Géopanorama d'Ottawa et de Gatineau

Leçons (7e année) pour Géopanorama d'Ottawa et de Gatineau
F. Fiset et J. Aylsworth

Thème 2 : Le temps en profondeur, les roches anciennes

Liste des attentes		
Classe	Matière et sujet	Attentes
7e	Science : Les systèmes de la Terre et de l'espace La croûte terrestre	• comprendre les processus externes qui changent la croûte terrestre • analyser, grâce à l'observation, les preuves de changements géologiques (p. ex. les fossiles, les strates) • décrire, à partir de simulations et de modèles, l'origine et l'histoire des caractéristiques naturelles du paysage local • décrire, à partir de modèles, les processus qui engendrent les failles à la surface de la Terre
7e	Géographie : Modèles en géographie physique	• identifier et décrire les types de climats dans le monde • comprendre l'interaction des divers facteurs qui déterminent les types de climats : la latitude, l'altitude, les systèmes de vents, les masses d'air, la proximité de larges étendues d'eau, les courants océaniques

Aperçu
Le thème Géopanorama « Le temps en profondeur » comprend des leçons qui initieront les élèves au concept du temps géologique. Vous leur présenterez l'échelle du temps géologique, en mettant l'accent sur sa longueur, sa subdivision en éons et en ères, ainsi que sur son système de mesure. Vous passerez en revue les assemblages de fossiles, une fois que vous aurez expliqué aux élèves la nature des fossiles et l'importance que représente l'évolution des formes de vie, au fil du temps, pour la datation géologique. Vous leur expliquerez également la dérive des continents et son rapport avec le développement du Géopanorama actuel de la région d'Ottawa-Gatineau.

Au terme de ces leçons, les élèves seront en mesure :

- d'expliquer l'énorme longueur du temps géologique et la brièveté de l'existence humaine;
- d'identifier les périodes de formation des roches que l'on retrouve dans la région d'Ottawa et d'expliquer la raison des lacunes entre les âges des roches d'Ottawa;
- de se rendre compte que les continents bougent, au fil du temps;
- d'identifier les fossiles locaux;
- de reconnaître les preuves des changements climatiques qui ont eu lieu au cours de notre histoire géologique.

Ce projet a été financé par le Ministère des Ressources Naturelles du Canada et le gouvernement de l'Ontario

Leçons suggérées	
Prise de notes par les élèves	
Jeu de mots-clés	Jeu d'association de mots
Leçon 1	Quelle est la plus vieille chose que vous connaissiez? Étudier l'échelle du temps géologique et faire ressortir l'ampleur du temps géologique en comparaison avec la longévité de l'être humain. Passer en revue l'âge de formation géologique des roches de la région d'Ottawa-Gatineau.
Leçon 2	Bande chronologique Établir une chronologie des évènements géologiques importants de la région d'Ottawa-Gatineau.
Leçon 3	Dessiner et reconnaître les fossiles d'Ottawa. Dessiner quatre fossiles différents de la région d'Ottawa et reconnaître ceux qui ont été dessinés par les autres élèves.
Leçon 4	À l'intérieur de la Terre
Leçon 5	Les continents à la dérive. Cette activité de laboratoire montre de quelle manière les courants de l'intérieur de la Terre sont à l'origine de la dérive des continents.
Leçon 6	C'est la faute au graben. Une présentation de remarques sur le mode de formation des grabens et un exercice sur feuille contenant des questions sur la dérive des continents le long des failles et sur la manière dont elle cause les tremblements de terre.
Liste des sites Web et des ressources utiles :	Cartes des continents qui bougent, au cours de différentes périodes géologiques. • Géologie urbaine de la région de la capitale nationale http://gsc.nrcan.gc.ca/urbgeo/natcap/his_introduction_f.php • http://www.scotese.com/earth.htm Sites Web relatifs aux fossiles : • Commission Géologique du Canada – fossiles http://gsc.nrcan.gc.ca/paleochron/index_f.php • http://www.palaeos.com/ • Kentucky Geological Survey http://www.uky.edu/KGS/fossils/ • Royal Ontario Museum http://www.rom.on.ca/ • http://www.virtualmuseum.ca/Exhibitions/TraceFossil/intro-fr.html

Le temps en profondeur : les roches anciennes

La Terre s'est formée il y a 4,6 milliards d'années.

Les scientifiques ont subdivisé ce gigantesque intervalle de temps en périodes appelées « ères » et « éons » et ils ont inventé une « échelle du temps géologique ».

On ne sait pas grand chose au sujet de ce qui s'est passé pendant une grande partie de l'ère précambrienne (qui remonte à une période qui se situe entre 4,6 milliards et 544 millions d'années), à part :

- l'apparition de la croûte terrestre;
- l'évolution des premières formes de vie.

Le terrain accidenté des collines de la Gatineau et de la partie ouest d'Ottawa (Carp et Kanata) est constitué de très vieilles roches qui datent de l'ère précambrienne. Ces montagnes étaient, autrefois, aussi hautes que les Himalayas mais elles ont été érodées au fil des ans.

Au cours d'une partie de l'ère paléozoïque (il y a 510 à 440 millions d'années), la région d'Ottawa-Gatineau se trouvait près de l'équateur et elle était recouverte par une chaude mer tropicale. Nous le savons parce que les roches horizontales de la vallée d'Ottawa contiennent de nombreux fossiles de la vie marine tropicale.

Les continents qui constituent une partie de la croûte terrestre bougent continuellement; ainsi, au fil du temps, la région d'Ottawa-Gatineau a bougé vers le nord et a heurté d'autres continents.

De longues périodes de temps ne sont pas représentées dans les roches d'Ottawa. Il s'agit des périodes durant lesquelles les roches ont été érodées, dans cette région.

À l'ère mésozoïque (il y a 175 millions d'années), deux grandes brèches, dites zones de faille sont apparues dans les roches et ont créé une vallée d'effondrement dite « graben Ottawa-Bonnechere ». Cette région est encore active et des séismes peuvent y avoir lieu à tout moment.

À l'ère quaternaire (qui a débuté il y a 1,7 million d'années), de gigantesques nappes de glace, dites « glaciers », recouvraient le Canada, y compris la région d'Ottawa-Gatineau. Elles ont érodé le substratum rocheux et ont déposé des sédiments meubles.

Le poids de la glace a enfoncé la croûte terrestre. Enfin, lorsque les glaciers ont fondu, l'eau de la mer a inondé la région. C'est ainsi que s'est formée la « mer de Champlain ». Cette dernière a fini par se retirer, il y a environ 10 000 ans.

Jeu de mots-clés : Relier le mot à la définition qui y correspond nom :

Le temps en profondeur

1. Cénozoïque ___
2. Céphalopode ___
3. Coraux ___
4. Crinoïdes ___
5. Ère ___
6. Faille ___
7. Fossile ___
8. Granite ___
9. Âge glaciaire ___
10. Interlude ___
11. Magma ___
12. Marbre ___
13. Mésozoïque ___
14. Métamorphose ___
15. Paléozoïque ___
16. Précambrien ___
17. Quartzite ___
18. Quaternaire ___
19. Âge radiométrique ___
20. Trilobite ___

a) 1,64 million d'années jusqu'à nos jours.

b) roche ignée à grains grossiers, composée de quartz, de feldspath et souvent de mica.

c) la plus ancienne époque de l'histoire de la Terre, qui a commencé il y a 4,6 milliards d'années et s'est terminée il y a 570 millions d'années.

d) roche « liquide », chaude et en mouvement, située en dessous de la croûte terrestre.

e) roche métamorphique, composée de calcite et de dolomite.

f) ancien fossile important (Paléozoïque) d'une espèce marine disparue ayant un corps divisé en trois lobes.

g) Se dit de l'ère géologique la plus récente. Elle s'étend d'il y a 65 millions d'années jusqu'à aujourd'hui.

h) âge d'un fossile ou d'une roche en années, déterminé par la désintégration radioactif d'éléments naturels radioactifs.

i) restes ou traces d'une plante ou d'un animal qui ont été préservés grâce à des phénomènes naturels et qui se sont solidifiés à l'intérieur d'une roche.

j) fossile de vertébré marin qui possède une coquille rectiligne ou hélicoïdale, présentant de nombreuses loges méridiennes.

k) longue brèche (fissure) dans une roche, le long de laquelle il y a eu déplacement d'un côté par rapport à un autre; causée par les mouvements de la croûte terrestre.

l) transformation selon le processus du métamorphisme.

m) roche métamorphique dure, granuleuse et essentiellement composée de quartz.

n) intervalle de temps déterminé, illustré par un événement distinct, différent de ceux qui le précèdent et de ceux qui lui succèdent.

o) Ère, de 570 à 245 millions d'années.

p) Ère, de 245 à 65 millions d'années.

q) période de l'histoire de la Terre durant laquelle une grande partie de sa surface était recouverte de glaciers.

r) une division majeure des temps géologiques (Paléozoïque, Mésozoïque et Cénozoïque)

s) organismes marins dont le premier est apparu à l'époque cambrienne et qui existent jusqu'à nos jours.

t) invertébrés marins qui composent les squelettes calcaires d'organismes vivant dans des eaux salées le long des côtes.

Feuille de réponses **Le temps en profondeur**

1.	Cénozoïque	**g**
2.	Céphalopode	**j**
3.	Coraux	**t**
4.	Crinoïdes	**s**
5.	Ère	**r**
6.	Faille	**k**
7.	Fossile	**i**
8.	Granite	**b**
9.	Âge glaciaire	**q**
10.	Interlude	**n**
11.	Magma	**d**
12.	Marbre	**e**
13.	Mésozoïque	**p**
14.	Métamorphose	**l**
15.	Paléozoïque	**o**
16.	Précambrien	**c**
17.	Quartzite	**m**
18.	Quaternaire	**a**
19.	Âge radiométrique	**h**
20.	Trilobite	**f**

2.1 Leçon 1 : Quelle est la chose la plus âgée?

Brève description
Cette leçon comprend une discussion de la classe au sujet du temps géologique, suivie d'exercices répartis sur deux feuilles de travail sur lesquelles les élèves doivent inscrire les noms d'éons, d'ères et d'autres intervalles sur une échelle de temps géologique, puis faire un schéma qui représente les âges de formation des roches de la région d'Ottawa-Gatineau.

Matériel suggéré
Rétroprojections (ci-jointes)
Deux feuilles de travail

Durée : 40 minutes

Préparation
Vous pouvez, la veille de cette leçon, demander aux élèves, en guise de devoir à la maison, de répondre aux questions de la première feuille.

Instructions relatives à la leçon

Première partie : Discussion

1. Commencez par poser à la classe les questions suivantes, puis inscrivez au tableau la liste des « âges », en années :
   - Qui est l'aîné de la classe?
   - Quelle est la personne la plus âgée de l'école?
   - Quelle est la personne la plus âgée de votre famille?
   - Quel âge avait la plus vieille personne connue? (122 ans : Jeanne-Louise Calment, décédée en France dans une maison de retraite, en 1997)
   - Quel est le plus vieil arbre au monde? (4 600 ans : le Methuselah) (http://yahooligans.yahoo.com/content/ask_earl/20030910.html)
   - Quel est le plus ancien monument au monde bâti par l'homme? (une maison au Japon âgée de 500 000 ans) (http://www.trussel.com/prehist/news181.htm)

2. À partir de là, vous pouvez tracer au tableau une ligne horizontale représentant le temps. À l'une des extrémités, inscrivez « présent ». Puis, inscrivez tous les âges mentionnés, jusque-là, en demandant aux élèves de vous préciser la grandeur des intervalles à utiliser. Ne vous préoccupez pas trop de l'échelle, à ce stade.

3. Continuez à poser des questions au sujet de l'âge.
   - Quel âge a Ottawa?
     Réponses politiques :(http://www.capcan.ca/bins/index.asp)
     (http://www.occdsb.on.ca/~sel/cyberpal/timeline.htm)
     - Avant 1600, Ottawa était habitée par les Algonquins
     - En 1759, la région d'Ottawa est passée sous le règne britannique avec la disparition de la Nouvelle-France.
     - En 1832, construction du Canal Rideau. Ottawa était appelée Bytown, à cette époque-là.
     - En 1855, Bytown a été intégrée et la ville est devenue Ottawa.
     - La ville a été désignée capitale du Canada, en 1857.

     Reportez-vous au repère chronologique inscrit au tableau et ajoutez-y ces dates.
   - Quel âge ont les roches de la région d'Ottawa? (http://sts.gsc.nrcan.gc.ca/urban/his_introduction.asp)
     Les formations rocheuses de la région d'Ottawa ont eu lieu il y a des millions d'années.

4. Reportez-vous au repère chronologique dessiné au tableau, puis voyez de quelle manière on peut y représenter un million d'années. Très probablement, il n'y aura pas suffisamment de place sur le tableau. Ceci permettra aux élèves d'avoir une idée de l'ordre de grandeur du temps géologique.

Deuxième partie : L'échelle du temps géologique et les formations rocheuses de la région d'Ottawa-Gatineau

1. Distribuez la feuille de travail n° 1 : Échelle du temps géologique

2. Servez-vous de la rétroprojection n° 1 : Échelle du temps géologique

3. Demandez aux élèves de compléter les renseignements manquants en se référant à la rétroprojection.

4. Distribuez la feuille de travail n° 2 : Âge des formations rocheuses d'Ottawa.

5. Servez-vous de la rétroprojection n° 2 : Échelle du temps géologique d'Ottawa-Gatineau. Expliquez la différence entre les deux colonnes, en mettant l'accent sur les périodes de temps « manquantes ». Discutez la raison de ces lacunes (autrement dit l'érosion qui use les roches de plusieurs périodes de temps). Ainsi, les sédiments ont été emportés ailleurs et il n'y a aucune trace de ces périodes manquantes dans la région d'Ottawa-Gatineau.

6. Demandez aux élèves d'inscrire les renseignements manquants sur la feuille de travail n° 2, en se référant à la rétroprojection.

Rétroprojection n° 1 : **Échelle du temps géologique**

<table>
<tr><th>Éon</th><th>Ère</th><th>Âge
(en millions d'années)</th><th>Système</th><th>Caractéristiques</th></tr>
<tr><td colspan="2">Temps présent</td><td>0</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td rowspan="10">Phanérozoïque</td><td rowspan="2">Cénozoïque
(Vie nouvelle)</td><td>1.7</td><td>Quaternaire: Holocène et Pléistocène</td><td rowspan="2">Apparition des êtres humains
Âge glaciaire</td></tr>
<tr><td>65</td><td>Tertiaire</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Mésozoïque
(Vie intermédiaire)</td><td>140</td><td>Crétacé</td><td rowspan="3">Âge des reptiles géants (Dinosaures)</td></tr>
<tr><td>208</td><td>Jurassique</td></tr>
<tr><td>250</td><td>Trias</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Paléozoïque
(Vie ancienne)</td><td>290</td><td>Permien</td><td></td></tr>
<tr><td>360</td><td>Carbonifère</td><td>« Âge du charbon »</td></tr>
<tr><td>410</td><td>Dévonien</td><td></td></tr>
<tr><td>438</td><td>Silurien</td><td></td></tr>
<tr><td>510</td><td>Ordovicien</td><td></td></tr>
<tr><td>544</td><td>Cambrien</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">Précambrien
(90 % de l'ensemble du temps géologique)</td><td>2,500</td><td>Protérozoïque</td><td></td></tr>
<tr><td>4,500</td><td>Archéan</td><td>- La vie est apparue sur Terre, il y a environ 3,5 milliards d'années
- La Terre existe depuis près de 4,5 milliards d'années</td></tr>
</table>

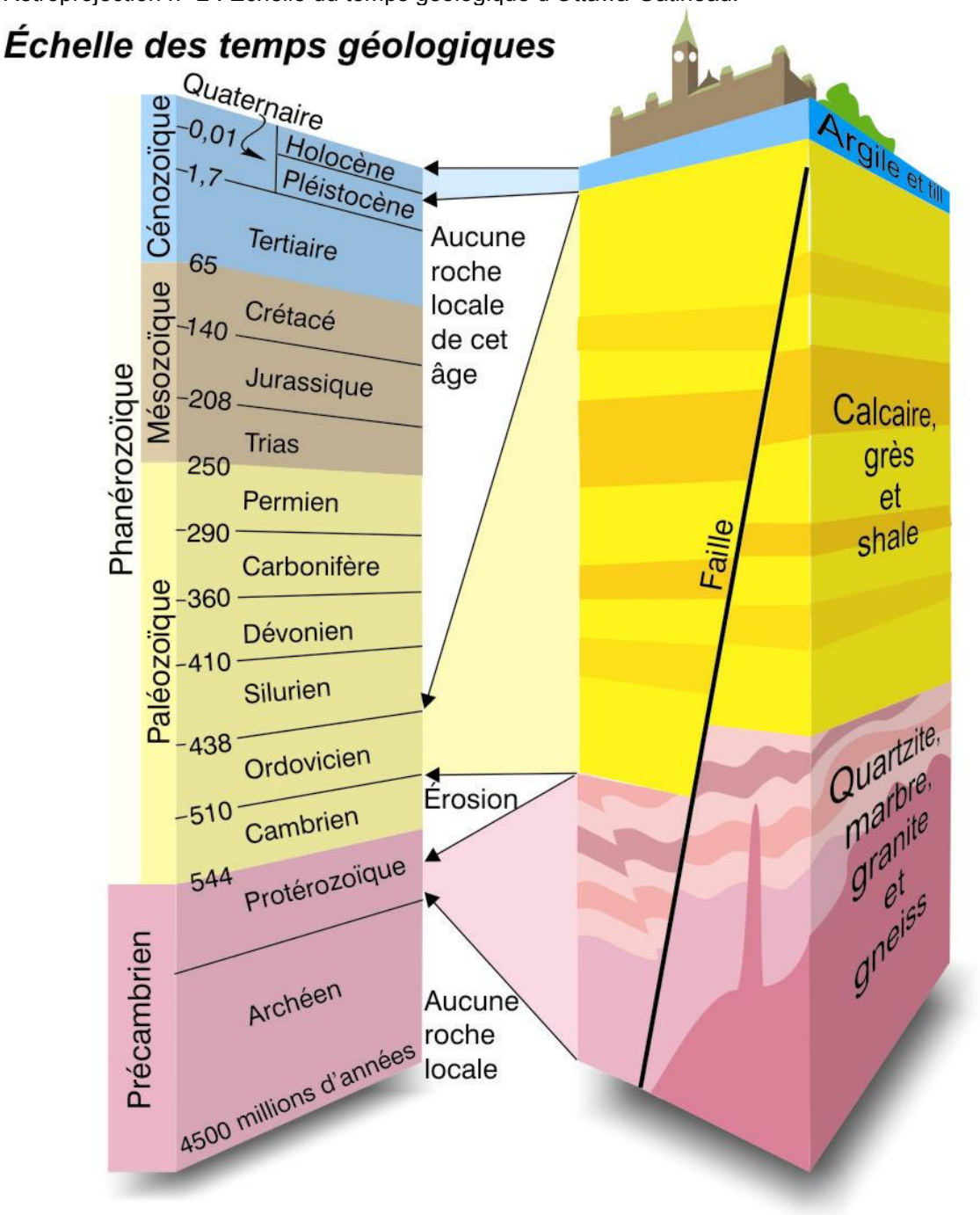
http://vulcan.wr.usgs.gov/Glossary/geo_time_scale.html
http://www.es-designs.com/geol105/timescale/

Feuille de travail n° 1 : **Échelle du temps géologique**

En vous servant des renseignements contenus sur la rétroprojection de l'enseignant, complétez les renseignements manquants.

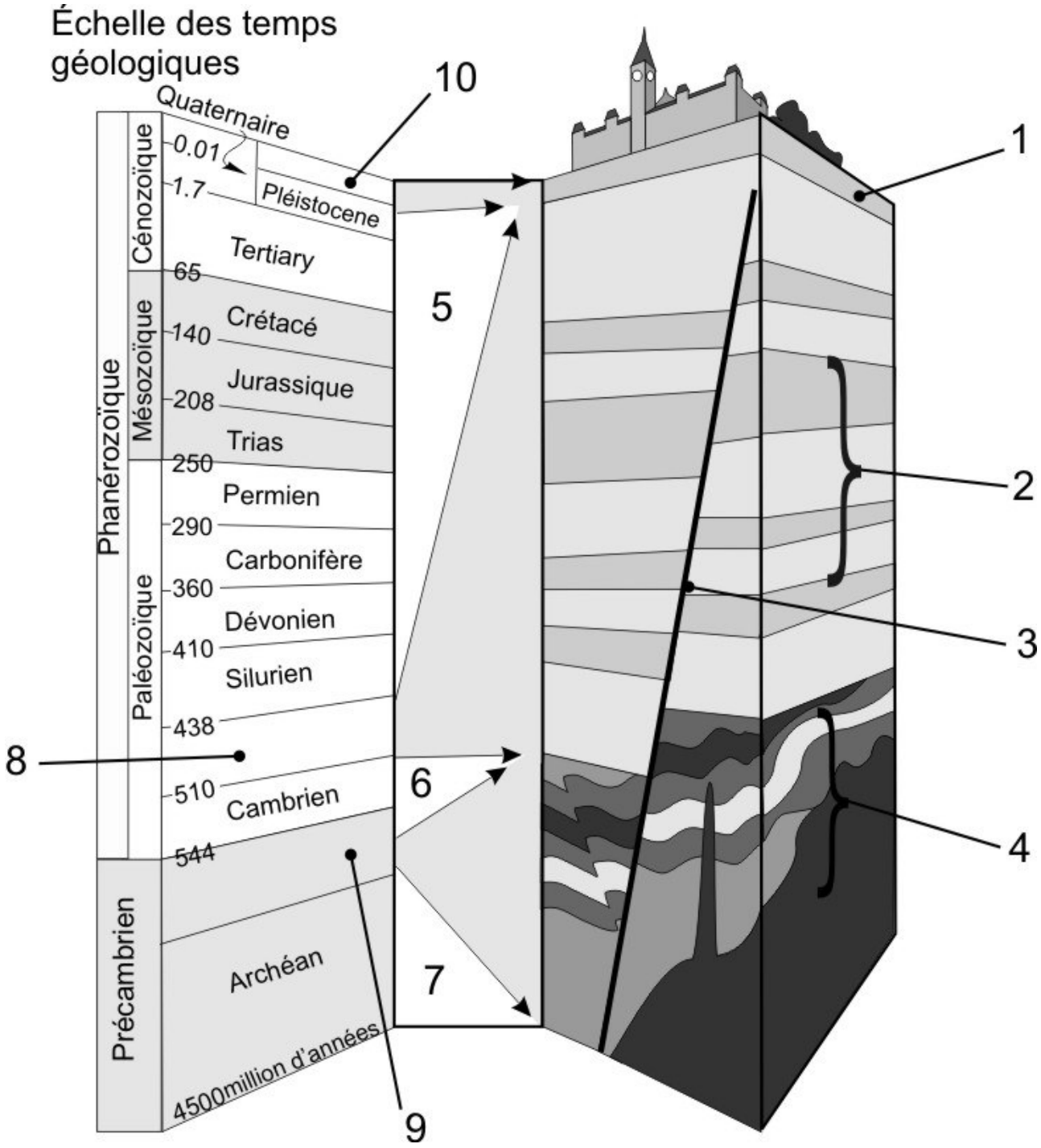
<table>
<tr><th>Éon</th><th>Ère</th><th>Âge (en millions d'années)</th><th>Système</th><th>Caractéristiques</th></tr>
<tr><td colspan="2">Temps présent</td><td>0</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td rowspan="10">Phanérozoïque</td><td rowspan="2"></td><td></td><td>Quaternaire: Holocène et Pléistocène</td><td rowspan="2">Apparition des êtres humains
Âge glaciaire</td></tr>
<tr><td>65</td><td>Tertiaire</td></tr>
<tr><td rowspan="3"></td><td>140</td><td></td><td rowspan="3">Âge des reptiles géants (Dinosaures)</td></tr>
<tr><td></td><td>Jurassique</td></tr>
<tr><td>250</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="6"></td><td></td><td>Permien</td><td></td></tr>
<tr><td>360</td><td>Carbonifère</td><td>« Âge du charbon »</td></tr>
<tr><td>410</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>510</td><td>Ordovicien</td><td></td></tr>
<tr><td>544</td><td>Cambrien</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">Précambrien
(90 % de l'ensemble du temps géologique)</td><td>2,500</td><td>Protérozoïque</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>- La vie est apparue sur Terre, il y a environ 3,5 milliards d'années
- La Terre existe depuis près de 4,5 milliards d'années</td></tr>
</table>

Rétroprojection n° 2 : Échelle du temps géologique d'Ottawa-Gatineau.



Feuille de travail n° 2 : **Échelle du temps géologique d'Ottawa-Gatineau.**

En vous servant des renseignements contenus sur la rétroprojection de l'enseignant, complétez les renseignements manquants.



2.2 Leçon 2 : Bande chronologique

Brève description
Il est très difficile pour les élèves de comprendre les très grands nombres dont nous devons nous servir pour parler de l'âge de la Terre et de l'âge géologique. La présente leçon comprend une activité qui consiste à faire faire aux élèves une bande chronologique retraçant l'histoire de la région d'Ottawa-Gatineau. Ainsi, ils seront en mesure d'élaborer un modèle qui les aidera à voir de façon concrète ces millions d'années qui ont été nécessaires pour les formations rocheuses d'Ottawa-Gatineau.

Matériel suggéré
Rétroprojection n°2 de la première leçon du présent thème
Accès à Internet ou utilisation de l'affiche Géopanorama

- 5 feuilles de papier de bricolage (par élève ou par groupe) de couleurs différentes
- Ciseaux
- Un bâton de colle ou de la colle blanche
- Marqueurs

Durée : 40 minutes

Préparation
Il est recommandé de finir la première leçon de ce thème, avant d'entamer cette leçon.
Les élèves devraient peut-être revoir l'ordre des grands nombres, notamment la différence entre les milliers, les millions et les milliards.

Instructions relatives à la leçon

1. Si vous n'avez pas fini la première leçon, servez-vous de la rétroprojection n° 2 : « Échelle du temps géologique d'Ottawa-Gatineau », afin d'expliquer les périodes géologiques de la région d'Ottawa-Gatineau.

2. Distribuez le matériel aux élèves.

3. Demandez-leur de suivre les instructions figurant sur la feuille de travail relative à la bande chronologique.

   Liste d'exemples de dates :
   1,6 milliard d'années : granite et gneiss du bouclier précambrien
   1,2 milliard d'années : début du craquèlement continental
   1,0 milliard d'années : intrusions de granite
   510 à 440 millions d'années : mer chaude tropicale (région près de l'équateur)
   175 millions d'années : apparition de la zone de faille Bonnechere
   20 000 années (0,02 million) : dernier Âge glaciaire

Documents à l'attention des élèves :

Activités de laboratoire : Bande chronologique d'Ottawa-Gatineau

Difficulté : De quelle manière pourriez-vous décrire la chronologie de l'histoire géologique de la région d'Ottawa?

Hypothèse :

Matériel :

- 5 feuilles de papier de bricolage (par élève ou par groupe) de couleurs différentes
- Une paire de ciseaux, bâton de colle ou colle blanche et marqueurs

Méthode :

1. Pliez chaque feuille de papier de bricolage en deux, dans le sens de la longueur;
2. Appuyez sur le pli pour bien le marquer;
3. Découpez les feuilles au niveau du pli, puis collez les deux moitiés de feuille, bout à bout. Ainsi, vous obtiendrez une feuille double de la même couleur;
4. Vous devriez avoir cinq feuilles doubles, dont chacune représentera 1 milliard d'années (soit 1 000 millions d'années);
5. Collez les cinq feuilles doubles, bout à bout, afin d'obtenir une très longue bande de cinq couleurs différentes.
6. Commencez à écrire dessus à partir de l'extrémité gauche. Inscrivez « 4,5 milliards d'années » sur la première moitié de la bandelette de la première couleur (c'est-à-dire à gauche de l'endroit où les deux moitiés de feuilles ont été collées).
7. Continuez à inscrire les dates suivantes : 4; 3,5; 3… 1 milliard d'années.
8. La bandelette de la dernière couleur (extrémité droite de la bande) représente la date qui remonte à 1 milliard d'années. Vous pourriez la graduer en y inscrivant 100, 200, 300… 900 millions d'années.
9. Inscrivez « Naissance de la planète » à environ 4,6 milliards d'années (légèrement à gauche de l'inscription 4,5 millions d'années).
10. Inscrivez « Les plus vieilles roches préservées » à 3,9 milliards d'années.
11. Inscrivez « Les plus vieux fossiles découverts » à 3,5 millions d'années.
12. Lisez les renseignements contenus dans la page Web intitulée « Le temps en profondeur », http://geoscape.nrcan.gc.ca/ottawa/time_f.php puis dressez une liste des importantes périodes géologiques de la région d'Ottawa-Gatineau (que vous reporterez dans le tableau, ci-dessous); ensuite, inscrivez les dates sur la bande aux endroits appropriés.
13. Identifiez chaque époque et faites-en un petit diagramme.
14. Après avoir répondu à la dernière question, enroulez votre bande chronologique et remettez-la à l'enseignant.

Observations :

Liste des périodes géologiques importantes	
Événement géologique	**Il y a combien d'années?** ***(en milliards ou en millions d'années)***

Questions de conclusion :

1. Comment décririez-vous la bande chronologique d'Ottawa-Gatineau que vous avez faite?
2. Les évènements géologiques sont-ils répartis à intervalles réguliers ou présentent-ils de nombreuses lacunes? Précisez votre réponse.
3. Sur quel intervalle possédons-nous le plus de connaissances? Pourquoi?
4. Si vous deviez inclure des évènements qui ont eu lieu dans la région d'Ottawa concernant l'histoire humaine (Bytown, le Canal Rideau, etc.), quels changements apporteriez-vous à votre bande chronologique?

2.3 Leçon 3 : Dessiner et reconnaître les fossiles d'Ottawa

Brève description
Le schiste et le calcaire (roches sédimentaires) de la région d'Ottawa renferment des milliers de fossiles. Ces derniers représentent les formes de vie qui peuplaient jadis les mers anciennes qui recouvraient la région. Au cours de cette leçon, les élèves acquerront des connaissances relatives aux fossiles d'Ottawa les plus courants et ils comprendront l'importance de ces derniers pour la datation des formations rocheuses. Les élèves seront en mesure de dessiner les fossiles de la région d'Ottawa-Gatineau et de les reconnaître à partir des dessins de leurs camarades.

Matériel suggéré
Papier blanc
Crayons-mines bien taillés
Rétroprojections : Fossiles de la région d'Ottawa
Plusieurs petites boîtes avec couvercles

Durée : 2 séances de 40 minutes chacune

Les roches calcaires d'Ottawa sont très riches en fossiles marins. Les quatre fossiles les plus importants qu'on y retrouve sont les trilobites, les céphalopodes, les crinoïdes et les stromatolites. Ces derniers sont des témoins essentiels pour la reconstitution des formes de vie qui remontent à des millions d'années, dans la région d'Ottawa.

Instructions relatives à la leçon

Première partie :
1. Demandez aux élèves de recopier les renseignements qui figurent sur la rétroprojection et de faire un dessin de chaque fossile sur une feuille distincte.
2. Demandez aux élèves d'écrire : « Fossile créé par : *untel* » (demandez-leur de n'inscrire que leur nom, pas celui du fossile qu'il ont dessiné).
3. Demandez aux élèves de vous remettre leurs quatre feuilles.

Deuxième partie :
1. Mélangez les feuilles et distribuez-les aux élèves de manière aléatoire, avec la partie dessinée tournée le bas.
2. Demandez aux élèves d'écrire : « Fossile identifié par : *untel* » (demandez-leur aussi d'inscrire le nom du fossile qu'ils pensent que le dessin représente).

Troisième partie :
1. Demandez aux élèves de remettre les feuilles aux auteurs des dessins.
2. Les élèves obtiennent un point pour chaque fossile qu'ils ont reconnu.

Quatrième partie :
Remettez un deuxième dessin aux élèves, si vous disposez de suffisamment de temps.

Rétroprojection n° 1 : **Fossiles de la région d'Ottawa**

Les trilobites :

Les trilobites étaient des êtres marins qui vivaient juste au-dessus du fond marin. Le terme trilobite signifie *à trois lobes;* ces créatures étaient formées de trois lobes longitudinaux : un lobe central et deux lobes latéraux.

Les trilobites étaient des créatures à carapace dure qui muaient au cours de leur croissance. C'est cette enveloppe que l'on retrouve le plus souvent dans leurs fossiles.

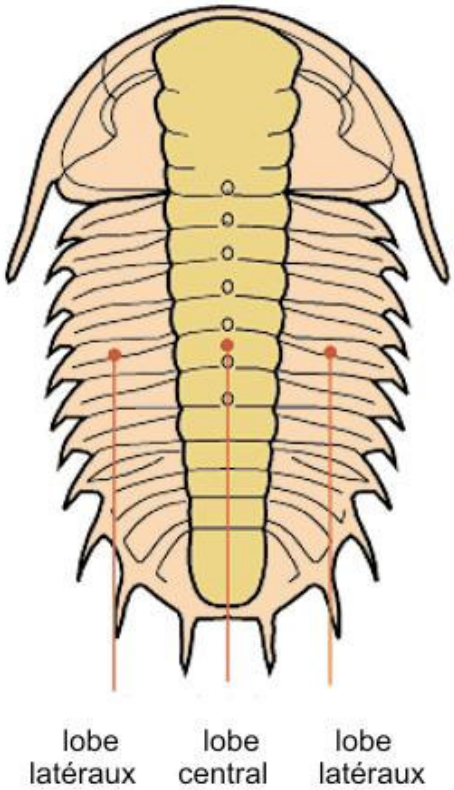
Ces derniers sont très importants, car ils représentent une espèce disparue dont l'existence remonte à l'ère paléozoïque (entre 545 et 250 millions d'années).

Lorsqu'on retrouve un fossile trilobite, on a une bonne estimation de l'âge de la roche.

Photographie du fossile

T. spinosus, Billings Fm., Ottawa, Ontario.
photo courtesy K. Brett
http://www.geocities.com/trilobitologist/Dec2001.html

Schéma du fossile



http://www.trilobites.info

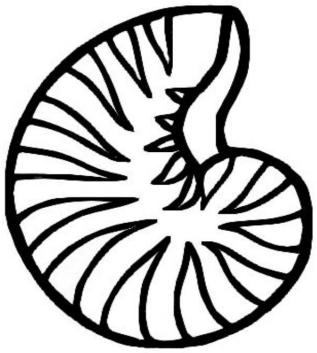
Rétroprojection n° 2 : **Fossiles de la région d'Ottawa**

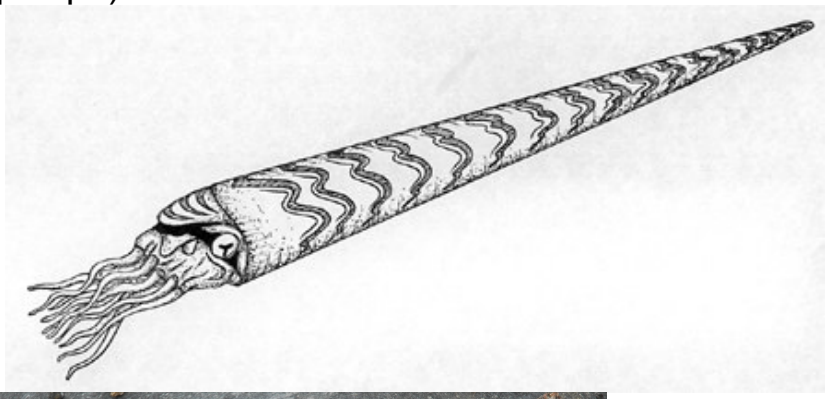
Les céphalopodes :

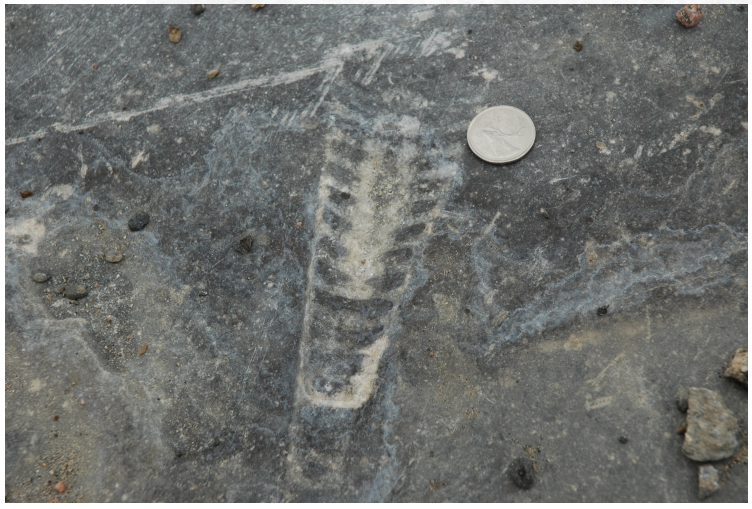
Les céphalopodes sont d'anciens mollusques, grands prédateurs dominants qui vivaient dans les mers tropicales qui recouvraient la région d'Ottawa.

Il y avait deux principaux groupes de fossiles céphalopodes : les nautiloïdes et les ammonoïdes. On ne trouve que les premiers dans la région; la plupart d'entre eux ont une coquille en forme de cône rectiligne (orthocône). Ils ont vécu dans la région d'Ottawa du Cambrien à l'Ordovicien.

Actuellement, il existe deux principaux groupes de céphalopodes vivants : La famille des nautiles (les seuls ayant une coquille) et la famille des coléoïdés (le calmar, la seiche et le poulpe).







http://palaeo.gly.bris.ac.uk/palaeofiles/lagerstatten/soom/Fauna.html
http://www.manandmollusc.net/kid_zone/1nautilus_cp.html
http://www.manandmollusc.net/beginners_intro/cephalopoda.html

Rétroprojection n° 3 : **Fossiles de la région d'Ottawa**

Les stromatolites :

Les stromatolites représentent les formes de vie les plus primitives qui soient. Ils n'appartiennent ni au règne végétal, ni au règne animal. Ils résultent de la formation de couches de sédiments emprisonnés par les algues et qui finissent par durcir.

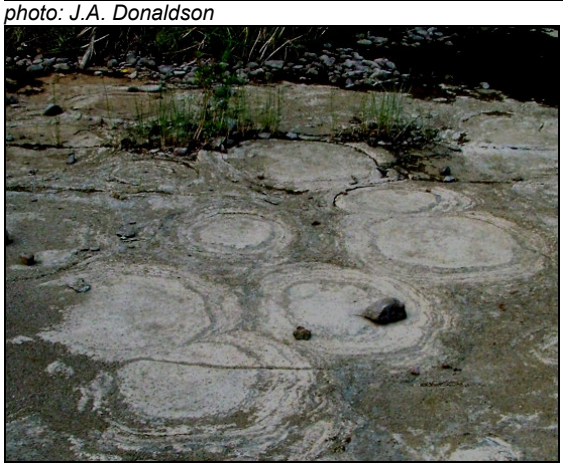
Ces organismes se sont développés dans les anciennes mers chaudes de la région d'Ottawa, il y a près de 450 millions d'années.

Il y a de nombreux fossiles de stromatolites dans les roches calcaires d'Ottawa. Bien que la majorité des sommets soient érodés, leur emplacement relatif, leur alignement et leur groupement nous permettent de voir leur mode d'évolution, la direction et le mouvement des marées et des courants de la mer paléozoïque, ainsi que sa profondeur.

Fossiles de stromatolites
(Pont Champlain à Ottawa)

photo: J.A. Donaldson

Stromatolites vivant aujourd'hui
en Australie



Stromatolites coalescents

Cercles concentriques

Rétroprojection n°4 : **Fossiles de la région d'Ottawa**

Les crinoïdes :

Les crinoïdes sont une espèce d'organismes marins qui comprennent l'étoile de mer et les oursins. La plupart sont faits de pédicelles constituées par un ensemble de colonnes empilées avec une structure ressemblant à une tête et des bras duvetés.

Les crinoïdes vivaient collés au fond de la mer par un crampon, les bras allongés vers le haut, dans l'eau. Des écailles, dites ossicules, recouvraient la partie exposée à l'eau.

Souvent, les crinoïdes se fracturaient à la base du pédicelle. Le fossile de crinoïde le plus courant se compose d'une seule écaille ou d'un amas d'écailles. Il est très rare de trouver un crinoïde entier.

Fragments de tige de crinoïde

http://www.cartage.org.lb/en/themes/Sciences/Paleontology/Paleozoology/EarlyPaleozoic/EarlyPaleozoic.htm
http://www.geocities.com/earthhistory/ff.htm

Rétroprojection n°5 : **Fossiles de la région d'Ottawa**

Les coraux :

Les coraux sont des amas coloniaux irréguliers qui contiennent des plateformes vivantes diamétralement symétriques, en forme de coupes, dont le diamètre dépasse 1 mm.

Ces organismes aquatiques ont des squelettes calciques durs et sont considérés comme des « bâtisseurs de roches ».

Aujourd'hui, les coraux vivent dans des eaux chaudes, dont la température avoisine les 20° C.

On retrouve de nombreux fossiles coralliens dans la région d'Ottawa, ce qui laisse entendre que le climat était très différent de ce qu'il est aujourd'hui.

http://www.uky.edu/KGS/fossils/

Feuille de travail des élèves : **Jeu d'association de fossiles**

Reliez le fossile d'Ottawa à son éventuel parent moderne.

Les trilobites	Le nautile
	La seiche
Les crinoïdes	Le crabe
	L'étoile de mer
Les stromatolites	Organisme moderne bâtisseur de récif
	Les oursins
Les céphalopodes	Le calmar
	Les algues
Les coraux	Le poulpe
	Les insectes

2.4 Leçon 4 : À l'intérieur de la Terre

Brève description
Cette leçon inclut une feuille de travail qui permettra aux élèves de dessiner les couches internes de la Terre, à l'échelle.

Matériel suggéré
Rétroprojection: L'intérieur de la terre
Feuille de travail des élèves *:*
Calculatrice
Crayons de couleur

Durée : 40 minutes

Instructions relatives à la leçon

1. Rétroprojection: L'intérieur de la terre - Examinez, avec les étudiants, la structure et la composition de l'intérieur de la Terre et la manière dont ces dernières provoquent l'instabilité de la croûte terrestre, dont résultent la formation des montagnes, les éruptions volcaniques et les tremblements de terre.

   La croûte terrestre
   - Également appelée lithosphère
   - Elle est solide mais brisée en plusieurs fragments appelés plaques tectoniques.
   - Le manteau soutient ces plaques
   - Le mouvement des plaques (environ 1 à 2 cm/an) est dû au mouvement de convection du manteau sous-jacent.

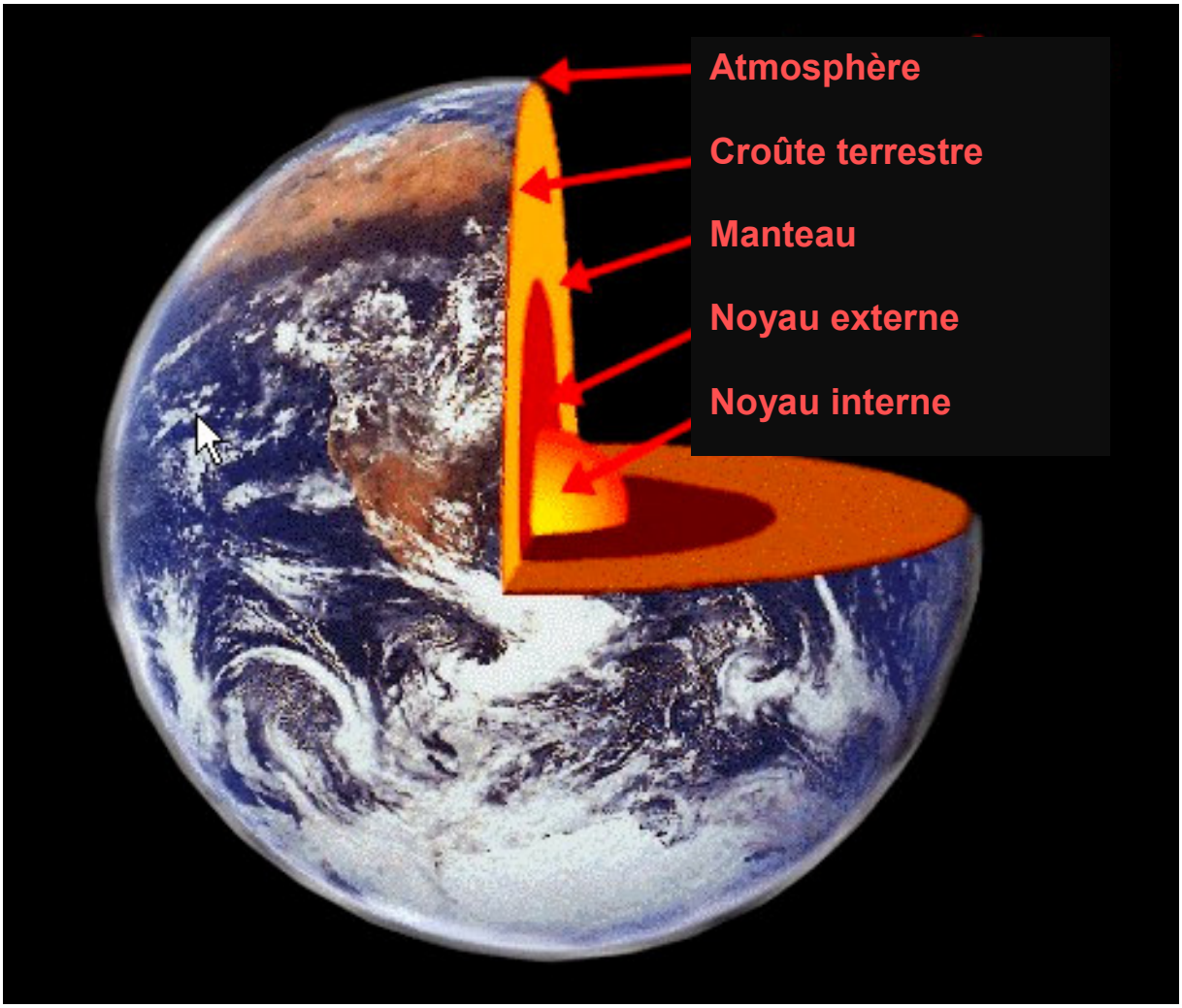
   Le manteau :
   - Pas entièrement à l'état liquide
   - Lorsque la température et la pression sont élevées, les roches s'écoulent et se déplacent comme un liquide.

   Le noyau :
   - Consiste en deux parties : le noyau interne (solide) et le noyau externe (liquide)
   - Les températures dépassent 5 000 degrés Celsius
   - Le noyau interne est solide à cause d'une pression très élevée en son centre

2. Distribuez les feuilles de travail et demandez aux étudiants de suivre les instructions qui y figurent.

rétroprojection: **L'intérieur de la terre**

http://www.windows.ucar.edu/tour/link=/earth/Interior_Structure/earth_cutbk.html



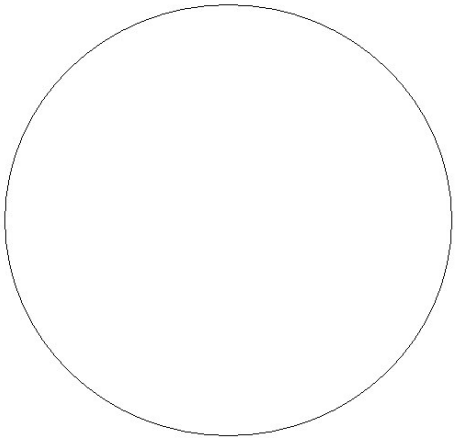
L'image est fournie par Windows to the Universe, http://www.windows.ucar.edu

Feuille de travail des élèves : **À l'intérieur de la Terre**

Convertissez les mesures de l'épaisseur réelle de chaque couche selon l'échelle suivante : 1 cm = 1 000 km (p. ex., divisez l'épaisseur exprimée en km par 1 000 pour obtenir l'épaisseur en cm, à l'échelle du diagramme)

Partie	Épaisseur moyenne (km)	Épaisseur sur le diagramme (cm)
Noyau interne	2 800 (diamètre)	
Noyau externe	2 000	
Manteau	2 800	
Croûte terrestre	35	

Dessinez un diagramme et inscrivez le nom des diverses couches de l'intérieur de la Terre.



1. Quelle est la couche la plus mince?
2. Quelle est la couche la plus épaisse?
3. Quelle est la couche la plus chaude?
4. Quelle est la couche la plus froide?
5. Sur quelle couche vivons-nous?
6. Pensez-vous que la croûte terrestre (couche externe) est stable?

7. La croûte terrestre n'est pas seulement très mince, comparativement à la taille de la Terre, elle est également craquelée et brisée en morceaux liés entre eux, appelés plaques. Ces dernières dérivent, autrement dit bougent. En vous servant de l'image de la Terre, dans quel sens pensez-vous que les plaques dérivent?

2.5 Leçon 5 : Les continents à la dérive

Brève description
Cette activité de laboratoire montre de quelle manière les courants de convection de l'intérieur de la Terre provoquent la dérive des continents.

Matériel suggéré
Grand becher ou récipient résistant à la chaleur (1 litre)
Colorant alimentaire rouge
Chauffe-plat électrique
Paire de ciseaux, crayons de couleur, photocopie des continents
Quatre petites bandelettes de ruban masque ou de papier adhésif

Durée : 15 minutes

Instructions relatives à la leçon

1. Passez en revue la théorie de la dérive des continents avec les élèves (la croûte terrestre est faite de plaques qui se déplacent (dérivent) à cause des forces générées par les courants de l'intérieur de la Terre.)

2. Distribuez le matériel et demandez aux élèves de suivre la procédure.

3. Assurez-vous de demander aux élèves d'être prudents et de faire attention de ne pas se brûler.

Feuille de travail des élèves :

Activités de laboratoire : Les continents à la dérive

Difficulté : Comment les continents s'éloignent-ils les uns des autres?

Hypothèse :

Matériel :
Grand becher ou récipient résistant à la chaleur (1 litre)
Colorant alimentaire rouge
Chauffe-plat électrique
Paire de ciseaux, crayons de couleur, photocopie des continents
Quatre petites bandelettes de ruban masque ou de papier adhésif

Méthode :
1. Coloriez, puis découpez les continents de la page suivante.
2. Faites une croix à l'emplacement approximatif d'Ottawa.
3. Mettez les continents sur votre pupitre en les plaçant les uns par rapport aux autres, tel qu'ils le sont en réalité.
4. Rapprochez les continents les uns des autres afin qu'ils se touchent comme les pièces d'un puzzle.
5. Inscrivez les points cardinaux (N, S, W, E) sur chaque bandelette de ruban masque et collez-les sur le rebord du becher à l'endroit approprié.
6. Remplissez le becher aux 3/4 d'eau froide. Ajoutez-y quelques gouttes de colorant alimentaire sans remuer le mélange.
7. Mettez les continents accolés, tels que vous les aviez placés à l'étape n^{o} 3, sur l'eau, au centre du becher.
8. Mettez le becher délicatement sur le chauffe-plat.
9. Allumez le chauffe-plat et observez ce qui arrive au colorant alimentaire et aux continents au fur et à mesure que le liquide chauffe. ATTENTION : VOUS RISQUEZ DE VOUS BRÛLER. NE TOUCHEZ NI LE CHAUFFE-PLAT, NI LE BECHER, TANT QU'ILS CHAUFFENT.

Questions d'observation :

1. Dans cette simulation des plaques tectoniques, que représente :
   a) le liquide rouge?

   b) le supercontinent initial, autrement dit tous les continents accolés?

   c) la chaleur provenant du chauffe-plat?

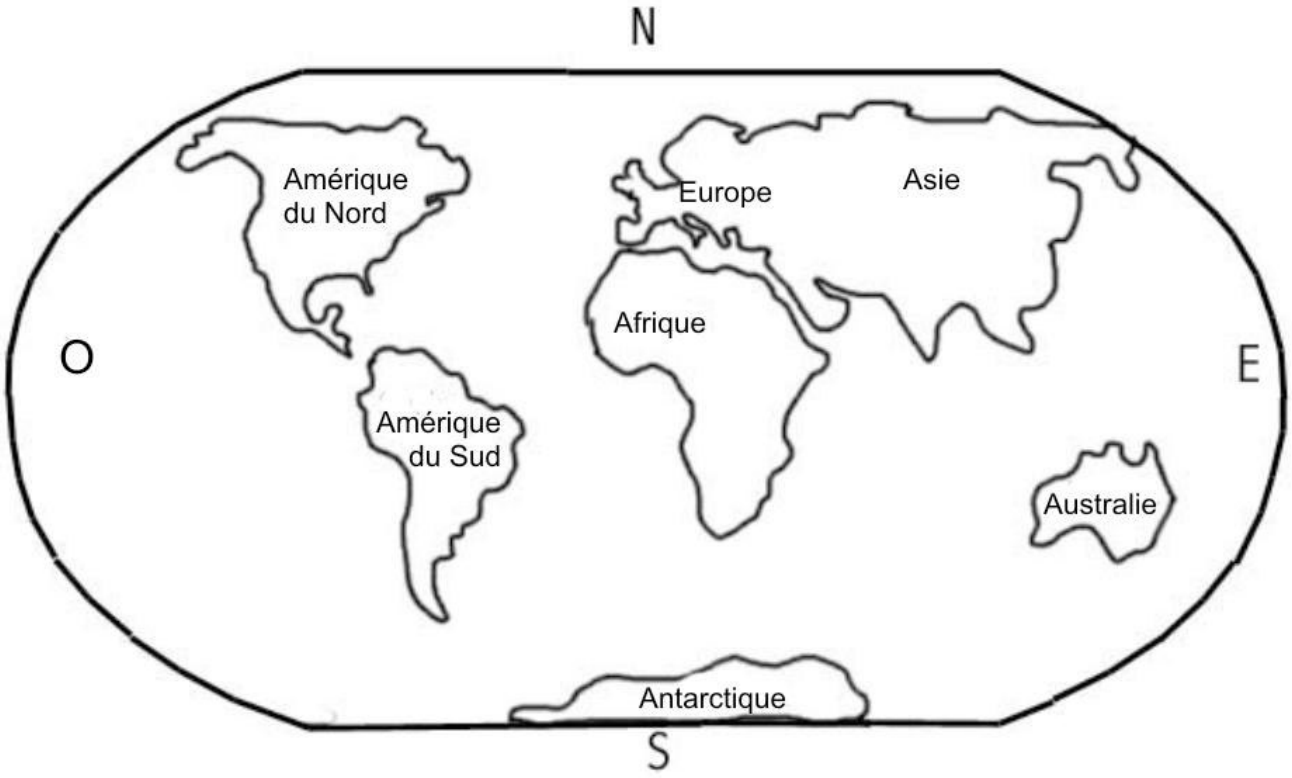
2. Qu'arrive-t-il au colorant alimentaire dans l'eau, pendant qu'il chauffe? Expliquez pourquoi?

3. Décrivez ce qui arrive aux continents, à mesure que l'eau chauffe?

4. Par rapport aux points cardinaux, expliquez dans quelle direction l'étoile qui représente la région d'Ottawa-Gatineau a bougé?

5. Vos continents se sont déplacés en quelques secondes, mais en réalité, les continents se déplacent très lentement (environ 1 cm par an). Combien de temps faut-il à un continent pour parcourir un :
   a) un mètre?
   b) un kilomètre?

Coloriez, puis découpez les continents.



2.6 Leçon 6 : C'est la faute au graben

Brève description
Cette leçon consiste en une présentation rapide de remarques sur le mode de formation des grabens. Elle est suivie d'un exercice sur feuille contenant le diagramme d'un réseau de grabens et des questions sur la dérive des continents le long des failles et sur la manière dont elle cause les tremblements de terre.

Matériel suggéré
Rétroprojecteur
Rétroprojection: « Graben d'Ottawa-Gatineau », (Profil transversal N-S d'Ottawa)
Feuille de travail

Durée : 30 minutes

Instructions relatives à la leçon

1. Demandez aux élèves de prendre en note les renseignements figurant sur la rétroprojection intitulée « Graben d'Ottawa-Gatineau ».

2. Montrez aux élèves, sur la rétroprojection intitulée « Profil transversal N-S d'Ottawa » les nombreuses failles sous-jacentes à la région d'Ottawa-Gatineau. (Géologie urbaine de la région de la capitale nationale http://gsc.nrcan.gc.ca/urbgeo/natcap/his_introduction_f.php)

3. Distribuez les feuilles de travail et demandez aux élèves de faire les exercices.

Rétroprojection

Graben d'Ottawa-Gatineau

La croûte terrestre et la couche supérieure du manteau se divisent en plusieurs morceaux appelés plaques.

Ces plaques se déplacent très lentement (à peu près à la vitesse de pousse de vos ongles).

Les plaques se déplacent comme d'énormes blocs de glace qui flottent au-dessus de l'eau :
dans plusieurs directions, en se poussant les uns les autres vers le haut et en s'entrechoquant.

Les roches qui forment les plaques peuvent se craqueler et engendrent ainsi des failles.

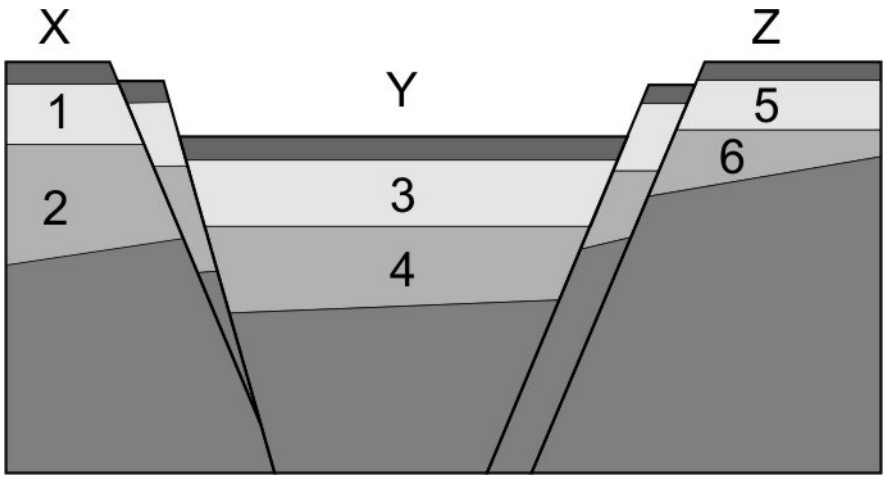
La formation des failles est le résultat du mouvement des roches le long d'une faille. Ce mouvement entraîne des déplacements verticaux (de haut en bas) ou horizontaux (latéraux).

Un graben se forme à la suite du déplacement vertical d'un bloc entre 2 autres blocs.

Le graben d'Ottawa-Bonnechere résulte d'un mouvement qui a eu lieu il y a 175 millions d'années, le long d'un réseau de failles. Il continue à glisser, occasionnellement, causant ainsi des tremblements de terre. La rivière des Outaouais se trouve à l'intérieur de ce graben.

Feuille de travail des élèves : **Les falaises de la vallée de l'Outaouais**

Observez le diagramme des couches attentivement, puis répondez aux questions



Quelles parties du bloc *y* appartenaient autrefois aux blocs X et Y?

la couche 3 du bloc Y appartenait autrefois à la couche ___ du bloc X et de la couche ___ du bloc Z.

la couche 4 du bloc Y appartenait autrefois à la couche ___ du bloc X et de la couche ___ du bloc Z.

1. Dans quelle direction le bloc Y s'est-il déplacé par rapport aux blocs X et Y?
2. Combien de failles y a-t-il dans ce réseau de grabens?
3. Quel type de mouvement de failles cela représente-t-il (vertical ou latéral)?
4. Quel type de roche est le plus jeune, 1 ou 2?
5. Quel type de roche est le plus vieux, 3 ou 4?
6. Le mouvement de failles ci-dessus a eu lieu dans le passé. À votre avis, qu'arrivera-t-il à ce système, dans le futur?
7. Regardez le « Profil transversal N-S d'Ottawa ». Combien de failles y trouve-t-on?