l'ouverture d'une nouvelle mine souterraine de nickel. La construction d'une mine de grande envergure à proximité de toute collectivité suscite des questions et des discussions. La municipalité de Wakima devra vivre un débat qui rassemblera plusieurs groupes d'intervenants de cette collectivité et d'ailleurs.

Wakima a été fondé en 1846 par William Simmons. À cette époque, monsieur Simmons construisit une scierie près d'une chute sur la rivière Misty, à 10 kilomètres à l'est, pour approvisionner en bois d'œuvre les mines d'or de la région, et ce, jusque vers les années 1900. Depuis, la collectivité de Wakima s'est solidement établie, possédant même son propre dépôt de rails et sa propre station de commutation. En dépit de la viabilité de cette collectivité, Wakima a connu des ralentissements économiques au cours des dernières années. Certaines entreprises ont dû fermer leurs portes et bon nombre de jeunes gens ont dû quitter Wakima pour trouver du travail. L'ouverture d'une station de ski dans le coin a attiré quelques entreprises saisonnières. Les touristes aiment bien visiter cette ville aux environs encore intacts et attrayants.

Trillium Mines a déposé une proposition au conseil municipal local pour la construction d'une mine souterraine sur la propriété forestière de Wakim, juste en dehors de la ville. Cette mine devrait créer 200 emplois directs et 450 emplois indirects. La population de cette ville devrait passer de 5 000 à 6 000 habitants et il faudra prévoir la mise en place de nouveaux services pour satisfaire à la demande des nouveaux résidents. Certaines personnes se disent en faveur de la mine puisqu'il en découlera du développement et des ressources, tandis que d'autres s'inquiètent de la transformation de l'environnement local et d'une augmentation possible du taux de pollution.

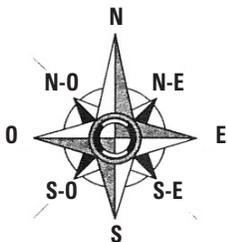
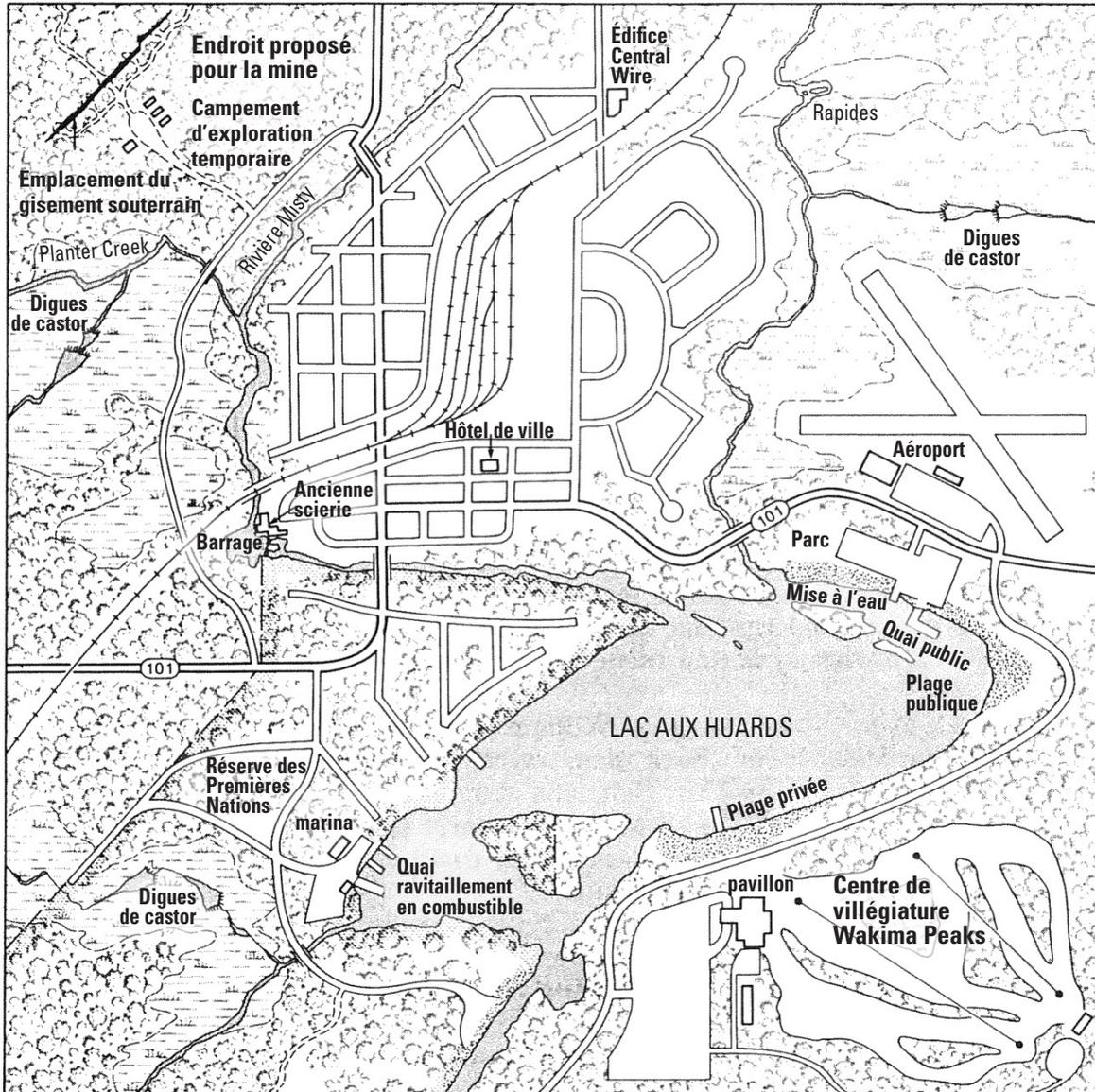
Le conseil municipal est prêt à entamer des débats par rapport à la proposition de construction de cette mine. On te donnera un rôle à jouer dans l'un ou l'autre des groupes d'intérêt représentatif d'un point de vue donné. Tu devras participer au sondage du point de vue du groupe et formuler, à l'aide d'exemples, un argument à l'appui de ce point de vue. Assure-toi aussi de répondre aux arguments de l'équipe adverse. Une fois le débat conclu, les participants au débat devront voter pour ou contre l'adoption du projet de la Trillium Mines en s'appuyant sur leur opinion personnelle.

ÉCHELLE

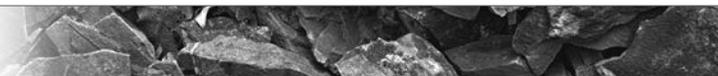
1 : 10 000 ou 1 cm = 100 m



Mètres



- Autoroute
- Route
- Piste
- Voie ferrée
- Bâtiments
- Forêt
- Terre humide
- Étendue d'eau
- Littoral
- Plage



1. En consultant l'échelle cartographique et en traçant une ligne droite, à quelle distance et dans quelle direction de compas le site minier proposé est-il situé?

L'hôtel de ville

La station de ski Wakima Peak

Le quai de ravitaillement en combustible de la marina de Loon Lake, sur la réserve des Premières Nations

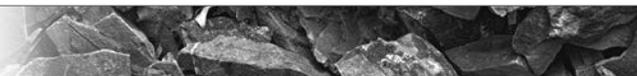
L'édifice de la Central Wire

2. Quelle est la distance est-ouest de la piste de décollage de l'aéroport?

3. Quels signes de faune et de flore cette région présente-t-elle?

4. Parmi les installations que possède déjà Wakima, lesquelles pourraient être utiles aux industries de la région?

5. Si la mine était construite, quelles en seraient les conséquences pour la région et pour la vie des gens dans cette ville? Formule ta réponse en quatre ou six phrases. Assure-toi de tenir compte des avantages et des problèmes éventuels dans tes réponses. Quelles démarches pourraient être entreprises pour réduire les problèmes éventuels?



MATÉRIAUX REQUIS

- Figure : *Discussion sur le développement – Municipalité de Wakima* (à projeter à l'aide des technologies de projection en salle de classe)
- Documentation : *Wakima – Recherche et rôles*
- Le secteur d'exploitation des minéraux et des métaux distribue plusieurs produits d'information sur la participation des Autochtones à l'exploration et à l'exploitation minière <http://www.rncan.gc.ca/mines-materiaux/autochtones/bulletins/7818>

L'initiative Vers le développement minier durable (VDMD) représente l'engagement de l'AMC envers des pratiques minières responsables. Elle est constituée d'un ensemble d'outils et d'indicateurs visant à stimuler le rendement, tout en veillant à ce que les principaux risques liés aux activités minières soient gérés de façon responsable dans les installations de ses membres.

<http://mining.ca/fr/vers-le-developpement-minier-durable>



RÉSUMÉ DES TÂCHES

Les élèves :

- Identifier les facteurs devant être pris en considération pour prendre une décision éclairée sur l'utilisation des sols (conséquences environnementales, emplois, valeur actuelle et future des ressources naturelles, p. ex.).

LES PRINCIPES DE LITTÉRACIE EN SCIENCES DE LA TERRE

GRANDE IDÉE 7 Les humains dépendent des ressources de la Terre.

GRANDE IDÉE 9 Les humains transforment considérablement la Terre.

LES OBJECTIFS

1. En petits groupes, concevoir un point de vue et des questions à débattre en se basant sur les renseignements obtenus pendant la recherche.
2. Discuter des aspects positifs et négatifs de l'ouverture d'une mine dans une collectivité.
3. Bien connaître les aspects sociaux, culturels et économiques nécessaires à sa participation active au débat en classe.

DIRECTIVES

Éveiller

1. Avec les élèves, passez en revue l'activité 2 : *Wakima – Une étude de cas*.
2. Avec les élèves, passez en revue le concept d'un débat et son rôle dans la gouvernance.
3. Précisez les étapes de la préparation d'un débat et la manière dont le procédé de vote doit se dérouler.

Explorer

4. Divisez la classe en six groupes. Remettez à chaque groupe la feuille de rôle de la documentation intitulée *Wakima – Recherches et rôles*.
5. Les élèves devront se réunir avec les membres de leur groupe pour discuter de leur situation et préciser les conditions ou les facettes de ce devoir.

Expliquer

6. Les élèves devront élaborer des stratégies de présentation de leurs points de vue.
7. Chaque groupe devra nommer un porte-parole. Ces élèves devront présenter la situation propre à leur groupe à toute la classe (leurs concitoyens de Wakima).
8. Chaque groupe devra écouter attentivement le point de vue des autres groupes afin de pouvoir élaborer des réponses aux questions pouvant surgir pendant le débat.

Élaborer

9. Chaque groupe devra se réunir de nouveau pour discuter des renseignements présentés par les autres groupes et élaborer des solutions aux problèmes soulevés.

Évaluer

10. Présentez aux élèves l'étape qui suit leur étude de cas : *Activité 4 - Débats et décisions*. Les aviser des critères d'évaluation qui serviront alors à leur contribution au débat.

RENSEIGNEMENTS À L'APPUI

Le débat municipal décidera si oui ou non Trillium Mines Incorporated pourra ouvrir une mine souterraine sur sa concession d'exploitation de Planter Creek à Wakima. Le conseil municipal de Wakima débattera sous peu la question de savoir si la mine doit être construite et dans quelles circonstances. Lors de la réunion locale sur cette question, six groupes présenteront leur point de vue.

Mots clés :

Expressions principales : gisement, projet de remise en état, résidus, concentré, émissions, broyage, contamination, chevalement, rentable (rentabiliser)

3

WAKIMA : LES RÔLES DES ÉLÈVES

RÔLE 1

Trillium Mines Incorporated

Votre entreprise, Trillium Mines, œuvre dans l'industrie minière depuis 15 ans, se spécialisant dans l'extraction du nickel. Après quatre années d'exploration sur la concession de Planter Creek à Wakima, cette entreprise y a découvert un important **gisement** de nickel. Elle estime que la quantité de nickel découverte lui permettra d'exploiter cette mine pendant au moins 20 ans. Il y a actuellement une pénurie de nickel dans le monde et, compte tenu du degré de rentabilité de cette exploitation, elle désire, sans tarder, commencer à bâtir la mine. Consciente des préoccupations environnementales de la ville, elle a mis au point un excellent **projet de remise en état** et elle est prête à le présenter à cette collectivité. Dans 20 ans, lorsque la mine fermera ses portes, les bâtiments seront enlevés, l'aménagement paysager sera correctement exécuté et le bassin de réception des **résidus** sera traité etensemencé.

Votre mine compte créer 200 emplois directs bien rémunérés. Le salaire annuel moyen d'un mineur est d'environ 50 000 \$. De plus, vous vous êtes entendu avec les Premières Nations de Wakima pour offrir de la formation et des emplois directs à 10 % de leurs membres. Si votre projet d'exploitation minière est accepté, il se construira de nouvelles maisons et écoles, de nouveaux restaurants et services, donnant lieu à 450 emplois indirects dans la province.

Vous comptez extraire du nickel de la mine et produire du minerai de nickel concentré et ferez en sorte que les émissions respectent les normes industrielles et gouvernementales. Si l'on accorde l'autorisation de construire une mine, vous êtes prêts à construire un centre sportif communautaire dans Wakima, lequel abritera un aréna et une piscine intérieure.

RÔLE 2

Les ministères du gouvernement provincial

(1) Le ministère de l'Environnement

La responsabilité du ministère de l'Environnement est de protéger l'environnement. La mine proposée par Trillium vous inquiète pour les raisons suivantes :

- La société Trillium propose la construction d'une mine dans une zone forestière où les orignaux circulent souvent. Les bruits émanant de la mine risquent d'avoir incidence sur le mode d'accouplement des orignaux de la région. Vous devez examiner les études d'impact environnemental exécutées par cette entreprise.
- Vous désirez que Trillium Mines vous dise si la machinerie et les procédés qu'elle utilise engendreront de la poussière et d'autres **émissions** dans l'atmosphère.
- Vous voulez vous assurer qu'aucun produit chimique utilisé pendant le procédé de **broyage** ne s'échappera dans les cours d'eau de la région et que le site de décharge des résidus n'engendrera pas la **contamination** des eaux souterraines.



(2) *Le ministère du Développement du Nord et des Mines*

Dans le cas présent, le ministère du Développement du Nord et des Mines est responsable d'aider l'entreprise Trillium Mines à aller de l'avant avec son projet d'exploitation minière. Vous désirez aider Trillium Mines pour les raisons suivantes :

- Votre ministère s'intéresse aux retombées économiques et au bien-être des collectivités. L'exploitation minière est une activité économique importante.
- Le gouvernement a édicté un ensemble de règlements pour la construction, l'exploitation et la remise en état sécuritaires des mines. Vous voulez vous assurer que Trillium Mines respecte ces règlements.
- D'autres ministères et groupes s'intéressent, s'interrogent et s'opposent parfois à la mine sur pied des mines. Pour aider Trillium Mines à faire face à ces problèmes, vous lui proposez des solutions.

RÔLE 3

La Commission de développement économique de Wakima

La Commission de développement économique de Wakima est composée de trois membres de la communauté des affaires. Vous êtes en faveur de l'exploitation minière proposée par Trillium Mines pour les raisons suivantes :

- Cette mine compte créer 200 emplois directs et 450 emplois indirects. Elle attirera d'autres personnes, donnant lieu à une augmentation des activités économiques de la région.
- Si ce projet va de l'avant, Trillium Mines bâtira un nouveau centre sportif communautaire évalué à 3 millions de dollars avec piscine, aréna et auditorium/théâtre. Cineplex Odeon y construira une salle de cinéma. Vos membres espèrent en retirer des contrats de construction.
- Des rumeurs circulent que la société Central Wire, une petite entreprise de la municipalité employant 50 personnes, compte fermer ses portes. L'ouverture de la mine minimisera les effets de la perte d'emplois chez Central Wire. La vente de câblage à la nouvelle mine pourrait même permettre à Central Wire poursuivre ses opérations.

RÔLE 4

Le comité « On se passe très bien d'une mine pour vivre »

Dès que votre groupe a été informé du projet d'exploitation minière de Trillium Mines, votre groupe a formé un comité nommé : « On se passe très bien d'une mine pour vivre ». En plus de s'inquiéter des conséquences de la construction de cette mine sur l'évaluation des maisons de la région, votre groupe estime qu'elle détruira l'environnement. Vos préoccupations sont les suivantes :

- La mine engendrera la construction de nouvelles maisons et de nouveaux commerces, se soldant en une municipalité surpeuplée.
- Le chantier minier sera très laid et des forêts seront détruites pour faire place à ce projet.
- La pollution engendrée par les résidus pourrait avoir des conséquences sur la vie animale, végétale et humaine dans la région. Beaucoup de gens apprécient vivre à Wakima en raison de l'absence de pollution de l'air.
- La population d'originaux de la région sera délogée et certains membres de la population autochtone ne pourront plus pratiquer la chasse à l'original hivernale. De plus, l'exploitation minière aura des conséquences sur les rythmes d'accouplement des originaux.
- Cette mine risque de causer la pollution par le bruit, tandis que les camions et équipements lourds pourraient émettre des bruits envahissants.
- Les skieurs de la région n'aimeraient pas voir le **chevalement** d'extraction de la mine ni des terrains dénudés pendant la descente de la pente de ski qui, à l'heure actuelle, présente une vue panoramique magnifique.

RÔLE 5

Le comité de protection culturelle des Premières Nations

Votre groupe représente le peuple autochtone de la réserve des Premières Nations de Wakima. Votre peuple vit sur cette réserve depuis plus de 80 ans. Il pratique la chasse à l'orignal en hiver et compte sur cette activité pour augmenter sa réserve alimentaire annuelle. Vous avez créé un comité pour protéger les droits des autochtones pour les raisons suivantes :

- La construction d'une mine risque de produire du bruit, de la poussière et de la pollution dans la région juste au nord de la section habitée de votre réserve.
- L'exploitation minière risque d'avoir des conséquences directes sur la population d'originaux et nuire aux traditions de chasse de certains membres de votre collectivité.
- Votre culture prime la protection de la végétation, de la flore et de la faune et toute destruction supplémentaire risque d'entraîner des conséquences désastreuses sur votre mode de vie.
- Vous vous inquiétez des conséquences de l'écoulement de certaines substances sur les poissons, la flore et la faune si le bassin de réception des résidus n'est pas adéquatement contrôlé.
- Certains membres de votre collectivité organisent des visites guidées de la zone forestière locale au cours de laquelle les touristes peuvent apprécier la flore et la faune de la région. Ils s'inquiètent du fait que la construction d'une mine risque de chasser la flore et la faune, éliminant leurs emplois.
- Étant donné que certains membres de votre bande aimeraient décrocher un emploi à la nouvelle mine, faites attention de tenir compte des préoccupations de tous vos membres.

RÔLE 6

Groupe de citoyens que le progrès intéresse

Votre groupe représente les citoyens qui s'intéressent au progrès. Il a été formé pour appuyer le projet minier parce qu'il croit que :

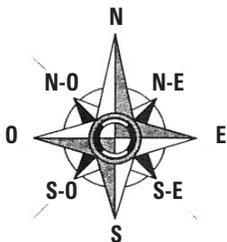
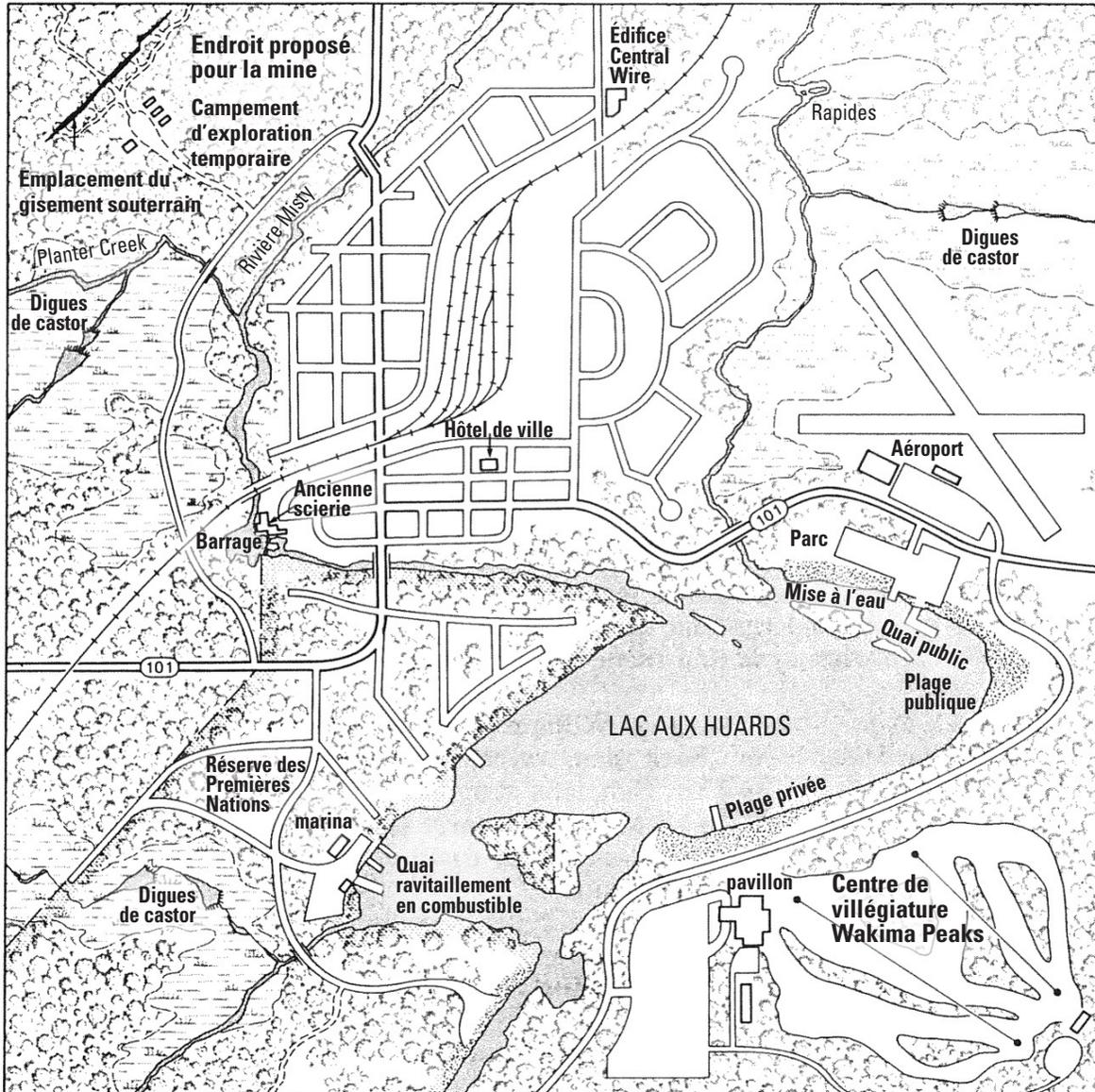
- Si le projet de construction de la mine va de l'avant, d'autres industries et d'autres emplois seront créés dans votre municipalité. De nouveaux restaurants et de nouvelles boutiques viendront s'y installer et rendront la ville plus intéressante.
- Si Trillium Mines est autorisée à construire une mine dans la région de Wakima, elle a promis la construction d'un nouveau complexe sportif et centre communautaire. Le groupe théâtral ne dispose actuellement d'aucun local et prévoit convertir l'ancienne scierie en centre des arts d'interprétation. L'augmentation de la population et les impôts fonciers qui en découleraient auraient pour effet de **rentabiliser** ce projet.
- Nombre de parents et d'étudiants des écoles de votre collectivité désirent un complexe sportif. Il manque actuellement à Wakima un aréna et une piscine intérieure. Les jeunes seraient mieux servis dans un complexe sportif plutôt que de se divertir dans les rues pendant leur adolescence. De plus, un nombre accru de restaurants et de boutiques créerait d'autres emplois à temps partiel pour les jeunes de cette ville.
- Les touristes ne visitent pas cette ville en raison du manque d'installations. Si l'ancienne scierie était convertie, les troupes théâtrales et de danseurs itinérants pourraient présenter des spectacles en ville.

ÉCHELLE

1 : 10 000 ou 1 cm = 100 m



Mètres



- Autoroute
- Route
- Piste
- Voie ferrée
- Bâtiments
- Forêt
- Terre humide
- Étendue d'eau
- Littoral
- Plage

MATÉRIAUX REQUIS

- Tous documents de recherche et autre documentation utile au débat, que les élèves auront produits à l'activité 3.

**RÉSUMÉ DES TÂCHES**

Les élèves :

- Identifier les facteurs devant être pris en considération pour prendre une décision éclairée sur l'utilisation des sols (conséquences environnementales, emplois, valeur actuelle et future des ressources naturelles, p. ex.).

LES PRINCIPES DE LITTÉRACIE EN SCIENCES DE LA TERRE

GRANDE IDÉE 7 Les humains dépendent des ressources de la Terre.

GRANDE IDÉE 9 Les humains transforment considérablement la Terre.

LES OBJECTIFS

1. En petits groupes, rédiger et présenter son point de vue en se basant sur les renseignements fournis.
2. Discuter des aspects positifs et négatifs de l'ouverture d'une mine dans une collectivité.
3. Bien connaître les aspects sociaux, culturels et économiques en vue d'une participation active au débat en classe.
4. Démontrer ses aptitudes en matière de communication et de débat.

DIRECTIVES**Éveiller**

1. Disposez la pièce en salle de réunion où tenir des débats. Il faut prévoir un espace pour conférencier, une aire d'attente et une table d'honneur pour les responsables de la gestion (le jugement) du débat.
2. Discutez en classe les règles à suivre pendant le débat. Expliquez le fait que, même s'ils sont en désaccord avec certains aspects du rôle qui leur est assigné, les élèves doivent présenter les éléments les plus positifs de leur position. Précisez le rôle du modérateur et la manière dont le vote doit se dérouler. Vous devriez mentionner le fait qu'une fois tous les points de vue présentés et débattus, la classe devra voter en faveur ou contre la construction de la mine. Chaque vote doit être émis individuellement selon les informations présentées pendant le débat, sans tenir compte de la position du groupe d'élèves.

Explorer

3. Fournir aux élèves les critères d'évaluation de leur rendement pendant le débat (voir le n° 8 ci-après). Accordez-leur du temps pour préparer leur présentation selon ces critères et les recherches effectuées à l'activité 3.

Expliquer

4. L'enseignant doit agir en tant que modérateur du débat, le maire de Wakima (l'arrière-petit-fils de William Simons) et être présenté.
5. Une fois les règlements du débat formulés aux fins du dossier, la réunion peut commencer.

- 
6. Pendant le débat en groupe, le porte-parole de chaque groupe doit dire si la position de son groupe est « oui » la mine doit procéder ou « non » elle ne doit pas procéder et les raisons de cette position. Ce débat peut avoir lieu de l'une ou l'autre des façons suivantes :
- Les groupes présentent d'abord leurs informations sans intervention de l'extérieur pour ensuite animer une période de questions, ou
 - Chaque groupe est mis en face d'un groupe adverse et on accorde à chacun le même délai pour présenter ses arguments.

Élaborer

7. Une fois le débat terminé, le maire doit demander à tous de voter. Pour les besoins de ce vote, tous les élèves seront des conseillers municipaux et ils voteront tous individuellement, que le temps le leur permette ou non. Dites aux élèves qu'au moment de faire leur choix de vote, ils doivent tenir compte des préoccupations de chaque groupe et des solutions qu'ils proposent. La majorité décidera si Trillium Mines pourra ou non construire une mine.

Évaluer

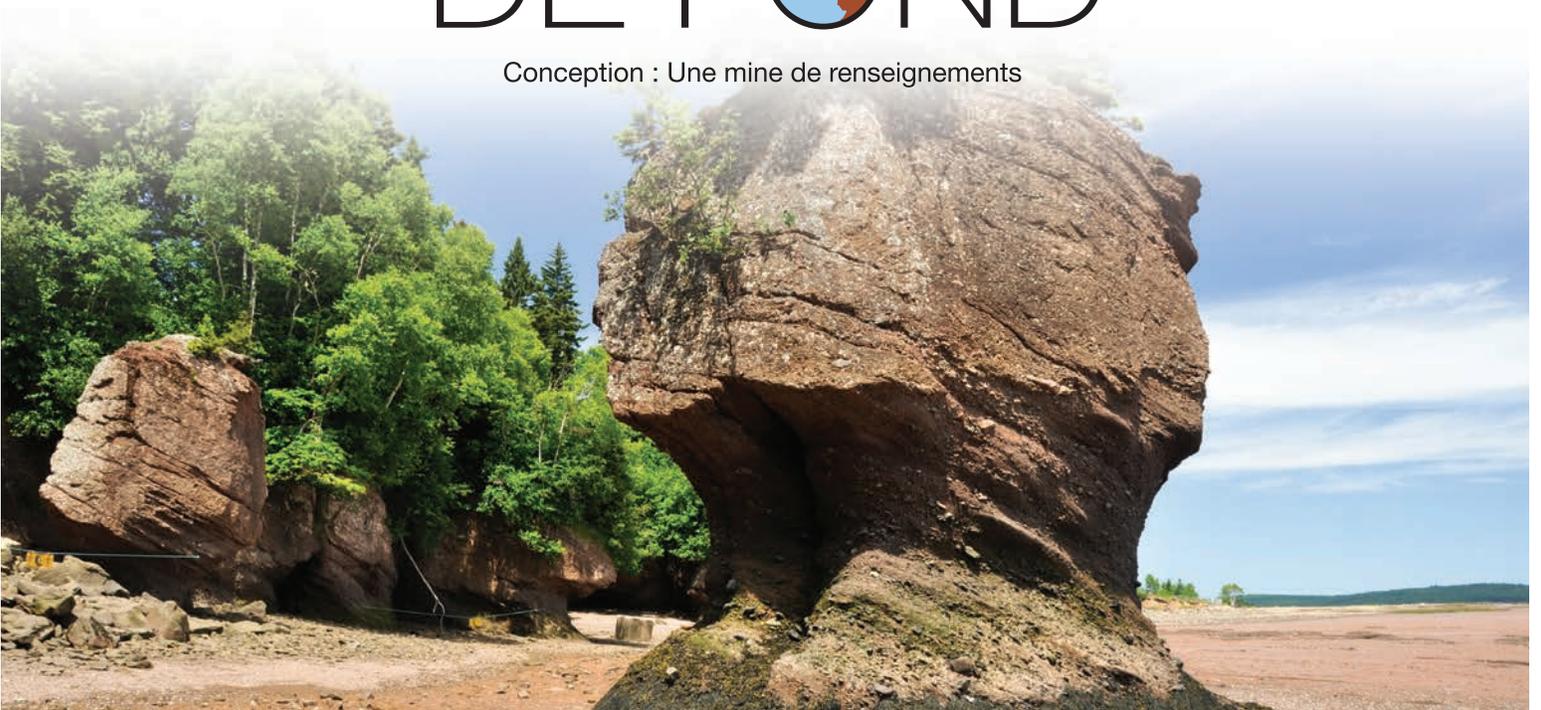
8. Utilisez les critères suivants pour évaluer les compétences de communicateur et de débattre des groupes.
- Les présentations étaient-elles bien organisées et ont-elles eu de l'effet?
 - Les équipes ont-elles présenté des données empiriques en quantités suffisantes pour défendre leur point de vue?
 - Les arguments ont-ils été présentés d'une manière logique et cohérente?
 - Les équipes ont-elles su utiliser le temps leur étant accordé de la bonne façon?
 - Les équipes ont-elles su reconnaître les points faibles des équipes adverses et poser des questions de façon stratégique?
 - Les équipes semblaient-elles bien connaître les deux côtés du débat?

RENSEIGNEMENTS À L'APPUI

La décision quant à l'ouverture de la mine de la Trillium Mines Incorporated sur sa concession de Planter Creek à Wakima sera débattue par la municipalité. Avant que le conseil municipal de puisse prendre une décision éclairée, les étudiants devront avoir clairement identifié les facteurs clés (environnementaux, sociaux et économiques, etc.) devant être pris en considération.

NOTIONS DE FOND

Conception : Une mine de renseignements



Les sols et l'érosion



Saviez-vous qu'il existe des ressources accessoires pour faciliter la présentation du présent sujet? Veuillez communiquer avec Une mine de renseignements et nous nous ferons un plaisir de vous venir en aide. Il suffit d'inscrire « Notions de fond » dans la ligne d'objet du courriel et/ou du bordereau de télécopie.

Une mine de renseignements

Tél. : 416.863.6463

Télec. : 416.863.9900

Courriel : schoolprograms@miningmatters.ca

TABLE DES MATIÈRES

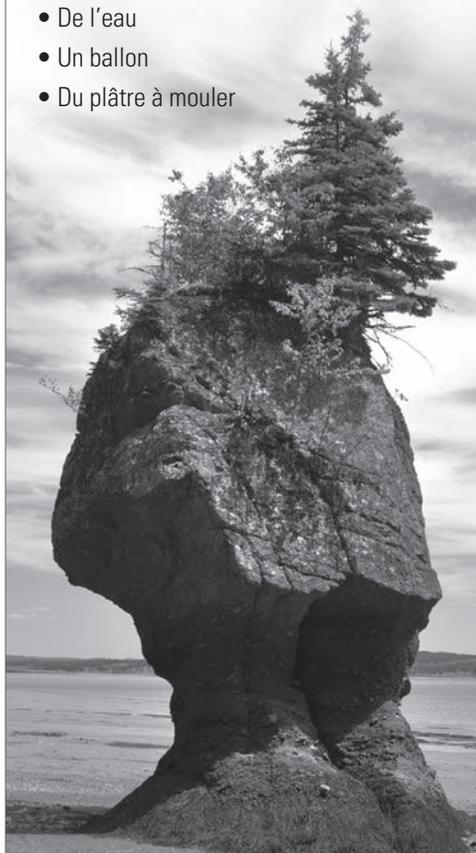
1	L'altération climatique et l'érosion _____	4
	Bulletin d'information _____	7
	Activités _____	9
	Questions au titre des activités _____	10
2	La pédogénèse _____	11
	Bulletin d'information _____	12
3	Les caractéristiques des sols _____	13
	Directives relatives aux activités _____	15
4	Les types de sols et leur utilisation _____	17
	Bulletin d'information _____	19
5	L'importance de la conservation des sols _____	20
	Activités : Le paillage et l'érosion par le vent (Démonstrations) _____	22
6	Les glaciers et les formes de relief _____	23
	Bulletin d'information _____	25
	Activité A : Questions _____	27
	Activité B : Les glaciers et les formes de relief _____	29
	Tableau : Vue d'ensemble des notions _____	30
	Activité C : Mots croisés _____	31

MATÉRIAUX REQUIS

- Documentation : Bulletin d'information *L'altération climatique et l'érosion*
- Documentation : *Activité : L'altération climatique et l'érosion*
- Des gants en caoutchouc
- Un petit verre en plastique transparent
- Une petite assiette en plastique
- Un pot solide muni d'un couvercle qui ferme bien
- Un contenant en plastique
- Un congélateur

Fournitures

- De la laine d'acier (sans savon)
- De l'eau
- Du vinaigre
- De la craie
- Du papier à lettres
- Un crayon
- Une efface
- De l'eau
- Un ballon
- Du plâtre à mouler

**RÉSUMÉ DES TÂCHES**

Les élèves :

- Examiner les effets de l'altération climatique sur les roches et les minéraux.

LES PRINCIPES DE LITTÉRACIE EN SCIENCES DE LA TERRE

GRANDE IDÉE 3 La Terre est un système interactif complexe de roches, d'eau, d'air et de vie.

LES OBJECTIFS

1. Comprendre les effets de l'altération climatique sur les roches et les minéraux.

DIRECTIVES**Éveiller**

1. Avec les élèves, préparez les trois démonstrations sur l'altération climatique (voir Préparation et mise en place). Il faut compter jusqu'à 3 jours avant d'obtenir des résultats.
2. Demandez aux élèves de prédire ce qui se passera à chaque expérience.

Explorer

3. Demandez aux élèves de réaliser deux expériences sur les activités de *L'altération climatique et l'érosion*.

Expliquer

4. Lisez les principaux thèmes de l'altération climatique dont il est question dans le bulletin d'information *L'altération climatique et l'érosion* et passez-les en revue.
5. Demandez aux élèves de répondre aux questions au titre des activités *L'altération climatique et l'érosion*, puis d'identifier les procédés d'altération climatique dans chaque démonstration et activité.

Élaborer

6. Demandez aux élèves de répondre aux questions du document *Questions sur l'altération climatique et l'érosion*.

Évaluer

7. Demandez aux élèves de concevoir une expérience dont le but est d'examiner les facteurs qui peuvent augmenter ou diminuer le degré d'un type d'altération climatique donné. Si indiqué, demandez-leur de faire leur propre enquête.

Préparation et mise en place

Démonstration 1 : Les effets de l'eau sur l'air et les roches

1. Prenez un morceau de laine d'acier de la taille approximative d'un citron.
2. Trempez la laine d'acier dans de l'eau, puis déposez-la dans une petite assiette.
3. Laissez la laine d'acier dans l'assiette pendant trois jours.
4. Mettez des gants de caoutchouc, puis frottez la laine d'acier entre vos doigts.

Démonstration 2 : Les effets de la glace sur les roches

1. Déposez un morceau de craie dans un pot solide muni d'un couvercle qui ferme bien.
2. Remplissez le pot d'eau jusqu'au bord sans laisser d'espace.
3. Mettez le pot au congélateur, pendant au moins toute une nuit, jusqu'à ce l'eau soit entièrement gelée (selon la taille du pot).
4. Retirez le pot du congélateur, puis examinez le morceau de craie.

Démonstration 3 : Les effets du gel sur les roches

1. Versez juste assez d'eau dans un ballon pour qu'il ne soit pas tout à fait plat. Retirez l'air qui pourrait s'y trouver, puis fermez-le hermétiquement.
2. Mélangez du plâtre à mouler et déposez-en une épaisseur d'environ 2,5 cm au fond d'un contenant en plastique.
3. Posez le ballon sur le plâtre, puis enrobez-le d'une autre couche de 2,5 cm de plâtre.
4. Une fois le plâtre durci, mettez le contenant dans le congélateur pendant au moins une nuit (48 heures de préférence).
5. Retirez le contenant du congélateur, puis examinez le plâtre.

RENSEIGNEMENTS À L'APPUI

Explications de la démonstration 1 : Altération chimique par oxydation

L'oxygène se mêle au fer du tampon de laine d'acier formant de l'oxyde de fer ou de la rouille. Les roches aux veines jaunes, orangères ou bruns roux contiennent du fer. Lorsque les roches sont exposées à l'air humide, le fer se trouvant sur leur surface s'oxyde et se désagrège avec le temps, comme la laine d'acier.

Explication de la démonstration 2 : Altération mécanique par broyage par la glace

En gelant, le volume de l'eau du pot augmente, broyant le morceau de craie.

Explication de la démonstration 3 : Altération mécanique par le gel

En gelant, le volume de l'eau dans le ballon augmente, cassant le plâtre qui l'entoure. En faisant dégeler le pot, puis en le congelant de nouveau, le plâtre devrait se casser encore davantage.

Explication de l'activité 1 : Altération chimique par les acides

Le vinaigre est un acide et la réaction chimique de l'acide au contact de la craie est lente. Le morceau de craie est constitué d'une sorte de calcaire, un minéral qui se transforme rapidement en de nouvelles substances au contact de l'acide. Parmi ces nouvelles substances, on compte le dioxyde de carbone, ce gaz qui se dilate dans le vinaigre. Les acides produisent des effets sur tous les minéraux, bien que très lentement. La détérioration lente des statues et des bâtiments est le fruit des pluies acides qui tombent dessus. Les bâtiments ou statues construites avec certains types de calcaire se détériorent rapidement, tandis que d'autres roches s'avèrent plus résistantes.

Explication de l'activité 2 : Altération mécanique par le vent

Les mines de crayons sont faites de graphite. On retrouve du graphique dans bon nombre de roches. Les effaces des crayons sont composées de matières à coefficient de friction élevé. En frottant l'efface sur des lignes tracées au crayon, on fait disparaître les particules de graphite et une partie du papier. Lorsque le vent fait voler des particules de sable contre les roches, le mouvement de pulvérisation du sable contre la roche agit comme l'efface, enlevant des parcelles de roche. Avec le temps, la roche s'en trouve de plus en plus réduite, pour finir en sédiment plutôt qu'en roc solide.

Mots clés :

Expressions principales : altération climatique, altération mécanique, altération chimique, érosion



LA SÉCURITÉ

- Lors de la démonstration 2, utiliser un pot fait d'une matière solide (le verre peut servir, mais il faut faire preuve de prudence, car il peut être cassant).
- Faire attention en utilisant du plâtre à modeler au cours de la démonstration 3. En se fixant, le plâtre dégage de la chaleur, pouvant causer des brûlures.

L'ALTÉRATION CLIMATIQUE ET L'ÉROSION

Nous avons maintenant observé la manière dont certaines forces, qui ont commencé à se manifester il y a de cela plusieurs millions d'années et sont toujours à l'œuvre de nos jours, façonnent sans cesse notre paysage terrestre. Un grand nombre de procédés géologiques, comme les montagnes, les canyons, les cavernes et les lacs, ont donné lieu à de nouvelles formes de relief ou ont agi sur les formes existantes. Bien que les roches semblent solides et inaltérables, elles sont en évolution constante. Les roches sur la surface de la Terre sont exposées à l'air, au soleil, à la pluie et à la glace, se transformant graduellement. Ce procédé de transformation se nomme **altération climatique**. L'altération climatique est le procédé d'érosion des roches en particules plus petites. Ce procédé lent et constant a incidence sur toutes les substances exposées à l'atmosphère de la Terre. Il existe deux types d'altérations climatiques, soit l'altération mécanique et l'altération chimique. Pendant **l'altération mécanique**, les roches se cassent en plus petits morceaux sans que leur composition n'en soit altérée. En revanche, **l'altération chimique** est le procédé par lequel la composition des roches est modifiée suite à des réactions chimiques. La plupart des paysages que nous pouvons observer sont issus d'une combinaison des procédés d'altération mécanique et chimique.



Les changements de température, l'action du gel, la croissance de cristaux, l'activité des plantes et la pulvérisation sont à l'origine de l'altération mécanique. Suite aux variations de température au fil du temps, les roches peuvent se dilater et se comprimer plusieurs fois, engendrant l'éclatement des morceaux de roches. À mesure que l'eau s'infiltré dans les fissures des roches, l'action du gel se fait sentir. En gelant, l'eau se dilate et brise les roches. Ce même procédé se produit lorsque les sels des eaux se cristallisent. Pendant la croissance des plantes, leurs racines scindent lentement les roches, donnant lieu à des activités organiques. Lorsque les surfaces des roches se joignent, elles se pulvérisent. Le déplacement, par le vent, l'eau et la glace de matières diverses occasionne généralement des collisions entre les surfaces des roches.

La plupart du temps, l'eau est à l'origine de l'altération chimique. L'eau peut en effet dissoudre la majorité des minéraux qui cimentent les roches. Les minéraux comme l'halite (le sel) et le gypse se dissolvent facilement dans de l'eau. Avec le temps, l'eau peut même décomposer la plupart des minéraux, sauf le quartz et certains autres, pour former de l'argile. Par ailleurs, l'oxygène que contient l'atmosphère réagit avec le fer (le basalte et le gabbro) dans les roches pour former une couche de rouille. Les pluies acides issues des activités industrielles des humains ont pour effet de multiplier l'altération chimique. Ces pluies acides décomposent les roches, le métal et d'autres matières.

Comment le granite se décompose-t-il? Le tableau suivant présente un procédé simplifié d'altération du granite et ses conséquences.

Le granite	L'altération	Les conséquences
Le feldspath orthoclase (rose)	Par l'eau	De l'argile
Le quartz (transparent à blanc)	Par pulvérisation	Des grains de quartz
La biotite (noire)	Par l'eau	De l'argile

Les procédés mécaniques et chimiques ont pour effet de décomposer le granite. Bien que le quartz résiste à l'altération chimique, il se décompose physiquement pour former des grains minuscules de quartz. Le feldspath orthoclase et la biotite se décomposent tous deux sous l'effet de l'altération chimique pour former de l'argile au contact de l'eau.

Une fois que le procédé d'altération a décomposé une roche en particules plus petites, ces particules sont transportées d'un endroit à l'autre par le vent, l'eau et la glace. L'expression **érosion** est généralement utilisée pour décrire la décomposition physique et la dissolution chimique des roches, ainsi que le déplacement simultané de matières d'un endroit à l'autre sur la surface de la Terre.



Les chutes Niagara s'inscrivent parmi les paysages issus de l'érosion les plus spectaculaires. Lorsque les fleuves se déchargent par-dessus la saillie des rochers, le débit accéléré de l'eau provoque de hautes turbulences au pied des chutes. Le ressaut des chutes Niagara est constitué de dolomite solide (une roche sédimentaire) sur du schiste argileux mou (une autre roche sédimentaire), facile à éroder. À mesure que l'eau turbulente ronge le schiste argileux, la paroi de dolomite est minée et s'effondre, donnant lieu au recul des chutes en amont. Au cours de milliers d'années, ce recul constant a fini par creuser un long et profond ravin en aval des chutes, à raison d'environ 1,2 mètre par année.

Les procédés d'altération climatique et d'érosion façonnent notre paysage terrestre, donnant naissance à certaines caractéristiques spectaculaires comme les canyons, les zones inondables et les cavernes. Ces deux procédés sont également responsables de la pédogénèse (la formation des sols). Bien que l'érosion puisse parfois se produire au détriment des besoins des humains, elle peut également leur être utile. À titre d'exemple : le dépôt des produits de l'érosion dans les zones inondables fertiles. Il est donc clair que l'altération climatique et l'érosion contribuent aux procédés qui assurent la subsistance des humains, des animaux et des plantes sur Terre.

MATÉRIAUX REQUIS

- De la craie
- Du vinaigre
- Un petit verre en plastique transparent

Activité 1 : Les effets de l'acide sur la roche**PROCÉDURE :**

1. Verse du vinaigre dans un verre au quart plein
2. Dépose un morceau de craie dans le verre.
3. Examine le morceau de craie et le vinaigre.

MATÉRIAUX REQUIS

- Du papier à lettres
- Un crayon muni d'une efface

Activité 2 : Les effets du vent sur les roches**PROCÉDURE :**

1. Écris ton nom au crayon sur le papier.
2. Frotte ce que tu as écrit avec l'efface du crayon.
3. Examine les traits de crayon et le papier.

Après avoir lu le bulletin d'information *L'altération climatique et l'érosion*, identifie les types d'altérations représentés dans chacune des démonstrations et des activités.

Démonstration 1 : Les effets de l'eau et de l'air sur les roches

Démonstration 2 : Les effets de la glace sur les roches

Démonstration 3 : Les effets du gel sur les roches

Activité 1 : Les effets de l'acide sur les roches

Activité 2 : Les effets du vent sur les roches

1. Décris, dans tes propres mots, le procédé d'altération climatique et d'érosion.

2. Comment les roches altérées sont-elles transportées d'un endroit à l'autre? Cite deux exemples.

3. En te basant sur les exemples du bulletin d'information de la manière dont le granite est altéré, décris comment tu crois que les roches ci-dessous sont altérées et ce qui finira par arriver?

Le grès

Le gabbro

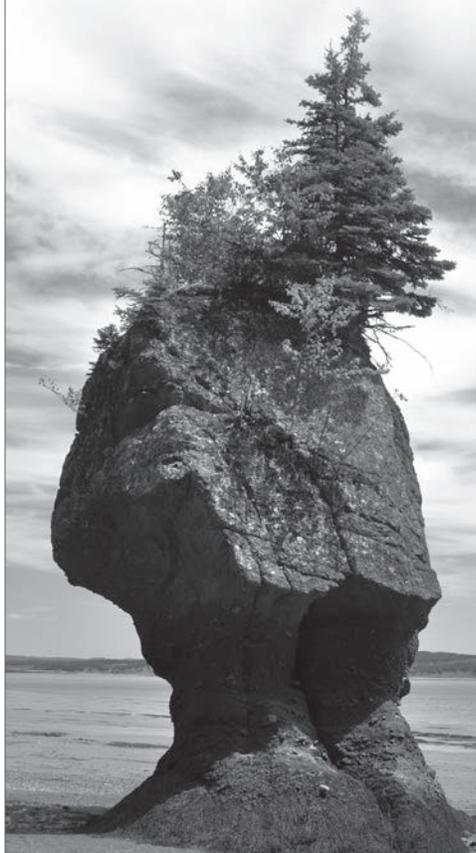
4. Fournis un autre exemple des paysages spectaculaires né de l'érosion, semblable à celui des chutes Niagara. Assure-toi d'expliquer la manière dont les processus d'érosion ont contribué à en façonner les caractéristiques.

MATÉRIAUX REQUIS

- Documentation : Bulletin d'information *La pédogénèse*
- Des gants en caoutchouc
- Un petit verre en plastique transparent
- Une petite assiette en plastique
- Un pot solide muni d'un couvercle qui ferme bien
- Un contenant en plastique
- Un congélateur

Fournitures

- De la laine d'acier (sans savon)
- De la craie
- De l'eau
- Un ballon
- Du plâtre à mouler

**RÉSUMÉ DES TÂCHES**

Les élèves :

- Décrire le procédé de formation des sols (pédogénèse) en citant les divers mécanismes météorologiques, géologiques et biologiques impliqués.
- Discerner le fait que le sol est une ressource naturelle.

LES PRINCIPES DE LITTÉRACIE EN SCIENCES DE LA TERRE

GRANDE IDÉE 3 La Terre est un système interactif complexe de roches, d'eau, d'air et de vie.

LES OBJECTIFS

1. Comprendre les mécanismes reliés à la pédogénèse.

DIRECTIVES**Éveiller**

1. Demandez aux élèves d'examiner les résultats des trois démonstrations effectuées à l'activité 3 : *L'altération climatique et l'érosion*.

Expliquer

2. Demandez aux élèves d'inscrire leurs observations à côté des prédictions qu'ils ont faites pour la démonstration.
3. Passez en revue les types d'altérations climatiques représentés dans chaque démonstration.

Expliquer

4. Lisez le bulletin d'information : *La pédogénèse, puis discutez-en*.

Élaborer

5. Demandez aux élèves d'écrire une explication de la manière dont chaque démonstration a trait à la pédogénèse.

Évaluer

6. Animez un débat en groupe en vue de répondre à la question : « *Qu'arriverait-il si nous pouvions arrêter complètement l'érosion?* ». Engagez la réflexion sur trois colonnes : points en plus, points en moins, commentaires intéressants.

RENSEIGNEMENTS À L'APPUI**Mots clés :**

Expressions principales : sol, humus, gravier, sable, limon, argile, profil pédologique, horizon A, horizon B, horizon C, horizon superficiel, matériau d'origine, terreau, altération climatique, altération mécanique, altération chimique, érosion

Expressions secondaires : pédologie, régolite, pédologue, lessivage, soubassement, mélange

LA PÉDOGÉNÈSE

La création de sols s'inscrit parmi les retombées considérables de l'altération climatique. Le **sol** est le lien entre les organismes vivants et les matières inertes. Le sol est constitué d'un **mélange** complexe de matières minérales (du gravier, du sable, du limon et de l'argile), de matières organiques (dont l'**humus** qui, par hasard, donne le nom à notre espèce dite « humaine », ou « née du sol »), d'eau, d'air et d'organismes vivants. Les matières minérales se divisent en composants distincts selon la taille de leurs grains.

Ces composants comprennent ce qui suit :

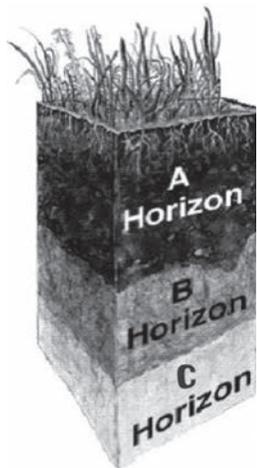
- Du gravier** - la taille de ses particules varie de 2 à 10 mm – *visibles à l'œil nu*
- Du sable** - la taille de ses particules varie de 2 à 0,02 mm – *visibles à l'œil nu et à la loupe*
- Du limon** - la taille de ses particules varie de 0,02 à 0,002 mm – *visibles au microscope optique*
- De l'argile** - la taille de ses particules est de moins de 0,002 mm – *visibles uniquement au microscope électronique*

Le sol « typique » est composé de matières minérales à 45 %, d'air à 25 %, d'eau à 25 % et de 1 à 5 % environ de matières organiques. Le **terreau** à la texture granulométrique répandue est un sol riche composé de sable, de limon et d'argile en proportions plus ou moins égales et il contient habituellement de l'humus. Le sol est un produit de l'environnement. Il se transforme, évolue et se développe constamment au cours de longues périodes de temps. Le sol diffère de la « roche pulvérisée » ou de la « terre stérile » parce qu'il est un élément vital et surtout, parce qu'il assure la croissance des plantes.

La *pédologie* est l'étude de l'origine, de l'utilisation et de la protection des sols. Ce mot est issu du grec « pedos », signifiant « pied » ou « piétiner » (songez au mot 'pédicure'). L'expression *régolite* sert à décrire les fragments et les grains de minéraux qui se sont détachés des roches suite à des mécanismes d'altération climatique sur les roches solides (soubassement rocheux) dans la plupart des endroits.

Les effets de l'altération climatique et des activités biologiques sur le régolite mènent éventuellement à la création d'un **profil pédologique**. Le type de profil pédologique qui se développe dépend de plusieurs facteurs, notamment les matières d'origine, le climat, la végétation, la topographie, le temps et les organismes. Les caractéristiques de ce profil pédologique servent à cataloguer les types de sols. Pourquoi catalogue-t-on les sols? D'abord, pour que les *pédologues* puissent prédire les comportements des sols. Ces connaissances aident les gens à discerner les sols susceptibles d'être inondés ou érodés par le vent, les sols à utiliser comme lieu de décharge et les sols les mieux adaptés aux cultures spéciales.

On peut songer au profil pédologique idéal comme étant réparti en trois horizons superposés, nommés de haut en bas : horizons A, B et C. On distingue généralement ces horizons à leurs couleurs distinctes, bien qu'ils comportent d'autres différences en termes de propriété chimique et physique.



Horizon A : la couche du dessus du sol. D'épaisseur variable, sa couleur est habituellement foncée en raison des matières organiques qu'elle contient. Ces matières organiques sont le fruit des activités biologiques des organismes du sol et de l'accumulation de matières végétales. Ces matières organiques rendent cet horizon fertile parce qu'il contient des substances nutritives favorables à la croissance des plantes. La *lixiviation* des matières peut également se produire dans l'horizon A.

Horizon B : la couche de terre en dessous de l'horizon A. Parce qu'elle ne contient pas autant de matières organiques, elle est habituellement plus pâle que l'horizon A et moins fertile. L'épaisseur de cette couche peut varier de quelques centimètres à plus d'un mètre. En raison de la lixiviation ou du mouvement de l'horizon A, l'horizon B présente des amas de particules minérales, dont celles de l'argile, du fer et des sels.

Horizon C : la couche de sol sous celle de l'horizon B. Les mécanismes de pédogénèse agissent très peu sur cette couche. Elle ressemble sensiblement aux matières dont elle provient : du sable, du gravier, des cailloux, des grosses pierres et des roches.

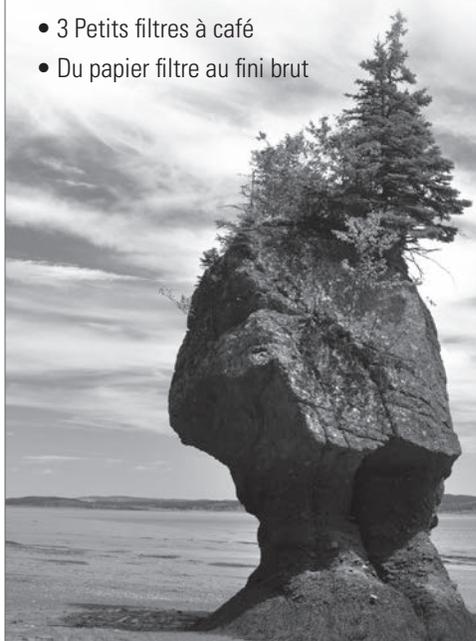
En dessous de l'horizon C, on retrouve les **matières d'origine** à partir desquelles le sol s'est développé. Ces matières d'origines peuvent être des sédiments comme des dépôts de tillite, de gravier, de sable et de limon ou de *soubassement rocheux* (roches solides).

MATÉRIAUX REQUIS

- Documentation : Activité A : *Les composants des sols*
- Documentation : Activité B : *La capacité de rétention en eau des sols*
- Documentation : Activité C : *La teneur en air dans les sols*
- Documentation : Activité D : *La diffusion capillaire dans les sols : le procédé de montée des eaux*
- 2 Loupes
- 3 Éprouvettes en verre
- 3 Bêchers gradués
- 5 Éprouvettes graduées
- 3 Élastiques pour les filtres à café
- 3 Entonnoirs
- 1 Gros pot en verre transparent
- 1 Grande assiette à fond plat (33 cm x 23 cm ou 13 po x 9 po)
- 2 Règles
- 1 Tube-siphon

Fournitures

- 1 Petit sac de sable
- 1 Petit sac d'argile
- 1 Petit sac de terre de rempotage
- De l'eau
- 3 Petits filtres à café
- Du papier filtre au fini brut

**RÉSUMÉ DES TÂCHES**

Les élèves :

- Se renseigner sur les caractéristiques des sols (capacité de rétention en eau, taille des particules, texture, p. ex.).

LES PRINCIPES DE LITTÉRACIE EN SCIENCES DE LA TERRE

GRANDE IDÉE 3 La Terre est un système interactif complexe de roches, d'eau, d'air et de vie.

GRANDE IDÉE 5 La Terre est composée d'eau.

GRANDE IDÉE 7 Les humains dépendent des ressources de la Terre.

LES OBJECTIFS

1. Comprendre le fait que le sol est principalement composé de particules de roches et de minéraux et de matières organiques ou humus.
2. Bien connaître les différents types et des différentes textures des sols.
3. Saisir le fait que chaque type de sol possède des caractéristiques distinctes.

DIRECTIVES**Éveiller**

1. Discutez des composants du sol : le gravier, le sable, le limon, l'argile, les matières organiques ou humus.
2. Fournir des définitions simples des textures basiques des sols.
3. Discutez de la manière de créer un tableau d'observations. Ces tableaux peuvent être fournis ou les élèves peuvent les créer individuellement.

Explorer, Expliquer et Élaborer

4. Passez en revue la documentation des 4 activités. Prêtez une attention particulière à la manière d'utiliser le siphon à l'activité A (voir la section sur la sécurité). Demandez aux élèves de faire ces activités et de noter leurs observations.

Évaluer

5. Demandez aux élèves de créer un tableau servant à classer chaque type de sol (sable, argile et terre de rempotage) en fonction de trois caractéristiques : leur capacité de rétention en eau, leur teneur en air et la diffusion capillaire.

RENSEIGNEMENTS À L'APPUI

Nous disposons de plusieurs moyens de cataloguer les types ou textures des sols composés principalement de matières minérales. Parmi les plus répandues, on compte le classement selon la taille des particules. Chaque type de particule se nomme **fraction granulométrique du sol**. Tout sol composé principalement de matières minérales peut être réparti en fractions granulométriques de gravier, de sable, de limon ou d'argile.

Composé d'un mélange de sable, de limon et d'argile aux proportions plus ou moins égales, le terreau est un type de texture répandue. La texture collante de l'argile trempée et du limon est compensée par la texture graveleuse du sable. Plusieurs expressions servent à décrire un sol argileux-sableux, selon le composant dominant du terreau. Parmi ceux-ci : sol sableux, sol argileux et d'autres variations, dont la glaise argilo-limoneuse et le limon sablo-argileux.

Mots clés :

Expressions principales : diffusion capillaire, composition, fraction granulométrique du sol



LA SÉCURITÉ

- Faites en sorte que les élèves se lavent les mains après avoir manipulé la terre et le sable.
- Assurez-vous d'essuyer sans tarder toute trace d'eau ayant pu être renversée sur le plancher afin d'éviter les chutes.
- L'activité A nécessite l'utilisation d'un siphon. NE JAMAIS amorcer le siphon en aspirant l'extrémité du tube. La bonne marche à suivre : remplir entièrement le tube d'eau et boucher les deux extrémités avec les pouces. Insérer une des extrémités dans l'eau du pot en baissant l'autre extrémité dans un contenant placé de manière à recueillir l'eau. Retirer les deux pouces des extrémités du tube pour amorcer le siphon.
- Manipulez toujours les pots en verre, les béciers et les éprouvettes avec soin afin d'éviter qu'ils se brisent.

MATÉRIAUX REQUIS

- Échantillon de sol
- Un gros pot en verre
- De l'eau
- Une règle
- 1 Tube-siphon
- Une cuiller ou une spatule
- Une loupe

Activité A : Les composants du sol

Question : Un échantillon de sol possède-t-il plus d'un composant?

Hypothèse : Rédige une hypothèse pour cette activité.

PROCÉDURE :

1. Examine l'échantillon de sol sec à la loupe. Décris-en la couleur.
2. Décris les diverses particules que contient le sol.
3. Prends l'échantillon et frotte-le entre tes doigts pour en sentir la texture. Inscris tes observations.
4. Remplis ton pot de sol aux trois quarts environ, puis verses-y lentement une quantité suffisante d'eau pour le couvrir. Mets de côté un quart du sol sec aux fins de comparaison ultérieure.
5. Surveille attentivement la montée de bulles dans le sol. Inscris tes observations.
6. Remplis le pot à moitié de sol et à moitié d'eau. Mets le couvercle.
7. Secoue bien le pot et mets-le de côté pour que son contenu se décante. Attends entre 20 et 30 minutes au moins.
8. Examine-le de près pour observer la grosseur des grains dans chaque couche (les plus gros et les plus petits). Une fois les couches décantées, dessine le pot et son contenu et apposes-y une étiquette.
9. Siphonne l'eau en entier en prenant soin de ne pas troubler le sol. Voir la section sur la sécurité.
10. Avec une cuiller ou une spatule, enlève soigneusement la couche supérieure. Examine-en une petite quantité sous la loupe. Prends ensuite un autre petit échantillon entre tes doigts et frotte-le. Inscris tes observations. Refais le même exercice à chaque couche.
11. Compare les échantillons détrempés et secs et inscris tes observations.
12. Ton hypothèse était-elle juste? Commente tes conclusions.

MATÉRIAUX REQUIS

- Des échantillons de sol (du sable, de l'argile, de la terre à rempoter)
- 3 Entonnoirs (ou 3 verres de styromousse au fond desquels on aura percé des petits trous)
- Des béchers gradués
- Une éprouvette graduée
- Du papier filtre au fini brut
- Une règle
- Une loupe

Activité B : Les capacités de rétention en eau du sol

Question : Les sols peuvent-ils tous contenir la même quantité d'eau?

Hypothèse : Rédige une hypothèse pour cette activité.

PROCÉDURE :

1. Examine chaque échantillon de sol à la loupe. Décris-en la couleur.
2. Décris les diverses particules que contient l'échantillon.
3. Prends l'échantillon et frotte-le entre tes doigts pour en sentir la texture. Inscris tes observations.
4. Décris la différence entre ces échantillons.
5. Essaie de prédire quel échantillon contient la plus grande quantité d'eau.
6. Pose du papier filtre au fini brut au fond de chaque entonnoir pour empêcher les échantillons de sol de s'en échapper.
7. Divise chaque échantillon de sol en portions de 50 ml et dépose chaque portion dans des entonnoirs, sans les entasser.
8. Pose un bécher gradué sous l'entonnoir.
9. Mets 50 ml d'eau dans une éprouvette graduée et verse-la lentement dans l'entonnoir, sur l'échantillon de sol. Refais cette étape avec chaque échantillon.
10. Inscris la quantité d'eau versée dans chaque bécher gradué.
11. Ton hypothèse était-elle juste? Commente tes conclusions.

MATÉRIAUX REQUIS

- Des échantillons de sol (du sable, de l'argile et de la terre à repoter)
- 4 Éprouvettes gradués
- De l'eau

Activité C : La présence d'air dans le sol

Question : Y a-t-il de l'air dans le sol? Les sols contiennent-ils tous la même quantité d'air?

Hypothesis : Rédige une hypothèse pour cette activité.

PROCÉDURE :

1. Dépose 50 ml de chacun des échantillons de sol dans trois des quatre éprouvettes graduées, sans les entasser.
2. Mets de l'eau dans la 4^e éprouvette et verses-en 50 ml dans chacune des trois éprouvettes contenant les échantillons de sol.
3. Surveille attentivement la montée de bulles dans le sol. Inscris tes observations.
4. Inscris les résultats en volumes de sol et d'eau.
5. Calcule le changement de volume du sol et de l'eau.
Le sol = 50 ml
L'eau = 50 ml
Le volume initial = 100 ml
Le volume final = x ml
Les changements de volume = Y ml
6. Ta prédiction était-elle juste? Ton hypothèse était-elle juste? Commente tes conclusions. Quel échantillon possédait le volume d'air le plus élevé entre les particules de sol?

MATÉRIAUX REQUIS

- Des échantillons de sol (du sable, de l'argile, de la terre à repoter)
- 3 Éprouvettes en verre
- Une grande assiette
- 3 Petits filtres à café
- Des élastiques
- De l'eau

Activité D : La diffusion capillaire dans les sols - le procédé de montée des eaux

Question : Les échantillons de sol feront-ils monter l'eau dans l'éprouvette en verre? Pourquoi?

Hypothesis : Rédige une hypothèse pour cette activité.

PROCÉDURE :

1. Remplis chaque éprouvette de la même quantité de sol sec (au moins 15 cm).
2. Pose un filtre à café sur chaque éprouvette et fixe-le en place avec un élastique.
3. Prédis la hauteur à laquelle l'eau montera après l'avoir versée dans chaque éprouvette.
4. Tourne l'éprouvette à l'envers dans une assiette contenant au moins 3 cm d'eau.
5. Laisse l'éprouvette dans l'assiette pendant au moins 5 minutes.
6. Prête une attention particulière à la manière dont les sols s'imbibent d'eau.
7. Inscris jusqu'où (en hauteur) chacun des échantillons de sol absorbe l'eau.
8. Ton hypothèse était-elle juste? Commente tes conclusions.

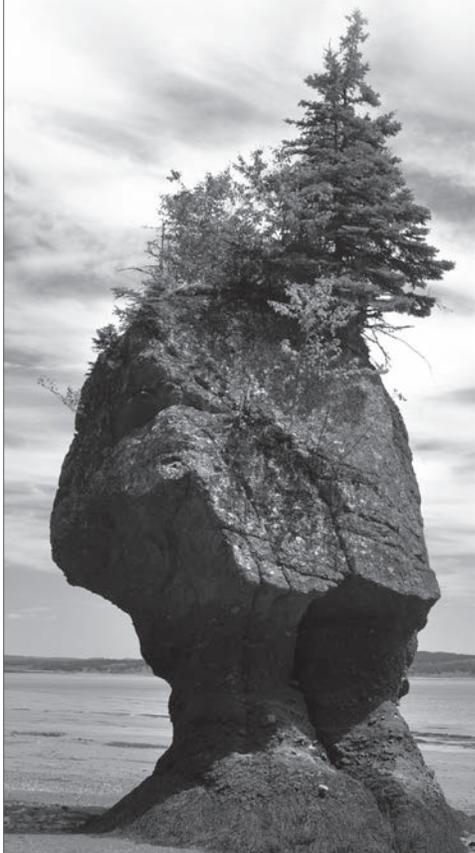
MATÉRIAUX REQUIS

- Documentation : *Les types de sols et leur utilisation*

Autres outils d'enseignement :

La ressource d'apprentissage intitulée : « Teaching Soil Science », élaborée par Soil Science British Columbia au www.soilsofcanada.ca

Ce site présente un excellent aperçu de tous les aspects de sols au Canada et de nombreuses images de sols de types variés.

**RÉSUMÉ DES TÂCHES**

Les élèves :

- Savoir reconnaître que le sol est une ressource naturelle et expliquer la manière dont ses caractéristiques déterminent l'utilisation que l'on en fait.

LES PRINCIPES DE LITTÉRACIE EN SCIENCES DE LA TERRE

GRANDE IDÉE 3 La Terre est un système interactif complexe de roches, d'eau, d'air et de vie.

LES OBJECTIFS

1. Comprendre que l'utilisation que l'on fait des différents sols varie en fonction du type de sol.
2. Comprendre le fait que les différents types de sols sont adaptés à des produits agricoles distincts.

DIRECTIVES**Éveiller**

1. Questionnez la classe sur les propriétés du sol.
2. Lancez des idées sur la raison pour laquelle différents types de sols servent à fins différentes. Assurez-vous de soulever la question du potentiel de rétention en eau des sols.

Explorer

3. Lisez la documentation : *Les types de sols et leur utilisation* et discutez-en.

Expliquer et Élaborer

4. Demandez aux élèves d'enquêter les types et l'utilisation des sols dans leur région.

Évaluer

5. Posez les questions suivantes aux élèves :

Quels types de sols sont les mieux adaptés aux fonctions suivantes :

- a. Le stockage de matières dangereuses
 - b. Les sites de décharge
 - c. Les projets de conservation (de reboisement)
 - d. Les sites récréatifs (terrain de soccer, de baseball)
 - e. Le maraîchage
 - f. Les troupeaux
6. Disposez les élèves en groupes de deux ou trois et demandez-leur de fournir les raisons de leurs réponses. Demandez à l'un d'eux d'inscrire les suggestions en style télégraphique.
 7. Demandez aux élèves de débattre les pour et les contre de la variété de telles utilisations.

RENSEIGNEMENTS À L'APPUI

Quel type de sol offre la meilleure clé de réponse :

a. Le stockage de matières dangereuses :

Réponse : les sols argileux et les roches sans fissure. Ces matières sont moins aptes à filtrer à travers la nappe souterraine ou au-delà du lieu de stockage.

b. Les sites de décharge

Réponse : les sols argileux parce que les déchets sont moins aptes à filtrer à travers la nappe souterraine.

c. Les projets de conservation (de reboisement)

Réponse : les sols sableux et graveleux moins productifs.

d. Les sites récréatifs (terrain de soccer, de baseball)

Réponse : les sols moins productifs, les mines et carrières désaffectées, au contenu élevé de sable, parce qu'elles sont bien drainées.

e. Les sites de culture maraîchère :

Réponse : les sols organiques en raison de leur teneur élevée en substances nutritives.

f. Les sites de pâturage des troupeaux

Réponse : les sols rocheux peu profonds ne pouvant guère servir à autre chose.

Mots clés :

Expressions principales : texture, matière organique, sols forestiers, sols organiques, sols minéraux

LES TYPES DE SOLS ET LEUR UTILISATION

Tout comme l'eau, les sols sont une ressource précieuse à toutes les formes de vie. Les plantes vertes puisent leur énergie du soleil. Les organismes végétaux absorbent l'eau, les gaz et les substances nutritives des minéraux qui sont ensuite intégrés aux corps des plantes. Les plantes consommées par les animaux et les humains sont éventuellement converties en tissu animal. La décomposition des corps des plantes et des animaux et l'échappement de leurs déchets dans le sol permettent aux organismes vivants de réutiliser ces matières. Les sols servent donc d'interface ou de lien essentiel aux espèces vivantes et aux matières inertes.

Les sols sont composés de choses différentes. Les roches sont érodées par l'eau, le vent et la glace. Elles sont brisées suite à des procédés physiques ou chimiques pour former de minuscules particules minérales. La taille et surtout la **texture** de ces particules minérales servent à identifier les caractéristiques des sols et à les cataloguer :

- L'argile contient les particules les plus fines et les plus grands vides d'air, mais elle possède une plus grande capacité d'absorption et de rétention en eau.
- Bien que le sable et le gravier contiennent les particules les plus grosses et de grands pores, leur vide d'air total est moins prononcé. Leur capacité de rétention en eau est minime et l'eau s'en échappe aisément.
- Les particules des terreaux et l'espace qu'elles occupent sont moyens. Elles peuvent retenir l'eau plus facilement que le sable et le gravier.

Les espaces irréguliers entre les particules de minéraux (les pores) facilitent l'infiltration de l'eau, des vapeurs d'eau et des gaz atmosphériques (oxygène, dioxyde de carbone et nitrogène) dans les sols. Les **matières organiques** en décomposition provenant d'organismes végétaux et du sol sont ajoutées au sol au fil du temps. Les matières organiques sont des composants essentiels du sol, car elles lui apportent des substances nutritives et ont incidence sur sa structure et sa capacité de rétention en eau. Le sol contient en outre des organismes vivants, y compris des micro-organismes comme des bactéries, les champignons, des protozoaires et divers micro-organismes comme les insectes. Ces organismes constituent un élément important de la pédogénèse.

Le système canadien de classification des sols répartit les sols en plusieurs types. Ces types de sols sont regroupés en trois catégories principales, dont les sols forestiers, les sols organiques et les sols minéraux.

Les sols forestiers sont habituellement brunâtres et ils contiennent un horizon B bien développé. Il existe trois catégories de sols forestiers : luvisolique, brunisolique et podzolique qui se distinguent par le développement particulier de leur sol et leur horizon pédologique.

Les sols minéraux, généralement de couleur grise, sont habituellement riches en matières minérales (sable, limon et argile) et contiennent peu d'humus. Ces sols sont typiquement humides et se développent dans les terres basses, ils sont soumis à de fréquentes inondations et à la saturation en eau. La catégorie principale des sols minéraux est gleysolique.

Les sols organiques sont habituellement noirs et composés principalement de matières organiques, de sorte qu'ils sont très fertiles. On les retrouve généralement dans les tourbières ombrotrophes (les hauts marais), les marécages et les terres humides. Les sols organiques comptent trois catégories principales : fibrisol, mésisol et humisol qui se distinguent par la quantité de matière organique décomposée qu'ils contiennent.

Étant donné les caractéristiques distinctes de ces sols d'un endroit à l'autre, l'exploitation agricole et le type de produits agricoles qu'ils peuvent soutenir diffèrent également. Les sols peu profonds sur roches de fond servent habituellement à la gestion de grandes étendues de pâturages et de forêts. Ces sols ne sont pas assez profonds pour la culture de produits agricoles à fort rapport économique. Les sols organiques servent à la production intensive de produits agricoles à fort rapport économique, comme les légumes. Les plaines de levage servent généralement aux cultures spécialisées comme les fruits, les légumes et le tabac. Ces plaines contiennent des couches enrichies d'argile afin d'en améliorer l'absorption d'humidité disponible.

Au Canada, bon nombre de sols sont soumis à des conditions difficiles en raison de la culture intense et de la perte de terres productives qu'engendre l'urbanisation. Le niveau de matières organiques dans de grandes superficies est faible et la santé des sols sera compromise à l'avenir si des pratiques de conservation ne sont pas adoptées.

MATÉRIAUX REQUIS

- Documentation : Tableau *Vue d'ensemble des notions*
- 2 Pots à fleurs (de 10 cm ou plus)
- Une pesée ou une balance électronique
- 4 Plateau de culture en plastique (mesurant environ 22 cm x 45 cm x 6 cm sans puits de drainage)
- Un séchoir à cheveux
- Une grande boîte en carton (assez grande pour contenir les plateaux)
- Des lunettes de sécurité

Fournitures :

- Du sol
- De la tourbe mousseuse
- Du sable
- Des graines de graminées à croissance rapide

**RÉSUMÉ DES TÂCHES**

Les élèves :

- Évaluer l'importance de la conservation des sols (son importance sur le plan économique pour l'industrie agroalimentaire, pour le contrôle du flux des eaux nécessaires à la croissance des plantes).

LES PRINCIPES DE LITTÉRACIE EN SCIENCES DE LA TERRE

GRANDE IDÉE 3 La Terre est un système interactif complexe de roches, d'eau, d'air et de vie.

GRANDE IDÉE 7 Les humains dépendent des ressources de la Terre.

GRANDE IDÉE 9 Les humains transforment considérablement la Terre.

LES OBJECTIFS

1. Regarder deux démonstrations illustrant l'importance de la conservation des sols, de l'érosion des sols et des méthodes de conservation des sols.

DIRECTIVES

REMARQUE : Commencer la démonstration de paillis trois jours avant. Commencer la démonstration de l'érosion par le vent de 14 à 20 jours avant.

Éveiller

1. Passez en revue l'utilisation que l'on fait des sols.
2. Passez en revue la notion d'érosion.

Explorer, Expliquer et Élaborer

3. Demandez aux élèves de rédiger une hypothèse sur la question suivante : Quelles sont les conséquences de l'ajout d'une couche de tourbe mousseuse sur le dessus du sol?
4. Faites la démonstration d'*Ajout de tourbe mousseuse* et demandez aux élèves de formuler leurs observations par écrit et de voir si leur première hypothèse était juste.
5. Demandez aux élèves de rédiger une hypothèse sur la question suivante : Comment chaque type de sol réagit-il aux différentes vitesses du vent?
6. Faites la démonstration de l'*Érosion par le vent* et demandez aux élèves de formuler leurs observations par écrit et de voir si leur première hypothèse était juste.

Évaluer

7. Demandez aux élèves de créer un message d'intérêt public visant convaincre les gens de faire le nécessaire pour empêcher l'érosion du sol et pourquoi cela est important. Ils peuvent utiliser des produits comme une page Web, de l'animation, une affiche ou une brochure.

Le Service d'information sur les sols du Canada

Le Service d'information sur les sols du Canada (SISC) est constitué d'une série de couvertures cartographiées par SIG. Elles illustrent les caractéristiques essentielles des sols et des terres de l'ensemble du pays. Vous y trouverez également une galerie de photos du SISC. <http://sis.agr.gc.ca/siscan/index.html>

RENSEIGNEMENTS À L'APPUI

Démonstration de l'ajout de tourbe mousseuse :

Le recouvrement du sol d'une matière poreuse épaisse comme de la tourbe mousseuse se nomme **paillage**. Parce qu'il protège la surface du sol contre la chaleur et les rayons du soleil, un bon paillis ralentit le procédé d'évaporation d'eau du sol. Cette pratique est essentielle à la croissance de la végétation et au ralentissement de l'érosion.

Démonstration de l'érosion par le vent :

À faible vitesse, le vent devrait facilement faire voler le sable sec. Le vent et l'eau érodent facilement le sable. Il est plus difficile de faire voler du sable humide, car l'eau génère de la tension entre ses particules, les maintenant en place. Il devrait aussi être plus difficile de faire voler ensemble le sable et la tourbe mousseuse en raison de la capacité de rétention en eau et de la surface de la tourbe mousseuse. Comparez cet exemple à la *démonstration de l'ajout de tourbe mousseuse* où la tourbe mousseuse a préservé l'humidité du sol. Conserver les graminées (le gazon) et le sable ensemble dans l'assiette même lorsque la vitesse du vent est élevée, car leurs racines maintiennent les particules de sable en place. Si le gazon est bien développé, en arracher une petite touffe pour démontrer la capacité de rétention de ses racines.

Mots clés :

Expressions principales : érosion, paillage



LA SÉCURITÉ

- **Attention** : Le vent peut facilement faire voler le sable. Porter des lunettes de sécurité.

Démonstration de paillage

Question Qu'arrive-t-il lorsque l'on dépose une couche de tourbe mousseuse par-dessus le sol?

Hypothèse Demandez aux élèves de rédiger une hypothèse.

Matériel 2 Pots de fleurs, du sol, de la tourbe mousseuse, une pesée/balance.

Procédure

1. Divisez un échantillon de sol humide en deux parties égales.
2. Déposez chaque partie dans un pot de fleurs.
3. Couvrez une des deux parties d'échantillon de tourbe mousseuse humide (humecter la tourbe en la faisant tremper dans de l'eau pendant environ 10 minutes), sans couvrir l'autre.
4. Mesurez la masse de chaque pot avec son contenu.
5. Prédisez les résultats.
6. Mettez les deux pots côte à côte dans un endroit ensoleillé pendant 3 jours.
7. Mesurez de nouveau précieusement la masse de chaque pot avec son contenu.
8. Une fois la masse enregistrée, enlevez soigneusement la tourbe mousseuse du pot et comparez l'apparence de la surface du sol dans chaque pot (le degré de dessèchement ou d'humidité).
9. En partant de la masse des pots et de leur contenu avant et après qu'ils aient été exposés au soleil, trouvez la perte de masse du contenu de chaque pot en soustrayant l'une de l'autre.
10. Votre prédiction était-elle juste?

Démonstration de l'érosion par le vent

Question Comment chaque type de sol réagit-il aux différentes vitesses du vent?

Hypothèse Demandez aux élèves de rédiger une hypothèse.

Matériel Du sable, de la tourbe mousseuse, des graines de graminées à croissance rapide, quatre plateaux de culture en plastique sans puits de drainage, un séchoir à cheveux, une grande boîte en carton (où déposer les plateaux).

Procédure

Quatre échantillons : (1) du sable sec; (2) du sable humide; (3) du sable et de la tourbe mousseuse humide en quantités égales; (4) du sable avec pousse de gazon.

Plantez les graines de graminées dans le sable de 14 à 20 jours avant la démonstration.

1. Mettez du sable en quantité suffisante (à environ 2,5 po de profondeur) dans chacun des quatre plateaux.
2. Garder le premier plateau de sable bien au sec.
3. Tremper le sable du second plateau.
4. Mélangez une quantité égale de tourbe mousseuse humide dans le deuxième plateau de sable.
5. Mélangez les graines de graminées dans le quatrième plateau et arrosez-les légèrement. Laissez-les germer et pousser. Ajoutez de l'eau au besoin. Essayez de faire en sorte que le sable soit plutôt sec au moment de la démonstration.
6. Avant d'utiliser le séchoir (en guise d'érosion par le vent), déposez chaque plateau dans la grande boîte en carton pour mieux contrôler la rafale de sable.

Attention : le sable sec se soulève facilement. Mettez des lunettes de sécurité.

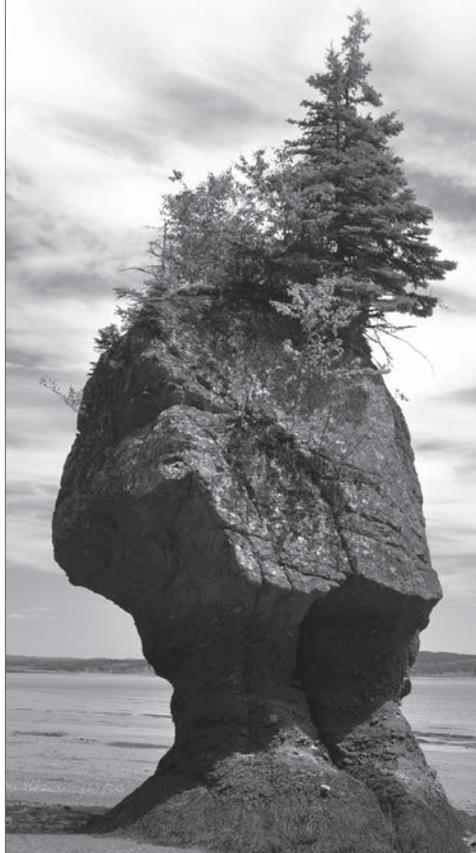
7. Pour démontrer les effets du vent, réglez le séchoir à bas niveau à chaque cas.
8. En l'absence d'une réaction dans l'un ou l'autre des cas, réglez le séchoir au niveau moyen.
9. Réglez le séchoir au niveau élevé si nécessaire.

MATÉRIAUX REQUIS

- Documentation : Bulletin d'information *Les glaciers et les formes de relief*
- Documentation : Activité A - *Les glaciers et les formes de relief : Questions relatives à la lecture*
- Documentation : Activité B - *Les glaciers et les formes de relief – Devoir : Étude des formes de relief glaciaires*
- Documentation : Tableau *Vue d'ensemble des notions* (2 par élève)
- Documentation : Activité C : *Mots croisés*

Fournitures :

- Des cubes de glace
- Du sable
- Une planche en bois tendre

**RÉSUMÉ DES TÂCHES**

Les élèves :

- Étudier les effets du climat sur les roches et les minéraux.

LES PRINCIPES DE LITTÉRACIE EN SCIENCES DE LA TERRE

GRANDE IDÉE 3 La Terre est un système interactif complexe de roches, d'eau, d'air et de vie.

GRANDE IDÉE 4 La Terre se transforme sans cesse.

LES OBJECTIFS

1. Participer à un débat sur les glaciers, animé par l'enseignant.
2. Faire l'activité A : *Les glaciers et les formes de relief - Questions relatives à la lecture.*
3. Faire le devoir de l'activité B : *Étude des formes de relief glaciaires.*

DIRECTIVES**Éveiller**

1. Passez en revue l'activité 1 : L'altération climatique et l'érosion.

Explorer

2. Faites la démonstration suivante :
 - Sortez un cube de glace du congélateur. Attendez qu'il commence à peine à fondre, puis trempez-le dans le sable.
 - Dans un mouvement circulaire de la main, frottez la face du cube couverte de sable contre la planche en bois tendre. Continuez de tremper le cube dans le sable de sorte qu'il en soit toujours couvert lorsque vous le frottez contre le bois.
 - Après quelques minutes, examinez la surface de la planche. La glace aura frotté le sable contre le bois, tout comme les glaciers se frottent contre les roches.

Expliquer

3. Lisez le bulletin d'information : *Les glaciers et les formes de relief.*

Élaborer

4. Demandez aux élèves de faire l'activité A : *Questions relatives à la lecture.*
5. Demandez aux élèves de faire l'activité C : *Mots croisés*

Évaluer

6. Demandez aux élèves d'étudier les caractéristiques des glaciers et de faire l'activité B : Tableau *Vue d'ensemble des questions et des notions.*

RENSEIGNEMENTS À L'APPUI

Les principaux éléments de la démonstration :

La glace des glaciers ramasse des fragments de roches ayant été détachés pendant le procédé d'altération climatique. La taille de ces fragments de roche peut varier de grosses pierres aux angles vifs à de minuscules fragments de sable. Les glaciers frottent ces matières contre le substrat rocheux, le rongent et laissant apparaître des coups de gouge sur la surface émergée. C'est ainsi que les glaciers peuvent fortement provoquer l'érosion.

Solution des mots croisés

Horizontalement :

- 5 - drumlin
- 8 - gravité
- 10 - zone d'accumulation
- 13 - altération climatique

Verticalement :

- 1 - érosion éolienne
- 2 - marmite de géant
- 3 - glissement basal
- 4 - humus
- 6 - glacier
- 7 - écoulement plastique
- 9 - argile à blocs
- 11 - érosion
- 12 - zone d'ablation

Mots clés :

Expressions principales : glacier, glaciation, névé, glissement basal, gravité, écoulement plastique, zone d'accumulation, zone d'ablation, moraine, drumlin, esker, marmite de géant

Expressions secondaires : calotte glaciaire continentale, glacier alpin



LA SÉCURITÉ

- Assurez-vous d'essuyer sans tarder toute trace d'eau ayant pu être renversée sur le plancher suite à la fonte des cubes de glace afin d'éviter les chutes.

LES GLACIERS ET LES FORMES DE RELIEF

Comme nous l'avons appris dans les leçons précédentes, les activités tectoniques au creux de la Terre sont grandement responsables du façonnement du paysage (souvenez-vous de la formation de plis et de failles). D'autres mécanismes façonnent également les paysages qui nous entourent. À travers les âges, les **glaciers** ont transformé la surface de la Terre et à certains endroits, ce procédé se poursuit toujours. L'expression **glaciation** se réfère à la formation et au mouvement des glaciers. Ceci comprend l'accumulation de neige pouvant éventuellement mener à la formation de masses glaciaires et au mouvement de crue et de régression des glaciers donnant lieu à des formes de relief sédimentaires et d'érosion. Les pentes raides des montagnes, les rochers creusés de gorges et les grandes nappes de tillite offrent tous des exemples de l'effet des glaciers.

Les glaciers sont constitués d'énormes blocs de glace épais. Ils couvrent environ 10 % de la surface de la Terre. On les retrouve sur chaque continent, sauf en Australie. On nomme calotte glaciaire les glaciers les plus gigantesques. Ils sont composés d'énormes plateaux de glace pouvant atteindre plusieurs kilomètres d'épaisseur et s'étendre sur de très grandes distances. *Les calottes glaciaires continentales* englobent l'Antarctique et une partie du Groenland, de l'Islande, de la Russie, de l'Alaska et du Canada. La calotte glaciaire au Groenland mesure environ 3 kilomètres d'épaisseur! D'autres types de glaciers, nommés *montagnes* ou *glaciers alpins* sont plus petits, mais plus répandus. Il existe plus de 100 000 exemples de ces types de glaciers dans le monde entier.

Les glaciers détiennent presque 75 % de la réserve mondiale en eau douce. Si tous les glaciers du monde entier devaient fondre, les niveaux des mers monteraient de 55 mètres. Pour obtenir une meilleure idée de ce que ceci veut dire, imaginez-vous les villes côtières de Vancouver, New York, Halifax et Londres sous l'eau!

Les glaciers prennent forme là où l'air n'est jamais assez chaud l'été pour faire fondre entièrement la neige. Au fil du temps, la neige s'accumule, s'enfonçant de plus en plus. Le poids de chaque nouvelle chute de neige comprime la couche de neige qui se trouve en dessous, la transformant en **névé** —une neige dense et bien tassée. Jumelés à la pression croissante de la neige sus-jacente, les mouvements successifs de fonte et de gel transforment le névé en glace glaciaire transparente et dure.



Les glaciers ne sont pas des morceaux de glace immobiles. Ils sont au contraire toujours en mouvement et ce mouvement a incidence sur la surface de la Terre. Les glaciers se déplacent habituellement très lentement, soit de 2,5 à 5 centimètres par jour, bien que certains aient déjà franchi plusieurs mètres par jour. À la base, le mouvement des glaciers peut se faire de deux façons. La première, nommée **glissement basal**, se produit lorsque la force de la **gravité** fait descendre un glacier des collines. La base du glacier repose sur une mince couche d'eau, lui permettant ainsi de glisser sur la surface rocheuse sous-jacente. L'eau qui se trouve à la base du glacier se forme lorsque la chaleur découlant de la *friction* fait fondre la glace. (Il y a friction lorsque deux objets se frottent l'un contre l'autre). En plus de produire de la chaleur, la friction ralentit le mouvement

des glaciers. Le glissement basal se produit le long de la base du glacier et nous pouvons en observer la preuve dans les striures et les cannelures laissées dans le rock une fois la neige fondue. L'autre façon dont les glaciers se déplacent est **l'écoulement plastique**. Ce mouvement se produit dans le glacier suite à de fortes pressions. Le poids énorme de la glace force en effet chacun des cristaux de glace à s'aligner de manière à glisser par frottement. Ce mouvement constant force la glace à se replier et à s'écouler. On peut observer un exemple du mécanisme d'écoulement plastique en pressant un tube de pâte dentifrice. En mettant de la pression sur le tube, la pâte dentifrice à l'intérieur se replie et s'écoule. Mais dès que l'on arrête de mettre de la pression, la pâte conserve sa forme jusqu'à ce que nous y mettions encore de la pression. À la manière de la pâte dentifrice, la glace glaciaire agit comme une matière plastique. Tous les glaciers se déplacent par l'une ou l'autre de ces méthodes. Toutefois, les glaciers situés dans des endroits très froids, comme l'Antarctique, ont tendance à se déplacer selon l'écoulement plastique plutôt que l'écoulement basal, car le froid à cet endroit est si intense qu'il n'y a pas d'eau à la base du glacier pour lui permettre de glisser. Ce glacier est donc figé au sol.



Il faut aussi de se rappeler que les glaciers perdent et gagnent constamment de la glace (comme tous les autres éléments naturels, ils se transforment sans cesse, bien que ces transformations ne soient pas toujours faciles à observer). Chaque fois que la neige tombe, elle se dépose dans la **zone d'accumulation**, la partie la plus élevée et la plus froide de la montagne. Le glacier continue de prendre de l'ampleur et d'avancer à chaque chute de neige. En revanche, la **zone d'ablation**, située en bordure du glacier, est l'endroit où les glaciers perdent de la neige. La fonte et à l'évaporation sont responsables de la perte de glace et de neige des glaciers.

En se déplaçant sur la surface de la Terre, les glaciers produisent un affouillement glaciaire, dont l'effet ressemble au nettoyage du comptoir de cuisine avec de la laine d'acier. Ce mouvement transforme et façonne considérablement le paysage. La forme du sommet des montagnes, des vallées et d'autres formes de relief remarquables constituent quelques-uns des effets du mouvement des glaciers.

Le Canada compte plusieurs formes de relief glaciaires. Les types de formes de relief glaciaires d'une région donnée sont fonction de procédés distincts et de l'influence de la géologie locale et régionale au moment de la glaciation. Les sédiments transportés et déposés par les glaciers sont un mélange de sédiments et de roches nommés **névé**. Les glaciers poussent le névé dans des **moraines**, une sorte de dépôt montagneux, comme le font les boteurs (bulldozers) géants. Ces moraines se forment autour, à l'intérieur et devant le glacier. Parmi les autres formes de relief créées par les glaciers, on compte les **drumlins**. Ces collines en forme de cuiller inversée sont présentes dans tout le Canada. Les **eskers** sont de longues crêtes sinueuses de sédiments, déposés par des courants issus de la fusion des glaciers et qui se sont écoulés dans les tunnels à l'intérieur et sous les glaciers. Les **marmites de géant** sont des régions en forme de bols creusés dans le sol. Elles se sont formées après la fonte de blocs de glace enfouis dans des sédiments. Par la suite, certaines marmites de géant se sont remplies d'eau pour former de petits lacs ronds. Nous pouvons ainsi constater que, l'action de frottement et de rainurage de la surface de la Terre et de déplacement des sédiments et des roches par les glaciers au cours de milliers d'années ont façonné et façonnent toujours notre paysage.



1. Fournis, en tes propres mots, une explication de la phrase : « Les glaciers ont façonné (et façonnent toujours) le paysage de la Terre de manière significative ».

2. Fournis, en tes propres mots, une définition des expressions *glacier* et *glaciation*.

3. Explique la manière dont les glaciers se forment et se déplacent.



4. Discute des expressions *glissement basal* et *écoulement plastique*.

5. Décris trois des formes de relief issues de la glaciation.

6. Fournis une définition des expressions suivantes :

Névé :

Zone d'accumulation :

Zone d'ablation :

Les formes de relief glaciaires sont issues du mouvement des glaciers. Parmi les formes de relief engendrées par la glaciation on compte les eskers, les drumlins, les moraines, les marmites de géant et les tillites. Bien que nous ayons étudié ces formes de relief dans cette leçon, tu dois maintenant étudier en détail DEUX de ces formes de relief.

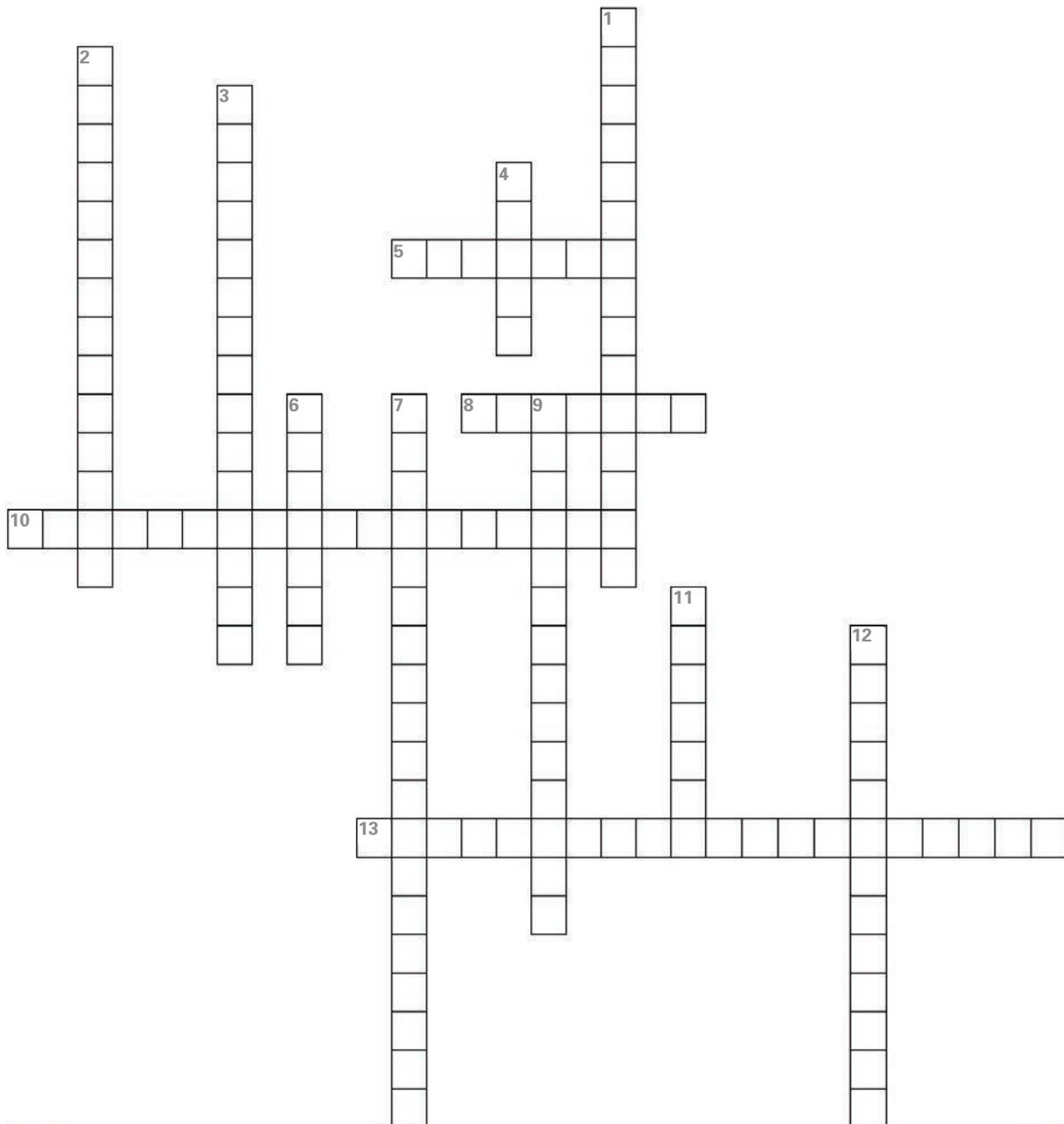
- A.** Tu devras remplir deux tableaux « Vue d'ensemble des notions », soit un sur chaque type de forme de relief que tu choisiras.
- B.** Tes recherches doivent comprendre des renseignements sur l'endroit où se trouve la forme de relief que tu as choisie, surtout si elle se trouve dans ta région.
- C.** Tu devras utiliser au moins deux ressources. Assure-toi de référencer ta source.

Notion	Exemples	Caractéristiques

À quoi cela ressemble-t-il?	À quoi cela ne ressemble-t-il pas?	Peux-tu l'illustrer?

Définition

--

**HORIZONTALEMENT**

5. Des collines de sédiments glaciaires bombées en forme de cuiller.
8. Une puissance qui contribue à la création des glaciers et te maintient solidement sur Terre.
10. La partie d'un glacier où la quantité de neige qui tombe est supérieure à la quantité de neige fondue.
13. Ce procédé réduit la roche en petits morceaux.

VERTICALEMENT

1. Une forme d'érosion pouvant te faire tomber.
2. Relief glaciaire en forme de bol – il se transforme en lac lorsqu'on y ajoute de l'eau.

3. La manière dont les glaciers se déplacent : la ligne de fond.
4. Une matière organique nécessaire à la formation des sols.
6. Un énorme bloc de glace qui couvre tous les continents, sauf à l'un des antipodes.
7. Le mouvement des glaciers – on le compare à la manière dont la pâte dentifrice se déplace dans son tube.
9. Des dépôts de tillite en forme de montagne, créés par les glaciers.
11. L'effondrement physique des roches.
12. La partie d'un glacier où la fonte a lieu.